コンテンツと独立した動的第三者リンクによる知識共有支援

佐藤宏之[†] 神戸雅一[†] 金井敦[††]

コンテンツとは独立して第三者によって設定および管理可能なコンテンツ間の意味的な関係付けを，本研究では動的第三者リンクと呼ぶ．これは情報資源間の関係を表現するための汎用の仕様であるXLinkやRDFを用いてXMLで簡易に記述可能なデータモデルを持つ．著者らはこの動的第三者リンクを，コンピュータネットワーク上でユーザがコンテンツを扱う活動に基づいて形成し，複数人で自由に追加できる柔軟性を備えたメタデータとして活用することを提案する．ユーザに大きな負担を与えずに，1つのコンテンツの背景に存在する「作成時にどのコンテンツを参照したのか」,「だれがどのコンテンツと一緒にそれを再利用したのか」といった情報を示すメタデータを収集する．これにより，この動的第三者リンクを参照したユーザに対して，コンテンツを次に再活用するための知識を与えることができると考える．また，知識を得たユーザのコンテンツの再活用により，さらに新しい動的第三者リンクの生成が期待できる．著者らは動的第三者リンクをグループで共有できるシステムを構築して，オフィス内における知識共有支援実験を行った．その結果，1つのコンテンツについて平均約2.3個の動的第三者リンクが生成され，過去のリンクを参照したユーザによる新たなリンクの生成が確認できた．本論文ではさらに既存の静的なハイパーリンクから関連性を把握できないコンテンツおよびその背景情報の参照を可能にし，既存の共有フォルダによるドキュメントの共有とユーザの負担を大きく変えずにコンテンツの再利用性を向上するシステムの有効性を考察した．

Knowledge Sharing by Dynamic Third-party Links among Contents

Hiroyuki Sato,[†] Masakazu Kanbe[†] and Atsushi Kanai[††]

In this research, the semantic relationship among contents is called a “dynamic third-party link”, which can be administered by third-party persons and is independent of the contents. The data model of the link can be described simply by using XML (XLink or RDF). We propose the idea of forming a dynamic third-party link from a user’s content handling activities on a computer network and using it as metadata that has the flexibility to allow users to add descriptions freely. We collect metadata that shows background information behind the content, for example “which content was referred when it was created” and “who used it and with what”, without imposing much burden on users. Therefore, we think it can give useful knowledge for reusing the content to a user who refers to the dynamic third-party link and we expect this user to create new dynamic third-party links. We performed an experiment in an office to investigate knowledge sharing using a system that enables users to share links. The results show that about 2.3 dynamic third-party links per content item were created on average, and new dynamic third-party links were created by users who referred to previous links. Moreover, our study of the system’s effectiveness showed that it could find contents that could not be found by using shared document folder or traversing ordinary static links.

1. はじめに

インターネットのWebサイト上に存在するホームページを中心としたコンテンツは，そのサイトの製作者の意図に基づいて，関連するコンテンツ間がリンクされている．また，学校やオフィスなどのLAN上でよく見られる共有フォルダ内のコンテンツは，そこにアクセスできるユーザがコンテンツの格納場所を考慮することによって，ディレクトリごとにまとめて配置されている．これらのおかげで，初めてWebサイトを訪れるユーザや，LAN上の共有フォルダを覗いたユーザが，作成者や管理者の意図に沿って整理されたコンテンツを見ることができる．

しかし，コンテンツの作成者や管理者の意図と異なった目的で，コンテンツを参照するユーザは多い．たとえば，Webサイトの作成者が，環境問題に関す

† 日本電信電話株式会社NTT情報流通プラットフォーム研究所
NTT Information Sharing Platform Laboratories, NTT Corporation
†† 日本電信電話株式会社NTT情報流通基盤総合研究所
NTT Information Sharing Laboratory Group, NTT Corporation

る大量のコンテンツを初心者が学びやすい順序に並べて整理していたとする．環境問題を網羅的に学習したいユーザにとって，この Web サイト全体は非常に有効かもしれないが，ある動物の生態を調査しているユーザにとっては，その中の環境汚染がその動物に与える影響を記述しているページのみが興味の対象かもしれない．このユーザは，横断的に他のサイトからもその動物に関係のある部分だけを抽出して知識を深める．ユーザが抽出した情報を重要と思われる順序や，ストーリー付けして並べたホームページ群は，同様のことを調べる他のユーザの役に立つと考えられる．

このようなコンテンツの集合は，少なくとも 1 人のユーザが行った活動を基にした有効な情報であり，検索エンジンの結果のように単にキーワードが含まれるすべてのページが抽出された集合と異なった価値を他のユーザに与えると考えられる．本研究では，このような静的な既存のハイパーリンクからたどれないコンテンツ群を形成するために，第三者のコンテンツを扱う行為に基づいて形成されたコンテンツ間の関係付けを，動的第三者リンクと呼び，その活用を提案する．ユーザのフォルダ間のコンテンツのコピーなどの行為から動的第三者リンクを生成し，複数のユーザで共有することが可能なシステムを構築し，その有効性を検証した．

2. 動的第三者リンク

2.1 定　　義

本論文で活用を提案する動的第三者リンクを著者らはメタデータの一種として定義した．メタデータはデータのデータであり，たとえば，あるコンテンツに関するメタデータは，著者名や要約であったりする．Dublin Core [1]では Title，Creator，Subject などから成る 15 の要素をメタデータの標準として提案している．

著者らは，メタデータはこのようなコンテンツの単純な属性を記述できるだけでなく，別のコンテンツの URL もしくは URI とそのコンテンツとの間にある意味を属性とすることで，コンテンツ間の関係を表現できることに着目した．そして，ユーザのコンテンツを扱う行為に基づいて，関連するコンテンツと，ユーザの行為から半自動的にコンテンツ間の関係の意味を割り当ててコンテンツの属性情報としたメタデータを動的第三者リンクと定義した．

リンクに意味を与えることによって，それを見たユーザに対して効果的に情報を提示できるのではないかという議論は以前から行われている[2),3)]．本研究では，このような特性を持つメタデータをユーザの行為から半自動的に生成し，これを共有することでコンテンツに関する知識を共有することを提案する．

また．この動的第三者リンクは行外リンク（out-of-line link）である．コンテンツ間のリンクは大きく行内リンク（inline link）と行外リンクに分けられる．行内リンクが，既存の HTML におけるハイパーリンクのように，文書ファイル内などに埋め込まれているリソースと一緒に記述されて，別のリソースとのリンクを示しているのに対して，行外リンクはコンテンツとは独立したファイルなどに，2 つのリソースのリンクが記述される．

以上からこの動的第三者リンクの性格をまとめると以下のようになる．

(1) URI を持つリンク元コンテンツとリンク先コンテンツの両方から独立して第三者によって生成可能．
(2) コンテンツを扱うユーザの行為に基づいて半自動的に生成されたコンテンツ間の関係に関する意味が記述可能．

2.2 動的第三者リンクの記述方法

著者らが定義した動的第三者リンクは，既存のマークアップ言語の文法に基づいた記述が可能である．ここでは XML で表現可能な Resource Description Framework（RDF）と XML Linking Language（XLink）のそれぞれのデータモデルを用いて，動的第三者リンクがどのように記述可能であるかを示す．

RDF は World Wide Web Consortium（W3C）において，XML を表現形式に用いたメタデータ記述言語としての仕様が策定された[4)]．XML は任意のデータ構造を表現できるが，構造が何を意味するかを規定していない．そこで RDF は，XML をベースに情報の意味を記述するためのデータモデルを規定している．RDF の構文は基本的に，主語（subject），述語（predicate），目的語（object）の 3 つの要素によって構成される．**図 1** に例を示す（http://www.ntt.co.jp/2000/context/の名前空間を用いて宣言した context の接頭辞が付いた属性は，著者らが独自に定義している）．ここで主語に相当するのが，リソース http://www.ntt.co.jp/docA.txt（以後同形式の URL は www.ntt.co.jp/docA.txt もしくは docA.txt と省略して表記することがある）である．述語としてリソースを記述するために使われる属性や関係をプロパティと呼び，ここでは context:modifiedDocument であり，更新されたドキュメントが存在することを示す．目的語に相当するプロパティの値は，文字列でもかまわない

```
<?xml version="1.0"?>
<rdf:RDF
  xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
  xmlns:context="http://www.ntt.co.jp/2000/context#">
  <rdf:Description rdf:about="http://www.ntt.co.jp/docA.txt">
    <context:modifiedDocument rdf:resource="http://www.ntt.co.jp/docB.txt" />
  </rdf:Description>
</rdf:RDF>
```

図 1 RDF による「ドキュメントの更新」に関する記述
Fig. 1 Description of “modifying a document” by using RDF.

```
<?xml version="1.0"?>
<context xmlns:xlink="http://www.w3.org/1999/xlink" xlink:type="extended">
  <locator xlink:type="locator"
    xlink:href="http://www.ntt.co.jp/docA.txt" xlink:label="docA" />
  <locator xlink:type="locator"
    xlink:href="http://www.ntt.co.jp/docB.txt" xlink:label="docB" />
  <arc xlink:type="arc"
    xlink:from="docA" xlink:to="docB"
    xlink:arcrole="http://www.ntt.co.jp/2000/context/modifiedDocument" />
</context>
```

図 2 XLink による「ドキュメントの更新」に関する記述
Fig. 2 Description of “modifying a document” by using XLink.

が，http://www.ntt.co.jp/docB.txt のようにリソースであってもかまわない．これにより図 1 では，「docA.txt の更新されたドキュメントは docB.txt である（Modified document of docA.txt is docB.txt）」ということを表現する（さらに構文に関する構文を記述することによって，だれがこの更新を行ったかについて表現することも可能である）．

同じく W3C で仕様が策定された XLink は，HTML のアンカータグ 〈A〉 に相当する機能を XML において利用するための仕様である[5]．HTML におけるハイパーリンク機能に加え，双方向のリンクが記述できたり，1 つのリンク元から複数のリンク先を記述できるなどの特徴を持つ．この XLink を用いて，図 1 と同じものを表現すると**図 2** のようになる．それぞれのドキュメントの URL をリファレンスする属性を持ったロケータを表す要素間がアークによって結ばれ，arcrole 属性に格納された値はドキュメントが更新されたことを示している．

図 1 と図 2 の関係を有向グラフによって表現すると，**図 3** に示すように同じである．また，RDF や XLink を用いてこのような関係が記述されたファイルはドキュメントのファイルとは独立して存在することができる．

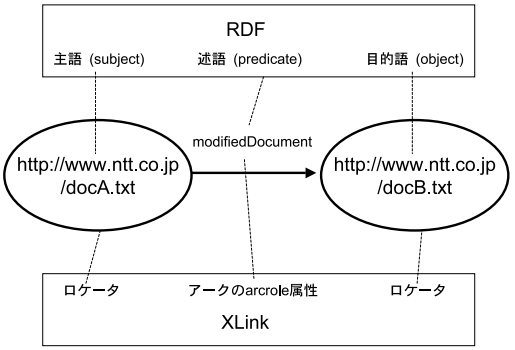


図 3 有向グラフによる「ドキュメントの更新」の表現（RDF と XLink のそれぞれの用語とグラフ構成要素との対応関係をあわせて表示）
Fig. 3 Representation of “modifying a document” by a directed graph.

3. オフィスにおける知識共有の問題点と解決方法の提案

本研究ではオフィス内の知識共有支援を研究の対象とした．近年，電子メディアの発達にともない，オフィス内の知的創造活動は電子的なドキュメントの参照，作成，レビューなどの「ドキュメントベース」で進むことが多い．ユーザは 1 つの仕事に関連するドキュメントを，仕事の名前を付けたフォルダに保存したり，同様の仕事に関わる複数の人から構成されるグループで情報を共有するために，そのフォルダからネットワー

ク上の共有フォルダにドキュメントをコピーしたりする．このようなユーザの行為に基づいて，フォルダ間のコピー元とコピー先にある 2 つのドキュメント間の関係をコンピュータシステムが抽出しメタデータ化することができるとすると，オフィスではドキュメントなどのコンテンツ間の動的第三者リンクを抽出しやすい状況にあると考えられる．本研究では，この動的第三者リンクを，他のユーザに提示することで，フォルダ内などに存在するコンテンツの背景にある情報をユーザ間で共有することが可能であると考えた．コンテンツの背景にある情報の活用は，特に以下のオフィスにおける知識共有の問題の解決に有効であると考えている．

3.1 問 題 点

現在のオフィスにおけるネットワーク上の共有フォルダを利用したコンテンツの共有は，個人や少人数のグループの活動で生成されたコンテンツの再利用が効率良く行われていないことが多い．

共有フォルダ上のコンテンツが増えると，コンテンツをフォルダに置いたユーザ以外は，再利用のためのコンテンツの探索が難しくなり，すでに存在するものと似たものを最初から作成してしまったり，過去の事例を知らずに同じく誤った品質の低いコンテンツを作成してしまったりするなどの問題が生じることがある．

知的創造活動においては，作業や問題解決に利用できるコンテンツを探索する知識獲得のフェーズと，その知識を適用して作業を進めるフェーズが繰り返されている．文献 6) においては，前者は共同化，後者は表出化，連結化というプロセスに相当する．知識獲得では，イントラネット向け検索エンジン[7]により，膨大かつ形式の異なった共有フォルダ内のコンテンツからキーワードに基づく情報を抽出する手法は，埋もれているコンテンツをユーザに認知させるという点で有効である．

しかし，獲得したコンテンツのタイトルを参照しただけでは，それが作業に必要かを判断できない場合がある．「どのような状況でどう利用されたのか」といった背景情報がないと，知識として有効に活用できないことがある．

この問題の解決方法の 1 つとして，あらかじめコンテンツに様々な属性を表すメタタグを付与することによって，情報探索時に付加的な特徴をユーザに提示する手法がある．しかし，背景情報を詳しく付与しようとすると，タグなどが多くなり，登録に時間やコストがかかり，負担を強いられたユーザから敬遠されることがある．

3.2 解決方法の提案

本研究では，既存のアプローチでは蓄積が簡単ではないコンテンツの背景情報をユーザに提示するため，前述の動的第三者リンクを利用した．

たとえば，オフィスにおいてコンテンツが共有フォルダから特定の仕事に関連するコンテンツを格納する作業用のフォルダにコピーされ，さらにそのコンテンツが編集後に別名で保存されて新しいコンテンツが生成されたとする．その際に，共有フォルダと作業フォルダにあるコンテンツ間の関係を「引用」，作業用フォルダ内の編集前と後の新旧コンテンツ間の関係を「更新」または，作業に利用されたコンテンツの「時系列の発生順序」などとする．これらの関係は，図 3 に示すようなグラフ構造のデータで示すことが可能で，ドキュメントどうしを結ぶユーザのコンテンツを扱う行為に基づいた動的第三者リンクを形成できる．

この動的第三者リンクを 1 つのコンテンツの特徴を表すメタデータととらえると，上述のようなユーザのコンテンツを扱う行為をメタデータ化するルールを定め，システムがメタデータを半自動的に生成することで，ユーザに大きな負担を与えずに，コンテンツの背景に存在する「このコンテンツの作成時にどのコンテンツが参照されたのか」といった情報を蓄積することが可能であると考える．そして別のユーザがこの動的第三者リンクを共有すると，コンテンツの背景にある他のユーザの行為に基づいた情報を得ることができる．

またこのメタデータは，一般的なコンテンツを扱う行為に基づいて形成されるため，複数人で自由に追加できる柔軟性を備えている．さらに，知識を得たユーザのコンテンツの再活用により，新しい動的第三者リンクの生成が期待できる．本研究ではこのような第三者によるコンテンツ再活用の繰返しにより，1 つのコンテンツから複数のコンテンツがたどれる動的第三者リンクを生成し，既存の共有フォルダの参照や，メタタグを用いた検索では関連性を把握できないコンテンツを，ユーザがリンクをたどることで発見したり，その背景を参照したりできるようにすることを目標とする．

4. 動的第三者リンクの作成と共有を可能にする知識共有支援システム

オフィスにおける知的創造活動を行うことを支援するシステムとして，CVO（COLLABONAVI for Virtual Office）を開発した．ホームページを共有して協調学習を進める COLLABONAVI[8),9)]を，物理的に同じ場所にいない仮想的なグループによるオフィス活



図 4 CVO システムのユーザインタフェース
Fig. 4 User interface of CVO system.

動を支援するシステムとして拡張した．以下では，オフィスにおける知識共有の問題点を上述の提案に従って解決するシステムの概要，および CVO システムで扱う動的第三者リンクを用いたメタデータモデルについて述べる．

4.1 ユーザインタフェース

CVO システムは，Web を利用したクライアント・サーバシステムで，ユーザインタフェースは Java アプレットである．サーバでコンテンツ間の関係をリンクデータとして管理し，クライアントでは，ユーザが複数の観点（ビュー）からコンテンツ間の関係を参照することを可能にする．**図 4** にシステムが各ユーザに提供するインタフェースを示す．ユーザインタフェース上に表示されたコンテンツを表すノードをマウス操作でダブルクリックすると，それに対応したコンテンツを Web ブラウザなどを通して参照することができる．図 4 の中の右側のウィンドウは選択したコンテンツの内容を Web ブラウザで表示しているところである．

以下，オフィスで作成・利用するコンテンツとしてドキュメントを例にシステムの動作を説明する．本システムではオフィスで行われる日常の作業プロセスを支援しながら，動的第三者リンクを収集する．

(1) **ブラウジングビューの GUI**

オフィスでは，ネットワーク上の共有フォルダなどにドキュメント類を整理・保存してユーザ全員で共有することが多いが，本システムでもこれと同じことができる．「ブラウジングビュー」と呼ばれるウィンドウ内にドキュメントを，カテゴリに応じてツリー構造で整理できる．ドキュメントの登録はその URL などを入力することによって行う．

(2) **タスクビューの GUI**

個人もしくは小グループでの作業を遂行する際に，作業用フォルダを設けて，その中に参照するドキュメントをコピーしたり，作業の過程で生じたドキュメントを並べたりすることがあるが，本システムでは「タスクビュー」と呼ばれるウィンドウの中でこの作業を行うことができる．このタスクビューは，1 つの作業を行うのに必要とするいくつかの作業（サブタスク）をツリー構造の枝として，枝ごとに締切，進捗状況，担当者を設定することができる．枝は枝とその中のドキュメントから構成され，タスク遂行のために必要な事項やドキュメントの階層関係を表す．ここでは，フォルダやドキュメントの登録・更新の順番などの，作業が進む過程で生成される時系列リンクも管理する．タスクビューは作業ごとに必要に応じて複数用意することが可能である．

(3) **組織ビューの GUI**

利用ユーザを登録する際に，あらかじめ所属する組織とユーザとの関係を「組織ビュー」と呼ばれるビューの中にツリー構造で設定しておくと，該当するユーザが生成や引用を行ったドキュメントとユーザとのリンクが自動的に生成される．

(4) **ドキュメントのドラッグ&ドロップによる引用**

システムは他のビューのドキュメントや Web ページをドラッグ&ドロップで別のビュー内にコピーして引用

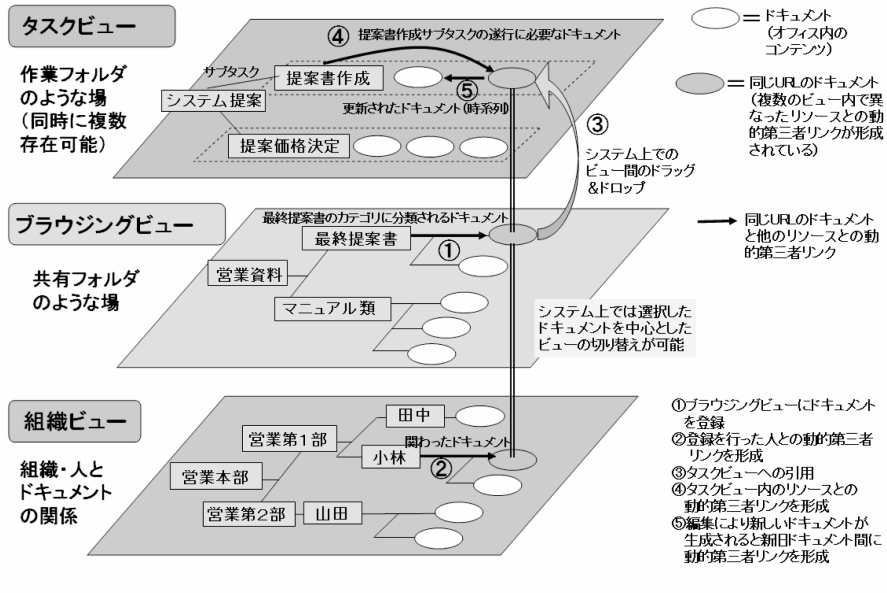


図 5 3種類のビューとビュー間の動的第三者リンク
Fig. 5 Three types of views and dynamic third-party links among the views.

したときに，引用・被引用のリンクを管理する．ユーザがプロジェクトを進めるとドキュメント間に意味を持つ動的第三者リンクが生成される．**図 5** ではあるドキュメントがシステムに登録されて，その後別のタスクビューに引用され，さらにそのドキュメントを編集して新しいドキュメントがタスクビュー内に生成された一連の作業で生じる動的第三者リンクを示している．これにより，後から別のユーザが過去のドキュメントを探索する場合，見つけたドキュメントが目的の達成に役に立つかを判断しやすくなると考えられる．たとえば，ブラウジングビューで発見した1つのドキュメントから，リンクをたどるだけで作成時に参照したドキュメントや，そのドキュメントをさらに引用して作成したドキュメントなどを簡易に観点（ビュー）を切り替えながら把握できるナビゲーションインタフェースを提供できる．マウスでドキュメントを選択してリンクトラバースボタンをクリックする操作だけで，そのドキュメントが別のビューのドキュメントとリンクされている場合はビューが切り替わり，次々と引用先などのリンクをたどることができる．

4.2 各ビューで管理されるデータモデル

以下では上記の各ビューで生成され，管理されるメタデータのデータモデルについて述べる．

(1) **ブラウジングビューのメタデータ**

階層化されたカテゴリとその中のコンテンツを表すブラウジングビューを RDF で表現すると**図 6** のようになる．この例では,「営業資料」というブラウジングビュー内のカテゴリは「最終提案書」というサブカテゴリを持つことを表している．

ここではカテゴリである「営業資料」などの具体的な URI を持たないリソースはシステムによって同名の識別子（ID）を与えられて管理されているものとする（一般的なデータモデルに従うと,「営業資料」などの文字列は，識別子を与えられたリソースの名前を示すプロパティの値として記述されるが，本論文では，読みやすさを考慮して ID として「営業資料」などの表現をそのまま利用している．また，subCategory などのプロパティ名の名前空間も省略している）．

「最終提案書」には2つのドキュメントが格納されていることを示す．カテゴリに格納されるのは1つ以上のドキュメントであるため，RDF のコンテナオブジェクト Bag を用いてドキュメントのまとまりを表現している．

(2) **タスクビューのメタデータ**

このビューはタスクどうしの階層関係とタスク遂行のために使われたドキュメントの集合を管理している．このデータの例は**図 7** に示す．タスク遂行のために利用されたドキュメントの集合は，その時系列の利用順番を示すために RDF のコンテナオブジェクト Seq を用いて表現している（さらに時系列だけでなくドキュメント間の更新などの詳細な関係を付加するためには，図1で示したようなデータもあわせて管理する必要がある）．

(3) **組織ビューのメタデータ**

```
<rdf:Description rdf:ID="営業資料">
 <subCategory>
  <rdf:Description rdf:ID="最終提案書">
   <contains>
    <rdf:Bag rdf:ID="Doc_02">
     <rdf:li rdf:resource=
               "http://www.ntt.co.jp/docA.txt"/>
     <rdf:li rdf:resource=
               "http://www.ntt.co.jp/docC.txt"/>
    </rdf:Bag>
   </contains>
  </rdf:Description>
 </subCategory>
</rdf:Description>
```

図 6 ブラウジングビューのデータ例
Fig. 6 Example of data in “browsing view”.

```
<rdf:Description rdf:ID="システム提案">
 <subTask>
  <rdf:Description rdf:ID="提案書作成">
   <needs>
    <rdf:Seq rdf:ID="Doc_01">
     <rdf:li rdf:resource=
               "http://www.ntt.co.jp/docA.txt"/>
     <rdf:li rdf:resource=
               "http://www.ntt.co.jp/docB.txt"/>
    </rdf:Seq>
   </needs>
  </rdf:Description>
 </subTask>
</rdf:Description>
```

図 7 タスクビューのデータ例
Fig. 7 Example of data in “task view”.

ユーザを含む組織の階層構成と，ユーザとそのユーザが取り扱ったドキュメントを関連づけている．このデータモデルはブラウジングビューと似ている．たとえば,「営業第一部」というリソースの memberは「小林」であるという記述と,「小林」が利用したドキュメントの集合（docA.txt と docD.txt）にリンクが張られている状態などを示すことができる．

(4) ドキュメントの観点から各ビューのリソースへの動的第三者リンク

上記で各ビュー内に閉じたカテゴリやタスクリスト，組織と実際のドキュメントの関連を管理するデータモデルを説明したが，1つのドキュメントは複数のビューで利用されている．各ビューを参照したユーザがそこにリンクされているドキュメントの背景にある情報を理解し，別のタスクを遂行するためにそのドキュメントを引用して再利用するためである．その場合，そのドキュメントを中心としたビュー間のリンクを生成して管理する必要がある．**図 8** は RDF によって 3 つのビューにリンクされている docA.txt を利用された

```
<rdf:Description
      rdf:about="http://www.ntt.co.jp/docA.txt">
 <isUsedBy>
  <rdf:Seq>
   <rdf:li rdf:resource="#最終提案書" />
   <rdf:li rdf:resource="#小林" />
   <rdf:li rdf:resource="#提案書作成" />
  </rdf:Seq>
 </isUsedBy>
</rdf:Description>
```

図 8 ドキュメントが異なる複数のビューとリンクしたデータ例
Fig. 8 Example of data when a document is linked with resources in different views.

順に基づいて，各ビュー内のリソースと RDF のコンテナオブジェクト Seq を用いてリンクされている様子を示している.「最終提案書」のカテゴリに入っていた docA.txt を「小林」が「提案書作成」のタスクで利用したことを示す.

図 9 に，上述の (1)〜(3) の動的第三者リンクと (4) のビューをまたぐリンク（破線によって描画）の両方を有向グラフによって表現した．楕円で示されたドキュメントなどのリソース間を RDF のプロパティで結んでいる．コンテナは rdf:Bag もしくは rdf:Seq という値を持つリソースとして表現し，リストの項目は，プロパティ名として内部的に rdf:_1，rdf:_2 といったメンバシップ名を順番に与えて，リストの内容をそれぞれの値として示した．

5. 知識共有支援システムを用いた実験

3.2 節において提案した既存問題点の解決方法の有向性を検証するため実験を行った．

5.1 実験内容

上記の CVO システムを，研究所内の業務に適用して実験を行った．被験者は関連する業務を行う 5 名の研究者である．初期状態として，組織ビューとブラウジングビューが提供され，ブラウジングビューを既存の研究所内にあるコンピュータネットワーク上の共有フォルダと同様に活用するところから実験を開始した．実験はそれぞれ 1 期 1 カ月の 5 期に区切って行われ，蓄積されたデータを次の期間で継続して利用した．必要に応じてユーザが自由に新しいタスクビューを生成することを可能にした．また，各ビュー内に自由にコンテンツを登録することを可能にした．利用前に被験者には各ビューで管理されるデータモデルに関して理解してもらい，ビューをまたぐコンテンツの移動などによって，動的第三者リンクが生成されることなどについて理解してもらった．組織ビューの人を表すリソースとコンテンツとの動的第三者リンクはブラ

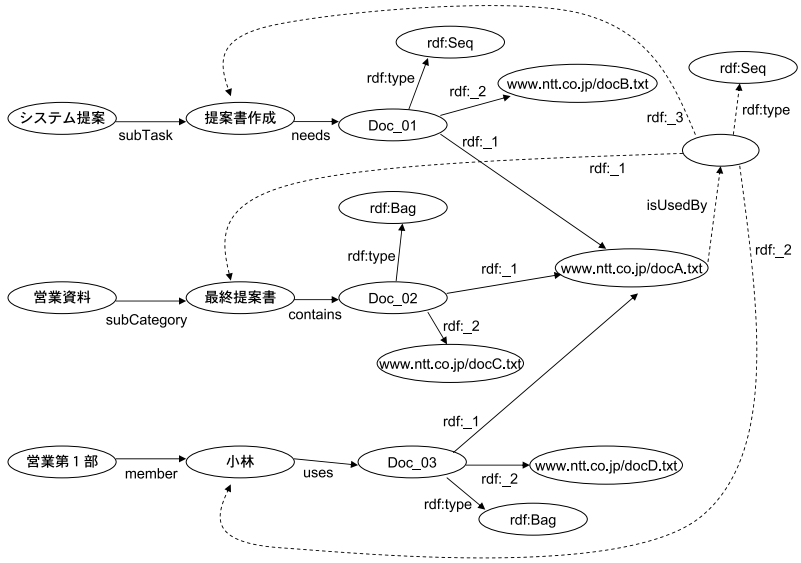


図 9 RDF の有向グラフによる各ビュー内とビューをまたぐリンクの表現
Fig. 9 Representation of links in each view and links among the views by using a directed graph of RDF.

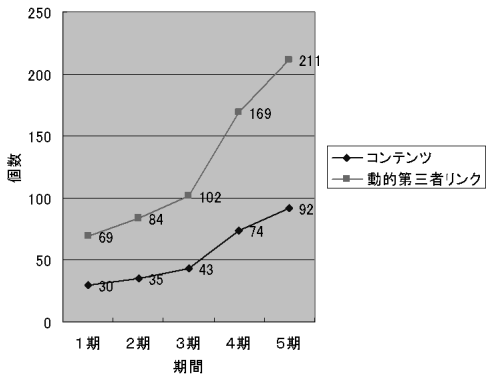


図 10 コンテンツと動的第三者リンクの実験期間ごとの個数
Fig. 10 Number of content items and dynamic third-party links in each experimental period.

ウジングビュー上にコンテンツが登録されたり引用されたりしたときのみ生成した．

5.2 実験結果

被験者によってシステム上で扱われたコンテンツの数は順に増加し，最終的に 92 個のコンテンツがシステムによって管理される状態となった．また，各ビュー上に登録もしくは引用されるなどして，1 つのビューとコンテンツがリンクされた状態を，1 個の動的第三者リンクと数えた．したがって，同一のコンテンツが 2 つのビュー上から参照できる場合は，動的第三者リンクの個数は 2 となっている．最終的に動的第三者リンクの個数は 211 個となった．これは 1 個のコンテンツについて平均約 2.3 個の動的第三者リンクが生成されたことになる．期間ごとのコンテンツおよび動的第三者リンクの個数を**図 10** に示す．

表 1 タスクビューの生成時期とリンクされたコンテンツ数
Table 1 Task views and the number of linked contents in each for each task view creation period.

期間	タスク概要	コンテンツ数
1 期	システム開発	21
	文献調査	16
3 期	研究内容紹介原稿執筆	5
4 期	論文執筆	3
	企画文書作成	6
	所内説明資料作成	6
	システム開発	33

また**表 1** に示すように，実験期間中に被験者によって 7 つのタスクビューが生成され，それぞれタスクに必要なコンテンツが登録された．1 期では 2 つ，3 期では 1 つ，4 期では 4 つのタスクビューが生成された．表の右側の数値は，1 期間だけでなく実験終了時に最終的にそのビュー上から参照できたコンテンツ数を示している．2 期と 5 期はタスクビューは 1 つも生成されなかった．これらの期間では，それ以前に生成されたタスクビューを用いた作業などが行われていた．特にシステム開発に必要なコンテンツが蓄積されたタスクでは，開発の企画書や仕様書など，2 つのタスクで合計 54 個のドキュメントが登録された．1 期で利用したコンテンツが 4 期で開始された別のタスクにおいて利用され，同一のコンテンツから複数のビューにお

けるリソースとの動的第三者リンクが確認された．

6. 考　　察

実験結果を基に考察を行う．コンテンツ数と動的第三者リンク数の増加を比較すると，動的第三者リンク数の増加の方がグラフの傾きが大きくなっている．たとえば 1 期と 2 期を比較すると，2 期ではコンテンツ数は 5 個しか増加していないが，動的第三者リンク数は，15 個増加している．これは，すでに登録されているコンテンツが，別のタスクで利用するために引用され，別のビュー上のリソースとの間に動的第三者リンクが生成されたためである．このように，ブラウジングビューに登録されたドキュメントを他のタスク遂行のために引用したりした場合には，コンテンツ数は増加せずに動的第三者リンク数のみが増加する．システム利用が進むにつれて既存のコンテンツの再利用が活性化したと考えられる．

6.1 利用パターンの変化

実験時の観察や聴き取り調査により，システム上で以下の 2 つに分類可能な利用パターンが多く生じていることが分かった．それぞれのパターンから 2 つの具体的な事例を抽出し，それを基に考察を進める．

• 利用パターン 1：タスクビュー内の作業の成果となるドキュメントをブラウジングビューへ移動

あるシステム開発のためのタスクビューが作成され，仕様書作成のためのサブタスクが生成された．タスクビューは特定の作業に関連するドキュメントを保存するフォルダのような場として利用された．ビュー内には仕様書作成の参考となるドキュメントが登録され，作業の結果，最終的に仕様書が作成され登録された．その後，仕様書はユーザ全員で共有するために，ブラウジングビューに引用された．

• 利用パターン 2：関連ドキュメントの探索とタスクビューでの再利用のための引用

新しいシステム開発を行うにあたって，参考になるドキュメントをブラウジングビュー上で探し，関連がありそうな仕様書と，動的第三者リンクをたどって，タスクビュー上でその仕様書の作成に利用された参考資料を発見した．新しいシステム開発のためのタスクビューを作成し，そこで利用するために発見した参考資料を引用した．

実験の初期は，システム上への登録コンテンツが少ないため，パターン 1 の行動のみであったが，コンテンツ数の増加にともなって，パターン 2 の利用行動が現れた．利用パターン 2 の行動が見られたのは，利用パターン 1 の行動によって生成された動的第三者リンクを別のユーザが把握して，あるドキュメントから，「どのタスクビューにおいて生成されたか」,「ドキュメントの生成時に利用されたドキュメントは何か」などを参照可能であったことを示す．つまり，メタデータを共有することにより，別のユーザが，利用パターン 1 のユーザ行動の逆をたどることができたと考えられる．

パターン 1 の事例が発生し，その後パターン 2 のようなユーザ利用が繰り返されることで，複数のコンテンツ間を連続的にたどることができるような新たな動的第三者リンクが形成される．実際に 2 件の「システム開発」タスクの間のドキュメントの再利用や,「文献調査」を行った結果の「企画文書作成」における利用などが確認された．あるドキュメントが複数のタスクビューで利用されていることが分かると，そのことによってユーザがそのドキュメントの有効性が高いという判断ができるようになることも考えられる．

6.2 動的第三者リンクの意味の共有

上述のような共有された動的第三者リンクを複数のユーザが参照して，その背景を理解してリンク付けられたコンテンツを再活用できたのは，メタデータの意味がユーザ間で正しく認識されていたためであると考えられる．ユーザが動的第三者リンクを参照するときのユーザインタフェースが，ユーザの行動によって半自動的に動的第三者リンクを形成するユーザインタフェースと同一のため，生成された動的第三者リンクの状況ごとの異なる意味の認識が容易であったことが考えられる．意味的な関係付けのルールが共有されていたために，動的第三者リンクをたどるだけで，関係の意味の把握が容易であったと考えられる．使用後の被験者の感想として,「ドキュメントを選択して，マウスボタンをクリックするだけで，次々とドキュメントを中心に別のビューに切り替わるところが良かった」という発言も得られている．それぞれのビューのメタデータモデルがあらかじめ共有されているため，ビューが切り替わったときに，注目したコンテンツがどの位置付けにあるのかが，比較的容易に判断できたと考える．

しかし，CVO システムを利用せずに 1 つのドキュメントに関する動的第三者リンクを単純な RDF のメタデータとしてユーザに提示した場合，同様の効果は得られない可能性がある．連鎖的にリンクをたどることができるユーザインタフェースとの組合せがあったために有効に機能したと考えられるので，今後は動的第三者リンクのコンテンツの属性を表すメタデータとしての独立した利用方法についての研究が必要と考え

られる．

6.3 既存の共有フォルダを利用したドキュメント共有との比較

被験者らは，本実験の以前は，ネットワーク上の共有フォルダを利用して，そこにドキュメントを置くことで情報の共有を行っていた．従来の共有フォルダを利用したドキュメント共有では，特別に明示されない限り，共有フォルダで発見されたドキュメントの背景となる情報は得られていなかった．作者などが分かる場合は背景にある情報を直接問い合わせることがあった．本システムを利用した場合，他のユーザに問い合わせる必要があったとしても，相手が CVO システムを利用していれば，システムのインタフェースを通してコミュニケーションの基盤となる背景情報の共有ができているため，問合せを効率良く行うことができると考えられる．

共有フォルダを利用した場合でも，CVO システムを利用した場合と同様に，個々のタスクに関連する作業は，作業用のフォルダなどで管理して，その後共有フォルダに移すという作業が行われていた．このため実験への移行後も，システム上で特別にユーザに負担をかけることなく，動的第三者リンクが生成されるドキュメントの引用などの行動が行われていたと考えられる．聴き取り調査からも「メタデータ付けのコストはシステムを立ち上げる手間以外にはかかっていない」という回答が得られた．これらから既存の共有フォルダを利用したドキュメント共有と比較して，コンテンツの再活用性の向上において，ユーザの利用時の負担を変えずに効果が期待できると考える．

しかし，ブラウジングビューで参考となるドキュメントを発見して利用していても，それをタスクビュー内のリソースと関連付けを行っていないケースも被験者の聴き取り調査から判明した．ビューをまたぐドキュメントの引用はドラッグ&ドロップによる操作が可能で，登録に大きなコストはかからない．しかし，ドキュメントを引用したことを，後から把握できるようにしたいという動機付けがない場合，その作業を行わないこともあり，動的第三者リンクが形成されないという問題が残っている．また，ドキュメントを再利用しあう関係がほとんどないタスクどうしもあった．このようなタスクで利用する場合には，既存の共有フォルダと有効性が変わらないといえる．システムを利用するドメインやユーザの作業内容の類似度によって，動的第三者リンクの生成の速度などが変化すると考えられるため，適用に向いたタスクを今後研究する必要があると考えられる．

7. 議　　論

本研究では，静的なハイパーリンクだけでない，コンテンツ間の関係に着目したが，リンクの生成には FISH[10] のような自動リンクプログラムによるものではなく，ユーザのコンテンツを扱う行動をベースとした．BLINK[11] などのオンラインブックマークサービスでは，任意のユーザが自由に Web 上のコンテンツをツリー構造に整理して特定のユーザ向けに公開することができる．また，文献 12) では，文書間を知識メモで関連付けることによって，研究グループの情報共有に効果があることを示している．本研究では，単にコンテンツ間をグルーピングしたり，関係に意味を持たせたりするだけでなく，ユーザの利用履歴に基づいたコンテンツの利用順序や引用関係などのデータモデルを定義し，それをユーザ間で共有し，表示するユーザインタフェースを通してコンテンツの背景にある情報を示そうとしている．また，これらのデータが実際に RDF や XLink など汎用の XML を用いた記述形式で表現できることを示している．

近年研究が進んでいるセマンティック Web[13] においては，メタデータをだれがどのように記述するかが問題となっている．本研究のアプローチではユーザにメタデータの作成の負担をあまりかけずに，リソース間の関係情報を取得できると考えられる．このような利用挙動ベースのメタデータを XML で管理することによって，別の観点で生成されたメタデータと相互利用が可能になり，より有効なコンテンツの背景情報を提供できるようになると考えられる．

組織の情報を共有するという観点では，ワークフローに焦点を当て，定型化されたフローに連携したノウハウを収集する研究が文献 14) で述べられているが，本研究では，ドキュメントの観点から，ユーザがタスク遂行に必要なドキュメント間の動的第三者リンクを形成してタスクのフローに相当するものを表現し，知識を共有するアプローチをとっている．

8. おわりに

本研究では，ユーザのコンテンツを扱う活動からコンテンツ間の意味的な関係付けを行い，それを動的第三者リンクと呼ぶメタデータとして共有することで，既存の静的なハイパーリンクから関連性を把握できないコンテンツおよびその背景情報の効果的な参照が容易になることを示した．また，他のユーザが生成した動的第三者リンクを参照したユーザが，新たなリンクを生成し，複数のコンテンツを連続的にたどることが

可能なメタデータが実際に生成されることを確認した．これは既存の共有フォルダによる情報共有と比べて，ユーザの利用時の負担は変わらずに，コンテンツの再活用性を向上できるという点で評価できると考える．

今後はメタデータの流通による異なるシステム間での知識共有や，異なるユーザインタフェースを持つアプリケーションでのメタデータの収集や表示方法を検討したい．動的第三者リンクのデータモデルが定まっていれば，ユーザインタフェースには，様々なものが考えられる．文書エディタのアプリケーションで別名で保存されたドキュメントと保存前のドキュメントとの間を「ドキュメントの更新」という関係付けをしたメタデータを生成するプログラムや，ユーザの PC 上のファイルマネージャと連動して，フォルダ間の引用などの履歴をメタデータとして管理することも考えられる．また，ドキュメント間の関係を記述するための語彙も引用や利用順などのほかに，対立や因果関係などの拡張も考えられる．さらに，異なるドメインで生成されたメタデータの語彙間の違いをオントロジ[15]などのフレームワークを用いて吸収し，他のユーザの意味付けの意図を解釈できるようにする必要がある．

動的第三者リンクのような XML メタデータは，流通量が多くなると，データ量の増大やアクセスの集中により集中管理が難しくなると考えられる．そのため，分散してデータを管理して，必要に応じて動的にコンテンツ間の関係を収集して提示する仕組みを考えている．特にユーザのコンピュータ上の様々なアプリケーションが半自動的に生成する流通可能な動的第三者リンクを「コンテキスト」と呼び，それを Peer-to-peer 型のプロトコルでユーザ間で共有する研究を進めている[16)~18)]．

参 考 文 献

1) Hillmann, D.: Using Dublin Core (2001). http://dublincore.org/documents/2001/04/12/usageguide/
2) Onias-Kukkonen, H.: What is Inside a Link?, *Comm. ACM*, Vol.41, No.7, p.98 (1998).
3) Takahashi, K.: Metalevel Links: More Power to Your Links, *Comm. ACM*, Vol.41, No.7, pp.103–105 (1998).
4) Lassila, O. and Swick, R.R.: Resource Description Framework (RDF) Model and Syntax Specification (1999). http://www.w3.org/TR/1999/REC-rdf-syntax-19990222
5) DeRose, S., Maler, E. and Orchard, D.: XML Linking Language (XLink) Version 1.0 (2001). http://www.w3.org/TR/2001/REC-xlink-20010627/
6) 野中郁次郎，竹内弘高：知識創造企業，東洋経済新報社，東京 (1996).
7) NTT-X: プライベート goo 製品概要 (2002). http://private.goo.ne.jp/pgoo/outline/
8) Sato, H., Hashimoto, T., Oikawa, T. and Kanbe, M.: Dynamic Editable Virtual Learning Space on the World Wide Web—Collaborative Learning Navigation System: CoNAVI, *Proc. ICCE'98*, Vol.1, pp.147–153 (1998).
9) 佐藤宏之，神戸雅一：動的編集可能な仮想学習空間を用いたグループ学習支援技術，*NTT R&D*, Vol.48, No.6, pp.491–497 (1999).
10) 関 良明，山上俊彦，清水明宏：ノウハウ蓄積システム FISH の実現とその評価，電子情報通信学会論文誌（D-II），Vol.J76-D-II, No.6, pp.1223–1231 (1993).
11) BLINK. http://www.blink.jp/
12) 梅田恭子，安田孝美，横井茂樹：知識メモを活用した研究情報共有方式の提案，情報処理学会論文誌，Vol.42, No.11, pp.2562–2571 (2001).
13) Berners-Lee, T., Hendler, J. and Lassila, O.: The Semantic Web, *Scientific American* (2001). http://www.sciam.com/2001/0501issue/0501berners-lee.html
14) 敷田幹文，門脇千恵，國藤 進：フローに連携した組織内インフォーマル情報共有手法の提案，情報処理学会論文誌，Vol.41, No.10, pp.2731–2741 (2000).
15) W3C: Web-Ontology Working Group. http://www.w3.org/2001/sw/WebOnt/
16) 佐藤宏之，大友健治，増尾 剛：XML を利用した知識流通システムのアーキテクチャ，情報処理学会研究報告 2001-GW-39，Vol.2001, No.32, pp.71–76 (2001).
17) Sato, H., Otomo, K. and Masuo, T.: A Knowledge Sharing System using XML Linking Language and Peer-to-Peer Technology, *Proc. SAINT2002*, pp.26–27 (2002).
18) 小倉弘敬，村上佐枝子，佐藤宏之，小島富彦，清水 昇，細見 格：セマンティック Web の応用システム，情報処理，Vol.42, No.7, pp.742–750 (2002).

(平成 14 年 3 月 15 日受付)
(平成 14 年 9 月 5 日採録)



佐藤　宏之（正会員）

昭和 45 年生．平成 6 年図書館情報大学図書館情報学科卒業．平成 8 年慶應義塾大学大学院政策・メディア研究科修士課程修了．同年日本電信電話株式会社入社．以来，協調学習支援システム等ネットワークコミュニティの研究を行う．現在，情報流通プラットフォーム研究所にて，超高速 Web クルージング技術および P2P と XML を利用した知識流通システムの研究に従事．ICCE98 Outstanding Paper Award 受賞．INTAP セマンティック Web 委員会委員．ヒューマンインタフェース学会会員．



神戸　雅一（正会員）

昭和 46 年生．平成 6 年早稲田大学第一文学部卒業．平成 9 年同大学院文学研究科心理学専攻修士課程修了．同年日本電信電話株式会社入社．以来，ソフトウェア研究所，情報流通プラットフォーム研究所にて，ネットワークコミュニティの研究を行う．現在は，IC カードを用いたユビキタスサービスの研究に従事．電子情報通信学会会員．



金井　　敦（正会員）

昭和 32 年生．昭和 55 年東北大学工学部通信工学科卒業．昭和 57 年同大学院工学研究科情報工学教室博士前期課程修了．同年日本電信電話公社入社．以来，情報流通プラットフォーム研究所等で，ソフトウェアプロセスモデル，クロスコンパイラ，分散開発環境，超高速 Web 検索技術，ネットワークコミュニティの研究に従事．現在，NTT 情報流通基盤総合研究所担当部長．博士（情報科学）．電子情報通信学会会員．