

I-17 最新情報処理技術に基づいた道路ライフサイクルシステムの設計

A Study on the Design of Web-Centric Road Lifecycle System
Based on New Information Technologies

馬 智亮* 伊藤義人**
Ma Zhiliang Yoshito Itoh

【抄録】建設 CALS の実現に向けて、情報のデジタル化のみならず、新しい業務プロセスの確立や、ネットワークおよびデータベースなどの技術を活用したシステムの構築が注目されている。本論文では、道路への CALS 適用のために、ウェブ上の道路ライフサイクルシステムの設計を試み、今後のプロトタイプを試作に結びつける。そのため、道路ライフサイクル管理専用のグループウェアを開発し、それを地理情報システム(GIS)などの既存ソフトと統合する複合システムを設計した。その中で、コンポーネント技術、ミドルウェア技術、およびサーバサイドスクリプト技術などの新しい情報処理技術を複合システムの開発に適用して、開発コストの削減とシステム機能の高度化を図る。

【Abstract】 In order to realize the construction CALS (Continuous Acquisition and Lifecycle Support), it is important not only to digitize the related information, but also to use new technologies like network and database to develop dedicated systems. In this paper, the design of a web-centric road lifecycle system is explored in the background of CALS for road. The system takes the form of a hybrid system, in which a dedicated groupware and existing GISs (Geographic Information System) are integrated. The adoption of new information technologies, including component technology, middleware technology and server side script technology in the system development seems to contribute to the low cost and high function of the system.

【キーワード】道路、ライフサイクル、地理情報システム、システム設計、インターネット

【Keywords】 Road, Lifecycle, Geographic Information System, System Design, Internet

1. まえがき

近年、著しい情報処理技術の発展に伴って、公共事業のライフサイクルの各段階や各関係組織間で情報の交換・連携・共有を図り、総事業費の削減と品質の向上を目指す建設 CALS が積極的に推進されている。道路は公共事業として、建設事業において大

きなウェイトを占めており、道路への CALS 適用の早期実現が期待されている。

CALS の本質は、「ネットワークを使った高度な情報交換」と「データベースを使った情報の共有・連携化」であり、「情報システムをベースとして従来の業務プロセスを変革すること」でもあると言われて

*正会員 中国清華大学土木工程系助教授 (北京 100084 海淀区清華園)

／名古屋大学理工学総合研究センター非常勤研究員 (〒464-8603 名古屋市千種区不老町)

**フェロー会員 名古屋大学理工学総合研究センター教授 (〒464-8603 名古屋市千種区不老町)

いる¹⁾。したがって、CALSの実現に向けて、情報のデジタル化のみならず、新しい業務プロセスの確立や、ネットワークおよびデータベースなどの技術を活用したシステムの構築が注目されている。

道路へのCALS適用に関するこれまでの研究は大きく2つに分類できる。1つは道路設計図面の標準化であり^{2),3)}、もう1つはライフサイクルの特定の段階に対する情報分析である⁴⁾。このような研究は道路へのCALS適用の実現に不可欠なものであるが、これだけでは道路へのCALS適用全体の形がまだ見えてこない。

一方、CALS関連技術が近年著しく発展し、様々な分野に適用されてきている。例えば、道路に関するシステムでは、道路のライフサイクルに着目し、道路モデルに基づいて、既存の各段階のソフトウェアを統合することが提唱された⁵⁾。また、特に、情報処理技術について、インターネットを利用して、協調・分散作業を行うウェブ上のシステムに関する研究も注目されている^{6),7)}。

そこで、本研究では、道路へのCALS適用を実現するために、まず道路ライフサイクルの実務に関するヒアリング調査を行い、関連文献および関連最新情報処理技術を調査した。その上で、ウェブ上の道路ライフサイクルシステムのシステム設計を試み、今後のプロトタイプを試作の準備を行った。

本研究におけるシステム設計の特徴は、第1に、道路ライフサイクルの各段階を統合的に扱うことである。これによって、道路へのCALS適用全体の形が見えるようにし、道路へ適用するCALSシステムの構築における問題点を明らかにすることができる。第2の特徴は、最新の関連情報処理技術の適用についての検討を行うことである。これを通じて、より高度なシステム構築手法を目指すことができる。また、適用環境の特徴として、第1に、このシステムをインターネットに載せることである。これによって、各段階の仕事の効率を向上させるばかりではなく、情報公開の役割も果たすことができ、よりよい道路建設に寄与できると考える。第2に、道路関連情報のデータベース化を図ることである。これを通

じて、道路設計、維持管理、打ち替えなどの各段階における意思決定に関連データの高度な応用も容易にサポートできる。

2. 道路ライフサイクルにおける情報処理の現状

道路ライフサイクルは調査・計画、設計、施工、維持管理、打ち替えの各段階からなり、それぞれの段階の仕事内容、および情報処理の現状を表-1に表す^{9),11)}。ここで注目すべきなのは、各段階において、各種の汎用ソフトと専用ソフトが使用されていることである。ただし、各段階の情報交換は、紙媒体に頼っているのが現状であり、1つの段階内に限っても、専用LAN (Local Area Network)あるいはWAN (Wide Area Network)を使って情報交換を行っているのに過ぎない。

各段階の主な関係者、情報成果品および情報成果品のタイプを表-2に示す^{12),13)}。ここで、3つの点について注目する必要がある。1つ目は、各段階間はもちろんのこと、同じ段階においても、関係者は複数となり、情報のやり取りが発生することである。2つ目は、関係する情報の種類は、地図、図面、文書、台帳などの異なるタイプがあることである。3つ目は、どの段階も道路の地図情報を参照する必要があることである。

3. 新しい情報処理技術の適用分析

(1) システムの構成

上述のように、道路ライフサイクルの複数の段階にわたり、複数の関係者が関与し、複数種類の大量な情報を扱わなければならない。また、汎用ソフトと専用ソフトが数多く使用される。これらすべての段階をカバーできる1つのソフトウェアを作るのは、非現実的なプログラム開発量が発生するだけではなく、作っても結局すべての関係者に受け入れられるとは限らないであろう。

そこで、ウェブ上の、道路ライフサイクルに特化する機能を含むグループウェアを開発し、既存のソフトをその中に統合して使用する複合システム構成を適用するのが現実的と考えられる。

表-1 道路ライフサイクルの各段階の仕事内容と情報処理の現状

段階	段階細分	仕事内容	情報処理の現状
調査・計画	基礎調査	地域の自然条件と社会経済などの現況に関する調査、道路現況と交通現況に関する調査、および環境現況に関する調査からなる。	ワードプロセッサ、表計算、GIS などの汎用ソフトが使用されている。
	道路網計画	上記の調査結果、地域計画および都市計画を基に、将来交通量を推計する。その上、道路網を計画し、また、比較路線を設定して、環境予測を考慮し評価した上、基本ルートを設定する。	
	路線計画	基本ルートを対象に概略設計を行って、評価した上、計画路線を決める。	概略設計と実施設計に関して、専用の設計ソフトが使用されている。
	計画決定	実施設計を行い、事業計画を策定する。	
設計		土工設計、舗装設計、橋梁設計、トンネル設計などからなる。	専用の設計ソフトが使用されている。
施工		道路構造、道路構造物、交通安全施設・管理施設の施工を含む。	主にワードプロセッサ、表計算などの汎用ソフトが使用されている。
維持管理		道路構造、道路構造物、交通安全施設・管理施設などに対する維持・修繕・管理などを含む。	データベース管理システムおよび GIS を基に開発されたシステムが使用されている。
打ち替え		道路の拡幅などを含む。	主に汎用 CAD が使用されている。

表-2 ライフサイクル各段階の情報

段階	主な関係者	主な情報処理成果品	成果品の主なタイプ
調査・計画	自治体、調査・計画業者	計画図、実施設計図、関連データ	地図
設計	自治体、設計業者、測量業者	測量図、詳細設計図、設計書	図面、文書
施工	自治体、施工業者	各種（発注、受諾、工事計画、工事記録、納品、検査結果）書類	文書
維持管理	自治体、維持管理業者、台帳業者	施工同。その他、道路報告書、道路台帳	地図、台帳
打ち替え	自治体、施工業者	施工同	文書

グループウェアは、Lotus Notes に代表され、90年代の始め頃に応用された。最初は LAN あるいは WAN をプラットフォームとしていたが、近年、インターネットが普及するとともに、ウェブ上の汎用グループウェアが市販されてきた。グループウェアの機能として、通信機能、ファイル転送機能、グループ用のスケジュール機能、協調・分散型ドキュメントの閲覧・編集機能、ワークフロー管理機能、およびグループ意思決定と会議機能などが挙げられる^{9),10)}。既存のグループウェアは、このような一つまたは複数の機能を有し、どの領域でも使える反面、特定の領域に特化することが難しい欠点を持っている。例えば、道路ライフサイクル管理において、入札公示、見積り、納品書のような多数のフォームがある。それらに内容を入力して提出し、また提出した内容を

検索・利用しやすいようにするため、グループウェアの中で入力フォームを提供し、また提出した内容を所定のデータベースに保存する必要がある。これは既存のグループウェアでは実現できないため、領域に特化するグループウェアを開発する必要があると考えられる。情報処理技術の進展によって、このようなグループウェア（以下では専用グループウェアという）の開発が相対的に容易になっているので、本研究では、道路ライフサイクルシステムのための専用グループウェアを開発することにした。

システム構成を具体的に決めるのに、以下の事項を考慮する必要があると考える。

1) 道路事業はそれぞれの自治体などが独立運営しているのがほとんどであるので、専用グループウェアで扱う業務の範囲を1つの自治体などのすべての

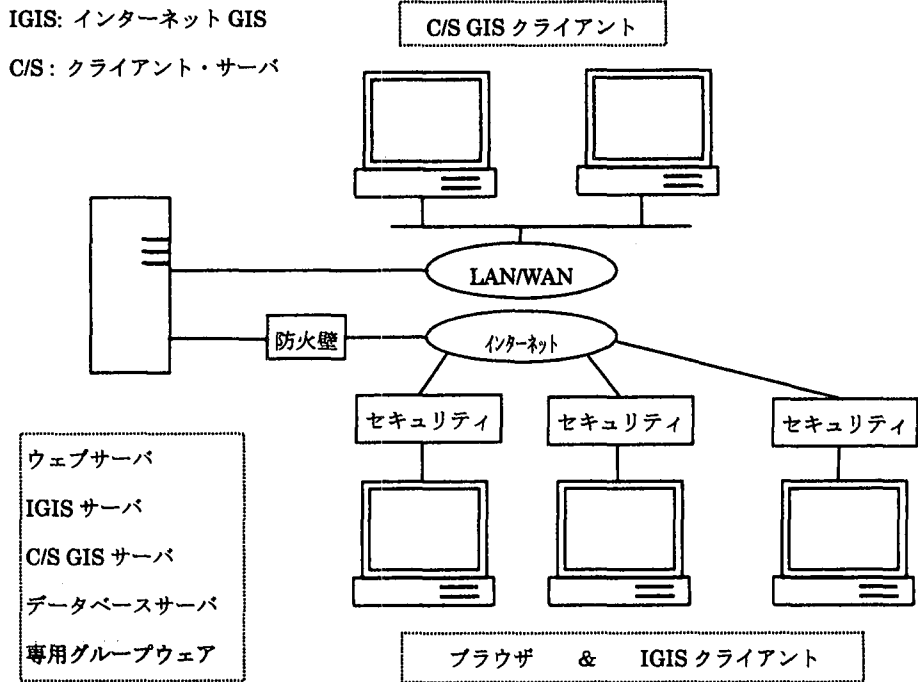


図-1 システム構成

道路業務とし、ユーザーを自治体などの関係管理者を始め、設計業者、施工業者等の業務参加者とする。また、一般市民もこのグループウェアのユーザーになることができる。すべてのユーザーがそれぞれの区分によって、特定のインターフェイスを使う。さらに、専用グループウェアでは、インターネットからユーザーに対して万全なセキュリティ措置をとる必要がある。

2) 各段階とも道路の地図情報を参照することから、専用グループウェアのデータ基盤として、データベースばかりではなく、同時に、空間データの処理に適している地理情報システム (GIS) を採用する必要がある。そのために、システムに GIS ソフトを含める必要がある。

3) 本システムにおいて、GIS ソフトとしては、インターネット GIS とクライアント・サーバ GIS の両方を同時に使用する必要がある。これは、LAN あるいは WAN 上で提供されている機能のすべてがウェブ環境上で提供されている訳ではないためである。例えば、クライアント・サーバ GIS 上で提供されたデータの追加と更新機能がインターネット GIS にお

いては提供されていない^{14),15)}。実際に道路のライフサイクルシステムでは、このような機能をシステム管理者などに提供する必要がある。ウェブ上でこれらの機能を構築することもできるが、開発の難しさおよびセキュリティの面から考えて、インターネット GIS とクライアント・サーバ GIS の両方を同時に使用した方がよい¹⁶⁾。

以上の事項を踏まえて決めた道路ライフサイクルシステムの構成図を図-1に示す。

(2) 新しい情報処理技術の活用

本研究では、最新の関連情報処理技術を要素技術として調べ、本システムにおける適用性を検討した。ここで、適用できるとわかった主な要素技術について述べ、後述のシステムインプリメントに備える。

1) コンポーネント技術：COM(Component Object Model)¹⁷⁾

オブジェクトを基本抽象としたオブジェクト指向技術が近年システム開発者の間に定着してきている。オブジェクトより高いレベルの抽象をするのはコンポーネント技術である。コンポーネント技術はプロ

プログラミング言語に依存していないメリットもあり、オブジェクト指向技術の場合よりも、プログラムの共有と再利用を図ることが容易になる。

コンポーネント技術は2種類に分けられる。1つは業界の標準となっている CORBA (Common Object Request Broker Architecture) 技術で、もう1つは事実上の標準となっている Microsoft 社の COM 技術である。CORBA 技術と比べて、COM はバイナリ標準であるので、コンポーネントを統合してソフトを作成しやすい。また、COM 対応のミドルウェアも入手しやすく、しかも十分な機能を持っている。

さらに、後述のミドルウェアの選択との関連も考えて、本システムでは COM 技術を使用し、専用グループウェアにおける共通の機能モジュールの作成に用いることにした。

2) ミドルウェア : MTS (Microsoft Transaction Server)¹⁷⁾

従来のシステム開発者はネットワークを利用した業務に必要なトランザクション、セキュリティなどの高度な通信機能を独自で開発しなければならなかった。これは大変な労力を必要とした。

しかし、データベースアクセスを端に発展してきたミドルウェア技術が現在、このような高度な通信機能を提供するようになったので、適切なミドルウェアを使えば、開発者が高度な通信機能の開発という大変な仕事を避けることができ、アプリケーションの開発に専念することができる。通信方式によって、このような高度な通信機能を提供するミドルウェアを RPC (Remote Procedure Call) に基づいたものと MOM (Message Oriented Middleware) といわれるものの2種類に分けることができる。それぞれの種類に対して、複数のメーカーがミドルウェアを提供している。ここでは、システムに要求された機能が満足できる上、サーバ OS (Windows NT Server) に付属していることを考え、前者に対応する Microsoft 社の MTS を選んだ。

MTS によって、本システムが必要とする次のいくつかの機能が提供される。すなわち、第1に、データベースの整合性を保つためのトランザクション機

能である。第2に、複数のユーザーが同時にシステムの同一の機能を使うことに備えるマルチスレッド機能である。第3に、複数のユーザーがすでに生成されたスレットを効率よく活用するためのプーリング機能である。そして最後に、ユーザーセキュリティ管理の機能である。MTS を使うとき、開発者が、すでに作成した COM コンポーネントを MTS マネージャにドラッグするだけで、上述の高度な通信機能が得られる。

3) サーバサイドスクリプト : ASP (Active Server Pages)¹⁸⁾

ウェブページを単に作成されたままに見せるだけであれば、HTML (Hyper Text Marked Language) ファイルを準備すればよいことは周知の通りである。仮に、対話型のページにしたければ、HTML ファイルの中でクライアントサイドスクリプト言語、例えば、JavaScript, VBScript を用いればよく、あるいは CGI (Common Gateway Interface) プログラムを作成しておいて、HTML ファイルから呼び出す形にしてもよい。ただし、データベースサーバにアクセスするには、最近までは CGI プログラムを用いることしかできなかった。しかし、CGI プログラムは作成しにくく、また実行速度が遅いといった欠点を持っている。一方、最近提供されるサーバサイドスクリプトによって、このような欠点を克服できる。中でも、Microsoft 社の ASP 機能は、Windows NT において、ウェブサーバソフトとともに無料で提供されているので、本システムでは、これを使うことにした。

ASP 機能を使うことによって、データベースのアクセス効率がよくなるだけでなく、ウェブページから直接 MTS マネージャに置かれた COM コンポーネントを呼び出すことができるため、前述した技術と合わせて利用することができる。

4. 専用グループウェアの設計

専用グループウェアを設計するに際して、次のような原則を考えた。第1に、各段階においてユーザーが既存のソフトをそのまま使用することとし、その結果となるファイルが CALS のファイル基準を

満たしていると仮定する。第2に、専用グループウェアの中で、各段階のユーザーに対して、領域に特化したツールをメニューの形で提供する。これらのツールによって、ユーザーがインターネット上で、ブラウザのみで関係フォームの記入と提出、そして関係ファイルの転送などを容易に行うことができる。第3に、一般市民を含めたユーザーが、システムで設定された各自の権限によって、インターネット上でブラウザを用いて関係のフォーム内容、ファイルおよび地図などのドキュメントを閲覧し、ダウンロードすることができる。これによって、道路のライフサイクルにおけるデータ共有、既存データの活用および協調・分散作業が容易になる。

例として、図-2において、専用グループウェアのインターフェイスおよびドキュメントの閲覧を示す。また、図-3には、ユーザーが「設計修正依頼」というコマンドを用いて、関係フォームの記入と提出、および関係ファイルの転送の様子を示す。なお、スペースの関係上、ここでシステムの機能設計およびデータベース設計などについての記述を省略することにした。

5. 専用グループウェアのインプリメント方法

これまでに記した新しい情報処理技術の活用を踏まえて、専用グループウェアのインプリメント方法を図-4に示す。図-2で示したメニューに含まれるツールの共通モジュールごとにコンポーネントを開発し、各コンポーネントをMTSマネージャ上に置く。ウェブでは、ASPファイルを通して、こうしたコンポーネントを呼び出す。ここにデータベース管理システムとしてMicrosoft社のSQL Serverを使い、データベースにアクセスするのに、ODBC (Open Database Connectivity)を用いる。これによって、上述した新しい情報処理技術のメリットを生かすことができる。

6. 結論

本論文では、道路へのCALS適用を実現するため

に、まず道路ライフサイクルの各段階の特徴および情報処理技術適用の現状を分析し、システム構成を決定した。そして、活用可能な新しい情報処理技術の特徴を分析した上、システム機能を設計して、インプリメント方法を示した。得られた結論は次の通りである。

1) システムのインプリメント可能性と実用性から、道路ライフサイクルシステム構成として、専用のグループウェアと既存ソフトを統合する形が適切である。

2) コンポーネント技術、ミドルウェア技術、およびサーバサイドスクリプト技術などの新しい情報処理技術を道路ライフサイクルの開発に適用して、システム開発コストの削減と機能の高度化を図ることができる。

3) システムの開発の効率性などの面から総合的に考えると、道路ライフサイクルシステムにおいて、インターネットGISとクライアント・サーバ型GISを同時に使用する必要がある。

謝辞

本研究を行うに際して、愛知県土木道路維持管理課の花井雅明氏と鈴木稔幸氏、名古屋市土木局道路部建設課の井上宏正氏と小島章徳氏、豊田市企画部都市計画課の梅村真人氏と木戸間幹朗氏にヒアリング調査で協力していただき、また(株)横河技術情報の老和久氏と小林明氏に関連システムの情報を提供していただいた。ここに記して感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 阿部 徹：建設CALSの構築に向け、第21回土木情報システム講演集、土木学会、1996、pp. 233-236.
- 2) 田中克則、高橋広幸、加藤 潔：建設CALSを目指した道路設計図面の電子標準化に関する研究、土木情報システム論文集、Vol. 7、土木学会、1998、pp. 49-56.

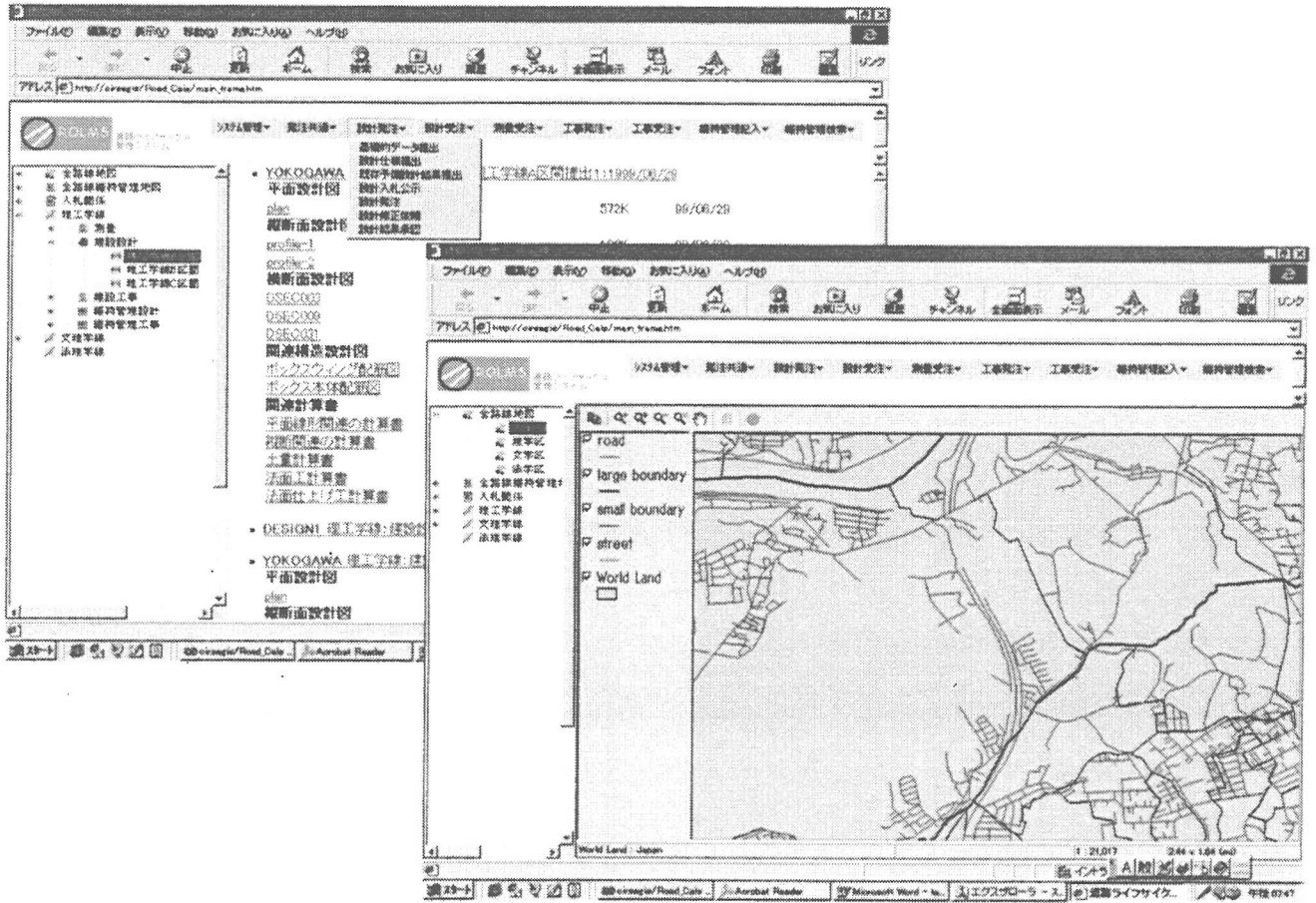


図-2 専用グループウェアにおけるドキュメントの閲覧

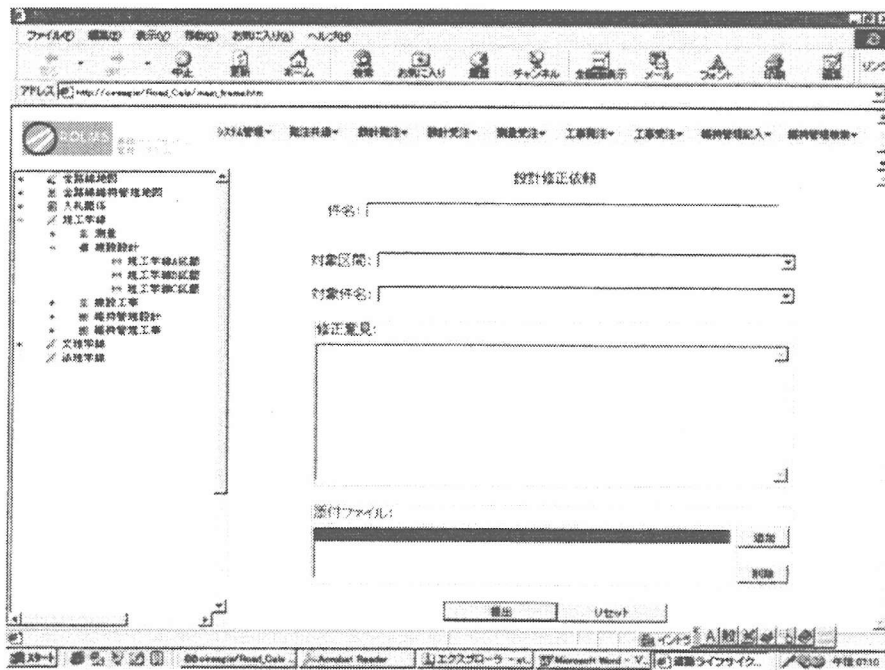


図-3 専用グループウェアにおけるツールのフォーム

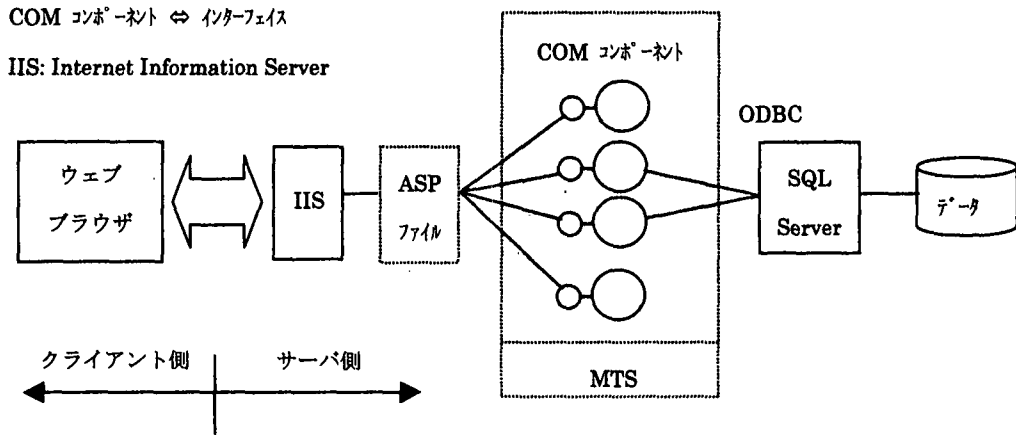


図-4 専用グループウェアのインプリメント方法

- 3) 浅沼章之、大橋忠夫ら：建設 CALS/EC 実現に向けた標準化、第 16 回建設マネジメント問題に関する研究発表・討論会講演集、1998、pp. 35-46.
- 4) 服部達也、藤田政徳、中村和弘、岡崎博之：道路維持管理段階への CALS 適用についての研究、第 23 回土木情報システム講演集、土木学会、1998、pp. 51-54.
- 5) Rebolj, D.: Integration of computer supported processes in road life cycle, Journal of Transportation Engineering, Vol. 125, No. 1, ASCE, 1999, pp. 39-45.
- 6) Finley, David B. and Coleman, J.: Introducing groupware to distributed geomatics production environments, Journal of Surveying Engineering, Vol. 125, No. 1, ASCE, 1999, pp. 1-17.
- 7) Woodcock, J. (松葉素子訳)：グループウェアとネットワーク環境、アスキー出版局、1998.
- 8) Rojas, E.M. and Songer, A.D.: Web-centric systems: a new paradigm for collaborative engineering, Journal of Management in Engineering, Vol. 15, No. 1, ASCE, 1999, pp. 39-45.
- 9) 細田清光、松田清隆、高島伸哉、山脇博之：大阪市道路橋梁管理システム ORB の開発、第 22 回土木情報システム講演集、土木学会、1997、pp. 223-226.
- 10) 道路ハンドブック委員会：調査・計画・設計・施工・管理のための最新道路ハンドブック、建設産業調査会、1992.
- 11) Hudson, W.R., Zhang, Z. and Dossey, T.: GIS application in urban roadway management, Computing in Civil and Building Engineering (Proceedings of the Fifth International Conference (V-ICCCBE), edited by Cohn, Louis F.), pp. 730-733, 1993.
- 12) 愛知県土木部：道路台帳の手引、1997.
- 13) 名古屋市土木局、名古屋市農政緑地局：名古屋市土木局名古屋市農政緑地局請負工事施行要綱、1997.
- 14) Autodesk：Autodesk MapGuide Server Release 3 ユーザガイド、1998.
- 15) Autodesk：AutoCAD Map Release 3 ユーザガイド、1998.
- 16) 山内 徹、榊谷芳嗣：ウェブおよびクライアント・サーバ統合環境下での GIS の構築、土木情報システム論文集、Vol. 7、土木学会、1998、pp. 41-48.
- 17) International Systems Group, Inc.: Middleware - the essential components for enterprise Client/Server applications, World Wide Web document at URL (1997): <http://www.isg-inc.com/frm-articles.html>.
- 18) 升屋正人：Active Server Pages 構築術、ソフトバンク、1998.