

知的創発環境 enTrance

基本コンセプトと大学環境への導入

中鉢欣秀^{†1†3}, 石井優毅^{†2}, 大岩元^{†2}

^{†1} 慶應義塾大学 政策・メディア研究科

^{†2} 慶應義塾大学 環境情報学部

^{†3} 合資会社ニューメリック

要旨

World Wide Web はコンピュータとネットワークを用いて知的資源を共有するために考案された技術である。近年はビジネス分野における活用が目覚しく、それに伴って Web とそれを取り巻く技術が急速に発展している。本論文では、Web 技術や XML 技術を活用してナレッジ・シェアリングを行なうための枠組みを提案する。我々は、これを“enTrance”と名づけ、新しい「知的創発環境」と呼ぶべきバーチャル空間の実現を目指す。enTrance は、知的生産活動が求められる場において幅広く導入されることが期待されているが、ここでは大学環境への導入を想定し、その有用性について議論する。

キーワード

知的創発環境, enTrance, ナレッジ・シェアリング, トランスパブリッシング

enTrance System

Fundamental Concept and Value for a University Environment

Yoshihide Chubachi^{†1†3}, Yuki Ishii^{†2}, Hajime Ohiwa^{†2}

^{†1} Graduate School of Media and Governance, Keio Univ.

^{†2} Dept. of Environmental Information, Keio Univ.

^{†3} Numeric & Co. Ltd.

Abstract

The World Wide Web was first introduced as a technology to communalize knowledge resources using computers and the Internet. However, its widespread acceptance and functionality has established itself as a powerful and undeniable strategy in the business world, giving momentum to the growth of its technology and the technologies surrounding it, such as XML, at an astonishing rate. The purpose of this paper is to propose a framework that will enable "Knowledge Sharing" using such technologies. Through this framework, "enTrance", we envisage the implementation of a virtual environment facilitating the spontaneous emergence of knowledge among its users. Although we target enTrance at a wide range of possible situations that involve knowledge-producing activities, here we will discuss its implementation and value in a university environment.

Keywords

spontaneous knowledge emergence environment, enTrance, transpublishing

1 はじめに

コンピュータによって人間が創り出す知的資源を共有するという試みは古くから行なわれている。テッド・ネルソンが“Xanadu”という電子文書の共有化のための構想を考案したのは1960年のことである [1]。1990年にティム・バーナード・リーが“World Wide Web”を開発したのも、世界中の大学や研究機関に所属する物理学者が互いの情報を共有するためであった [2]。

その Web 技術に動的コンテンツの提供機能が加わったことにより、その後の流れが大きく変わってきた。インターネットの急速な普及と相まって、Web 技術が“ビジネス・ロジック”を提供する仕組みとして注目を浴びたのである。このため、ビジネス分野での更なる利用を目指して、Web 技術の発展が加速することになった。

我々が提案する“enTrance”は、このようにして発展してきた Web とそれを取り巻く技術を今一度整理し直し、それらを利用して人間の知的生産活動を行なうためのヴァーチャル空間を形成しようとする試みである。

本論文では、enTrance の基本コンセプトについてまとめ、Web 技術や XML 技術を利用した実現へのアプローチを述べる。加えて、これを大学環境に導入することを想定し、その意義について論じる。

2 知的創発環境 ~ enTrance ~

2.1 基本コンセプト

enTrance は「知的資源の共有化」「価値ある知の発見支援」「知の再利用の促進」「暗黙知の表出化支援」を柱とし、インターネット及びイントラネットを想定したナレッジシェアリングのためのソフトウェアシステムである。現在、その基本コンセプトがまとめられており、設計と実装に向けたプロジェクトがスタートしている¹。

enTrance は、Web アプリケーションサーバを中心とし、いくつかのツール群から構成される。Web アプリケーションサーバは、知識空間に対する文字通り「ポータルサイト」の実現を目指している。現在、大学における教育・研究活動に使用できるソフ

¹enTrance という名前には、「知識空間への入り口」という意味が込められている。これに加え、“entrance”を動詞として使えば、「夢中になる」といった意味がある。例として、“I became entranced with the idea.” (私はそのアイディアに夢中になった) のように使われる。

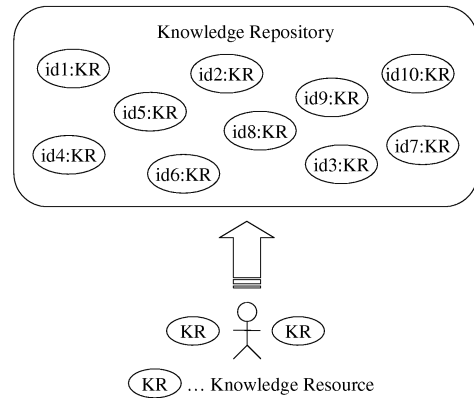


図 1: ナレッジ・レポジトリとナレッジ・リソース

トウェアとしての設計作業が行なわれているが、将来的には企業や研究機関などの組織内においての利用も想定している。

2.2 知的資源の共有化

enTrance では、知的資源のネットワーク環境における共有を実現する。対象とする知的資源は、個人が考案したものや組織内で創発されたものである。これらをネットワーク上のレポジトリに格納し、利用者がアクセスできるようにする。

これを「ナレッジ・シェアリング」と呼び、「ナレッジ・リソース」と「ナレッジ・レポジトリ」の2つの基本コンセプトを用いて実現する (図 1)。

2.2.1 ナレッジ・リソース

ナレッジ・シェアリングの対象となるリソースのことを「ナレッジ・リソース」と呼ぶ。ナレッジ・リソースの例としてはテキスト・画像・映像・音声などがあげられるが、これらは電子化することによって従来の Web 技術でもシェア可能である。

enTrance では、これに加えて、「組織」や「グループ」、「個人」といった概念的なリソースも取り扱う。このような (容易には電子化できない) 概念的存在に対しては、メタ情報を与えることによってネットワーク空間に配置する²。

メタ情報によって表現されたナレッジ・リソースを特に区別して表現する場合、「メタ・ナレッジ・リソース」という (図 2)。

²例えば、個人そのものは電子化できなくとも、住所や電話番号、電子メールアドレスといった情報は電子化できる。

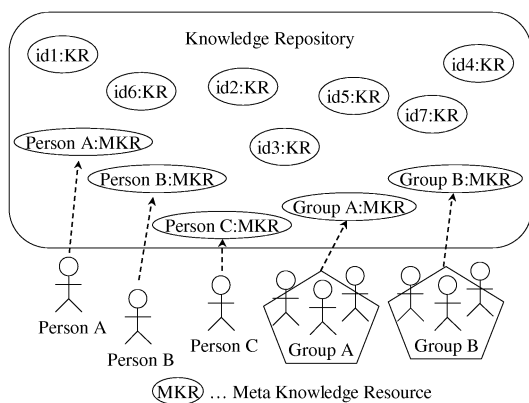


図 2: メタ・ナレッジ・リソースの例

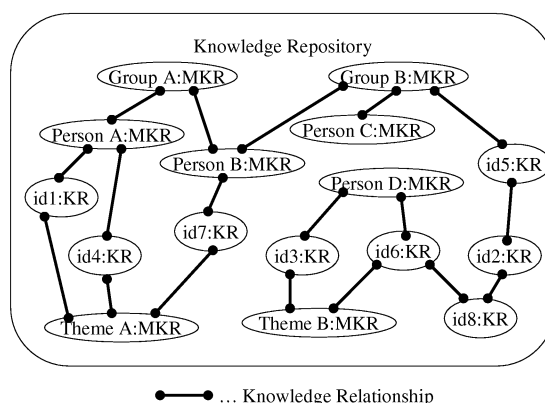


図 3: ナレッジ・リレーションシップの例

2.2.2 ナレッジ・レポジトリ

全てのナレッジ・リソースは、「ナレッジ・レポジトリ」に格納される。このとき、格納されるナレッジ・リソースには、一意の識別子 (ID) を与える。これにより、利用者やシステムがナレッジ・リソースを特定することができるようになる。ナレッジ・レポジトリはファイルシステム及びデータベースで構成される。

2.3 価値ある知の発見支援

ナレッジ・レポジトリに格納されるナレッジ・リソースは、単なる思い付きやメモ程度のものから、よく整理された知識までが同列に蓄積されることになる。enTrance を有用なものとするためには、このような玉石混交のナレッジ・リソースの中から「きらりと光る」有用なものを、できるだけ容易に選り出すための仕掛けが必要である。

これを「ナレッジ・エクスプローリング」と呼び、「ナレッジ・リレーションシップ」、「ナレッジ・レーティング」、「ナレッジ・サーチング」の3つの基本コンセプトを用いて実現する。

2.3.1 ナレッジ・リレーションシップ

enTrance では、ナレッジ・リソース相互の関連もナレッジ・リソースの一種として扱い、「ナレッジ・リレーションシップ」として蓄積する。ナレッジ・リレーションシップと前述のメタ・ナレッジ・リソースを併用すると、あるナレッジ・リソースの考案者や所有者を表現することができる。また、個人があるグループに所属するといった、メタ・ナレッジ・リソース間の関係の表現にも用いることができる。同

様に、あるテーマに対するナレッジ・リソースの集合も表せる。このことにより、既に整理・分類されているナレッジ・リソースへのアクセスや、ある個人が作成した文書、あるグループに関連するナレッジ・リソースへの到達を可能にする (図 3)。

2.3.2 ナレッジ・レーティング

enTrance には、人間がナレッジ・リソースに対する価値評価を行ない、それを蓄積する仕掛けを用意する。ナレッジ・リソースの価値についての主観的な評価が一定数集まることにより、有意な評価が形成されると考える。このような評価を「ナレッジ・レーティング」と呼び、ナレッジ・リソースとして扱う。ナレッジ・レーティングの内容は形式化し、利用者が設定した条件に従って集計・検索できるようにする。

2.3.3 ナレッジ・サーチング

enTrance には、ナレッジ・リソースをキーワード検索するための機能を用意する。HTML、XML といったテキスト形式の情報に対しては、全文検索を可能にする。また、これら以外のナレッジ・リソースであっても、それらに関するキーワード情報などのメタ情報を与えることにより、検索可能となる。これにより、利用者は特定の語句に関連するナレッジ・リソースに到達できるようになる。

2.4 知の再利用の促進

enTrance は過去に蓄積された知の再利用を積極的に促す仕組みを備える。これと共にナレッジ・リソー

スの所有者や考案者を明示し、必要があればナレッジ・リソースの公開範囲の限定、著作権の表示などを行なうことができるようにする。

これを「ナレッジ・リユース」と呼び、「ナレッジ・パーミッション」と「ナレッジ・レファレンス」の2つの基本コンセプトを用いて実現する。

2.5 ナレッジ・パーミッション

ナレッジ・リソースには、所有者がナレッジ・リソースの公開範囲を設定したり、その再利用に関するポリシーなどを設定したりできるようにする。この情報を「ナレッジ・パーミッション」と呼ぶ。他者がナレッジ・リソースを参考にする場合、このナレッジ・パーミッションに従う。enTranceには、このナレッジ・パーミッションをもとにナレッジ・リソースの再利用の促進や公開範囲の設定などを行なうための仕組みを備える。

2.5.1 ナレッジ・レファレンス

enTranceでは、新しい知の創造のために、過去に蓄えられたナレッジ・リソースへの参照を容易にする仕組みを備える。これに加え、あるナレッジ・リソースがどのナレッジ・リソースを参照して考案されたかを明確にし、これを蓄積するために、ナレッジ・リソース間の参照の過程を「ナレッジ・レファレンス」として記録する。ナレッジ・レファレンスにより、ある知が生まれる際に刺激となった他の知を明らかにすることや、その過程を辿ることが可能となる。また、他のナレッジ・リソースを参照しているという情報だけでなく、どの部分を参考にしたかについても表現できるようにする。

2.6 暗黙知の表出化支援

個人が経験的に所有している「暗黙知」をコンピュータで扱うためには、それを表出化して「形式知」としなくてはならない。これを積極的に促すような仕掛けを導入することができれば、enTranceに蓄積されるナレッジリソースの量の増加と質の向上が期待できる。

例えば、利用者がナレッジ・レポジトリにナレッジ・リソースを登録する作業はできるだけ簡単である必要があり、これを支援するためのツール群を作成する。また、利用者が積極的にナレッジ・リソースを公開するようになるために、ナレッジ・リソース

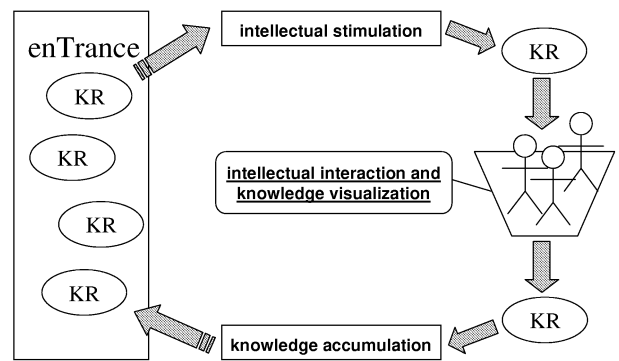


図 4: enTrance で促進される知の循環

が再利用された際に考案者に何らかのインセンティブを提供するといった仕組みについても検討する。

2.7 基本コンセプトのまとめ

enTrance は、知の有効な再利用や、知的相互作用による知的資源そのものの質的向上を図るための基盤を提供する。これによって実現される知的循環のイメージを図 4 に示す。enTrance によって共有される知的資源は利用者に対する様々な知的刺激となり、新たな知的生産を促す。生み出された新たな知も enTrance に蓄積され、共有される。このような仕掛けを持つ enTrance は、コンピュータとネットワークを利用した新たな「知的創発環境」と呼ぶべき空間の形成に繋がっていくものと、我々は考えている。

3 実現へのアプローチ

本節では、enTrance の実現のために利用する技術と、参考とする知見について述べる。

Web 及びそれを取り巻く XML 等の周辺技術については積極的にこれらを利用する。特に、標準化が進んでいる技術についてはそれらの規格に従い、enTrance を様々なインタフェースから使用できるように、インター・オペラビリティを確保する。

3.1 ナレッジ・レポジトリの実現

ナレッジ・レポジトリの実現には、XML 技術に対応したオブジェクト・データベース (ODB) の利用を検討すべきところである。しかしながら、現時点では良質で安価 (フリーが望ましい) な ODB が存在しないため、リレーショナル・データベース (RDB) に対して XML を受け付けるインタフェースを用意

することで実現し、ファイルはファイルシステムに格納する。

ナレッジ・レポジトリに登録されたナレッジ・リソースへのアクセス手法として、広く普及している Web ブラウザを利用できるようにする。このためには、ナレッジ・レポジトリ内のナレッジ・リソースを HTTP でアクセスできるようにしなくてはならない。enTrance は Web アプリケーションサーバ上で動作する Web アプリケーションとして実装する。ファイルシステム内のファイルや、データベース内のデータに対して、ナレッジ・リソースに与えられている ID を元にアクセスできるようにする。なお、将来的には、enTrance が用いる ID と URI のマッピングを行ない、Web ブラウザなどが直接、ナレッジ・リソースにアクセスできるような仕組みについても検討する。

ナレッジ・レポジトリには、テキストファイルに対する全文検索機能を用意する。近年、全文検索エンジンのパフォーマンス向上は目覚しく、充分実用的なフリーのパッケージも利用できるので、これを導入することを検討している。また、データベース内のナレッジ・リソースについては、データベースの検索機能が使用できる。

3.2 XML 技術の活用

XML(Extensible Markup Language) は急速に普及している技術である。文書を XML で記述することにより、文書の構造を明確にし、machine-understandable にすることができる [3]。

enTrance における XML の利用には「XML によるメタ情報の記述」と「XML で記述されたナレッジ・リソースの活用」の二つの側面がある。前者はメタ・ナレッジ・リソースを XML で記述することを指し、後者は XML によって記述されているナレッジ・リソースの利用を指す。

メタ情報の記述については、RDF(Resource Description Framework) 規格が参考になる。RDF は XML によるメタ情報の記述に関する規格であり、以下のような用途での利用が想定されている [4]。

1. Web リソース検索におけるサーチエンジンの機能向上
2. Web リソース間の関係のカタログ化
3. エージェントによるナレッジ共有と交換の実現
4. コンテント・レーティング
5. ページのコレクションを表現した論理文書の作成

6. Web ページの知的所有権の記述

このように、RDF は、enTrance の基本コンセプトの実装のために大いに利用できる内容となっている。特に、W3C によって標準化されていることから、enTrance では RDF モデルを採用することにしている。RDF の問題点は、柔軟な記述を可能とするために大変複雑な仕様となっていることである。加えて、RDF をどのような形でレポジトリに登録するかについては技術的な問題を含めて検討する必要がある。

また、enTrance で取り扱うナレッジ・リソースの形式は問わないが、特に XML によって記述されている場合、ナレッジ・リソースの再利用性の向上が期待できる。ナレッジ・リソースの種類ごとに統一された文書型を定め、これに基づいて記述されていれば、いくつかのナレッジ・リソースから有用な部分を抜き出して再構成するといったことが可能になる。この実現には、同様に W3C によって標準化が進んでいる XLink、XPath、XInclude といった技術が利用できる。

3.3 トランスパブリッシングから得られた知見

「トランスパブリッシング」は、ハイパーテキストの考案者であるテッド・ネルソンが提唱する電子文書のネットワークによる公開、原文書を複製するなく他者による引用を可能にする仕組み、原文書の再利用に関する許諾情報の提供等を行なうための枠組みである [5]。我々は、enTrance の開発に先立ち、トランスパブリッシングシステムのプロトタイプを実装した。この際に得られた多くの知見は、enTrance の基本コンセプトをまとめる際に参考にした。特に、同氏の提唱する「トランスコピーライト」と「トランスコーテーション」の概念は、我々の「ナレッジ・パーミッション」と「ナレッジ・レファレンス」の原型となっている。

3.4 Open Source による開発

近年、多くの研究プロジェクトがオープンソースによるアプローチを採用している。我々も、システムの設計段階から広く協力者を募り、オープンな実施体制による研究・開発を進めてゆく。現在、コンセプトの公開や、技術者とシステム・デザイナーの募集、意見交換などを行なうための Web ページが立ち上がっている [6]。

また、CVSレポジトリの導入も行ない、ネットワーク環境における共同開発作業のインフラ整備が行なわれている。

4 大学環境における導入

本節では、enTranceを「大学」という教育研究環境に導入することを想定し、その有用性について議論を行なう。大学においては、個人に対する知識のインプットとアウトプットが日常的に繰り返され、良質な知識の提供と、個人が創造する知の質的向上が求められている。

特に、大学の目的が、従来の知識伝達中心から、問題の発見とそれを解決するための知識の創造を重視することに移りつつある今日、大学という場で創発された知を蓄積し共有することは、より複雑な問題を解決するための高度な知識の形成に繋がる。

大学が他の組織と比較して異なるのは、常に人の流れがあることである³。コンピュータとネットワークを用いたナレッジ・シェアリングを行なうことにより、このような人のフローの中に、知識のストックを創り出すことができる。これにより、例えば卒業して何年もたつ学生が考案した知と、在学生との間で知の相互作用が行なわれることになる。

4.1 大学のナレッジ・リソース

enTranceに蓄積可能な大学内のナレッジ・リソースを表1に示す。2.2.1節で述べたように、ナレッジ・リソースにはそれ自体を電子化して取り扱うものと、メタ情報の形式で取り扱うものがある。表中、実体情報として扱うものを「I」、メタ情報として扱うものを「M」で表す。

表以外にも、簡単なメモ書きといったものもナレッジ・リソースであるし、研究プロジェクトや、学生

リソース	形態	リソース	形態
大学	M	論文	I
教員	M	教材	I
学生	M	ノート	I
研究者	M	レポート	I
授業	M	資料	I
研究室	M		

表 1: 大学におけるナレッジ・リソース例

³4年制大学の場合、多くの学生は入学してから4年経過すると卒業する。

のサークルといったグループもメタ・ナレッジ・リソースとして考えることができる。enTranceでは、対象とするナレッジ・リソースに制限は設けていないため、利用者は様々な種類の知的資源を自由に蓄積することができる。

大学内の様々なナレッジ・リソースがナレッジ・シェアリングされていることで、学生は蓄積された多くの知によって自分の知を深めることが可能となる。

4.2 授業における活用

大学における授業とは、学生に新しい知を生み出すきっかけを与える知的刺激である。これを支援するためにenTranceの利用が期待できる。

例として、授業で学生にレポート課題を出した場合を考える。学生は、授業の教科書や資料以外にも書籍や、Web等から知を探し出し、自分の学習の参考にすることができる。しかし、それ以外にも、他の授業のコンテンツ、過去の学生のレポートなども、学生にとっての貴重な刺激の種であると考えている。学生は、enTranceを利用してこれらのナレッジ・リソースにアクセスできるようになる。

4.3 教材の提供と再利用

ナレッジ・リソースの再利用性を向上させるためには、文書構造が形式化されていることが望ましい。例えば、授業で使用されるテキスト・参考資料・レポート課題・試験問題などが、XMLを用いて定められた構造に従い作成されていれば、別の機会にこれを再編集して教科書にしたり、速習のための簡易版テキストとして構成したりすることが容易になる。

このとき、構造の形式化によって、教材としての表現力に制限が加わることを避けなくてはならない。これには、二つの解決策が考えられる。一つは、教材のプレゼンテーション用のスタイルシートを用いることである。もう一つは、XHTMLのようなブラウザでの表現力を確保できる形式と、構造記述のための文書型(DTD)を組み合わせる手法である。enTranceではこれら両方に対応する。

また、enTranceを活用して、あるテーマに関して関連のあるナレッジ・リソース群をナレッジ・リレーションシップによって抽出し、Webを利用した教育システム(Web Based Education,WBE)の教材に再構成するような使用法も考えられる。

4.4 ナレッジ・レーティングの活用

大学環境においても「ナレッジ・レーティング」は2.3.2節で述べた目的に対して有効に機能すると考える。これに加えてナレッジ・レーティングには、学生に対する少なくとも二つの有益な効果を及ぼすと考える。

一つは、学生が「他者の考えに対して批評する能力」を身に付けることである。他者の考えを批評する機会や、自分の考えが批評される機会の少ない学生は、この能力に欠けていることがある。授業にナレッジ・レーティングを積極的に取り入れることにより、学生には批評力を向上させる機会が与えられる。

二つ目は、より高い評価の獲得を目指すことで、「自らの表現伝達能力を向上」させる機会とすることも期待できる。

なお、教師の視点に立てば、ナレッジ・レーティングの結果を、学生の成績評価の際に参考にすることも考えられる。

4.5 ナレッジ・リレーションシップの活用

学生が授業で作成するナレッジ・リソースには、どの学生によって書かれたのか、また、どの授業のために書かれたものか等についての情報も記録される必要がある。これには、ナレッジ・リレーションシップの仕組みが利用できる。

加えて、ナレッジ・パーミッションによって、学生が作成したレポートの公開範囲をその授業の履修者に限定するといったことなどが可能になる。

また、あるナレッジ・リソースの作成の際に参照した他のナレッジ・リソースについては、ナレッジ・レファレンスを用いてその関係を明らかにできる。これは、従来のレポートにおける参考文献の記載と同様の意味を持ち、かつ、そのもととなる文献へのアクセスも行なうことができる。

更に、ナレッジ・リレーションシップによって、大学における知的コミュニティが共有する知識の集合を、整理して蓄積することができる。これは、研究室での知識共有などに利用できる。また、個人が過去に作成したナレッジ・リソースを全て参照するということが可能となり、自分と同じ関心や興味を持つ学生を探し出すといったことも容易になる。

我々は、このような知の相互関連を enTrance で扱うことにより、学生がより多くの知的資源へ到達できる環境を提供し、学生が更なる優れた知を生み出すための刺激になると期待している。

5 まとめ

enTrance は、現状においてコンセプトレベルの議論がほぼ固まり、より具体的な仕様についての検討作業が行なわれている。2000年秋に行なわれた大岩の授業において、学生による XML 形式でのレポートの作成と Web サーバ上での公開、それらに対するレーティングの投稿を試験的に行なった。その際、基本コンセプトに関連するアンケート調査を行っており、現在、その結果を集計中である。この調査結果をよりよい仕様の作成に活かしてゆく。

またオープンソースによるプロジェクトによって、多くの技術者・システムデザイナー等の参加を呼びかけ、実用的なソフトウェアシステムとしての実現を目指している。

6 謝辞

執筆にあたり、慶應義塾大学 CreW Project[7]には大変有意義な議論の場を提供して頂いた。また、基本コンセプトの策定にあたり、テッド・ネルソン氏には多くの知見を与えて頂いた。これらの方々に対して深く感謝する。

参考文献

- [1] “PROJECT XANADU”,
<http://www.xanadu.com/>
- [2] “The World Wide Web”,
<http://public.web.cern.ch/Public/ACHIEVEMENTS/web.html>
- [3] “Extensible Markup Language (XML) 1.0 (Second Edition)”,
<http://www.w3.org/TR/REC-xml>
- [4] “Resource Description Framework (RDF) Model and Syntax Specification”,
<http://www.w3.org/TR/REC-rdf-syntax>
- [5] “Hyper Transaction System”,
<http://www.hts.sfc.keio.ac.jp/>
- [6] “enTrance”,
<http://www.crew.sfc.keio.ac.jp/entrance/>
- [7] “CreW Project”,
<http://www.crew.sfc.keio.ac.jp/>