

# 鋼構造実験情報の 分散・協調型情報公開に関する研究

伊藤義人<sup>1</sup>・輪崎博司<sup>2</sup>・石山隆弘<sup>3</sup>

<sup>1</sup>フェロー会員 工博 名古屋大学教授, 附属図書館長 理工科学総合研究センター  
(〒464-8603 名古屋市千種区不老町)

<sup>2</sup>正会員 工修 東洋情報システム株式会社 (〒104-0033 東京都中央区新川1-21-2)

<sup>3</sup>学生員 名古屋大学大学院工学研究科 土木工学専攻 (〒464-8603 名古屋市千種区不老町)

近年のインターネット環境の発展により、研究や実験に関するデータベースのインターネット上での公開が進んでいる。これまでに開発された鋼構造実験に関するデータベースは、実験情報をデータベースの管理者が収集する必要がある、幅広く、かつ継続的にデータの提供を受けることは困難であった。そこで本研究では、研究者自らがデータの公開を行うことができ、また、利用者は情報を統一的に利用できるような分散・協調型データベースシステムの開発を行った。開発には、Web上でのデータ交換の際の標準として注目されているXMLを用い、情報を総合的に取り扱うことができ、将来的にも拡張可能なデータベースシステムを構築することができた。

**Key Words :** *Dublin Core, XML, WWW, experimental database, steel seismic test*

## 1. はじめに

米国国防総省が軍事研究を支援する目的で開発した「ARPanet」を起源とする現在のインターネットは、スイスの粒子物理学研究所CERN(Conseil Européenne pour la Recherche Nucléaire)で開発されたWWW(World Wide Web)システムの出現により爆発的に普及し、研究目的の利用はもとより、商用や個人ホームページなど、その利用は多種多様となり、今や市民生活にも深く浸透している。近年、研究情報の共有化をめざし、インターネット上で利用できる学術情報データベース<sup>13),14)</sup>が構築され、研究者が情報の共有を積極的に進める試みが行われている。

これまで開発されてきた鋼構造データベース<sup>2)~9)</sup>では、データベースの管理者が各研究機関に呼びかけてデータを収集し、それを一元管理し運営されていた。そのため、実験データを追加するにはデータベースの管理者が直接データを収集・格納を行わなければならない、非常に手間がかかり、著作権などの問題もあり継続的なデータの追加は困難であった。情報資源の共有を実現するためには、実験を行う研究者からの積極的なデータ公開が行えるような分散協調型のシステムであると良い。

鋼構造実験に関する情報の共有を図ろうとする場

合、情報技術に詳しくなく、コンピュータの利用に不慣れた研究者にとっては、情報をWWW上で公開することに対して、非常に手間のかかるものとして捕らえられていることが多く、また、著作権の問題等を含めて、抵抗を感じている研究者は少なくない。

一方、自分が所持している実験結果を公開することに関しては積極的な姿勢をもっている研究者も少なからず存在するが、そこには技術的問題や、個々の研究者が異なる手法やフォーマットで公開したものは利用しにくいという問題点がある。そのような研究者が情報公開を行うことをサポートし、さらに、分散環境において複数の研究者が公開した情報を検索するための統一規格を整備することで、情報を利用する際にも使いやすいアプリケーションを提供することは有用なことであると考えられる。

これまでに、名古屋大学ではいくつかの鋼構造実験情報データベースが開発されてきた。それらを以下に示す。

i)名古屋大学大型計算機上に構築された構造数値データベースNDSS(Numerical Database for Steel Structures)<sup>2)</sup>。

ii)NDSS形式の一つとして、実験目的などの記述情報も扱えるように、知識処理を取り入れた総合検

索とその支援を実現する知識ベースシステム KBSS (Knowledge-Based system for Steel Structures)<sup>9)</sup>.

- iii)繰返し載荷実験などの個別の実験情報や荷重-変位曲線や耐荷力などの実験データと、数値解析情報を取り扱い、その比較などが行える ASSA (Advisory System for nonlinear Structural Analysis).
- iv)耐荷力実験情報および耐震実験情報と関連した数値実験情報を収集整理し WWW 上に構築した MDISS (Multimedia Database on Internet for Steel Structures)<sup>10)</sup>.

しかし継続的に耐震実験情報を扱うためには、従来の NDSS のようにフォーマット化されたものでは不十分である。そこで、本研究では、鋼構造実験情報を共有する環境を促進することを目的とし、まず、実験情報を統一的に利用できるようにするために、公開するデータに関する分散環境での検索のための統一規格を作成する。次に、そのフォーマットに基づくデータの共有を実現するアプリケーションを開発する。そこでは、情報技術に詳しくない研究者をサポートするとともに、それぞれの研究者が協調した形でデータを容易に公開できるようなシステムとする。そして、名古屋大学では、各研究者が公開しているデータをメタデータを用いて統括し、それを分散型のデータベースとして扱えるような枠組みを作成する。

また、本研究で開発する分散協調型システムに関して、研究者は情報の提供者でもあり利用者でもあるが、本稿においては特に断りがない限り、実験情報を提供する側を研究者、情報を利用する側を利用者と表現することとする。

## 2. システムの設計

### (1) 分散・協調型データベース

本研究では、各研究者が公開する実験情報の共有を実現するためのシステムを開発する。その際システムの構造としては2つのものが考えられる。1つは、従来から行っているように、各研究者からの鋼構造実験に関する情報提供を受け付け、1つのサーバマシンにすべてのデータを集め、集中管理するという形を取るシステムであり、もう1つは、各研究者がそれぞれ公開している情報をメタデータの形で統括するデータサーバを設け、そこを中心に分散しているデータを利用できるような、分散型のデータベースシステムである。

分散型のシステムの場合、次のような利点があ

る。

- i)ネットワークやサーバのリソースへの負担が軽減する。
- ii)サーバ側で生じるトラブルをある程度回避することができる。
- iii)データ損失などの事故が生じても被害は一部で済み、全体に広がることはない。
- iv)情報の公開に対しては研究者の自己責任とすることで、責任の所在を明確にすることができる。また、公開の範囲を実験研究者の裁量にまかすことができる。
- v)データに変更があった場合、研究者は手元のデータを更新するのみで済む。

### (2) システムの全体像

本研究の方針として、情報を公開するのはあくまで実験研究者であり、名古屋大学のシステムの役割はデータを収集し公開することではなく、どこにどのような情報があるかという情報(メタ情報)を管理し、それによって利用者が分散しているデータを統一的に扱うことができるようにし、情報共有を促進させる枠組みを作ることである。すなわち、今回開発したのは各実験データについてのメタ情報を扱うシステムである。ただし、名古屋大学は従来通り、実験データ提供の機関としての役割も持っている。以上のような目的に対し、本システムが持つべき機能を以下にまとめる。

- i) 分散管理されている実験情報の所在を管理し、利用者がメタデータを検索することによって、必要なデータを容易に得られるようにする。
- ii)情報技術に詳しくなく、コンピュータ利用が不慣れな研究者をサポートし、情報公開に対する労力を軽減させるためのWebインターフェースを提供する。
- iii)実験データの標準フォーマットを奨励し、ユーザが利用しやすい環境を整える。

以上のような機能を実装するため、システムを図-1のような構造とした。本研究で開発を行ったのは、中央のデータベースサーバと各情報提供機関をサポートするWebインターフェースである。分散しているデータの内容と所在を管理するため、データベースサーバでは、実験情報に関する情報、すなわち実験情報メタデータを扱う。

メタデータには、WWW上で扱われるメタデータの標準化活動により1998年、1999年に提唱されているDublin Core<sup>21)</sup>を基に鋼構造実験に適用したものを作成した。その記述には、データ交換の標準形式として注目を集めているXML(eXtensible Markup

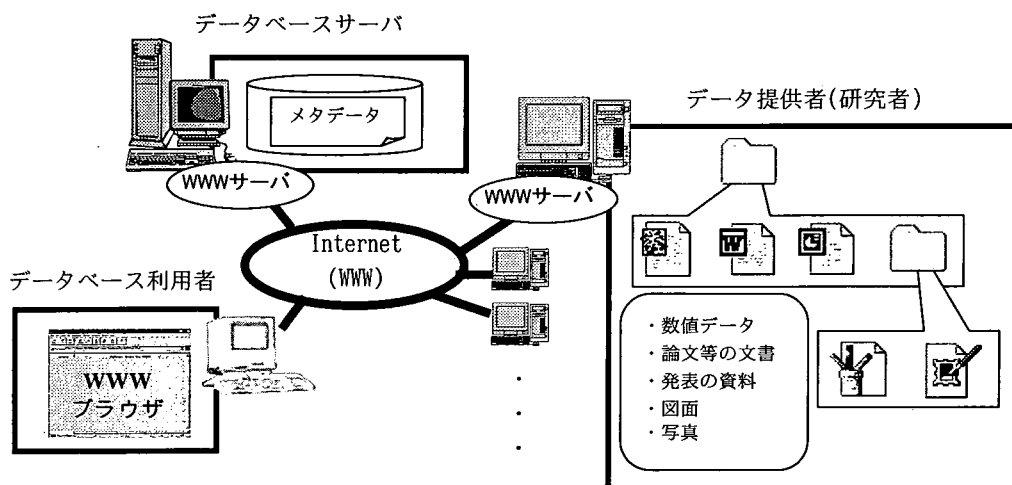


図-1 システム構成の概略図

Language)<sup>22), 24)</sup>を用いる。また、XMLで記述されたメタデータを効率よく扱うため、本研究では市販されているDBMS (DataBase Management System:データベース管理システム)を用いる。ここでは、XMLを直接格納できるオブジェクト指向型のDBMSであるeXcelonを採用し、その実行環境に合わせ、サーバのプラットフォームにWindows NT 4.0, WWWサーバにIIS(Internet Information System)を採用した。また、主にASP(Active Server Pages)<sup>23)</sup>を用いて、ブラウザを通じてメタデータを検索・登録できる動的なサイトを構築し、また、WWWサーバとDBMSの間で処理の受け渡しを行うプログラムを実装した。

### 3. 本システムで扱う実験情報

#### (1) 実験情報に関する情報

本研究で開発するシステムは、分散型の形態を取り、データベースサーバでメタデータを管理することで全体の情報を総括することとした。ここで、メタデータとは、分散管理されている耐震実験データ・耐荷力実験データなどについて、どこにどのような情報があるかということを表すような、データに関するデータのことをいう。メタデータの内容については、Dublin Coreとよばれるインターネット上のメタデータの標準として考案されたものを基に鋼構造実験特有の項目を含む鋼構造実験メタデータを考案した。以下に、メタデータおよび考案した鋼構造実験メタデータについて説明する。

#### (2) メタデータで扱う情報

Dublin Coreは正式名称をDublin Core Metadata Element Setといい、WWW上の「文書オブジェクト(Document Like Object, DLO)」のためのメタデータとして提案されたもので、元来は博物学分野で用いられていた。その基本的な目的はWeb上での情報資源の発見である。Web上にメタデータが存在していても、その書式(文法や記述形式)が統一されていなければ、検索効率の向上にはつながらない。例えば、研究タイトルをメタデータの要素とする場合、ある人はその要素名を<title>とし、またある人は<theme>という要素名にした場合、検索の効率は決してよくはならない。そこで、Web上で扱われるメタデータの標準的な基本エレメントを設けようとする動きがあり、1998年米国のオハイオ(Ohio)州ダブリン(Dublin)にあるOCLC(Online Computer Library Center)で開催されたワークショップで提案されたのがDublin Coreである。Dublin Coreは、言い換えれば、WWW上のDLO用の目録規則を決めるものといった役割を持つものである。

インターネット上で扱われるメタデータは従来の目録とは以下のような違いが見られる。

- i) WWW上には非常に多様なDLOがあるので、どんな種類のDLOにでも適用できる詳細に決められた規則を作ろうとすると、非常に煩雑なものになってしまう。
- ii) インターネットという巨大な分散環境で利用するので、相互利用性が強く要求される。

こうした点から、Dublin Coreは、多様な分野の情報資源の記述に適用できるという観点から、少数の

基本的要素(Core Element)のみによるメタデータ記述を目指してきた。そうして、ある情報資源に適用する際必要な要素があればそれを付けたし、また必要ない要素があれば空白としておくという方針をとっている。

Dublin Coreに関する議論は、これまでに数々のワークショップやメーリングリストで進められてきている。最新のものでは、2000年10月にドイツのフランクフルトでワークショップが開催され、現在のところ次に示す15項目の基本エレメントに関する合意が得られている。

- 1) Title (タイトル), オブジェクトのための説明。
- 2) Creator (著作者あるいは作者), 情報資源の内容に関して責任を持つ人または団体。
- 3) Subject (主題およびキーワード), 情報資源に述べられたトピック。
- 4) Description (内容記述), 概要やイメージデータなどの内容に関する記述。
- 5) Publisher (公開者), 情報資源を現在の形にした者。
- 6) Contributor (寄与者), 著者ではないが文書の内容に関わった人または組織。
- 7) Date (日付), 現在の形で利用できるようになった日付。
- 8) Type (資源タイプ), ホームページ, 小説, 辞書といった情報資源の型。
- 9) Format (形式), PostscriptタイプやWindows実行形式といった, 情報資源のデータ形式。
- 10) Identifier (資源識別子), 情報資源を一意に識別するための番号あるいは名前。
- 11) Source (情報源), 情報資源の出所となった情報資源を一意に示す番号あるいは文字列。
- 12) Language (言語), 情報資源の概要を記述している言語。
- 13) Relation (関係), 他の情報資源との関連付け。
- 14) Coverage (対象範囲), 地理的場所や時間的な内容に関する情報資源の特性。
- 15) Rights (権利管理), 著作権記述などの権利に関する記述や利用条件に関する記述へのリンク。

この他のメタデータの利用例として、国立国会図書館においては平成9年に電子図書館推進委員会が設置され、図書館サービスを拡張し電子図書館サービスを行おうという動きがある。電子図書館では図書館資料を電子化する事によって、自宅・職場等から通信回線を用いて蔵書を利用する事ができる。電子化の対象となる資源は、劣化の激しい図書や貴重

書、著作権の問題もあるためすでに著作権が消滅した資料などから電子化が行われている。また、平成12年4月の国立国会図書館法が一部改正され、新たにパッケージ系電子出版物(CD-ROM, DVD等)も平成12年10月から納入が義務化されており、これらは館内での利用の準備が進められている。

一方、ネットワーク系の情報資源に関しては、その資源の特徴から時間経過とともに常に最新の情報に変更、もしくは削除が行われる可能性があり、データそのものを保存していくことは有意義であるとは言えない。そこで資源に対してメタデータを作成し保存の対象とする方法が挙げられている。経年変化の可能性が極めて低い資源(論文等学術資源、国の行政機関が作成する国の情報等)についてはこの限りでは無いが、ホームページ上のものなどは頻繁に更新される可能性があり、ホームページ自体を保存するよりは、そのURL、ホームページタイトル、記述言語、内容の分野などのメタデータを保存しておく方が有意義である。Dublin Coreはこのような事例にも適用可能であり、その汎用性は高いといえる。しかし、ますます多様化していく情報資源に対して今後このエレメントだけでは対応しきれないのでは無いかという一部批判の声もある。

記述形式については、Dublin Coreとしての取り決めは行われていないが、基本的にDublin Coreの記述はRDF(Resource Description Framework)に基づくことになっている。RDFとはWorld Wide Webコンソーシアム(W3C)が定義を進めているWWW文書のためのメタデータ記述方式である。現在、RDFでは記述形式はXMLを用いるとしている。

### (3) 本研究で作成したメタデータエレメント

本研究で開発したシステムの中で中心的な役割を示すのは、メタデータを管理するデータベースサーバである。そこで記述されるメタデータについては、まず、Dublin Coreを参考にし、さらに実験情報を扱うために必要な項目を付け加えて実験情報メタデータの要素を考案した。本研究で作成したメタデータエレメントを表-1に示す。ここで、Dublin Core から構造実験情報を扱うために改良した点は、a)実験者、寄与者、公開者の項目のサブエレメントに属性、氏名、E-mailを持たせたこと、b)供試体エレメントとデータエレメントを設けたこと、およびc)データエレメントに各実験結果にリンクするためのURLを格納したことである。

### (4) 数値データについて

構造実験から発生する数値データは、大きく分け

表-1 実験メタデータの内容

メタデータの項目		内容
Language		メタデータ記述を記述している言語
Title		実験のタイトル
Creator 実験者	Attribute	所属
	Name	氏名
	E-mail	E-mailアドレス
Contributor 寄与者	Attribute	所属
	Name	氏名
	E-mail	E-mailアドレス
Publisher 公開者	Attribute	所属
	Name	氏名
	E-mail	E-mailアドレス
Date		実験年
Subject		実験の手法(実験の内容)
Specimen 供試体	Name	供試体名
	Type	供試体の型
	Description	補足
Relation		引用された文献
Description		補足説明(実験目的や手法に関して)
Right		著作権記述の所在
Data データ	Type	データの内容(写真, 論文等)
	Format	ファイルの形式(拡張子)
	URL	保存してあるURL
Identifier		登録整理番号
Format		Dataの中のFormatに記す
Type		すべて「実験データ」
Source		メタデータの出処
Coverage		表記なし

表-2 本システムで扱う供試体諸元データ

供試体諸元		
記号	単位	説明
H	mm	柱長さ(供試体長さではない)
B	mm	フランジ板厚中心間距離
Tf	mm	フランジ板厚
D	mm	ウェブ板厚中心間距離
Tw	mm	ウェブ板厚
A	mm <sup>2</sup>	断面積
Aw	mm <sup>2</sup>	ウェブ断面積
E	kgf/mm <sup>2</sup>	弾性係数
G	kgf/mm <sup>2</sup>	せん断弾性係数
I	mm <sup>4</sup>	断面二次モーメント
R	mm	断面二次半径
W	mm <sup>3</sup>	断面係数
My	tf・m	降伏モーメント
Σy	kgf/mm <sup>2</sup>	鋼降伏応力
Py	tf	降伏軸力
P/Py		軸力比
ν		ポアソン比
λ		柱細長比パラメータ
Rf		フランジ幅厚比パラメータ
Rw		ウェブ幅厚比パラメータ
<補剛材>		
B <sub>sf</sub>	mm	フランジ補剛材幅
T <sub>sf</sub>	mm	フランジ補剛材板厚
B <sub>sw</sub>	mm	ウェブ補剛材幅
T <sub>sw</sub>	mm	ウェブ補剛材板厚
Nf		フランジパネル数
Nw		ウェブパネル数
Ld	mm	横リブ間隔
Td	mm	横リブ板厚
Δs		縦リブ細長比パラメータ
R <sub>sf</sub>		縦リブ幅厚比パラメータ
R <sub>sw</sub>		縦リブ幅厚比パラメータ
γ/γ*		補剛材剛比
<コンクリート充填>		
Lc	mm	コンクリート充填高さ
σ <sub>ck</sub>	kgf/mm <sup>2</sup>	コンクリート圧縮強度
(1 kgf = 9.80665 N)		

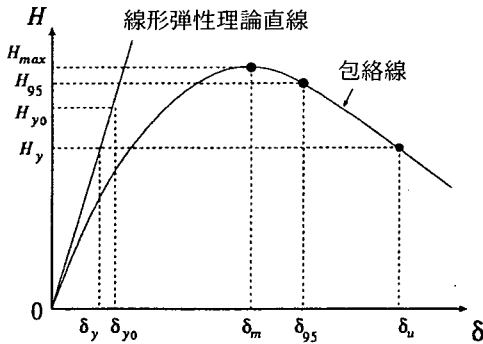


図-2 荷重-変位曲線の記号定義<sup>17)</sup>

て供試体諸元, 実験結果の二つがある. 本システムでは, 実験データをより検索しやすくするため, 実験情報メタデータと同時に数値データも格納できるようにする. 本システムで扱うパラメータを, 表-2, 表-3にまとめる. なお, 単位系は本来はSI単位系とすべきであるが, 原データが重力単位系で得られているので, ここでは原典に従うこととした. ま

た, この中で扱われているいくつかの数値パラメータについて, 図-2にその定義を図示する. また, 表-3で示したパラメータの中で, 計算によって算出したものを以下に示す.

$$H_{y0} = \frac{M_y}{h} \quad (1)$$

表-3 本システムで扱う実験結果データ

実験結果		
記号	単位	説明
H <sub>yo</sub>	tf	降伏荷重
δ <sub>yo</sub>	mm	降伏変位
H <sub>y</sub>	tf	降伏荷重(軸力考慮)
δ <sub>y</sub>	mm	降伏変位(軸力考慮)
H <sub>max</sub>	tf	最大荷重
δ <sub>m</sub>	mm	最大荷重時の変位
δ <sub>95</sub>	mm	H <sub>max</sub> 後で0.95H <sub>max</sub> 時の変位
δ <sub>u</sub>	mm	H <sub>max</sub> 後でH <sub>y</sub> 時の変位
δ <sub>max</sub>	mm	最大応答変位
δ <sub>r</sub>	mm	残留応答変位

(1 kgf = 9.80665 N)

ここで,  $M_y$ : 降伏モーメント,  
 $h$ : 供試体高さ.

$$\delta_{yo} = \frac{H_{yo}h^3}{3EI} \quad (2)$$

ここで,  $E$ : 鋼材のヤング率,  
 $I$ : 断面2次モーメント,  
 $H_y$ : フランジ板の局部座屈を考慮した,  
 はり一柱の極限強度照査式から求め  
 られる荷重,  
 $H_{max}$ : 水平荷重の最大値,  
 $H_{95}$ : 最大水平荷重 $H_{max}$ の95%値,  
 $\delta_y(dy)$ :  $H_y$ に対応する変位. 次式により  
 算出.

$$\delta_y = \left(1 + \frac{3EI}{GA_w h^2}\right) \frac{H_y \delta_{yo}}{H_{yo}} \quad (3)$$

ここで,  $G$ : せん断弾性係数,  
 $A_w$ : ウェブの断面積,  
 $\delta_m, \delta_{95}$ : それぞれ $H_{max}, H_{95}$ に対応する変位,  
 $\delta_u$ : 最高荷重発生以後, 荷重が $H_y$ まで下  
 降したときの変位,  
 $\delta_R$ : 残留変位.

#### 4. システムの実装について

##### (1) 開発および実行環境

システムの実行環境としては, 2.でも簡単に述べたが, OSはMicrosoft社のWindows NT Server 4.0, webサーバは同社のIIS (Internet Information Server)4.0, データサーバはObject Design社のeXcelon 2.6を用いている. また, 開発環境として

は, Microsoft社のVisual InterDev 6.0と同社のFront Page 2000を主に用いた.

ここでは, メタデータの記述言語XML, XMLデータサーバeXcelon, および動的なサイトを構築するためのシステムであるASPなど, システムの実装段階で用いたソフトウェアについてそれぞれ説明する.

##### (2) メタデータの記述言語XML

XML自身はメタ言語であり実際の応用に使用する言語を定義できる言語である. XMLはHTMLでは不可能であった構造化されたデータの記述が可能であり, また, ブラウザからも閲覧可能なので, WWW環境におけるデータ交換の標準形式として注目されており, 現在さまざまなWWWベースのアプリケーションで応用されようとしている. 本研究でも, データ定義にはXMLを用い, 書式はXSL(Extensible Style Language)で指定している. 次節で説明するeXcelonは検索結果をXMLの形で出力する. したがって, データベースとWWWサーバの仲立ちをするASPでは, 図-4に示すように, データベースに検索条件を送り, それに対して返されてくる検索結果を特定のXSLにしたがって表示するというようにプログラミングする. また, ここで利用するXSLはeXcelon内に実験メタデータと同様に格納されていない.

##### (3) XMLデータを格納するデータベース

メタデータは一般的には構造化されており, ツリー構造を形成している. データベースというと, テーブル形式に「正規化」されたデータを扱うRDBMS(Relational DataBase Management System)がよく知られている. Microsoft AccessやOracleなどがその例である. しかし, RDBMSではフラットなテーブル構造のデータに対しては非常に便利であるが, ツリー構造をもつデータをそのままの形でテーブルに保管することはできない. 図-5(a)に示すように, XML文書をRDBMSに格納するためには, ツリー構造からテーブル構造にフラット化する作業が必要となる. さらに, RDBMSからXML文書を取り出すには, 各テーブルのジョイン(結合)を毎回実行する必要がある.

結局のところ, XML文書の保存にRDBMSを用いる場合は, 上述の非効率な処理を行わなければならない. 扱うデータが大規模になればなるほど, そのレスポンスは低下する.

これに対して, 大規模なXML文書を効率的に保管するアプリケーションとして現在注目を集めてい

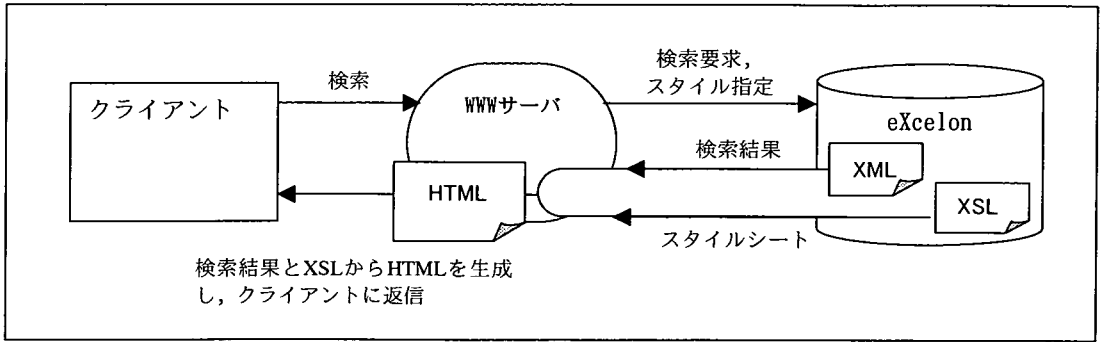
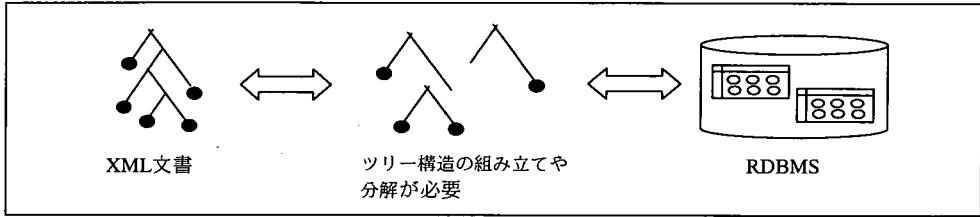
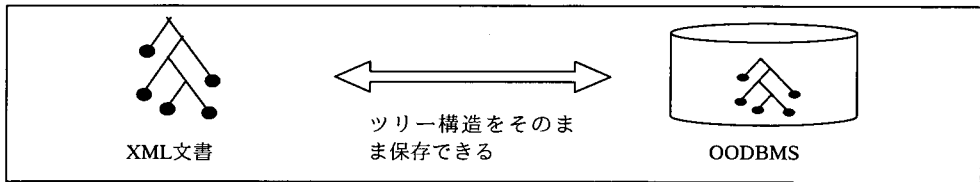


図-4 XSLの役割



(a) XML文書をRDBMSに格納する場合



(b) XML文書をOODBMSに格納する場合

図-5 XML文書を保管する際のOODBMSとRDBMSの比較

るのが OODBMS (Object Oriented DataBase Management System) である。OODBMSはコンピュータ内であつかわれる多数のプログラムやデータ(オブジェクト)を、それらが形成する複雑な参照関係を維持したままディスク上に保存するデータベースとして開発されたものである。ツリー構造を持つデータについても、その構造を維持したまま格納できるため、データの構造をフラット化してテーブル構造に変換する必要はない。OODBMSのこうした特長はそのままXML文書の保存に生かすことができる。図-5(b)に示すようにXML文書内部の個々のデータが形成するツリー構造をそのまま扱うことができ、データ検索の処理も効率的に行うことができる。

XML対応のデータサーバeXcelonはこうしたOODBMSとXMLの相性のよさを生かして、XMLを直接格納することができる。また、eXcelonはASPを用いることで、WWWサーバと連携してブラウザからのデータ処理を行うようなアプリケーションを容易に構築できる。

#### (4) 動的なWebページの実装について

本システムでは、ブラウザからデータベースにアクセスし、データの検索や登録といった動的な処理を行う必要がある。従来、WWWサーバとデータベースが連携する動的なサイトを構築するには、CGI (Common Gateway Interface) というシステムが利用されてきたが本研究では主にASPを用いてサーバ側のデータベースアクセス等の処理を行った。また、eXcelonはjavaによる連携もサポートしているため、javaによるデータベースとの連携を実験的に行った。ASPは開発が容易、処理が早いなどの利点があるが、WebサーバにIIS(Internet Information Server)を用いなくてはならない。サーバがスクリプトを実行するためアクセスが集中するサイトではサーバに負荷がかかる等の欠点も併せ持っている。そこでjavaを有効に活用すればこれらの問題を回避したシステムを構築する事ができる。

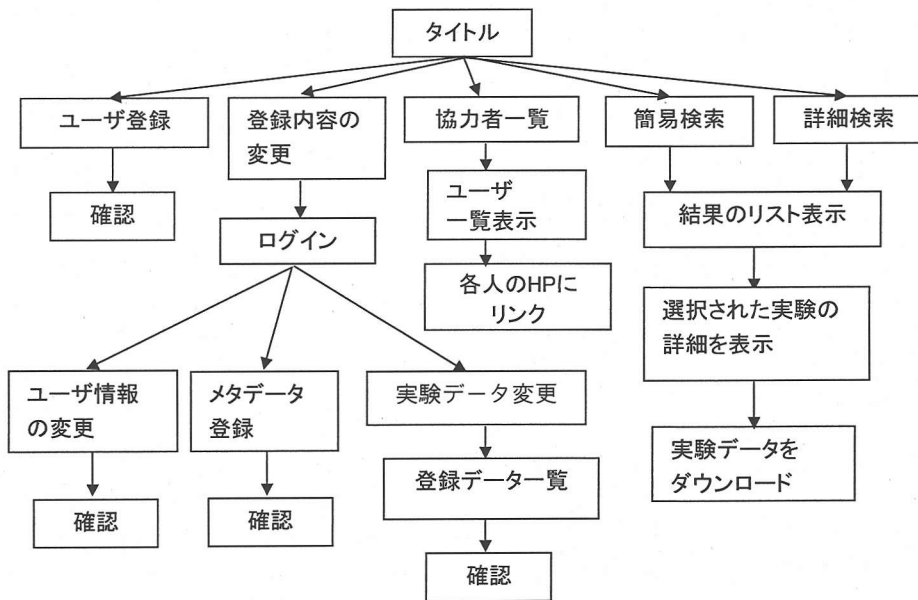


図-6 システム全体のフロー

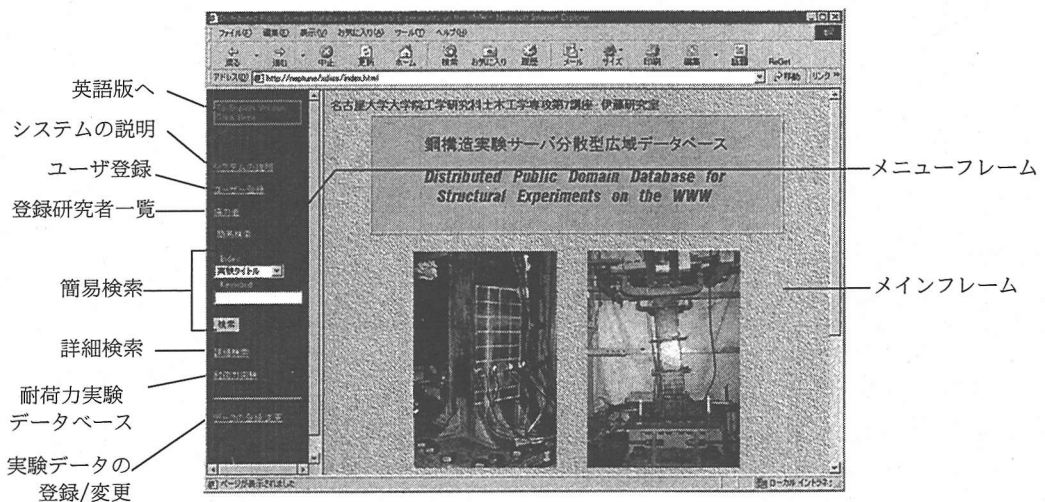


図-7 システムのタイトル画面

## 5. システムの概要

### (1) システムの機能

本研究で開発した分散協調型システムは、各研究者が情報公開を行うことをサポートし、かつ利用者には全体のデータをコンシステントに提供するという目的を持っている。それらシステム全体のフローを図-6に示す。システムを持つ機能は、以下のようである。

i) 実験メタデータの検索

ii) 実験メタデータの登録・修正

iii) 実験データの閲覧

iv) 実験データのダウンロード

v) ユーザ登録・認証

システムのタイトル画面を図-7に示す。以下、ここでは、システムの各機能について説明する。なお、図-7に示すように、ブラウザ内の右側のフレームをメインフレーム、左側のフレームをメニューフレームと呼ぶ。



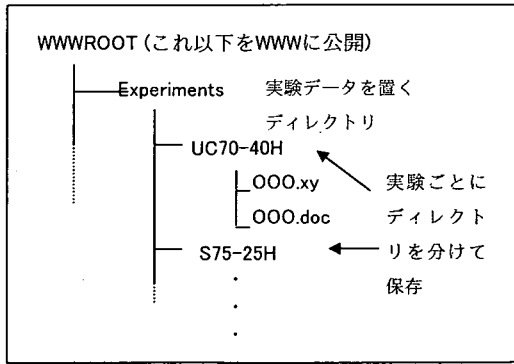


図-8 推奨するディレクトリ構造

a) ユーザ登録/変更

研究者が情報を登録するには、まず、研究者として登録を行わなければならないようにした。これは、一般の利用者が関係のない情報を登録することを防ぐためである。登録を行う際、研究者は(1)氏名、(2)読み仮名(ローマ字)、(3)ログイン名、(4)国籍、(5)所属機関名、(6)住所、(7)電話番号、(8)FAX番号、(9)E-mailアドレス、(10)ホームページのURL、(11)公開ディレクトリのURL、の11項目について記入し登録する。ただし、(8)、(10)については、所持していない場合も考慮して登録は任意とした。(9)は入力必須項目であり、実験情報を登録する際に必要となるログインパスワードがこのE-mailアドレス宛に自動的に発行される。このパスワードの発行作業はjavaによって行われている。パスワードはランダムに設定されユーザが設定することはできない。このような手法をとるのは連絡のつくE-mailアドレスをシステム側で確保するためで、不法利用抑止に効果がある。(11)の公開ディレクトリとは、研究者が情報公開を行う時、WWWに公開しているディレクトリで、実験データをまとめているディレクトリのことである。このディレクトリ構造は特に強制ではないが、図-8に示すように、そのディレクトリ内にさらに実験ごとにディレクトリを作成し、整理された形で実験データを保管してもらうことを推奨している。また、一度登録された研究者情報はログイン名とパスワードを除いて変更することができる。ログイン名やパスワードを紛失した場合は、データベース管理者に問い合わせさせて通知してもらうこととした。

b) メタデータの登録/変更/追加

メタデータの登録を行う場合は、上述した通り、事前に研究者として登録してある必要がある。ユーザはシステムにログインすることにより実験メタデータの登録が可能となる。登録する内容は前章で

説明した通りである。ただし、登録する項目に適切な内容がない場合、例えば、共同実験を行っていない場合は「寄与者」は存在しないが、そのような場合は、その項目を空白のまま残しておくようにする。

本システムではメタデータの他に、実験の数値データの登録をWeb上から行える。本システムの主旨に従うなら、研究者側でまとめられて保管されるべきであるが、開発の効率上、データサーバ側で管理することとした。将来的に数値パラメータは、各研究者側で統一された形式で保管され、データサーバ側ではそれらを自動的に取得し、データ提供の効率を向上させるようなシステムに発展させることが考えられる。ここで登録された数値データは、データの検索の際に一つのキーとして扱われるほか、実験データの詳細表示の際に、表示され、ユーザが必要なデータを得る際に役立てられる。また、登録した内容に変更が合った場合は、各人の登録した内容については変更・追加を行うことができる。

c) 実験情報の検索

実験データの検索方法としては、トップページから速やかに行える簡易検索と、細かい条件を与えて各人が欲している情報により近い結果を得るための詳細検索の2通りを設けた。メニューフレームにある簡易検索は、ひとつの項目に対して単一のキーワードにより簡易に検索できるものである。検索できる項目は(1)実験タイトル、(2)実験機関、(3)共同実験機関、(4)実験年、(5)実験手法、(6)引用文献、(7)供試体形状、(8)実験概要の8種類である。検索が行われると、その結果は一覧表示される。その中で、さらに詳しく知りたい情報については、一覧からリンクをたどることでその実験に関して登録されているメタデータと数値データがすべて表示される。そこからは各研究者が公開している実験関連データにリンクが張られており、そのリンクをたどることで、各研究者が公開しているデータにアクセスできる。そこで、それらの実験関連データがローカルマシンにダウンロードされる。

一方、詳細検索は複数の項目でキーワードを用いて検索できるようになっている。ここで設定されている検索項目は(1)実験のタイトル、(2)実験施行機関、(3)共同実験機関、(4)実験の手法、(5)実験年(西暦)、(6)供試体(名前、形状)、(7)実験が引用された論文名、(8)細長比パラメータの範囲指定、(9)幅厚比パラメータの範囲指定、(10)軸力比の範囲指定である。ただし、ここでもそれぞれの項目で複数のキーワードによる検索には対応していない。検索後は、簡易検索と同様な流れとなる。

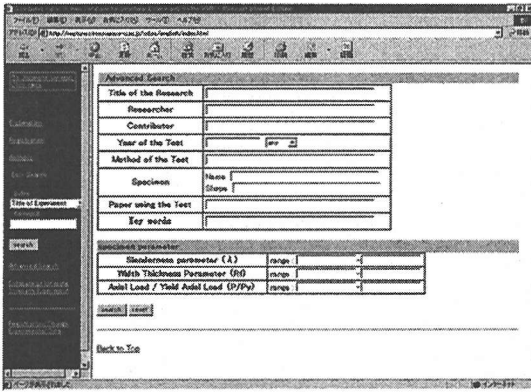


図-9 英語版検索画面表示例

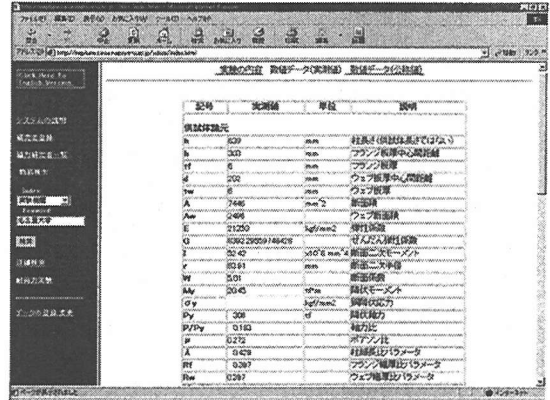


図-11 名古屋大学の実験データ表示例 2

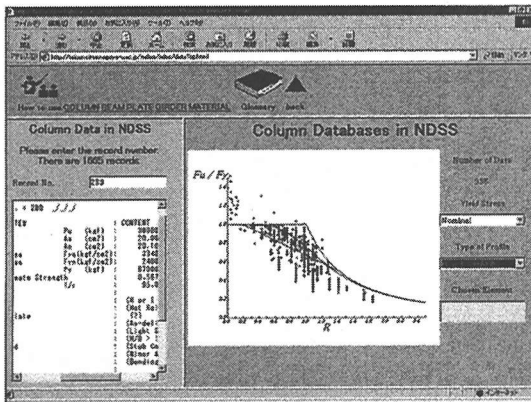


図-10 名古屋大学の実験データ表示例 1

ムの説明」から閲覧が可能であり、実際に検索、実験データ登録などを行う作業画面を交えて説明を行っている。

(2) データの適応範囲

本システムでは、これまでに開発されたデータベースのリソースを包含し、さらに今後構造実験以外の実験情報のデータについても扱えるようにすることを考えている。ただし、現在のところそれらのデータに関して完全に対応はできていない。データベースで扱うのはメタデータであるので、鋼構造実験以外のデータについてもシステムに大幅な変更を加えることなく対応することができると考えられるが、現状のままでは整理されていないデータベースになってしまうので、多種の実験についての区分を設けなくてはならないという点が課題となっている。

耐荷力実験のデータへの対応として、過去に名古屋大学で開発されたMDISSにリンクを張り、本システムの一部として利用できるようにすることで対応した。その表示例を図-10に示す。また、耐震実験のデータについては鋼橋の耐震設計指針案と耐震設計のための新技術<sup>17)</sup>のなかでまとめられた情報をXMLに変換してデータベースに入力した。これについて、供試体諸元・実験結果の数値データ表示例を図-11に示す。

(3) 分散協調型データベースとしての動作

本データベースは研究者が各々のサーバにデータを設置する事のできる分散協調型データベースとして設計した。その動作を確認するにはデータベースサーバから見て外部ネットワークにあるサーバにデータを設置し、名古屋大学のデータベースにその実験メタデータを登録、利用可能な状態にする必要

d) システムの利用方法

本システムはWWWをベースとしており、利用するにはWebブラウザのみを用意すれば良い。ここで、対象とするブラウザとしては、できるだけ最新のものをを用いることを推奨するが、現在用いられている基本的な機能を備えたバージョンとして、Netscape Communications社のNetscape Navigator 3.0、Microsoft社のInternet Explorer 3.0以上であれば問題なく利用できる。本システムへのアクセスには特に制限などはかかっておらず、以下のURLから利用可能となっている。

<http://neptune.cirse.nagoya-u.ac.jp/xdiss/index.html>

また、本システムでは、世界各国から利用されることを想定しており、図-9に示すように、すべての機能について英語版を用意しておりTop Pageからリンクを設けてある。

さらに、情報技術に不慣れな研究者を支援するため、システムの詳細な利用方法を示したオンラインマニュアルを設けた。メニューフレームの「システ

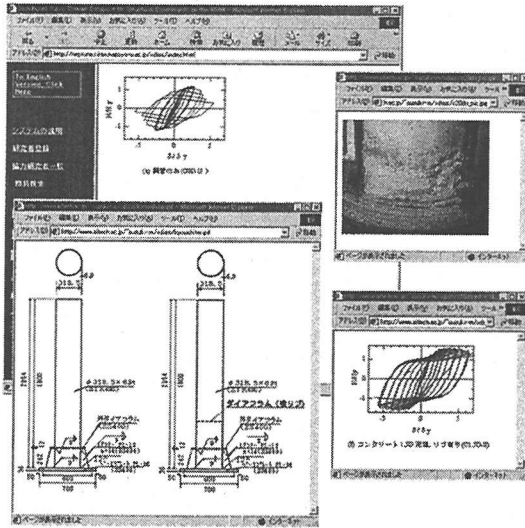


図-12 外部設置実験データへのアクセス

がある。そのため、登録数は少量であるが実際に上記の作業を行いその動作を確認した。具体的には愛知工業大学のサーバにあるコンクリート充填鋼管の耐力試験についてのメタデータをデータベースに登録した。そして分散して設置されているそのデータを、本システムを用いる事により問題なく取り扱える事を確認した。図-12は愛知工業大学の実験メタデータ登録後の本システムにおいて、実験機関を愛知工業大学に設定して検索し、検索結果の中から一つを選択、その実験における水平変位-水平荷重履歴曲線のjpeg(Joint Photographic Experts Group)画像を表示しているところである。表-4に現在本システムに格納されている実験データ数の内訳を示す。括弧内の数字は名古屋大学外のネットワークに設置されているデータ数を示す。

#### (4) システムの有用性

本システムは分散協調型のデータベースシステムであり、このシステムを利用することにより研究者が得られるメリットを再度以下にまとめる。

- i)本データベースに登録されるのは実験メタデータのみであり、実験の数値データ、各種グラフ、写真画像ファイル等は研究者自身のサーバに設置できる。よって研究者は公開したい実験情報の範囲を自由に設定する事ができ、公開内容についても自由に手を加えることができる。
- ii)必要な実験データを検索する際は、実際には研究者が登録した実験メタデータに検索をかけるので、あたかもそこにすべての実験データがあるかのように検索・閲覧することができる。

表-4 現在格納している実験データ

#### (a) 耐力試験

供試体の形状	供試体数
柱	1665
はり	544
板	739
プレートガーダー	333
材料試験	2308
計	5589

#### (b) 耐震実験<sup>(8)</sup>

実験種類	供試体数
繰り返し载荷実験	293(7)
ハイブリッド実験	145
計	438(7)

( )内の数は外部サーバに設置されたデータ数

- iii)名古屋大学のデータベースサーバにトラブルが生じていても実際の実験データは研究者側のサーバにあり、物理的に隔離されているのでデータの破損の心配が無い。

## 6. システムの運用段階について

### (1) 管理者の役割

データベースの運用段階において、データベース管理者が果たすべき役割とそれに付随する責任の範囲について述べる。まず、管理者の役割については以下のようなものである。

- i)システムの利用者（データの提供者および利用者）からの問い合わせに対し応答する。具体的には、システムに関する質問への対応の他、登録されている研究者の削除や、アカウントの再通知等、管理者のみに権限が与えられた作業がある。
- ii)システムを常に利用できる状態に管理することに勤め、長期間サーバのメンテナンス等でシステムをダウンさせるときは、データの提供者にその旨を連絡する。
- iii)システムが正常に動作しているか、また、不当な利用がなされていないかを監視する。
- iv)高度な利用を望むユーザに対しては、システムのソースやデータを公開する。

なお、情報の提供については各研究者の自己責任に基づくものとする。

## (2) データの著作権

本システムを利用して実験情報を公開する研究者は、実験ごとにその利用条件や著作権、およびデータを利用する際の注意事項等について明確にすることが望ましい。これは、情報公開にともない、研究者が意図しない方法によって利用されたり、誤った解釈で引用されたりすることにより、研究者が被害をこうむることを防ぐためである。例えば、耐震実験において、同じ供試体で数回の応答実験が行われる例があるが、2度目以降の実験をバージン材と同じように扱われた場合、誤った結果を導きかねない。

本システムにおける、実験情報に関する利用条件、注意事項および著作権などについての対応方法としては以下のものである。まず、研究者には公開する実験情報に関しての著作権等についての表明を記したファイルを作成してもらう。それを実験データとともに公開し、そのファイルのURLを登録してもらうという形をとっている。

この方法を取ることで公表する範囲や時期は、実験研究者に委ねられ、著作権に絡んだ問題を回避することができる。現在、利用者側については何の制限も設けていないため、誰でも自由にデータを利用することができるが、その際はまず著作権に関する表明を理解し、それに従った利用方法をとることになる。

## 7. 結論

本研究では、鋼構造実験情報の共有を目指し、そのための枠組みとなる分散協調型システムと、情報技術にそれ程詳しくない実験研究者が情報公開をすることをサポートする Web インターフェースの開発を行った。以下に、本研究の成果をまとめる。

- 1) 研究者自身が情報の公開を行い、中央のデータベースではそれらのメタデータを管理するという形態をとることで、著作権やセキュリティ上の問題点を回避し、また、単なる研究のリンク集ではなく、情報を総合的に扱うことができるようにした。
- 2) メタデータの取り扱いについては、その標準的な規定である Dublin Core を土木分野の鋼構造実験データにも応用する初めての試みを行った。また、その記述には現在 Web 上でのデータ交換の標準として注目されている XML を用い、将来的にも幅広く利用できるよう考慮した。

- 3) 実際に実験データを名古屋大学外のネットワークに設置することにより、分散協調型データベースとしての動作と、利点を確認することができた。

今後の課題として以下のものが挙げられる。

- 1) GUI(Graphical User Interface)を充実させ、情報技術に詳しくないユーザを支援する。
- 2) 登録されている個々のデータを統括し、グラフに示すような機能などを開発し、研究者以外のユーザにも利用価値のあるシステムにする。

謝辞：最後に、本研究を進めるにあたり愛知工業大学の鈴木森晶先生には大変お世話になりました。ここに深く感謝致します。

## 参考文献

- 1) Green, D.G. : Databasing diversity - a distributed public-domain approach, *Taxon*, 43, pp.51-62, 1994.
- 2) 福本啓士, 伊藤義人: 鋼構造部材の耐力評価システムのための数値構造データバンクの作成と利用, 土木学会論文報告集, 第312号, pp.59-72, 1981.
- 3) 福本啓士, 伊藤義人: 座屈実験データベースによる鋼柱の基準強度に関する実証的研究, 土木学会論文報告集, 第335号, pp.59-68, 1983.
- 4) 福本啓士, 伊藤義人: 座屈実験データベースによる鋼はりの横ねじれ基準強度に関する実証的研究, 土木学会論文報告集, 第341号, pp.137-146, 1984.
- 5) 伊藤義人, 福本啓士: 座屈実験データベースによる鋼板の圧縮基準強度に関する実証的研究, 構造工学論文集, Vol.32A, pp.373-386, 1986.
- 6) 塩見弘幸, 伊藤義人, 福本啓士: プレートガーダーの耐力実験データの調査, 構造工学論文集, Vol.33A, pp.127-139, 1987.
- 7) Itoh, Y. : Ultimate Variations of Structural Steel Members, Dissertation presented to Nagoya University, 1984.
- 8) 伊藤義人, ハンマード・アミン, 馬淵誠司: 鋼構造実験情報に関する知識ベースシステムの作成, 構造工学論文集, Vol.38A, pp.517-528, 1992.
- 9) Itoh, Y., Yokoyama, H., and Maegawa, K. : Advisory System for Nonlinear Structural Analysis Using the Finite Element Method, *Proceeding of the Third Pacific Structural Steel Conference*, pp.181-188, 1992.
- 10) 伊藤義人, 輪崎博司, 宇佐美勉: インターネット上での鋼構造実験情報公開システムの開発に関する研究, 第23回土木情報システムシンポジウム論文集, Vol.7, pp.33-40, 1998.

- 11) Maddison, D.R. and Maddison, W.P. : The Tree of Life Project, <http://phylogeny.arizona.edu/tree/phylogeny.html>.
- 12) 宇宙開発事業団 : 宇宙環境利用研究データベース, <http://srdb.tksc.nasda.go.jp/index.html>.
- 13) 通産省工業技術院 : Research Information Open Data Base, <http://www.aist.go.jp/RIODB/>.
- 14) 月井雄二, 木原章, 鶴川義弘 : 原生生物における研究素材データベースの構築とネットワークでの公開, *Japanese Journal of Computer Science*, 2 (1), pp.5-13, 1995.
- 15) Dempsy, L. and Heery, R. : Metadata ; A Current View of Proactive and Issues, *Journal of Documentation*, Vol.54, No.2, pp.145-172, 1998.
- 16) Webster, A. C. : Network Multimedia Tools for Architectural Engineering, *Journal of Architectural Engineering*, ASCE, Vol.2, No.1, pp.11-19, 1996.
- 17) 土木学会鋼構造委員会・鋼構造新技術小委員会耐震設計研究WG : 鋼橋の耐震設計指針案と耐震設計のための新技術, 土木学会, 1987.
- 18) 鈴木森晶, 宇佐美勉 : 鋼製橋脚の激震時挙動に関する基礎的研究, NUCE Research Report No.9702, 名古屋大学大学院工学研究科土木工学専攻, 1997.
- 19) Elliotte Rusty Harold (戸松豊和訳) : *JAVA Networking Programming*, オーム社, 1997.
- 20) 才塚邦宏, 伊藤義人, 木曾英滋, 宇佐美勉 : 相似則を考慮したハイブリッド地震応答実験手法に関する考慮, *土木学会論文集*, No.507/I-30, pp.179-190, 1995.
- 21) Dublin Core Metadata Initiative : <http://purl.oclc.org/dc/>.
- 22) XML/SGMLサロン : 標準XML完全解説, 技術評論社, 1998.
- 23) 升谷正人 : *Active Server Pages構築術-Windows Webサーバー構築ガイド活用編*, ソフトバンク株式会社, 1998.
- 24) Bosak, J. : XML, Java, and the future of the Web, <http://metalab.unc.edu/pub/sun-info/standards/xml/why/xmlapps.htm>.
- 25) W3C : Extensible Markup Language (XML) 1.0, <http://www.w3.org/TR/REC-xml>.

(2001.3.8 受付)

**INFORMATION SHARING SYSTEM  
UNDER THE DISTRIBUTED COLLABORATION ENVIRONMENT VIA INTERNET  
FOR STRUCTURAL STEEL EXPERIMENTS**

Yoshito ITOH, Hiroshi WAZAKI and Takahiro ISHIYAMA

Sharing of experimental data on Internet can assist researchers and engineers to conduct their works. Many studies on structural steel experiment database have been undertaken. It was difficult to add data constantly, since conventional databases forced the database manager to collect experiment information. This research aims to develop the system which shares the experiment information from wide range of fields. It allows each institution to release the data under the distributed collaboration environment containing a metadata server following the Dublin Core. Accessing only a metadata server, the users are able to retrieve those data stored at the other servers.