

# 電子納品データベースの再利用支援システムの試作

学生氏名 戸谷 彰吾

指導教員 皆川 勝

国土交通省が発注者となっていて行っている公共事業の成果物の電子納品が行われているが、電子納品データは蓄積されるのみで再利用が円滑に行われていないことが課題としてあげられる。本研究では、データ利用者が二・三次的に利用する目的で電子納品データを収集し、それを独自の仕様で Web 上に一元管理することによって、蓄積された電子納品データを円滑に再利用できるプロトタイプシステムを試作した。本システムを用いた活動を通じてデータ利用者の必要とする電子納品データの再利用標準を見出すことが期待できる。

**Key Words:** 電子納品データベース, 再利用, Web アプリケーション, 情報共有, 標準化

## 1. はじめに

建設 CALS/EC の電子納品データベースとは国土交通省が発注する公共事業における計画、設計、施工、維持・管理というライフサイクルの各段階において、従来紙として発生していた文章・画像・図面等の情報を基準・要領等に従って電子化し、Web 上で保管・再利用するシステムとして構築したものである。電子化されたそれぞれのデータを電子納品データと呼ぶが、建設業界において電子納品データを扱う標準として XML(eXtensible Markup Language: (以下, XML)1.0 勧告)<sup>1)</sup>が採用された。

国土交通省が電子納品の運用に XML を用いたことから建設業界においてもこれを用いたデータ共有やデータ標準化に関する研究が行われている。

矢吹ら<sup>2)</sup>は、土木構造物・設備の維持管理や保守点検において、XML データベースを用いて異常を診断するための Web システムを構築した。

蒔苗ら<sup>3)</sup>は道路案内標識の維持管理のプロトタイプシステムに Web3D 技術の 1 つである Virtual Reality Modeling Language (以下, VRML)をインターフェイスとして利用した XML データベースと VRML の連携したシステムを報告した。

浪川ら<sup>4)</sup>は道路施設の維持管理に着目し、構造物を

WebGIS で管理するシステムと、土木設計業務等の電子納品要領(案)に対応した XML データベースを連携したシステムを構築した。

藤橋ら<sup>5)</sup>は地質ボーリングデータを対象とした XML データベースと WebGIS の連携システムを構築し、位置情報をキーとして地質調査資料整理要領(案)に則った成果品データを GIS で管理・検索する方法の一例を示した。これは XML データベースのインターフェイスに WebGIS を利用した例と言える。

矢吹らは CAD 環境<sup>6)</sup>・水力発電所の水圧鉄管<sup>7)</sup>・鋼構造接合部<sup>8)</sup>・PC 中空床版<sup>9)10)</sup>について構造物の 3 次元プロダクトモデルを提案し、データベースとしての検索が可能である点などを利点に挙げて XML で実装した。

中山ら<sup>11)</sup>は国土交通省の各種要領(案)・基準(案)に準拠して建設 CALS/EC に対応した情報総合システムの概要とそのサブシステムとして開発した情報共有システムを報告し、発注者だけではなく受注者にもメリットが生じる必要があると指摘している。

石倉ら<sup>12)</sup>は、発表論文の社内共有や共有文書の標準化を目的に、イントラネットに XML データベースを構築し、その活用事例を報告している。

建設 CALS/EC の電子納品データベースシステムの運用は建設業界全体に情報技術の促進をもたらしているが、現在の電子納品データベースシステムで標準化された電

電子納品データは、成果物データを発注者が規定の標準を用いて一般公開するデータである。これはデータ利用者にとってデータ閲覧できるシステムであるが、真に有効利用できるシステムとはいえない。

本研究では、蓄積された電子納品データを有効利用するための第一段階として、データ利用者が二・三次的に利用したい電子データを収集し、収集された電子データをさらにデータ利用者の仕様で分類し、データの管理を Web 上で一元的に行うプロトタイプシステムを試作した。

## 2. CALS/EC と電子納品データベースの概要

### 2.1 CALS と EC の誕生

Continuous Acquisition and Life-cycle Support(以下、CALS)はもともと米国の国防総省における調達や文章の電子化により業務を効率化する仕組みとして生まれた。この考えが民間企業にも広まり、企業間や組織間において、事業や製品等の計画、設計、製造、運用、保守というライフサイクルの各段階間や関係者間で発生する各種情報を電子化し、その伝達、共有、連携、再利用を効率的に行いコストの削減や生産性の向上を図ろうとする活動として CALS は捉えられている。

Electronic Commerce(以下、EC)は電子商取引を意味し、公告、入札、発注、決済などの行為をインターネットなどのネットワーク上で実現することである。

以上のことより、CALS/EC とは各分野の産業において事業執行の透明性の確保、品質の確保向上、業務実施の効率化によるコストの削減を求めつつ、事業のライフサイクルを通じて情報を電子化することによって、事業のライフサイクルをサポートすると共に統合情報管理システムの活動と目指す活動であるといえる。

### 2.2 建設 CALS/EC の導入効果

図-1 に示したように、公共機関が発注する公共事業における調査、計画、設計、管理の各段階において成果物を電子データとして扱い、その事業に関わる発注者、受注者、海外企業、他産業、国民が電子データを共有することによって、以下に示す業務体系の実現を想定することが出来る。

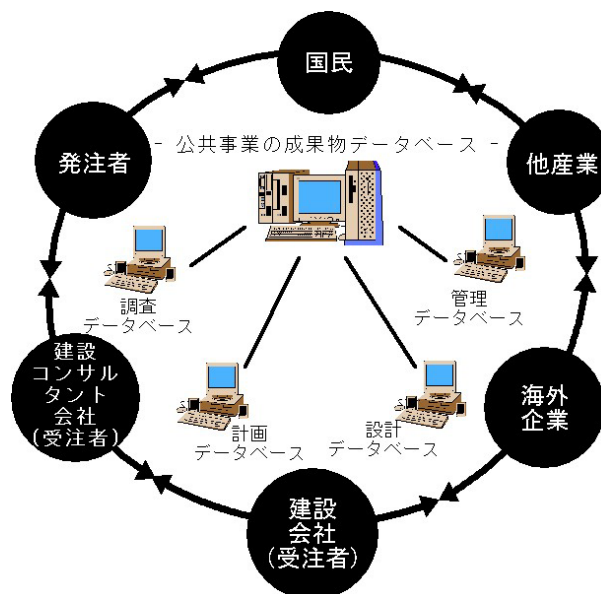


図-1 建設 CALS/EC の体系

- 確実かつ迅速な調達と取引
- 時間と場所の制約を受けない情報交換
- 情報共有による業務処理のスピードアップ
- 情報連携による事業執行の円滑化
- 事業と施設のライフサイクルの一貫した支援

公共事業に建設 CALS/EC を導入することによって、表-1 に示した建設 CALS/EC の導入効果を得ることが出来ることから、公共事業に関わる発注者、受注者はもとより、公共事業の真の顧客である国民にとってもそのメリットは大きい。

### 2.3 電子納品データベースの概要

国土交通省は、平成 11 年 8 月に「デジタル写真管理情報基準(案)」<sup>13)</sup>を運用開始した後、平成 12 年 3 月に「土木設計業務等の電子納品要領(案)」<sup>14)</sup>、「工事完成図書等の電子納品要領(案)」<sup>15)</sup>、「CAD 製図基準(案)」を策定、平成 12 年 6 月に「地質調査資料整理要領(案)」<sup>16)</sup>を改訂、平成 14 年 7 月に「測量成果電子納品要領(案)」<sup>17)</sup>(以下、要領案、基準案)を策定し、属性情報(件名、受注社名、概要等)、フォルダ構成、ファイル形式等を定めている。

現在行われている電子納品データベースの仕組みは、規定された要領案、基準案に基づいて成果物を構造化し電子化し、このデータを XSLT(eXtensible Stylesheet Language Transform) で体裁情報化し Web 上で標準化

表-1 建設 CALS/EC の導入効果

	導入効果	導入効果の受益者		
		発注者	受注者	国民
情報の電子化	1.省資源	○	○	○
	2.省スペース	○	○	
	3.検索時間の短縮	○		○
	4.国民への説明能力向上	○		○
通信ネットワークの利用	5.移動コストの削減		○	
	6.現場作業の安全性向上		○	
	7.住民情報サービスの向上			○
	8.防災・維持管理	○		○
情報の共有化	9.コストの縮減	○	○	○
	10.品質の向上	○	○	○
	11.社会資本の有効活用			○
	12.官民技術レベルの向上	○	○	

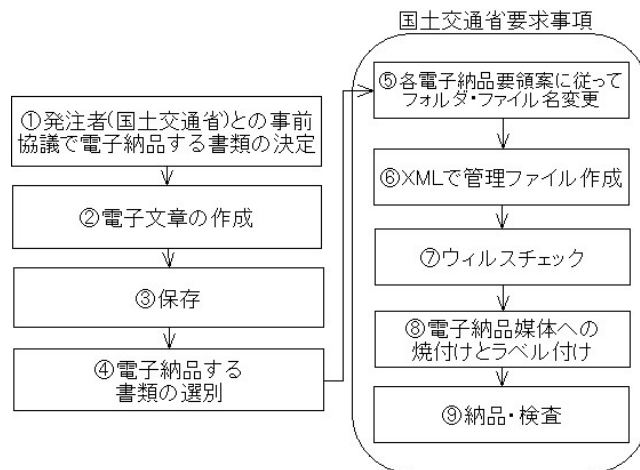


図-2 電子納品データとなる工事完成図書の作成手順

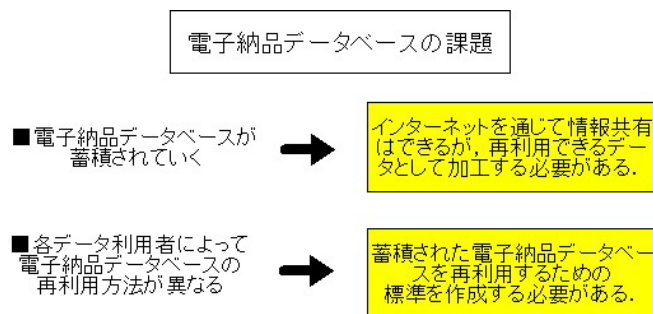


図-3 電子納品データベースの課題

された電子納品データを視覚的に閲覧可能にするものである。そして国土交通省の定めている要領案，基準案を元に，工事受注者が受注した工事における工事完成図書を作成していく。手順を図-2 に示す。

### 3. プロトタイプシステムにもたせる機能

#### 3.1 電子納品データベースの課題

蓄積された電子納品データベースはさまざまに二・三次利用されることにより大きなメリットを産出すと期待されている。そのためには，電子納品データを再利用できるデータとして再加工する必要があるが，再加工の様子はデータ利用者によって一般に異なる。そのため，電子納品データを再加工するための何らかの標準を作成する必要がある。以上の課題を図-3 にまとめた。

#### 3.2 具備すべき機能

データ利用者が必要となる図面・写真・文書などのデー

タ(以下,データ)を抽出して自由に加工することができれば，蓄積された電子納品データベースの有効利用が可能となる。また，電子納品データベースは XML でデータ構造が記述されているため，再利用するためのデータベースも XML で作成し，その XML 構造を解析すれば，データ利用者はどのような仕様で再利用データベースを構築しているかを調査することができる。もしも，問題が発生した場合，それがデータ利用者間の問題であれば，電子掲示板などのデータ利用者間の情報共有ツールで問題点を共有し，データベースを修正すればよい。また，システムに問題がある場合はそのシステム管理者に電子メールで不具合を伝える機能も必要である。

以上のことから，本研究では以下の機能をもつシステムを構築することとした。

#### (1) データの再加工機能

- 必要なデータを蓄積されている電子納品データベースから収集する。

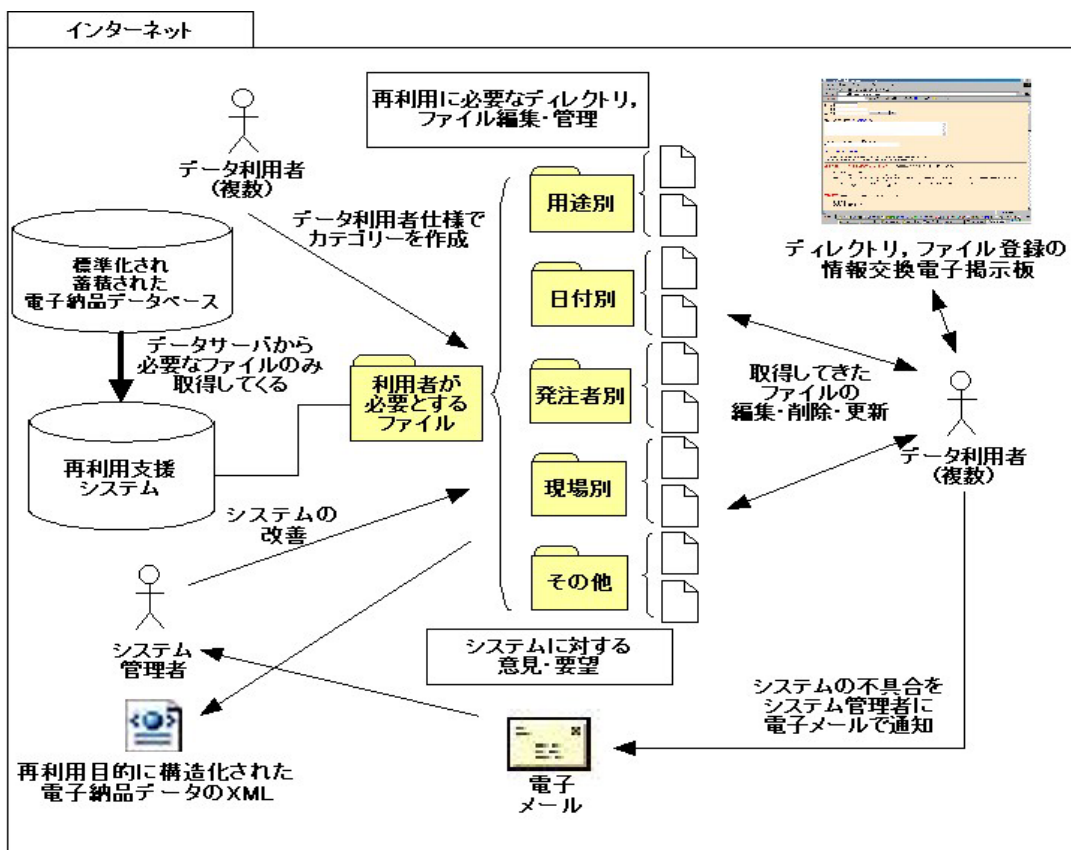


図-4 試作システムの概略図

- 収集してきた各々のデータを管理するカテゴリーを作成し、カテゴリーの意味を決める。
- カテゴリーの更新・削除を行う。
- 決定したカテゴリーにデータを登録し、登録するデータに説明を加える。
- 登録したデータの更新・削除を行う。

(2) 再利用標準策定のための情報取得機能

- データ利用者が作成したカテゴリーに関する情報を取得する。
- データ利用者が実施したデータ管理に関する情報を取得する。

(3) 利用者間での問題点の共有機能

- データ利用者間で問題が生じた場合、それを伝達する手段としての電子掲示板機能。

(4) システムの不具合の報告機能

- システム間で問題が生じた場合、それをシステム管理者に伝える電子メール機能。

なお、すべての作業をインターネット上で行えるようにWebベースのアプリケーションを作成すべきことはいうまでもない。以上に示した機能を有するシステムの概要を図-4に示す。

4. 本研究で使用した要素技術

4.1 Unified Modeling Language

Unified Modeling Language(以下、UML)とはシステム設計を行う言語で、OMG(Object Modeling Group)<sup>18)</sup>により標準化された、システムの成果物を仕様化、図式化して、システムの設計図を作成するための世界標準言語である。UMLを用いてシステム設計をすることによって、現在開発しているシステムの工程を開発者同士でイメージとして共有できる。図-5に示すようにUMLの知識がある者であれば、世界中の誰とでもそのシステムのイメージを共有できる。UMLには幾つかの表記法があり、それらを組み合わせてシステムの全体像を図的に表現する。



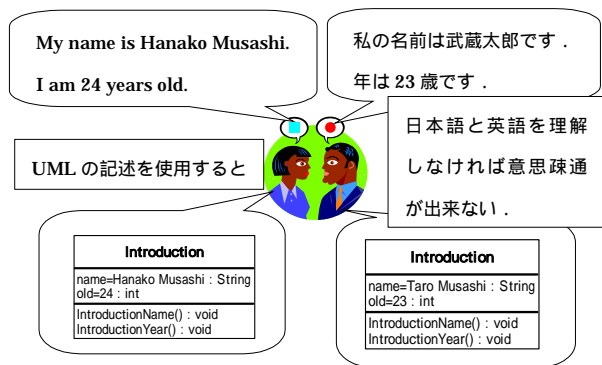


図-5 UML のイメージ

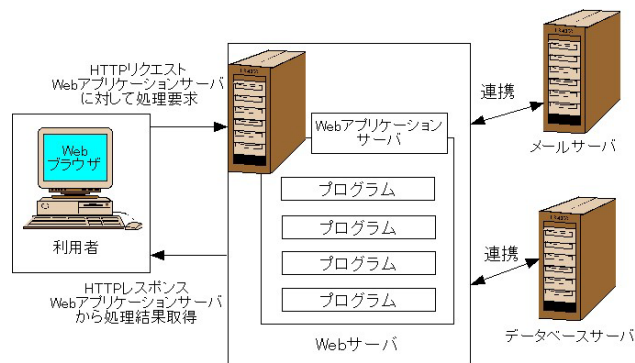


図-6 Web アプリケーションサーバの仕組み

## 4.2 Java 言語

Java 言語は Sun Microsystems 社が 1991 年に開発したプログラミング言語であり、C 言語に似た表記法を採用しているが、オブジェクト指向言語である。また、強力なセキュリティ機構や豊富なネットワーク関連の機能が標準で搭載されており、ネットワーク環境で利用されることを強く意識した仕様になっている。そして Java 言語の汎用性の高さは Java 最大の特長であり、「Write Once, Run Anywhere(一度コードを書けばどんな環境でも動作する)」というキャッチコピーで、その利便性が強く主張されている。

## 4.3 Web アプリケーション技術

### (1) Web アプリケーション

Web アプリケーションとは、クライアントに Web ブラウザという単一のインターフェイスを通してさまざまなサービスを提供するアプリケーションのことである。図-6 で示すように、クライアント側に Web ブラウザさえあればよく、他のアプリケーションをインストールする必要がない。Web アプリケーションでは、アプリケーションに関する処理はサーバがすべて行うので、クライアントは処理結果を受け取るだけである。

### (2) Web アプリケーションサーバ

Web アプリケーションサーバは(1)で示した Web アプリケーションの機能を提供するサーバのことをいう。多くのサーバが単一の機能を提供するのに対して、Web アプリケーションサーバは、Web アプリケーションをサーバ上で実行してさまざまなサービスを提供する。

### (3) Java サーブレット

Java サーブレットは Sun Microsystems 社が 1995 年に提唱した言語で、Java 言語を Web アプリケーション開発に使用するという目的で考え出された言語である。Java サーブレットは Java 言語で記述するため、Java 言語の持っている特徴をそのまま持っている。

また、Java サーブレットは、サーブレットコンテナと呼ばれる実行環境が、Common Gateway Interface(以下、CGI)などと同じように Web サーバと連携している。CGI などの相違点は、CGI はリクエストのたびにプロセスを生成しプログラムを実行するのに対し、Java サーブレットは常駐しているサーブレットコンテナに必要なプログラムを引っ張り出してきて、コンテナ上で実行するという点にある。CGI などはリクエストの度にプロセスを生成するので、リクエストの数だけプロセスが発生する。しかし、Java サーブレットはプロセスよりも軽量のスレッドを用いる。複数のスレッドをあらかじめ用意しておき、リクエストごとにこのスレッドを割り当て並行的に処理されるため他の技術と比べ、高速なサービスを提供できる。

### (4) Java Server Pages

Java Server Pages(以下、JSP)はサーバサイドで処理を行う Java 言語である。JSP は PHP(Hypertext Preprocessor)や ASP(Active Server Pages)と同じサーバサイド・スクリプトである。Hyper Text Markup Language(以下、HTML)の中に Java 言語で書かれたソースコードを埋め込む。Java サーブレットは Web サーバと連携して動作し、さまざまな処理を行うには優れた

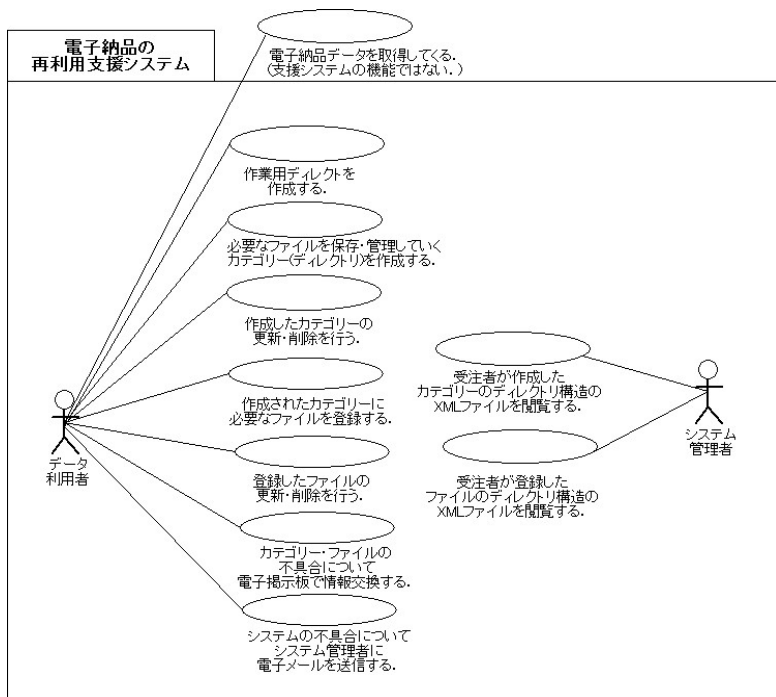


図-7 試作システムのユースケース図

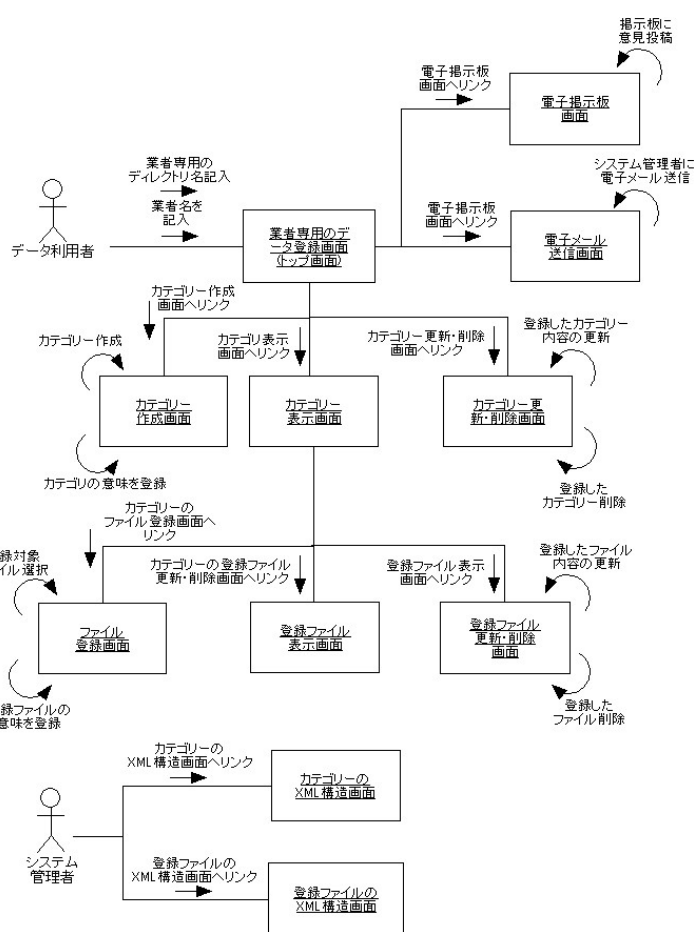


図-9 試作システムのコラボレーション図

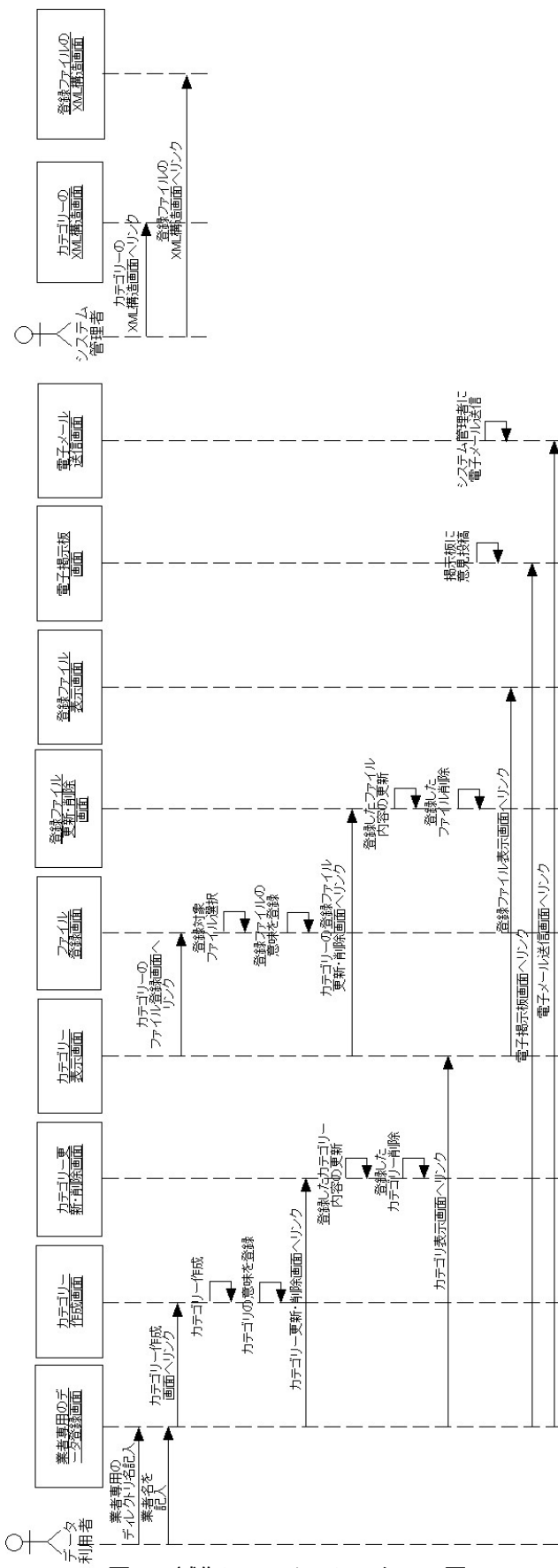


図-8 試作システムのシーケンス図

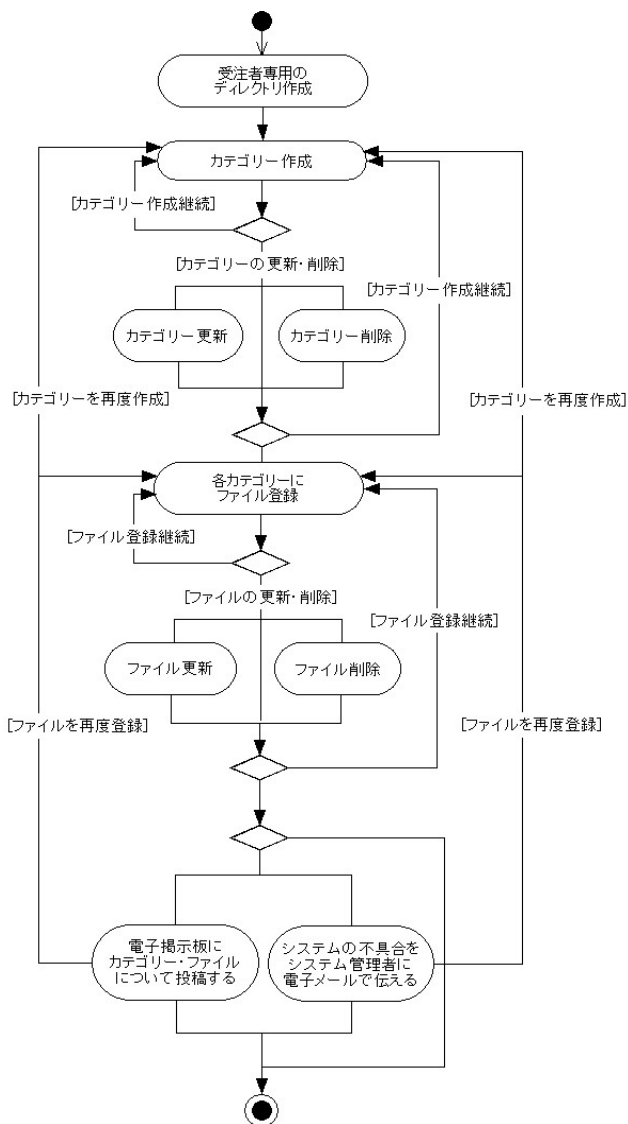


図-10 試作システムのアクティビティ図

表-2 試作システムのプログラム

ファイル名	生成のタイミング	内容
Dir.java	初めから生成	データ登録者が要求したカテゴリを作成する画面、ファイル登録する画面、カテゴリを作成するJSPファイル、カテゴリのデータ構造のXMLファイル・XSLTファイル、ファイル登録をするJSPファイル、登録ファイルのデータ構造のXMLファイル・XSLTファイルを生成する。
Dir_disp.java	初めから生成	データ利用者が作成したカテゴリ構造を表示する。
Dir_update.java	初めから生成	データ利用者が作成したカテゴリ構造を更新する。
Dir_remove.java	初めから生成	データ利用者が作成したカテゴリ構造を削除する。
File_disp.java	初めから生成	データ利用者が登録したファイル構造を表示する。
File_update.java	初めから生成	データ利用者が登録したファイル構造を更新する。
File_remove.java	初めから生成	データ利用者が登録したファイル構造を削除する。
BBS_Kiji.java	初めから生成	データ利用者間で情報共有をするための電子掲示板の内容を表示する。
Kiji_Insert.java	初めから生成	データ利用者間での情報共有をするための電子掲示板の内容の新規書き込みを行う。
Mail.java	初めから生成	システム内での不具合をシステム管理者に報告するための電子メールを送信する。
submit.jsp (カテゴリ作成)	Dir.javaの処理後生成	データ利用者が要求したカテゴリを作成する。
submit.jsp (ファイル登録)	Dir.javaの処理後生成	データ利用者が要求したファイルを登録する。
dir.xml	Dir.javaの処理後生成	データ利用者が作成したカテゴリのデータ構造
dir.xsl	Dir.javaの処理後生成	データ利用者が作成したカテゴリのデータ構造の体裁情報
file.xml	Dir.javaの処理後生成	データ利用者が登録したファイルのデータ構造
file.xsl	Dir.javaの処理後生成	データ利用者が登録したファイルのデータ構造の体裁情報

道具であるが、最終出力である HTML の生成という部分を扱うには扱いにくい。これに対し JSP はプログラムの流れは追いにくくなるという欠点はあるが、HTML の生成に関しては扱いやすいという利点がある。

## 5. 本研究で試作するシステム概要

### 5.1 システム設計

本研究における Web アプリケーションサーバとして、オープンソースでインターネット上で無償配布が行われている Tomcat4.1.24(以下、Tomcat)を用いた。なお Tomcat は Web サーバとしての機能も果たしている。システム構築は UML でのシステムの設計を行い、Java 言語でシステムの実装を行った。

試作するシステムの UML による設計に関して、ユー

ザがシステムに要求する機能を表現するユースケース図(図-7)、システムの対象物(以下、オブジェクト)間での処理のやり取りを表現するシーケンス図(図-8)、オブジェクト間の静的なつながりを表現するコラボレーション図(図-9)、システムのひとまとまりの流れを示すアクティビティ図(図-10)を示す。これらの他にもシステムにおけるクラス間の静的なつながりを表現するクラス図、システムにおける一つのオブジェクトに対する生成から消滅までのライフサイクルを表現する状態チャート図、プログラムやソフトウェアの部分表現するコンポーネント図、システム実行のハードウェアの構成を表現する配置図があるが紙面の都合で省略する。

### 5.2 システム実装

プログラムには Java サーブレットを用いた。Java サ

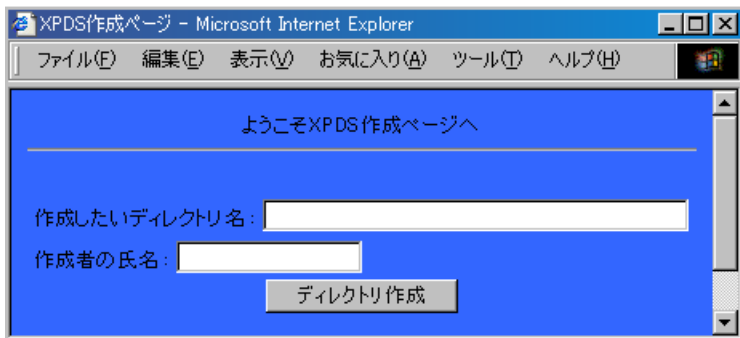


図-11 作業用ディレクトリ作成画面

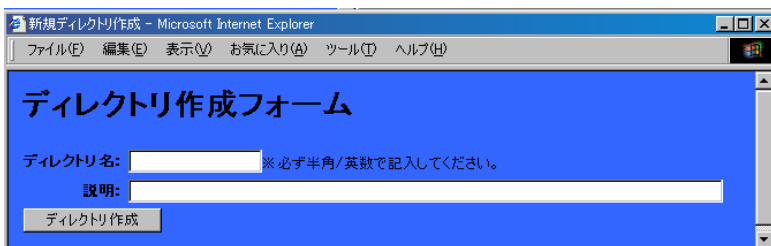


図-12 カテゴリー作成画面

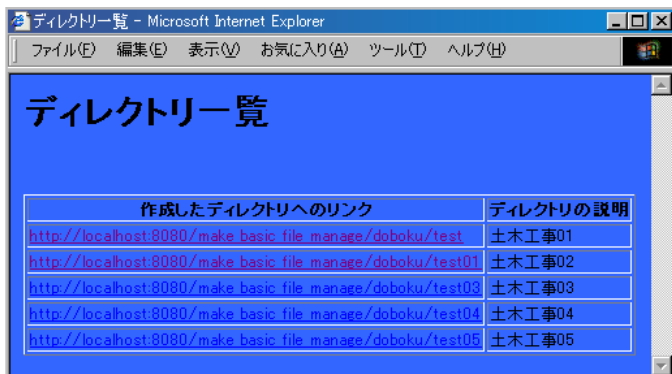


図-13 カテゴリー表示画面



図-14 カテゴリー更新・削除画面

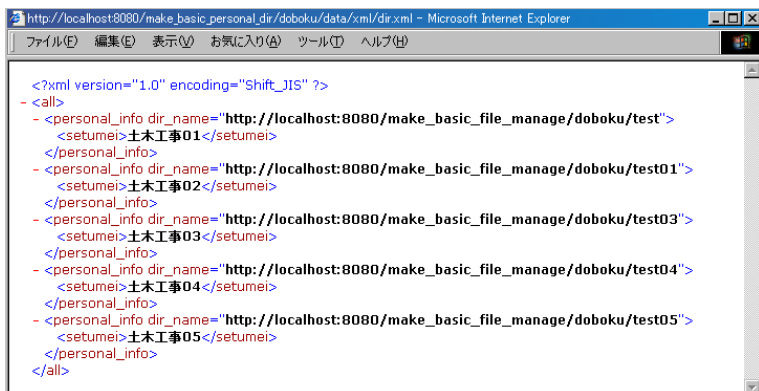


図-15 カテゴリーのXML構造画面

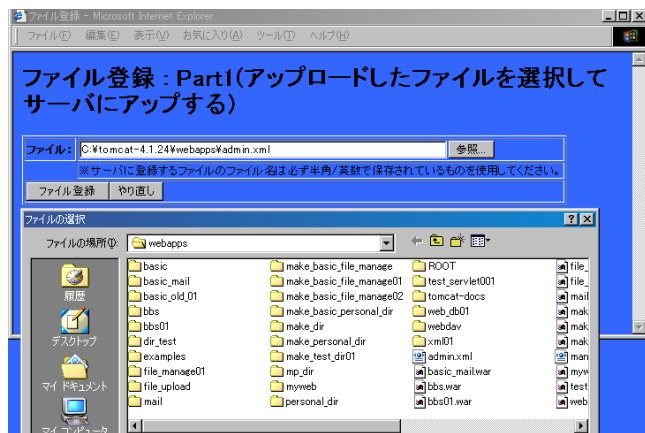


図-16 登録データの選択画面

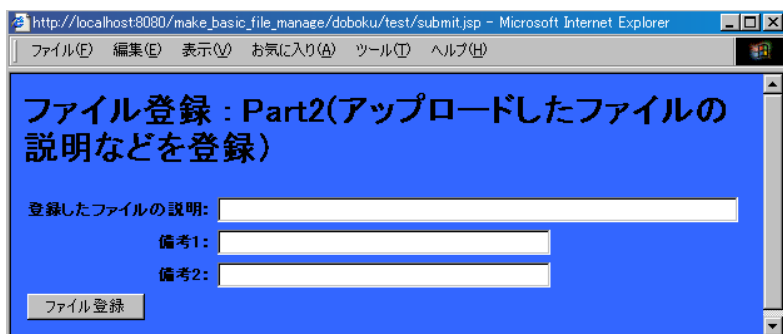


図-17 登録データの意味登録画面



図-18 登録データの表示画面



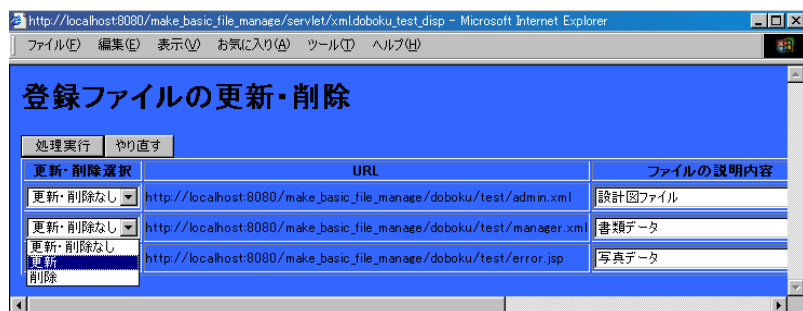


図-19 登録ファイルの表示画面

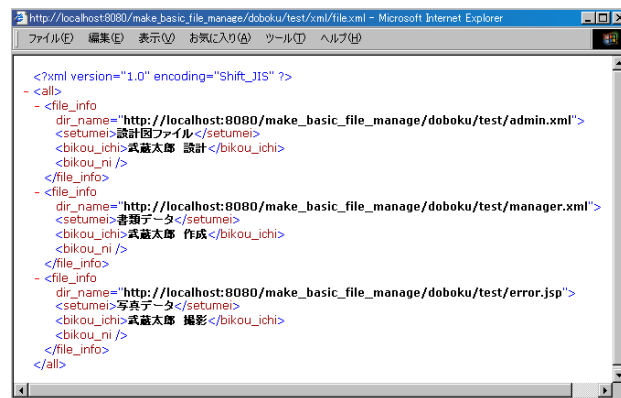


図-20 登録ファイルのXML構造画面

ープレットで記述されたプログラムが、必要な JSP ファイル, XML ファイル, XSLT ファイルを自動生成する仕組みとなっている。作成したプログラムを表-2 に示す。

### 5.3 システムの操作手順における処理の流れ

本研究で試作したシステムは図-10 のアクティビティ図に示した通りである。以下に試作したシステムの操作画面を示す。

図-11 の画面ではデータ利用者が作業ディレクトリを作成する。

図-12 の画面ではデータ利用者が作業ディレクトリを作成した後、データ利用者の仕様でデータを登録するためのカテゴリ作成とそのカテゴリの意味を入力する。

図-13 の画面では作成したカテゴリの表示を行っている。

図-14 の画面では作成したカテゴリの更新、あるいは削除を行う。

図-15 の画面では作成したカテゴリのディレクトリ構造を XML で表示している。

図-16 の画面では作成したカテゴリにデータ登録を行う画面で、どのファイルを格納するか選択している。

図-17 の画面では登録するファイルの説明を入力する。

図-18 の画面では登録したファイルの表示を行っている。

図-19 の画面では登録したファイルの更新、削除を行っている。

図-20 の画面では登録したファイルの登録データ構造を XML で表示している。

## 6. 結論

国土交通省が中心になって進めている電子納品データベースシステムの運用にあたり、蓄積された電子納品データをどのように再利用するか、また再利用の標準をどのように決めていくかという課題に対して、本研究では、その課題解決のための Web アプリケーションを試作した。

試作したシステムは Web 上で操作が可能のため、このシステムさえあれば、必要とする情報を Web で共有し、データ管理を行うことが出来る。また、データの管理構造を XML で出力できるため、どのように再利用データベースが作成されているかを把握することもできる。今後このようなアプリケーションを用いて、電子納品データの再利用標準が確立されていくことが期待される。

**謝辞:** 本研究を進めるにあたり皆川勝教授及び佐藤安雄技士には多大なるご支援と十分な研究環境を頂きました。また 2003 年修士修了の田村郷司氏(現 NTT コミュニケーションズ)には、種々のご指導を頂きました。増田陳紀先生及び白旗弘実先生にはご多忙のなか、本論文の査読をして頂きました。ここに感謝の意を表します。

## 参考文献

- 1) Kevin Dick, XML A Manager's Guide Second Edition, Addison-Wesley, 2003.
- 2) 矢吹信喜, 植田国彦, 小谷隼: 設備診断を目的とした Web サービスによる遠隔音響情報データベースの構築, 土木情報利用技術論文集, Vol.12, I-28, pp.257-264, 2003.10.
- 3) 蒔苗耕司, 伊東俊明: 道路建設管理システムインター

フェイスへのWeb3Dの応用,土木情報システム論文集, Vol.10, I-14, pp.121-128, 2001.10.

4) 浪川良春, 老 和久: WEB 統合型データ管理 GIS, 第 25 回土木情報システムシンポジウム講演集, -27, pp.103-106, 2000.10.

5) 藤橋政範, 横山勲治, 佐原明弘, 村上大輔, 窪田諭: 建設 CALS/EC に対応した地質ボーリングデータの WebGIS 版管理システムの開発, 第 26 回土木情報システムシンポジウム講演集, -7, pp.25-28, 2001.10.

6) 矢吹信喜, 伊東大輔: 3次元プロダクトモデルと電子タグによる水圧鉄管の点検情報システム, 土木情報システム論文集, Vol.10, -13, pp.113-120, 2001.10.

7) 矢吹信喜, 志谷倫章, 宮島良将, 岸徳光: 統合化された鋼構造接合部の設計システムに関する研究, 土木情報システム論文集, Vol.10, -20, pp.175-184, 2001.10.

8) 矢吹信喜, 小谷隼, 小室雅人, ヒュンジュン・キム: マルチエージェントとプロダクトモデルを用いた 3次元 CAD 環境, 第 27 回土木情報システムシンポジウム論文集, -1, pp.1-8, 2002.10.

9) 矢吹信喜, 古川将也, 加藤佳孝, 横田勉, 小西哲史: プロダクトモデルによる PC 中空床版橋の設計照査と概略積算の統合化, 2001 年度土木情報システム論文集, Vol.10/ -24, pp.213-220, 2001.10.

10) 矢吹信喜, 志谷倫章: IFC に基づいた PC 中空床版橋の 3次元プロダクトモデルの開発, 第 27 回土木情報シ

ステムシンポジウム論文集, -5, pp.35-44, 2002.10.

11) 山中俊幸, 井上直洋, 八幡泰史: 建設 CALS/EC に対応した情報共有システムの開発, 第 25 回土木情報システムシンポジウム講演集, -26, pp.99-102, 2000.10.

12) 石倉正英, 山本隆彦, 大岩忠男, 畑久仁明: XML のイントラネット土木技術情報データベースへの適用, 第 25 回土木情報システムシンポジウム講演集, -13, pp.49-52, 2000.10.

13) 国土交通省: デジタル写真管理情報基準(案), <http://www.nilim.go.jp/japanese/denshi/calsec/rule/photo2.pdf>, 2002.7.

14) 国土交通省: 土木設計業務等の電子納品要領(案), <http://www.nilim.go.jp/japanese/denshi/calsec/rule/design.pdf>, 2001.8.

15) 国土交通省: 工事完成図書電子納品要領(案), <http://www.nilim.go.jp/japanese/denshi/calsec/rule/const.pdf>, 2001.8.

16) 国土交通省: CAD 製図基準(案), <http://www.nilim.go.jp/japanese/denshi/calsec/rule/cad2.pdf>, 2002.7.

17) 国土交通省: 測量成果電子納品要領(案), <http://www.nilim.go.jp/japanese/denshi/calsec/rule/survey.pdf>, 2002.7.

18) Object Modeling Group: <http://www.omg.org/>, 1997.1.

## Prototype Support System to Reuse Electronic Delivery Databases

Shogo TOYA supervised by Masaru MINAGAWA

Electronic deliveries of construction documents produced in the process of public works ordered by public organizations such as Ministry of Land, Infrastructures and Transport have been done in the past several years. Although great amount of electronic data has been accumulated through this sort of activity, the data have not been reused smoothly yet because of the lack of support systems. In this study, the author constructed a prototype support system to smoothly reuse accumulated electronic delivery databases. By using this system, you might be able to find a desirable control standard to manage electronic delivery databases.