

# エージェントを用いた分散・独立・連携型 電子納品検索システムの開発

学生指名 栗原 正博  
指導教員 皆川 勝

国土交通省が発注者となって行っている公共事業において成果物の電子納品が行われている。今後膨大な量の電子データが蓄積されることから、効率的な情報検索が必要となっている。また電子納品データは、各地方整備局などに分散管理され、全体として管理するためにはデータベースの統合化が必要となる。本研究では、分散管理されたデータベースの統合化手法として、エージェントを用いたデータベース統合化手法を用い、電子納品データベースの統合化システムを構築した。また、検索効率の向上を図るため、検索テンプレートを自ら作成できるシステムの開発を行った。これらにより、分散管理された電子納品データの効率的な検索と再利用を図ることができる。

*Key Words : electronic delivery database, data sharing, CALS/EC, multi-agent system, intelligent search*

## 1. はじめに

### (1) 研究背景

日本の社会資本整備は、国民生活や経済生活を支える上で程度満足される水準に達した。しかし、高度経済成長期の際急速に整備を行った社会資本が、2010年代に一齐に補修・更新の時期を迎える。そして社会資本の普及に伴い、新規建設・整備から維持管理へと視点が移行している。

また図-1<sup>1)</sup>に示す日本の政府土木投資額の推移とその伸び率より、建設投資は年々減少傾向にあることがわかる。税収の落ち込みや、少子高齢化からの影響から社会保障費が増大し、財政は圧迫されており、特に約 800兆円にも迫る勢いで増大している国の借金は大きな問題となっている。それら事実から、公共投資は減少し続けており、その傾向は続くと思われる。

このように限られた予算制約の中、これまでに建設された膨大な土木構造物のストックを維持しなければならない。より効率的且つ戦略的な土木構造物の建設・維持

管理が求められている。

その解決策の一つが、情報の有効活用である。そうすることで、事業の企画や管理に要する費用を減らす事に役立ち、既存の構造物の構造諸元や老朽化状況などを的確に判断し、適切な時期に必要な最小限の維持・補修を行うことができる<sup>2)</sup>。そのためには、情報の加工や管理、選別といった技術が必要である。

米国<sup>3) 4)</sup>では日本よりも早い時期から建設業界に IT を取り入れ、情報共有や事業効率の向上を目指してきた。しかし、現在事務作業における文書処理の効率を向上させるパッケージソフトは多数存在するが、事業者同士の情報共有システムには進展がみられていない。フォーマットの統一問題や、情報設備の格差が主な原因と考えられている。これは日米の建設業界共通の問題であり、情報共有技術の開発が求められている。

これらの流れのなか、政府主導によって、2005年度には公共事業全般に対し電子納品が導入された。電子納品とは、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納品する成果品を、電子データとするものである。データを電子化して管理し、再利用することによる作業の効率化、品質の向上を目的としている。納品データは、設計図書、契約図書、製品仕様書など、構造物の情報が網羅されており、それらを適宜入手することができれば、維持管理や災害時に有効である。

そのため、国家主導の建設情報化推進方策として、国土交通省は電子納品データを検索、閲覧、管理するための電子納品保管管理システム<sup>5)</sup>を構築した。電子納品保

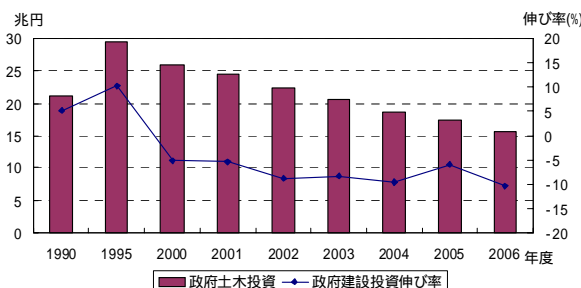


図-1 政府土木投資額の推移

管理システムは納品された電子データを保管し、機関内部で納品された情報の検索や閲覧ができるシステムである。当初のシステムでは、データを保管する機能に留まっていたが、川城ら<sup>6)</sup>は、電子納品データ有効利用を目的とし、既存の電子納品保管管理システムの改良を行い、新保管管理システムを開発した。その結果、導入時のカスタマイズが安価にでき、維持管理データベースの自動更新機能とデータの登録、検索の利便性が向上された。また本年度より、地方公共団体等への電子納品の普及促進及び重複したシステム開発の排除を目的とし、システムを無償公開している。このシステムにより、ある程度の検索や再利用の効率化が期待できるが、電子データは各地方整備局などに分散管理されるため、全体として管理や、情報の検索を行うにはデータベースの統合化が必要となる。

また、公共事業によって毎年発生する電子データの量は 10TB 以上のデータとなる。維持管理のことを考えた場合、それらのデータは構造物が寿命を迎えるまでの間、保管されている必要がある。土木構造物の耐用年数は、60～80 年と長期間にわたる。それまでの期間に蓄積されるデータの量は、単純計算でも 600～800TB となり、莫大な量となるため、必要な情報を入手するには困難が予想される。

そこで本研究では、3 章にて既存または新規のシステムを連携させ、場所や時代の変化にとらわれず、必要な情報を入手するための手法を電子納品に適用する。また 4 章にて、その手法の不足部分を補う目的で、自由に検索項目や検索するデータベースを選択することができ、それら検索の条件を誰もが何度も再利用することができる、新たな検索手法を提案する。

## (2) エージェントを用いた分散・独立・連携型電子納品検索システムの開発目的

電子納品の導入による利点の一つである納品データの再利用は、現在あまりなされていない。その主たる原因として、すべての納品データがデータベース化されていない点と、再利用に有効なアプリケーションツールが開発されていないという二点が考えられる。

山中ら<sup>7)</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。

浪川ら<sup>8)</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。地図上からの検索や、多彩な条件

検索機能を持っているが、検索条件が固定されており、柔軟な検索を行うことができない。

皆川ら<sup>9)</sup>は、電子納品データの利用方法として、データ利用者の知識やノウハウを履歴として蓄積し、利用方法を継承することで、データの円滑な利活用する方法を提案した。しかし、莫大な量の電子データからの情報の検索は考慮されていない。

公共事業全般が電子納品の対象になりつつあるため、今後は電子データが蓄積されてゆき、膨大な量となることが予想される。電子納品データの有効活用を行うためには、分散管理される膨大なデータから、効率的に必要なデータを取得することが重要となる。

そこで本研究では、分散管理されたデータベースの統合化手法として、佐藤<sup>10)</sup>が提案した建設情報統合エージェントシステムを応用し、エージェントを用いた分散・独立・連携型電子納品検索システム(以下、本検索システム)を構築する。このシステムは、Web を用いてそれぞれのデータベースを連携させ、電子納品データの検索等を容易にする手法である。

## (3) 検索テンプレート作成・保管・管理システムの開発目的

佐藤<sup>10)</sup>によると、エージェントを用いた既存のデータベース統合は、実証実験利用者アンケートの結果や導入コスト、既存データベースの影響が少ないなどの面から、有効であるとしている。その反面、課題として以下の点を挙げている。

### a) 回線速度の向上

検索結果は PDF や CAD、写真など、様々なファイル形式で存在する。PDF や CAD データには数 MB の大きなファイルが存在するため、ファイルを開く場合には時間がかかる。つまり大容量ファイルの円滑な交換には、回線速度の向上が必要となる。

### b) 適切な検索項目の選択

データベースの複数項目に対する同時検索や、選択項目の読み替え、文字情報と数値情報に分けた検索などの機能の実現が必要である。

### c) 言葉のばらつきによる検索障壁の回避

例えば、「武蔵工業大学」と「武蔵工大」は同じ意味であるが、コンピュータはそれらを別の言葉と認識するため、検索結果は変化する。また、現在供用中の施設と、建設中の施設の名称が異なる場合があるため、検索に支障をきたす。

以上の問題に対し、回線速度の向上は、ADSL や光ファイバーなどの活用により解決が可能である。また、言葉のばらつきの問題は、オントロジーの問題である。これは、(財)日本建設情報総合センターが情報の定義など

を標準化し、情報共有を確かにする目的で、「建設情報標準分類体系 Ver1.0」を開発、公開<sup>11)</sup>しているほか、内田ら<sup>12)</sup>は土木用語辞典の見出し語から自動的にオントロジーを抽出する方法を試みている。

そこで適切な検索項目の選択による検索効率向上に着目し、エージェント機能を埋め込ませた検索用テンプレート作成・保管・管理システム（以下、本支援システム）を開発する。

本支援システムは、主に検索時に必ず利用される検索テンプレートを自ら作成し、そのテンプレートを保管、再利用するシステムである。検索テンプレートとは、データベースとユーザとのインターフェイスとして存在し、検索内容を入力する画面のことを指す。検索テンプレート作成は、検索項目を複数選択するなどといった機能を設ける。川城らによる新保管

また本支援システムは、情報の共有や、異なる状況下におけるデータ検索において有効である。作成したテンプレートはサーバに保存、共有され、誰でも使用できる。これは検索ノウハウの共有化に繋がり、本検索システムのデータベース統合化によるデータの共有化も含め、システム全体が情報の共有化に有効である。また、検索目的から検索テンプレートを選択できるため、計画、設計、施工、維持管理と、要求される情報が異なる状況下での電子納品データ検索に対応することができる。

## 2. CALS/EC と電子納品システム

### (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が文章を電子化し、業務を効率化するために提案した仕組みである。この考えが民間企業にも広まり、CALS は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。

CALS/EC は以上を前提とし、各分野の産業における事業執行の透明性の確保、品質の向上、業務実施の効率化によるコストの削減を目的とし、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これらの行動を統合された管理システムの下で活動することを目指す構想である。

### (2) CALS/EC の導入効果

図-2 は、公共事業でやり取りされる一般的な成果品の流れを图示したものである。受発注間において各業務間に発生した図面や計算書、報告書といった情報の交換は紙で行われていた。

それら各段階における成果品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。

- 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 CALS/EC を導入することによって、表-1 に示した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。

### (3) 電子納品の概要

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。平成 16 年 6 月に各要領(案)は必要に応じて改訂された。

現在行われている電子納品の仕組みは、規定された要領案、基準案に基づいて成果物を構造化された電子データとし、このデータを XSLT(eXtensible Stylesheet Language Transform) で体裁情報化し、Web 上で閲覧可能にするものである。

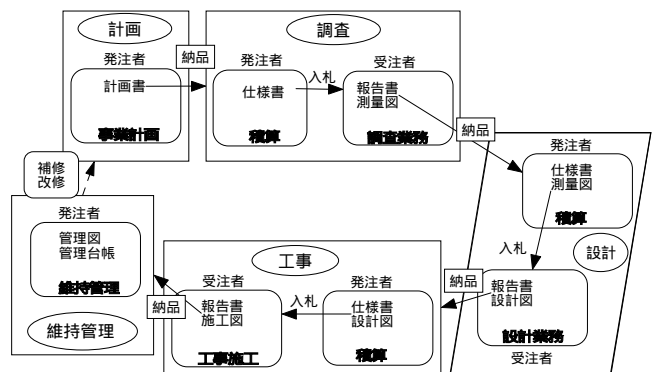


図-2 一般的な成果品の流れ

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	省資源 省スペース 検索時間の短縮 国民への説明能力の向上			
通信ネットワークの使用	移動コストの削減 現場作業の安全性向上 住民情報サービスの向上 防災・維持管理			
情報の共有化	コストの縮減 品質の向上 社会資本の有効活用 官民技術レベルの向上			

### 3. エージェントを用いた分散・独立・連携型電子納品検索システムの開発

#### (1) 本検索システムで用いた既存技術について

##### a) エージェント

エージェントとは、「代理人、動作主」という意味である。情報処理の分野における「エージェント」という概念には、様々な解釈が存在する。「デジタルネットワーク上で自立的に行動し、協調、交渉、仲介、集約といった知的な作業を行うソフトウェアシステム」<sup>18)</sup>を広くエージェントと呼んでおり、直接人間からではなく、エージェントや他のソフトウェアなどから依頼を受けるソフトウェアもエージェントという概念に含まれる。

エージェントは、情報処理の分野において様々な場面で利用されている。その利用目的としては、既存情報の不整合への対応、システムの役割分担、分散したサービスの統一利用、サービス経路の多様化への対応、サービスへの付加情報の提供などである<sup>10)</sup>。

##### B) ポータル

ポータルとは、インターネットもしくは Web アプリケーションにおける入り口を意味する。インターネット上のポータルサービスとしては、ホームページを検索する「検索サービス」をはじめ、ニュース、株価などの最新情報を提供する「情報サービス」、Web メールやチャット、電子掲示板などの「コミュニティサービス」がある。

エージェントシステムにおけるポータルの機能は、以下の通りである<sup>19)</sup>。

- ・ ユーザの要求を受ける
- ・ 他のエージェントまたはサービスを利用する
- ・ ユーザに回答する
- ・ ユーザ情報から不足情報を補う
- ・ ユーザに不足情報を問い合わせる
- ・ エージェントからの要求を受ける
- ・ エージェントへ回答する
- ・ ユーザの情報を保持する

- ・ ユーザの利用環境に合わせて情報を提供する
- ネットワークには異なるポータルの混在が可能で、サーバだけでなく個人の管理するパソコンや携帯電話にポータルを設置できる。また、一つのポータルが同時に複数のユーザにサービスを提供することや、一人のユーザが複数のポータルを利用することも可能である。

#### C) XML-RPC

XML-RPC はインターネット上でリモート手続き呼び出しを行うための方法で、OS などのプラットフォームに影響されずに利用することが可能である。プログラムも数キロバイトと軽いため、様々な OS が混在している環境において利用することができる。

#### (2) システムの特徴

本検索システムでは、エージェントを用いる事によって異なるデータベースを連携させ、データベースの相違を意識することなく情報検索を行うことが可能となる。また、検索テンプレートを用いることで、必要な項目に絞った検索が可能となる。以下にその主な特徴を示す。

##### a) 分散管理されたデータベースを検索

ネットワーク上で分散管理されたデータベースを、エージェントを用いて登録しているすべてのデータベースに対し、同時に検索することが可能である。

本検索システムにおけるエージェントの大きな役割は、ユーザに代わりネットワーク上に分散する各データベースにアクセスし、検索を行い、結果を返すことである。これは分散独立したサービスを統一利用することにあたる。本検索システムにおいてエージェントは、

- ・ 既存データベースの変更が少ないこと
- ・ 個別データベースの変更情報が反映できること
- ・ 個別データベースへの負荷の制御ができること

の条件下で構築される必要がある。

また、統合化する個々の電子納品データベースは

- ・ 分散している
- ・ システム環境 (OS, アプリケーション) が統一されていない。ただし、アプリケーションに関しては、電子納品保管管理システムの普及により、統一されてゆく可能性はある。
- ・ データベースの構造などの仕様変更が発生する
- ・ 言葉の意味や概念の変化が発生する

といった特徴があるため、エージェントはこれらの障壁をユーザに成り代わって回避し、必要なサービスを利用する役割がある。

##### b) データベースの独自性の確保

統合データベースを構築するためには、分散管理されたデータベースの情報を利用するため、データベース間の仕様や構造を統一する必要がある。しかし、既存のデ



検索条件を受け取ったそれぞれの XML データベースは、条件に合致したデータの概要をエージェントに返し、データベース内に収められている実体データのリンク先と共に Web を通して表示させる。その後、もしクライアントが写真や、CAD 図面といった実体データを要求している場合には、リンク先からアクセスする。そして実体データの位置を参照し、データベース側のサーバを通してクライアントに表示する。

図-5 に本検索システムの種類を示す。本検索システムはポータルサーバであるシステム A、通信層であるシステム B、検索先データベースサーバであるシステム C という 3 層に分類される。データベース層は実験において利用するものであり、実際の電子納品データベースをイエローページに登録することで検索が可能なシステムを構築する。

#### a)ポータルサーバ

図-6 にシステム A 部分の構成を示す。ポータル機能は、ユーザと本検索システムとのインターフェイスとして存在し、機能間の仲介を行う。テンプレート作成・保管・管理機能は、検索テンプレート全般に関するアプリケーションとして存在する。イエローページ機能は、接続先データベースに関する情報を保持し、それらの情報をポータル機能、テンプレート機能へと提供するために存在する。

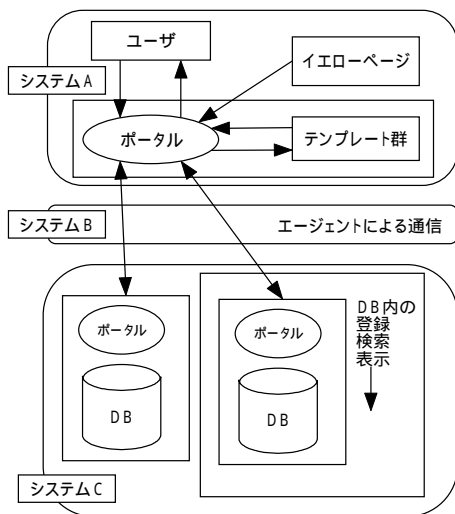


図-5 本検索システムの種類

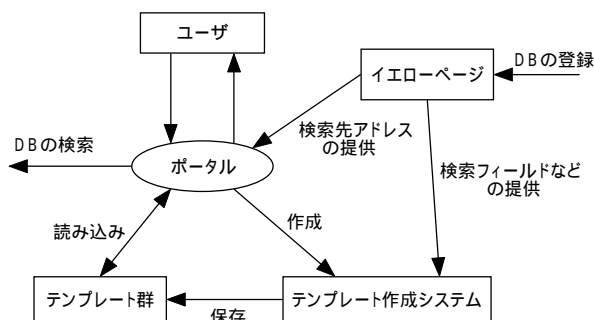


図-6 システムA部分

図-7 にポータルの主な役割を示す。検索テンプレートによる検索の項目をポータルは受け取り、エージェントへデータを受け渡して、分散したデータベースの検索を行う。そしてデータベースからの検索結果を受け取り、情報を整理してその結果をユーザに受け渡し、表示させる。

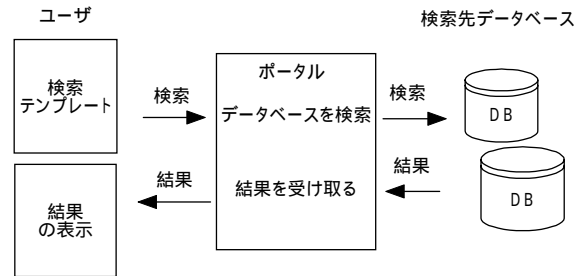


図-7 ポータルの主な役割

イエローページは、検索するデータベースの場所、内容などの検索に必要な情報を提供する機能である。イエローページはデータベースとして存在し、ポータルや検索テンプレート作成プログラム、検索時のテンプレートへと、必要な情報を提供する。図-8 にイエローページの機能、表-3 に構築したイエローページのデータベース構成を示す。

また以下にイエローページの役割を示す。

- ・ テンプレート作成の支援（検索する条件、条件のデータ型や、その条件の内容に関する情報の提供）
- ・ 検索時の支援（接続先のアドレス、名前の取得）
- ・ 接続先DBの管理・選択する条件の管理。（接続先や検索条件の登録、変更など）

このように、接続情報や選択条件をシステム本体とは別にすることで、それらの管理を容易にすることができる。そして接続先DBの場所が変更したり、接続先でDBの構造に変化が生じたりした場合でも、イエローページの変更のみで対応できる。

#### b)通信層

通信層は、エージェントからのメッセージを確実に相手のエージェントに渡す必要があり、ネットワークやOSの影響を受けにくい仕様にしなければならない。そこで、通信手段としてXML-RPC<sup>20)</sup>を採用した。

#### c)検索データベースサーバ

検索データベースサーバは、各地方整備局で管理される電子納品データベースを想定している。電子納品の業務管理ファイルはXML形式であるため、今後XMLデータベースが導入されると考えられる。そこで、東芝ソリューション株式会社のXMLデータベースであるTX1を用いた。またMySQLによるサンプルデータベースを構築し、既存のデータベースに対応する。

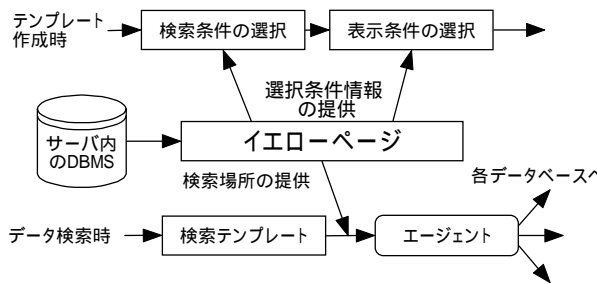


図-8 イエローページの機能

表-3 イエローページの構成

選択条件情報		検索場所情報	
フィールド名	説明	フィールド名	説明
ID	通し番号	ID	通し番号
サーバ名	接続先サーバの名称	サーバ名	接続先サーバの名称
URL	接続先サーバのURL	URL	接続先サーバのURL
ポート番号	接続先サーバのポート番号	ポート番号	接続先サーバのポート番号
サーババス	接続先サーバのバス	サーババス	接続先サーバのバス
テーブル名	検索対象のデータデータベース名	説明文	検索先サーバに関する説明文
フィールド名	検索対象となるフィールド名	整備局名	データベースを管理する整備局名
型	フィールドに収められているデータの型	担当団体	データベースを管理する担当団体
説明文	検索対象となるフィールドの説明文		
表示	検索フィールドが表示可能かどうか		
検索	検索フィールドが検索可能かどうか		
題名	テンプレート作成時に表示するフィールドの名称		

#### 4. 検索テンプレート作成・保管・管理システムの開発

##### (1) システムの概要

検索テンプレートとは、コンピュータ及びネットワーク上のデータを検索する際に利用される検索用の雛型である。例えば、Web 上での路線案内システムにおいて始発駅と終着駅を記入するが、それらを記入し、情報を検索する機能を持つページが検索テンプレートであり、ユーザとデータベースのインターフェイスとして存在する。

本支援システムは、検索テンプレートを様々な形で利用することができる検索支援機能の一つである。その主な機能は、

- ・ 検索テンプレートの作成
- ・ 検索テンプレートの保存、管理
- ・ 保管された検索テンプレートの検索

である。以下にその特徴を示す。

- a) 検索項目を選択することによるピンポイントな検索  
データベースから検索したい項目を選択し、検索テンプレートを作成する。選択項目内から検索できるため、必要な情報をピンポイントで検索できる。
- b) 作成した検索テンプレートの再利用

一度作成し、保存した検索テンプレートは、何度でも呼び出して利用することができる。また、誰が作成した検索テンプレートでも利用することができる。すべての検索テンプレートは共有化されており、再利用性に優れる。

##### c) Web 上で作成

専用のソフトウェアは不要であり、Web 上で検索テンプレートの作成を行うことができる。必要な環境は、インターネット接続環境と Web ブラウザのみである。

##### d) テンプレート利用状況の提示

検索テンプレートの利用状況を提示することで、どのテンプレートが利用されているか、利用価値が高いかなどを判断することができる。

#### (2) システム構成

本支援システムは、検索テンプレート作成機能、検索テンプレート検索機能、テンプレート管理データベースから構成される。それぞれの機能は、ポータルより呼び出し利用する。図-9 に本支援システムの構成を図示する。

検索テンプレート作成時には、イエローページより検索条件の情報提供が行われる。作成した検索テンプレートの本体はサーバに保存され、同時に作成情報（テンプレート名称、保存先、作成者名、検索内容、検索種別、日付）が検索テンプレート管理データベースへと保存される。

検索テンプレートの検索は、作成の際に保存した作成情報をもとに行われる。検索後、該当する検索テンプレートの情報と共に、それらの実体へのリンクが表示される。

#### (3) 検索テンプレート作成フローチャート

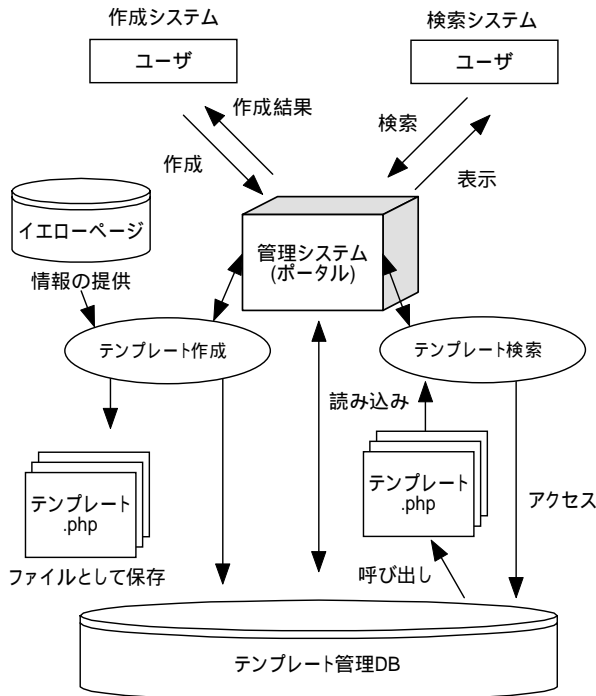
図-10 に検索テンプレート作成の動作に関するフローチャートを、また図-11 に本支援システムを利用して作成した検索テンプレートの例を示す。

図-10に示す作成情報は、作成する検索テンプレートに関する情報および作成者名を記入する画面である。入力情報は、作成した検索テンプレートの保存時に管理データベースへと保管される。検索対象は、検索を実行する検索対象を示しており、選択したものを対象に検索を行う。検索条件は、検索したい内容を示しており、検索対象となるデータベース内を、選択した条件に該当するフィールドから検索する。また表示情報とは、データベース内を検索後に検索結果として表示する情報を示しており、選択した情報が、検索時にWebブラウザ上に検索結果として表示される。



(4) 検索テンプレートの検索, 利用フローチャート  
 検索テンプレートの検索から利用までのフローチャートを図-12に示す。

検索テンプレートの検索は, 作成するときに入力する作成情報をもとに行われる。作成情報は検索テンプレート管理データベースへ保管されているので, 入力された情報からデータベース内を検索して, 結果を表示する。検索結果には, テンプレート名, 作成者名, 検索内容, 検索項目が記載されているので, その中から該当する検索テンプレートを選択し, 利用する。



名称, 保存先(File名), 作成者の保存

図-9 本支援システムの構成

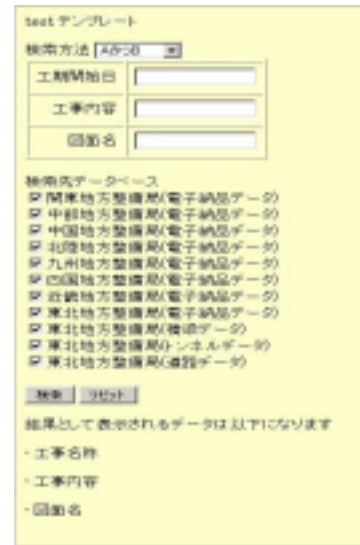


図-11 作成した検索テンプレート例

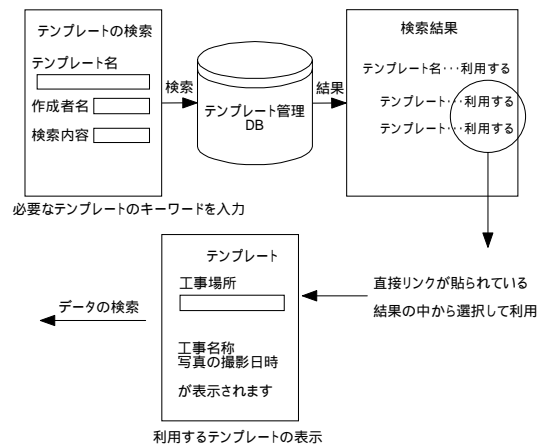


図-12 検索から利用までのフローチャート

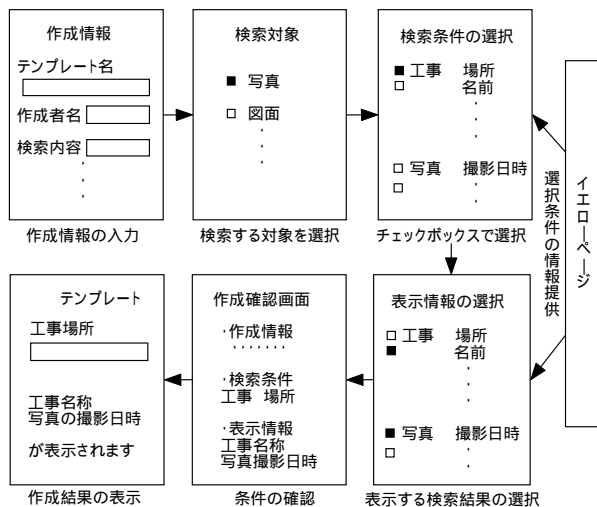


図-10 検索テンプレート作成フローチャート

## 5. システムの検証

### (1) 検証内容

本検索システム及び本支援システムに関し, 以下の項目を検証する。システム間の連携を検証後, 検索テンプレートによる検索, 取得結果の表示に関する検証を行う。

- ・ ポータル, データベースにおけるエージェント間での通信。
- ・ 作成したテンプレートを利用した検索。
- ・ 検索条件に該当する情報の取得。
- ・ データベースから取得した結果の表示。

### (2) 検証環境

検証を行う環境を図-13に示す。研究室内に構築したポータルサーバから, T建設会社のサーバ, 個人技術者のサーバ, 研究室内のサーバに構築したデータベースに



アクセスする．データは実験用の電子納品データが収められている．

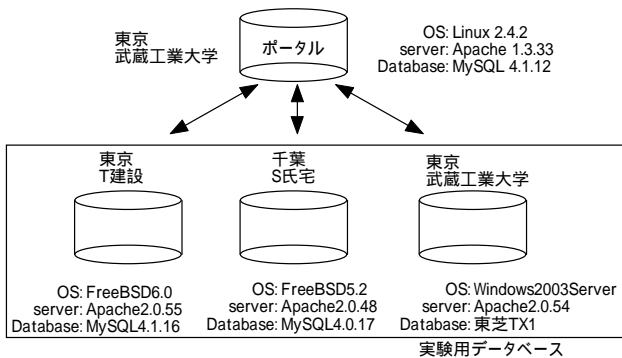


図-13 検証環境

### (3) 検証結果

作成した検索テンプレートを利用して，ネットワーク上の実験用データベースから検索した結果例を，図-14に示す．接続先とは，データベースのアドレス，サーバパス，ポート番号，URLを示しており，図-14ではT建設会社，S氏宅のデータベースに接続したことを示している．武蔵工業大学内に構築したデータベースは，TX1の開発が遅れたため，ローカル内の検証のみ行った．検索対象は，管理業務ファイル内の発注年度より，工事番号，工事業種を検索している．

表-4に検証結果を示す．作成した検索テンプレートによる検索，検索条件に該当する情報の取得及び検索結果の表示が可能であることが実証された．ポータル，データベース間のエージェントによる通信は，TX1に対するエージェントによる接続を検証することはできなかったが，ネットワークを通じたデータベースの検索を実証することができた．

```

接続先
/jiseki/HAL/API/server_libretto.php
www.toda.jp
80
http://www.toda.jp
検索結果
  工事番号  工事業種
1111111111  土木一式工事

接続先
/jiseki/HAL/API/server_libretto.php
www.satoiku.com
80
http://www.satoiku.com
検索結果
  工事番号  工事業種
1111111111  土木一式工事
  工事番号  工事業種
1111111111  土木一式工事

```

図-14 検索結果

表-4 検証結果

検証内容	検証結果
エージェント間での通信	
作成テンプレートでの検索	
条件に該当する情報の取得	
取得した結果の表示	

## 6. おわりに

本研究では，納品した工事完成図書の電子データを管理する，電子納品データベースシステムの運用にあたり，各地方整備局に長期間保存，蓄積されてゆく電子納品データを，効率良く検索，利用するための検索システムの開発を目的としている．

その検索システムとして，分散管理された電子納品データベースを統合し，独自に検索テンプレートを作成，保存，管理することができるシステムの開発を行った．今後本研究で開発したシステムを利用することで，主に以下の効果が期待できる．

- ・ 分散した電子納品データベースの統一利用
- ・ 膨大な量のデータから，必要な情報をピンポイントで検索
- ・ 情報検索ノウハウの蓄積

本システムは，今後起こり得る情報検索の問題点に対する一つの解決策として有効であると考えられる．

本研究ではシステム開発に力を注ぎ，システム相互間の接続について検証することができた．今後の課題として，実証実験により本システムの有効性を確立する必要がある．そのためには，電子納品された実データが不可欠である．具体的な実証実験の方法として，実データを用いたターンアラウンド・タイム評価，システムユーザへのアンケート調査を行ってのユーザビリティの評価と検証，さらには検索速度を用いた評価などを行ってゆく必要がある．

謝辞：本研究は日本建設情報センターの助成により，佐藤郁氏（株式会社戸田建設）及び東芝ソリューション株式会社との共同研究で行われました．また本研究を進めるにあたり皆川勝教授には多大なるご指導を，佐藤安雄技士には十分な研究環境を頂きました．共同研究者である佐藤郁氏には，種々のご指導を頂きました．岩崎征人教授及び白旗弘実助教授にはご多忙のなか，本論文の査読をして頂きました．ここに深く感謝の意を表します．

## 参考文献

- 1) (財)建設経済研究所, (財)経済調査会 経済調査研究所: 建設経済モデルによる建設投資の見通し, pp9, 2005.10
- 2) 社団法人 土木学会 情報利用技術委員会 土木情報ガイドブック制作特別小委員会: 土木情報ガイドブック これだけは知っておきたい土木情報の標準化, 建通新聞社, pp10, 2005.8
- 3) Ferhat Akaui and Dan M.Frangopol: Computational Platform For Predicting Life time System Reliability Profiles for Different structure Types in a Network, ASCE Journal of computing in Civil Engineering: vol13, no2. PP.33-42, 2004.4
- 4) Tarek sayed;Arash Tavakolie;and Abdolmehdi Razui: Computing of Adaptive Network Based Fuzzy Inference Systems and B-spline Neuro-Fuzzy mode Choice Models, ASCE Journal of computing in Civil Engineering: vol11, no3. PP.47-56, 2003, 4
- 5) 国土交通省: CALS/EC 電子納品保管管理システム, <http://www.cecnet.co.jp/cals/psfthokn.htm>, 2001.1
- 6) 川城研吾, 上坂克己, 関本義秀, 青山憲明: CALS/EC 展開のための戦略的な新電子納品保管管理システムの開発, 2005年度土木情報利用技術論文集 Vol.14, -3, pp.15-24, 2005.10.
- 7) 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.
- 8) 浪川良春, 老 和久: WEB 型統合データ管理 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.
- 9) 皆川勝, 中島健蔵, 栗原正博: 電子納品データの再利用支援方法の提案, 2005 年度土木情報利用技術講演集 Vol.30, -10, pp.37-40, 2005.10.
- 10) 佐藤郁: マルチエージェントによる建設情報統合化に関する研究, 京都大学 博士学位論文, 2005.1
- 11) (財)建設情報総合センター: 「建設情報分類体系 (JCCS) Ver1.0」の公開について, <http://www.jacic.or.jp/hyojun/jccs.htm>
- 12) 内田英里, 石野武志: オントロジーの自動構築に関する基礎的研究, 人工知能学会 第3回セマンティックウェブとオントロジー研究会, 2003
- 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>, 2004.6.
- 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>, 2004.6.
- 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>, 2004.6.
- 16) 国土交通省: C A D 製図基準(案), <http://www.nilim.go.jp/japanese/denshi/calsec/rule/cad2.pdf>, 2004.6.
- 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>, 2004.6
- 18) 西田豊明 編: エージェントと創るインタラクティブネットワーク, 株式会社培風館, 2003.3
- 19) 鶴保証城 監修 鈴木健司, 中川優 他: 未来ねっと技術シリーズ9 情報データベース技術, 株式会社オーム社, 2000.1
- 20) XML-RPC Specification, update2: <http://www.xmlrpc.com/spec>

## DEVELOPMENT OF THE DISPERSION, INDEPENDENCE, CONNECTION-TYPE ELECTRONIC DELIVERY DATABASE SYSTEM WHICH USED AN AGENT

Masahiro KURIHARA supervised by Masaru MINAGAWA

Electronic deliveries of 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 authors designed a prototype system to enhance usability of electronic delivery databases and a search system for electronic delivery data. This system contains a set of templates for searching desirable data as well as the template development support system for engineers to easily make a set of templates. The proposed system is accomplished based on the framework of multi-agent system to integrate various existing databases.