

WWW- データベース連携アプリケーション開発支援システムの開発

奥田 篤, 波 通隆, Cornelius D.O' HERLIHY*
原田 重則**, 小川 博***, 古川 正志

Development of Web-Database Application Development System.

Atsushi OKUDA, Michitaka NAMI, Cornelius D.O' HERLIHY*
Shigenori HARADA**, Hiroshi OGAWA***, Masashi FURUKAWA****

抄 録

企業・組織サイトに於いてデータベースと連携する WWW サイトを設計・構築する為の WWW- データベース連携アプリケーション開発支援システムを開発した。本システムでは、ブラウザ上での作業により、データベースの設計・構築・運用と、構築したデータベースを WWW サーバーから利用する為の CGI プログラムの作成を容易に行い得る。

1. はじめに

最近のテレビ・新聞・雑誌などでの、World Wide Web (WWW)¹⁾のドキュメント「ホームページ (Web ページ)」の取り上げ方の大きさからも明らかなように、インターネットの急速な普及に伴い、WWW は新たな情報発信の手段として活発に利用されている。企業サイトでは、WWW を通して企業コンセプト・製品の紹介やサポート情報の提供が行なわれている。また、WWW を利用した製品の販売も試みられている。

WWW による情報発信を企業活動として本格的に運用する為には、魅力ある Web ページを作成し、常に最新の情報を提供できるように Web ページの更新・保守を行なう必要がある。特に製品の宣伝・紹介や販売に WWW を利用する場合には、膨大な製品情報の保守を常時行いつつ、それらを Web ページへ反映させなければならないが、Web ページの作成・修正や HTTP (Hyper Text Transfer Protocol)²⁾ サーバー (Web サーバー) へのインストールには煩雑な作業を要するため、多数のページを常時保守するのは困難である。また、

製品情報のように大量かつ頻繁に変更されるデータを、HTML (Hypertext Markup Language)³⁾ 形式のテキストファイルである Web ページ中に内包させる形で管理・保守することも困難である。このようなデータの管理・保守にはデータベース管理システム (Database Management System: DBMS) が適しているので、製品情報を保持するデータベースを構築し、データベース内のデータが Web ページ中で利用されるような、WWW とデータベースが連携する動的な Web アプリケーションを作成することが、効率的なサイトの運用に極めて効果的であると考えられる^{4,7)}。しかしながら、このような Web アプリケーションを構築するためには、Web ページの作成に加えて、データベースの構築や WWW サーバーとデータベースとを連携させるミドルウェアの作成が必要となるが、いずれも専門的な知識・スキルやツールが必須な作業であり、これらの作業に習熟していない企業・組織ユーザが Web アプリケーションを構築することは困難である。動的な Web アプリケーションの構築を助けるシステムも存在するが、概して高価であり、かつ特定の DBMS・WWW サーバーあるいはグループウェア向けに特化されており、多くの企業・組織ユーザにとって、その導入は容易では無い。このようなことから、データベースと連携した動的な Web ページを簡単に作成・運用する為には、データベースの構築や WWW サーバーとデータベースとを連携させるミドルウェアの作成を支援するシステムの開発が求められている。

* (株)北海道録画センター

** (株)旭川産業高度化センター

*** 北海道東海大学

**** 旭川工業高等専門学校

そこで、ブラウザ上での作業により、データベースの設計・構築・運用や WWW サーバからデータベースを利用する為の Common Gateway Interface (CGI)⁸⁾ プログラムの作成が簡単に行い得る、WWW-データベース連携アプリケーション開発支援システムを開発した。本報では、開発した開発支援システムの詳細について紹介する。

2. システムの開発

2.1 システムの基本構想及び概要

データベースと連携する Web ページのような動的かつ双方向的な Web アプリケーションの基本的な構成を図 1 に示す。WWW-データベース連携アプリケーションは、データを保持するデータベース、閲覧者へインタフェースを与える Web ページ、WWW サーバとデータベースを連携させる為のミドルウェアから構成される。ミドルウェアは CGI プログラムとして実装されることが多く、WWW サーバを通して閲覧者から与えられた検索キーを用いてデータベースの検索を行い、得られた検索結果を表示する HTML ファイルを生成し閲覧者へ送り返す役割を担う。

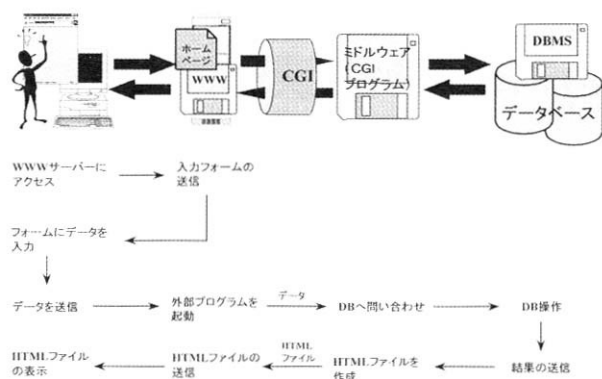


図1 データベースと連携する動的Webページの基本的な構成

WWW-データベース連携アプリケーションを開発する際には、アプリケーションにどのような機能を与えるか（コンセプト）を企画し、これを基にデータ構造の設計やデータの登録を行ってデータベースを構築する。併せて、閲覧者側へのインタフェースとなる Web ページについても、コンセプトで所定の入力が得られるように、ページ構造や各ページのレイアウトなどを構成し、構成案に沿って HTML ファイルの編集を行う。次いで、WWW サーバとデータベースの間で、与えられた入力に基づいて望みの出力を生成する機能を実現できるミドルウェアを設計・実装する。これらを1つのアプリケーションとして統合し、繰り返しテストして所定の機能が得られることを確認した後、運用を開始することになる。運用開始後は、必要に応じてデータベース中のデータの追

加・更新などのアプリケーションの保守・管理に関わる作業が行われる。開発したシステムは、この一連の作業の内、データベースの構築・保守およびミドルウェアの生成と Web サーバへのインストールに関する作業を行い得るものとした。

システムの開発に際して、既存の動的 Web アプリケーション開発システムの特徴を分析・検討し、以下の開発コンセプトを設定した。

- ・サーバ側でデータベースの設計・作成・操作が行えること。
- ・データベース操作の為の問い合わせは SQL (Structured Query Language)^{9,10)} に準拠して行うこと。
- ・SQL や CGI を意識することなく、データベースと連携する動的 Web アプリケーションが作成できること。
- ・ユーザの認証 (セキュリティ) に配慮すること。
- ・ユーザ側で使用するプラットフォーム (コンピュータ/OS) を選ばないこと。

これらの、コンセプトを踏まえてシステムの構成を検討し、以下のような構成案を得た。

- ・システムのインタフェースとしては、ブラウザとそれに表示する Web ページを用いる。
- ・サーバ側で動的 Web アプリケーションの開発を行なう。

ユーザが普段 Web ページの閲覧・検索に使っているアプリケーションはブラウザであり、ユーザはブラウザの操作に習熟していると考えられる。しかも、ブラウザは既に代表的なプラットフォームに移植されており、ほとんどのユーザは何らかのブラウザを使用できる状態にある。また、HTMLのうち既に標準化されている部分を使って作られた Web ページであれば、多くのブラウザで概ね等しく表示されることが期待できる。このようなことから、ブラウザはユーザ側のインタフェースに好適である。

他方、DBMS へのインタフェースやミドルウェアの設計・生成などの機能を、それぞれのプラットフォーム上にブラウザと連携して動作するように実装することは、開発が分散するため工数的に望ましくない。そこで、これらの機能は Web サーバと連携して動作するように Web サーバの外部アプリケーションとして実装することとし、ユーザ側のブラウザとの間のインタフェースには、Web サーバに標準的に実装されている CGI と HTML 中で標準化されているフォーム (fill-out forms)^{13,14)} を用いることとした。

また、システムの DBMS への依存度を下げ、移植性を高めるために、データベースを操作する際の DBMS への問い

合わせはSQL92^{9,10)}に準拠することとした。これにより、SQLを問い合わせ言語として使用できるDBMSであれば、システムに最小限の修正を加えることで利用し得ると期待できる。

システム全体の動作の概要としては、ユーザはブラウザに表示されるWebページ(フォーム)に従って動的Webアプリケーションの作成に必要な情報を送信し、WebサーバーはCGIを通じて外部アプリケーション(CGIプログラム)に受け取った情報をトンネルし、CGIプログラムにより動的Webアプリケーションが開発されることになる。

システムの構成中にフォームとCGIの利用が含まれることから、システムの利用を正当な所有者のみに制限し、データベースやミドルウェアが誤って作成・操作されたり、作成したデータベースの内容が改竄されることを防がなければならない。従って、ユーザの認証には十分に配慮する必要がある。

このようにして得られたコンセプトおよび構成案に従ってシステムの開発を行なった。開発したシステムについて次節以降で詳述する。

2.2 開発したシステムの構成

開発したシステムは、WebサーバーのCGIを利用して、ユーザのコンピュータで動作しているブラウザにインタフェースを提供する。ユーザがブラウザから送信したデータはWebサーバーを通じてシステムに渡され、これに基づいてWebアプリケーションの開発を行なう(図2)。その際、データベースの操作が必要な場合には、CGIプログラムがDBMSへSQLを用いて問い合わせを行う。

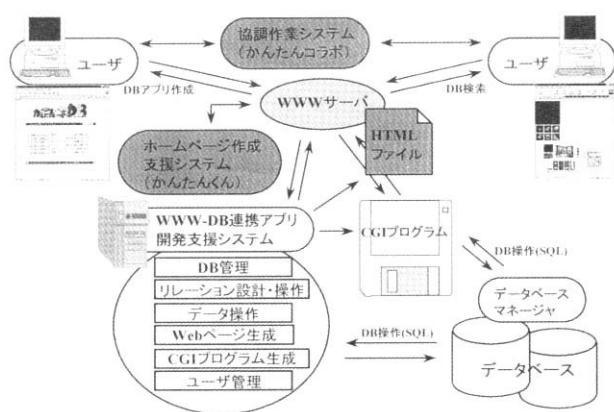


図2 システムの仕組み(概略)

システムに実装されている機能のブロック図を図3に示す。システムは以下の機能をユーザに提供する。

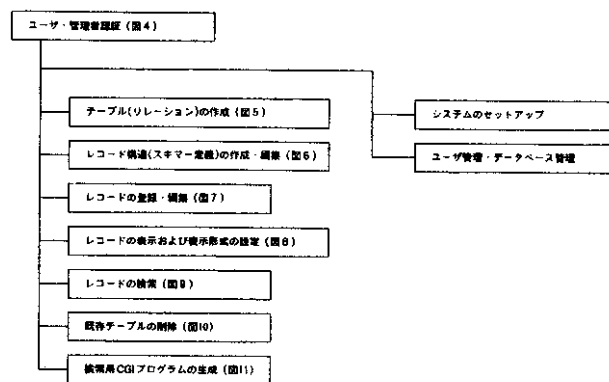


図3 システムの機能

- 1) ユーザ・システム管理者を認証する機能
- 2) テーブル(リレーション)を作成する機能
- 3) テーブルのレコード構造(スキーマ定義)を作成・編集する機能
- 4) レコードを登録・編集する機能
- 5) レコードを表示する機能および表示様式を設定する機能
- 6) レコードを検索する機能
- 7) テーブルを削除する機能
- 8) 検索用CGIプログラムを生成する機能

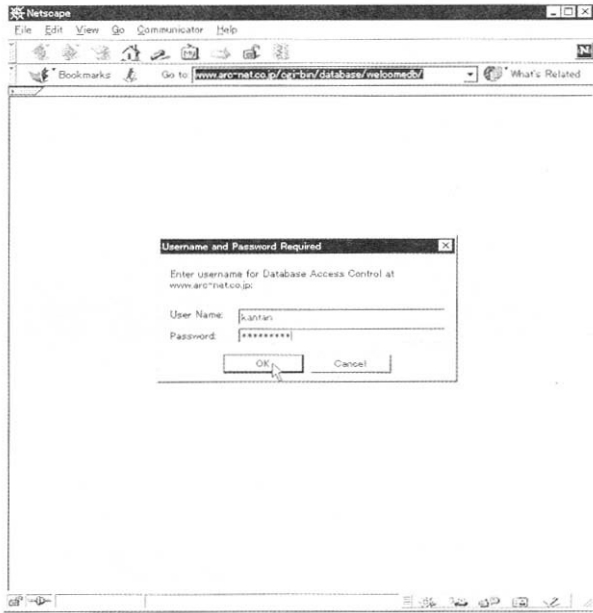
また、システムの管理者には以下の機能が提供される。

- 1) システムのセットアップを行なう機能
- 2) ユーザの登録・削除やユーザプロファイルの編集を行なう機能

従って、Webアプリケーションを開発する場合と同様に、ブラウザ上での作業によりシステムの管理が行ない得る。

2.2.1 ユーザ・システム管理者の認証

ブラウザから所定のURL(Uniform Resource Locator)¹⁵⁾を指定してシステムにアクセスすると、システムはユーザ名・パスワードの入力を求めるWebページ(画面1)を表示し、アクセス者からの送信データによりユーザ認証を行なう。ユーザ認証部のページ構造を図4に示す。アクセス者がユーザとして認証された場合にはシステムのメインメニュー(画面2)が表示され、システム管理者として認証された場合にはシステム管理メニューが表示される。認証に失敗した場合には、その旨を警告するWebページを表示する。



画面1 ユーザ名・パスワード入力ページ

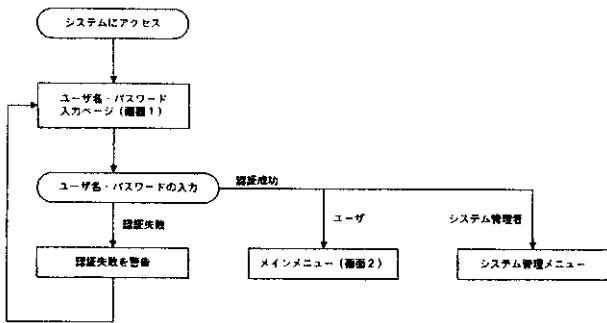
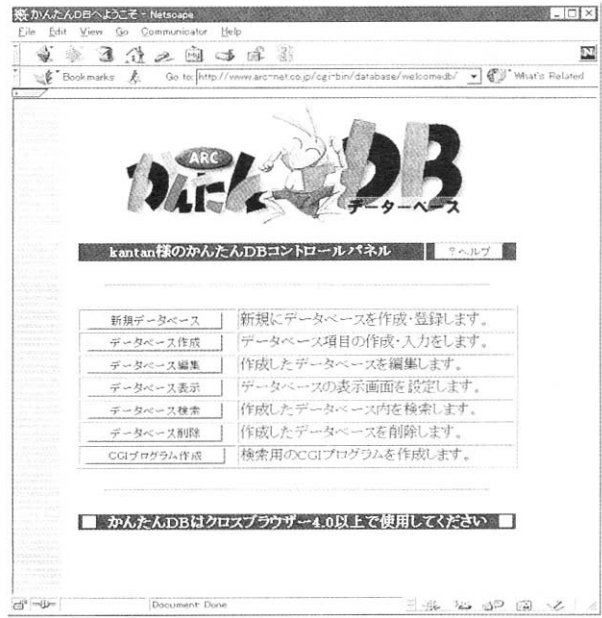


図4 ユーザ認証部のページ構造とナビゲーション

2.2.2 テーブルの新規作成

システムのメインメニューから新規作成機能を選択すると、テーブルのプロパティ（属性）の入力を求める Web ページ（テーブル作成コントロールパネル、画面 3）が表示される。コントロールパネルで求められるテーブル名などのデータを入力し、これをシステムに送信してテーブルを作成し DBMS に登録する（図 5）。



画面2 メインメニュー

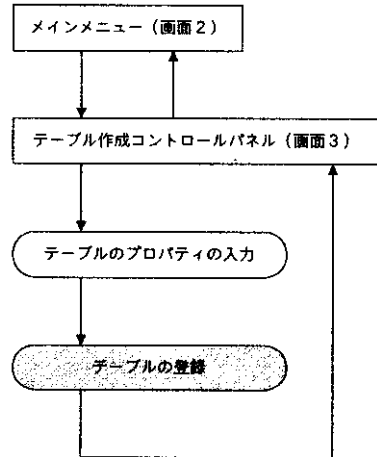
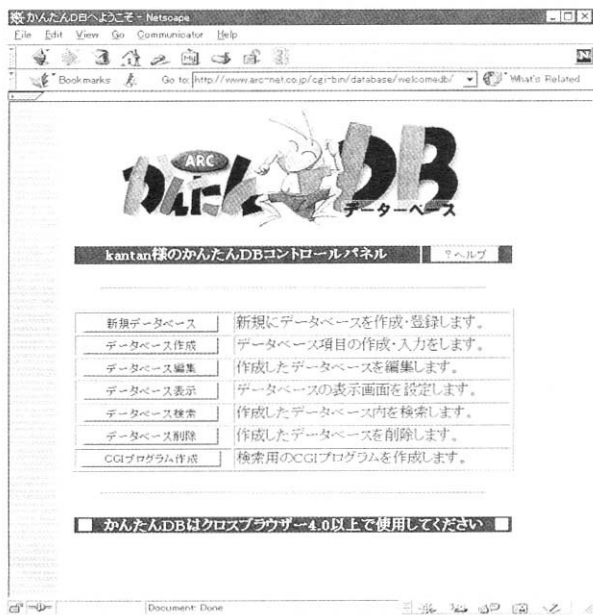


図5 テーブル作成部のページ構造とナビゲーション



画面2 メインメニュー

2.2.3 レコード構造（スキーマ定義）の作成・編集

作成したテーブルのレコード構造を定義するには、システムのレコード構造作成機能を使用する（図 6）。定義済みのレコード構造を変更することも出来る。システムのメインメニューからレコード構造作成機能を選択すると、DBMS に登録されているテーブルのリストが表示される（画面 4）。ユーザがレコード構造（スキーマ定義）の作成あるいは編集

を行うテーブルを選択すると、追加する項目のプロパティを入力する為の Web ページ（項目作成コントロールパネル、画面 5）か削除する項目を指定する為の Web ページ（項目削除コントロールパネル）が表示される。これらのコントロールパネルを用いて、項目の追加・削除を行うことで、テーブルのレコード構造を自在に作成・編集できる。

項目作成コントロールパネルで求められる項目名やデータタイプなどのプロパティを入力し、これをシステムに送信するとテーブルに新しい項目が追加される。

項目削除コントロールパネルで不要の項目を選択し、システムに通知すると、システムはテーブルのレコード構造から項目を削除し、登録済みの全てのレコードから選択された項

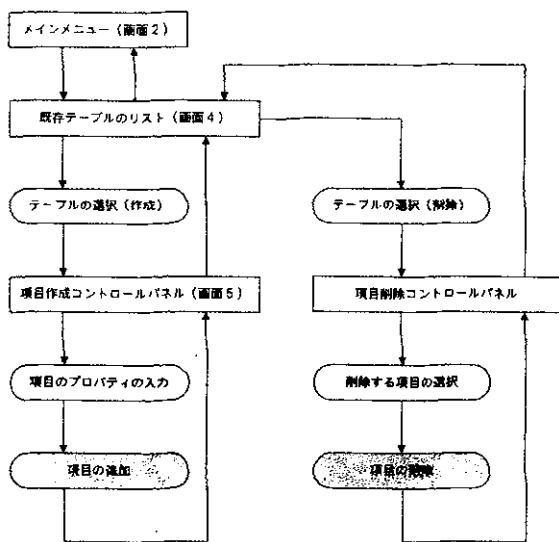
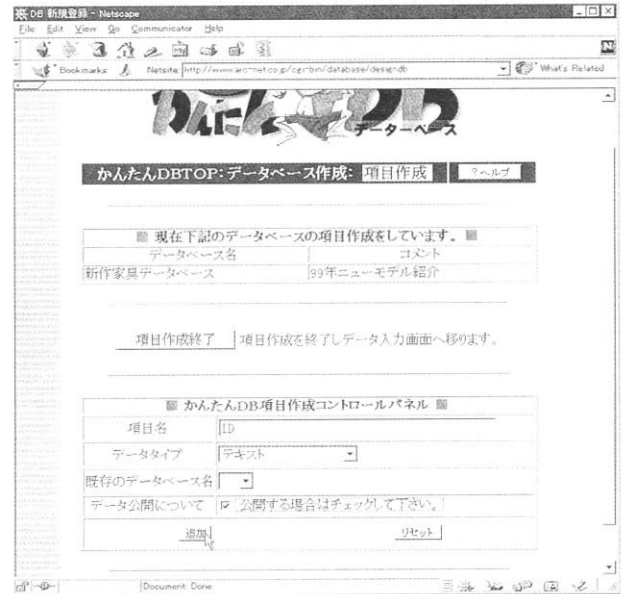


図6 レコード構造作成・編集部のページ構造とナビゲーション

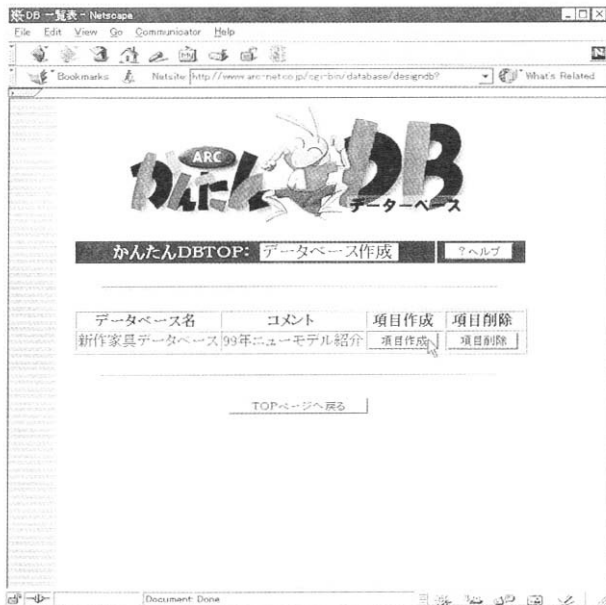


画面5 項目作成コントロールパネル

目に該当するデータを削除する。

2.2.4 レコードの登録・編集

定義されたレコード構造に従ってテーブルにデータ（レコード）を追加したり、あるいは既存のレコードを編集する際には、システムのレコード編集機能を使用する（図 7）。システムのメインメニューからレコード編集機能を選択すると、DBMS に登録されているテーブルのリストが表示される（画面 6）。レコード登録あるいは既存レコードの編集を行うテーブルを選択すると、追加するレコードのデータを入力する為の Web ページ（データ入力パネル、画面 7）か編集する既存レコードを選択する為の Web ページ（編集レコード選択パネル、画面 8）が表示される。これらのコントロールパネルを用いて、レコードの登録・編集を行うことで、テーブルにデータを自在に登録・編集・削除できる。なお、レコードの登録は、1レコード毎に追加する為のインターフェースの他に、CSV(Comma Separated Value)¹⁶⁾ファイルを用いて複数レコードを一括して追加する為のインターフェース（CSVファイル入出力パネル、画面 9）も用意されている。また、既存レコードを一括して CSV ファイルとして出力することも出来る。



画面4 既存テーブルのリスト（レコード構造を作成・編集するテーブルを選択）

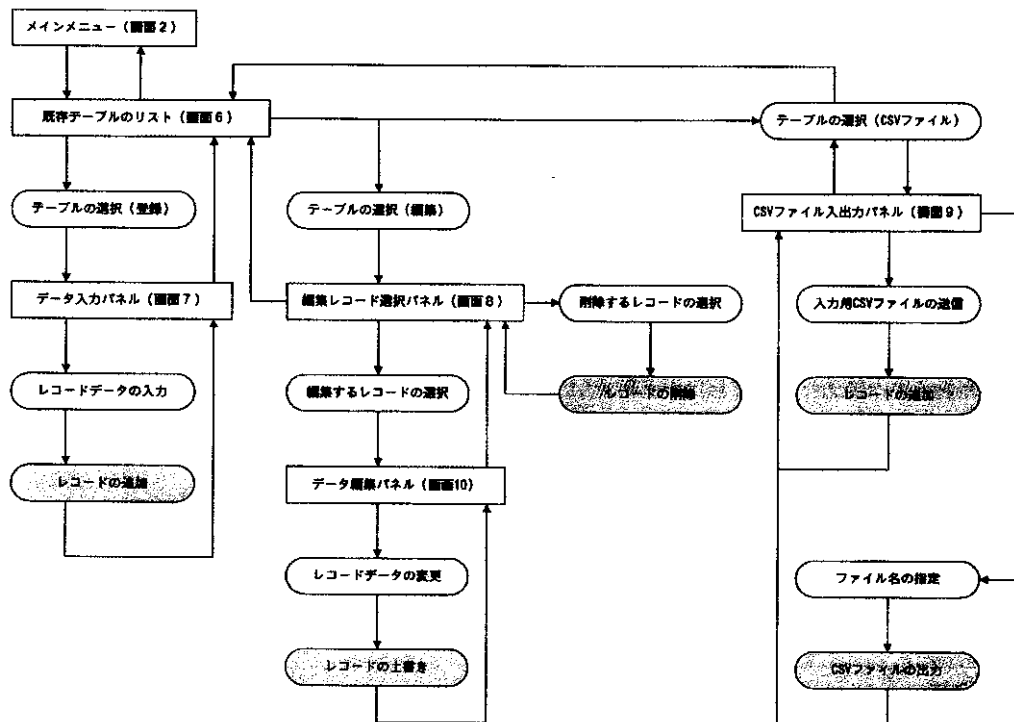
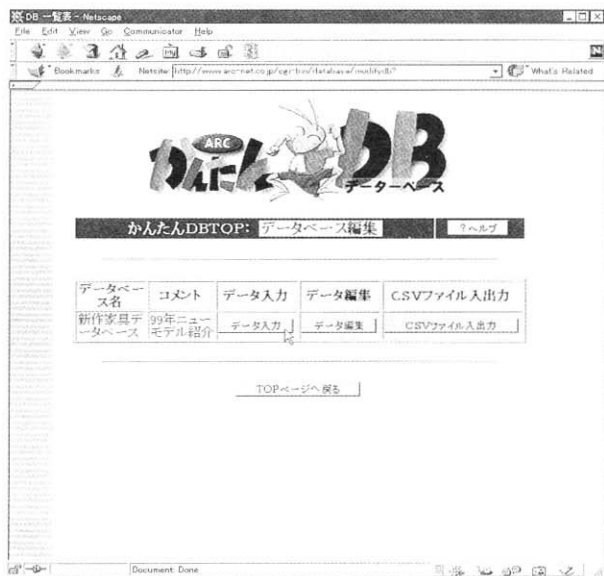
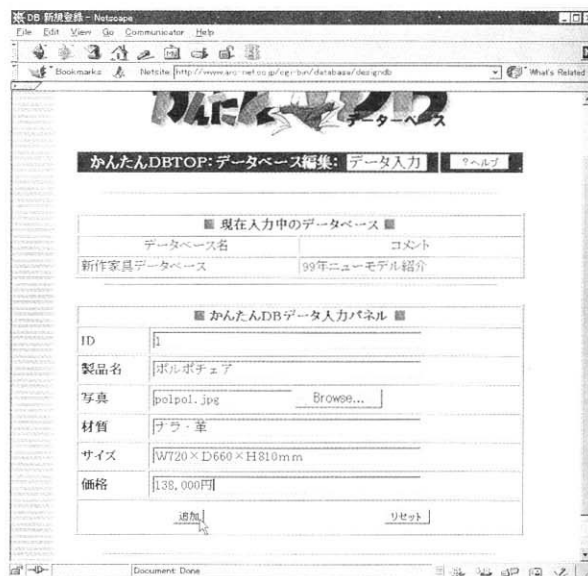


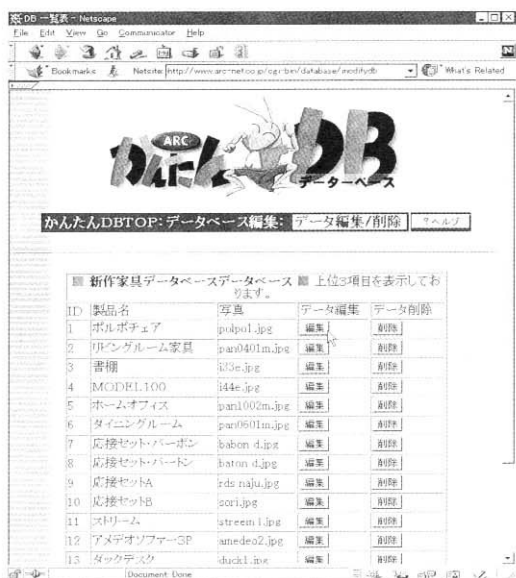
図7 レコード登録・編集部のページ構造とナビゲーション



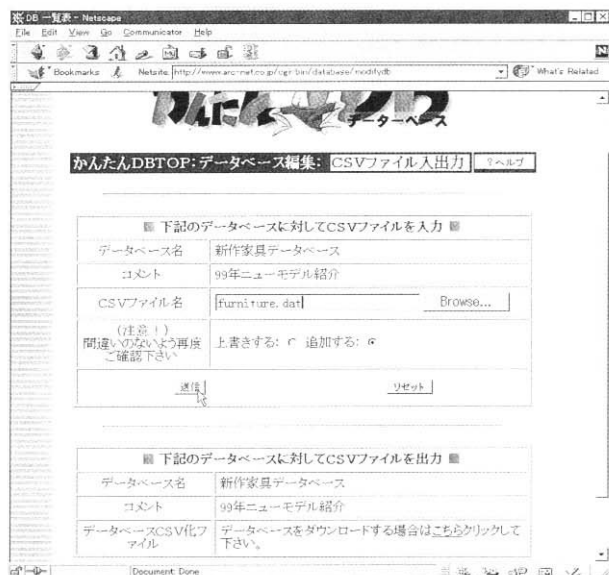
画面6 既存テーブルのリスト (レコードを登録・編集するテーブルを選択)



画面7 (レコード) データ入力パネル



画面8 編集レコード選択パネル（既存レコードのリスト）



画面9 CSVファイル入出力パネル

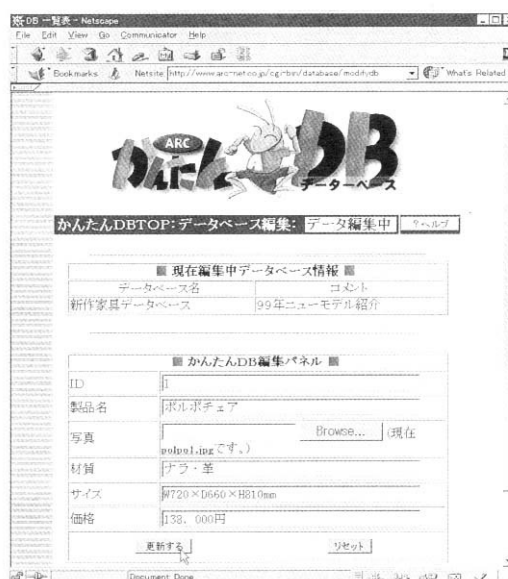
レコードを追加する為にデータ入力パネルを選択すると、テーブルのレコード構造に合わせてデータ入力フィールドが表示されるので、望みのフィールドにデータを入力し、これをシステムに送信してレコードをテーブルに追加する。データ入力パネルへデータを入力する場合、テキストデータは入力パネル中のフィールドに直接入力する。他方、イメージデータなどのバイナリデータはファイル名をフィールドへ入力する。この時、ファイルの探索にはファイルマネージャーを用いることが出来る。システムへデータを送信する際に、ファイル名を指定されたバイナリデータも一緒に送信される。

既存レコードを編集する為に編集レコード選択パネルを表示すると、1レコード当たり先頭から3項目のデータを表示する形で既存レコードがリストされる。データを編集するレ

コードを選択すると、レコードのデータを編集する為のWebページ（データ編集パネル、画面10）が表示される。データ編集パネルには、レコードの構造に合わせた入力フィールドに既存データがセットされて表示されるので、望みのデータへ変更を加え、これをシステムに送信してテーブルの当該レコードを上書きする。

レコードの削除も編集レコード選択パネルを利用して行い得る。レコードのリストから削除するレコードを選択すると、テーブルから当該レコードが削除される。

CSVファイル用いてテーブルにレコードを追加する為にCSVファイル入出力パネルを選択すると、ファイル名を入力するフィールドが表示されるので、ファイル名を入力する。これをシステムに送信すると指定されたファイルも一緒に送信され、ファイル中のレコードがテーブルに追加される。尚、CSVファイルを指定する際には、ファイルマネージャーを用いることも出来る。同じCSVファイル入出力パネルを用いて、既存レコードをCSVファイルとしてダウンロードすることも出来る。



画面10（レコード）データ編集パネル

2.2.5 レコードの表示

システムはテーブルのレコードを表示する機能を備えており、ユーザはテーブルに含まれる全てのデータを閲覧することが出来る（図8）。システムのメインメニューからレコード表示機能を選択すると、DBMSに登録されているテーブルのリストが表示される（画面11）。このリストから、レコードを表示するテーブルを選択すると、表示形式を選択する為のWebページ（表示形式選択パネル）が表示される。このパネルで、表形式あるいはカード形式を選択すると、テーブル中のレコードが選択した表示形式に整形されて表示される（画面12）。

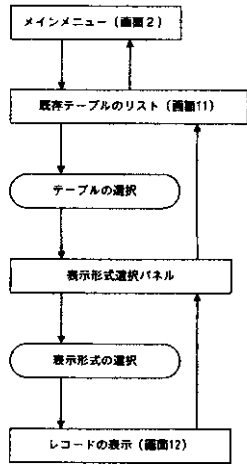
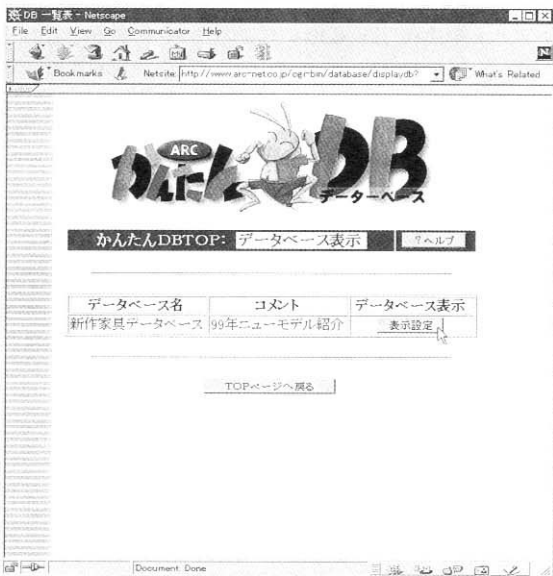
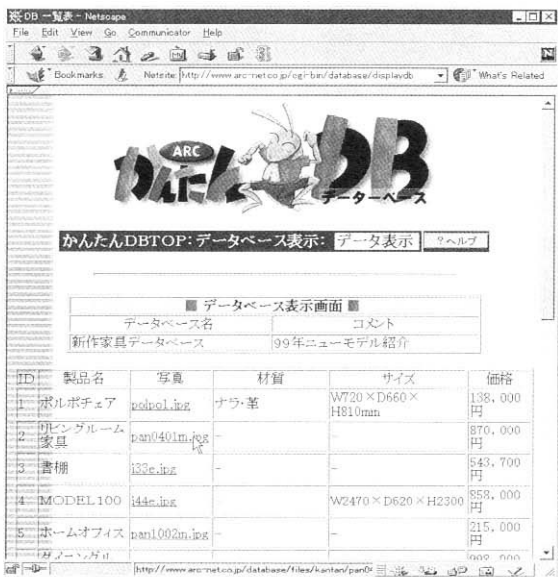


図8 レコード表示部のページ構造とナビゲーション



画面11 既存テーブルのリスト (レコードを表示するテーブルを選択)



画面12 テーブルのレコードを表示した画面

2.2.6 レコードの検索

システムはテーブルのレコードを検索する機能を備えており、ユーザは様々な検索条件を与えてテーブルを検索することが出来る (図9)。システムのメインメニューからレコード検索機能を選択すると、DBMSに登録されているテーブルのリストが表示される (画面13)。このリストから、レコードを検索するテーブルを選択すると、検索キーを入力する為のWebページ (検索コントロールパネル, 画面14) が表示される。テーブルのレコード構造に合わせて検索キー入力フィールドが表示されるので、望みのフィールドに検索キーを入力しシステムに送信する。システムは与えられた検索条件に従ってテーブルを検索し、検索条件に適合したレコードを表形式に整形して表示する (画面15)。

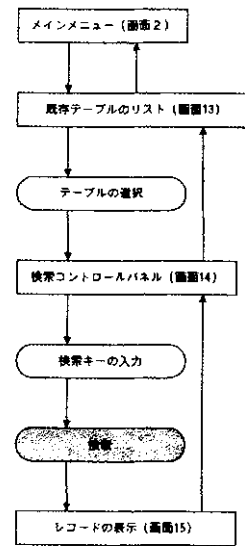
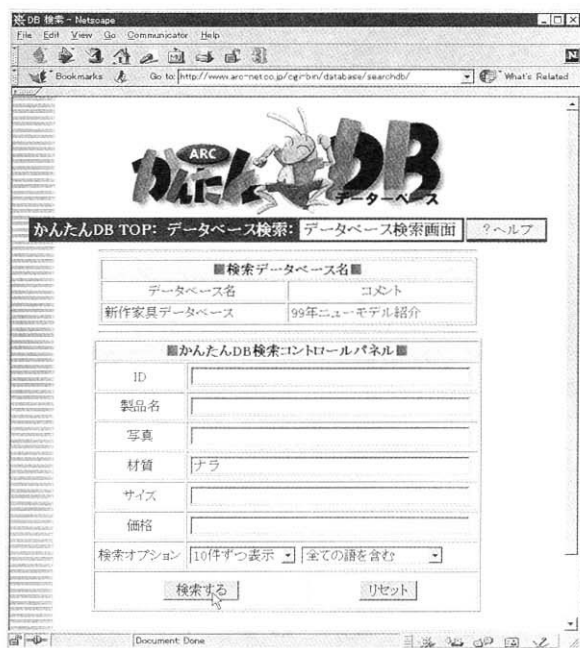


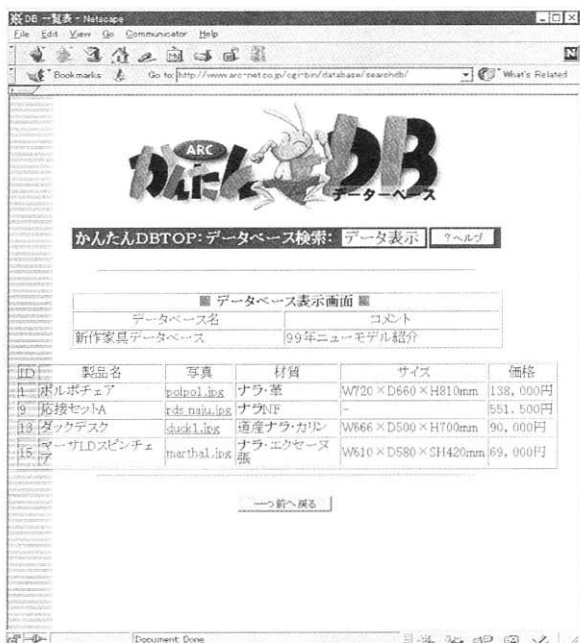
図9 レコード検索部のページ構造とナビゲーション



画面13 既存テーブルのリスト (レコードを検索するテーブルを選択)



画面14 検索コントロールパネル



画面15 検索結果を表示した画面

2.2.7 テーブルの削除

システムはDBMSに登録されているテーブルを削除する機能を備えている(図10)。メインメニューからテーブル削除機能を選択すると、既存のテーブルのリストが表示される(画面16)。ここで、不要のテーブルを選択し、システムに通知すると、システムは当該テーブルを削除する。

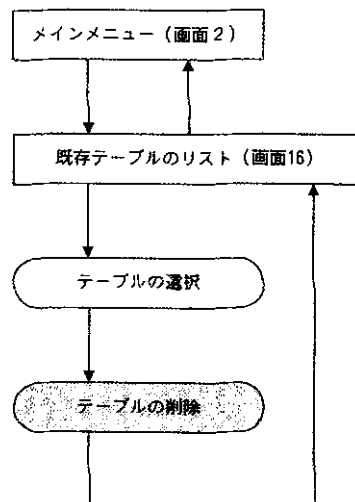
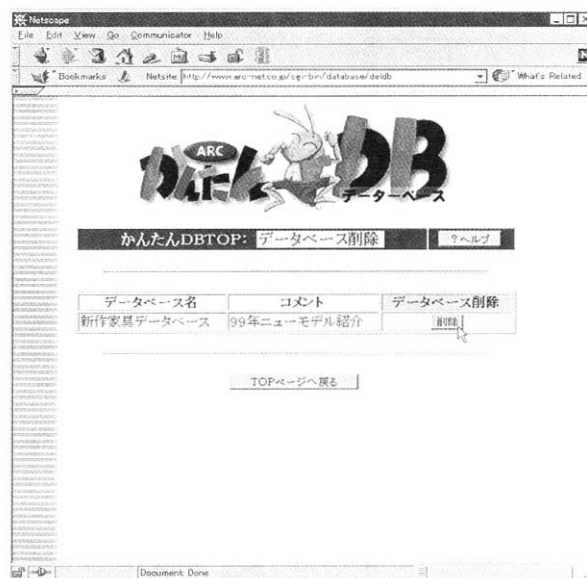


図10 テーブル削除部のページ構造とナビゲーション



画面16 既存テーブルのリスト (削除するテーブルを選択)

2.2.8 検索用 CGI プログラムの生成

システムはDBMSに登録されているテーブルを検索する為のCGIプログラムを生成する機能を備えている(図11)。システムのメインメニューから検索用CGIプログラム生成機能を選択すると、DBMSに登録されているテーブルのリストが表示される(画面17)。このリストから、検索用CGIを生成するするテーブルを選択すると、検索対象の項目を選択する為のWebページ(検索項目選択パネル、画面18)が表示される。ここで、検索の対象にする項目を選択してシステムに通知すると、検索用CGIのプロパティテーブルが生成されシステムにインストールされる。同時に、画面上に検索用CGIのURLが表示される。従って、ユーザは、検索インタフェース用のWebページを用意し、そのフォーム部のアクセス先CGIプログラムに当該URLを指定することで、検索用の

動的 Web アプリケーションとして動作させることができる。

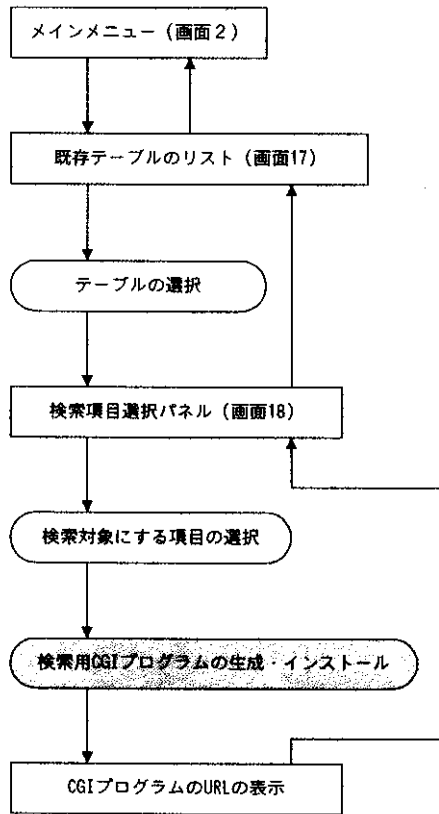
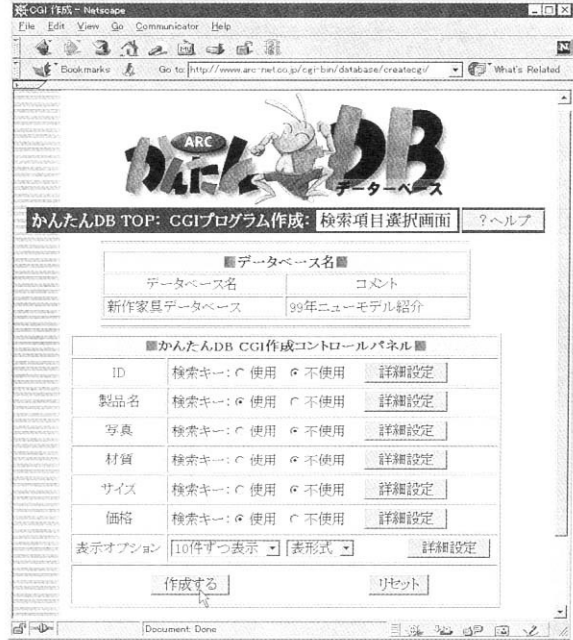


図11 検索用CGIプログラム生成部のページ構造とナビゲーション



画面18 検索項目選択パネル

2.2.9 システム管理

システムにシステム管理者としてアクセスするとシステム管理メニューが表示される。メニューの項目を選択すると、システムのセットアップおよびユーザの登録・削除やユーザプロファイルの編集、ユーザ用データベースの初期化が行ない得る。

2.3 システムを用いた動的 Web アプリケーションの開発

開発した WWW- データベース連携アプリケーション開発支援システムを用いてデータベースと連携する動的 Web アプリケーションの開発を行なう際の典型的な作業フローを図12に示す。本節では、このようなフローに沿って、本システムを用いて開発した動的 Web アプリケーションを例示する。



画面17 既存テーブルのリスト (検索用CGIプログラムを生成するテーブルを選択)

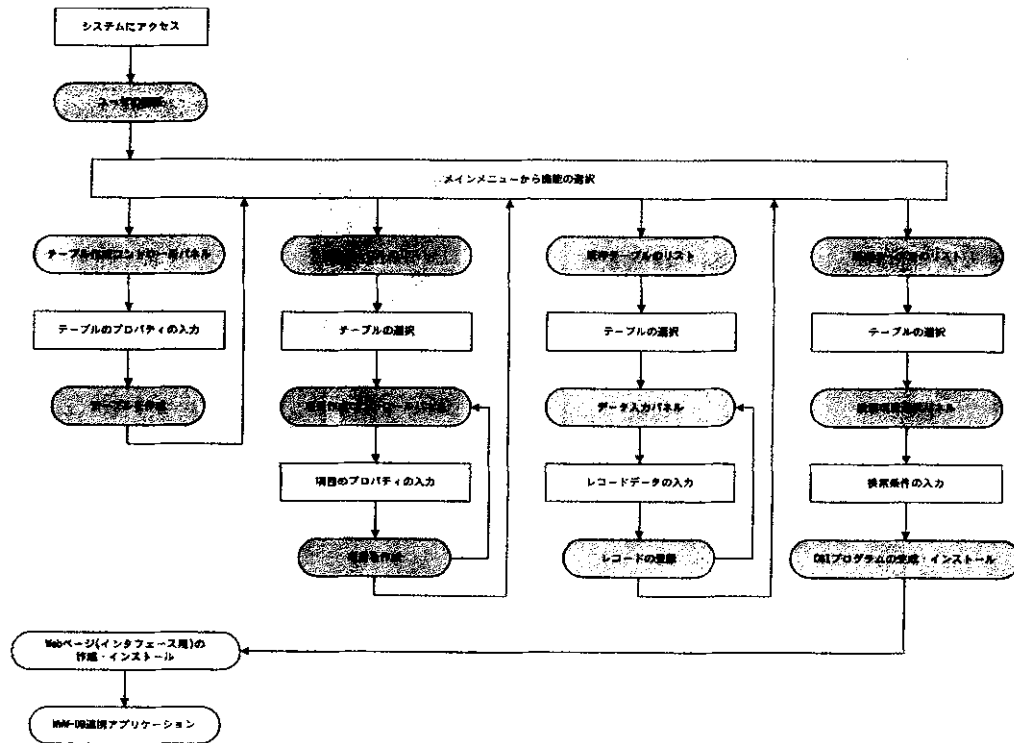
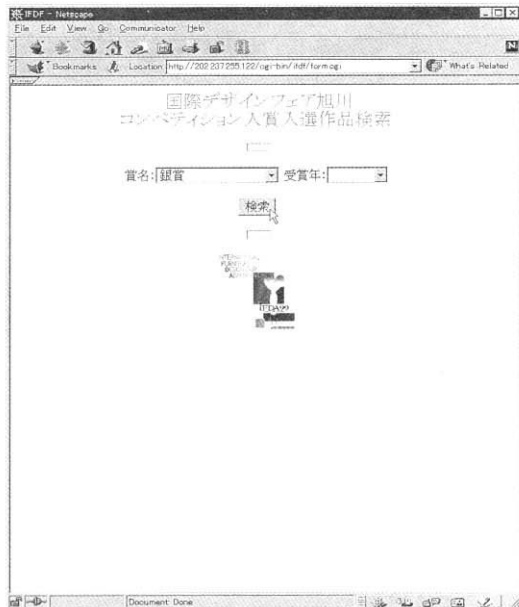


図12 システムを用いるWWW-DB連携アプリケーション開発フロー

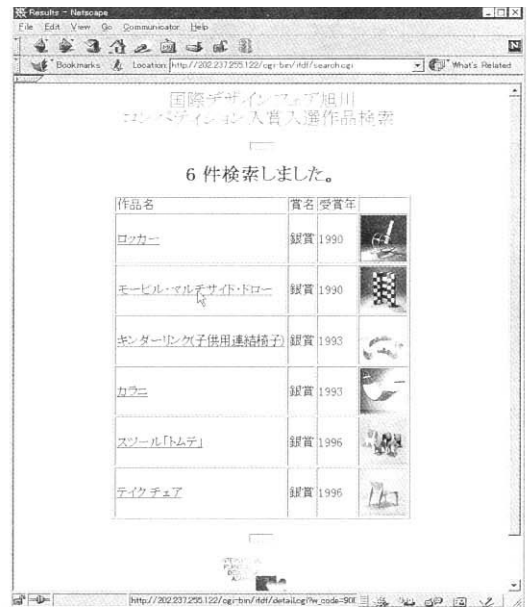
2.3.1 国際家具デザインフェア旭川(IFDA)入選作品データベース

1990年度・1993年度および1996年度の国際家具デザインフェア旭川に於ける入選作品を検索・閲覧する為のWebアプリケーションの検索ページを画面19に示す。このデータベースでは、受賞した賞名と受賞年から作品を検索できる。

検索を実行すると、与えた検索キーに適合した作品のリストを表示する(画面20)。リストでは、作品名・賞名・受賞年と作品イメージのサムネイルが表示される。リストから作品を選択すると、当該作品のイメージと詳細な情報が表示される(画面21)。



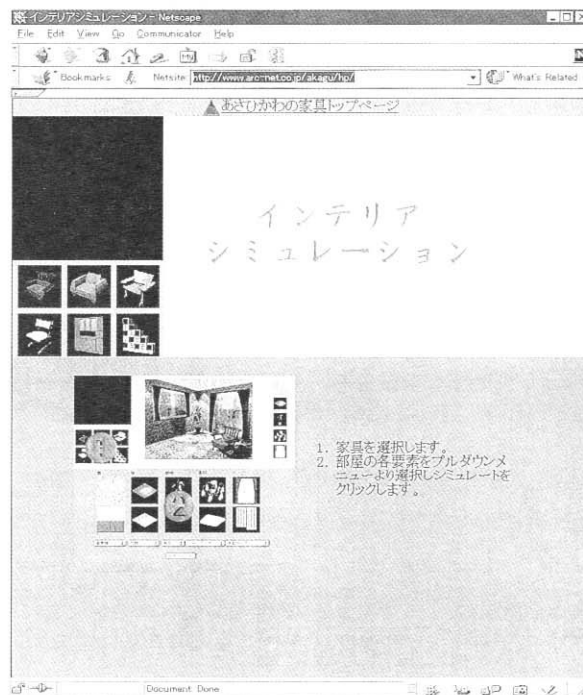
画面19 国際家具デザインフェア旭川(IFDA)入選作品データベース(1) 検索条件の入力



画面20 国際家具デザインフェア旭川(IFDA)入選作品データベース(2) 検索結果の表示



画面21 国際家具デザインフェア旭川(IFDA)入選作品データベース(3) 詳細な作品情報の表示



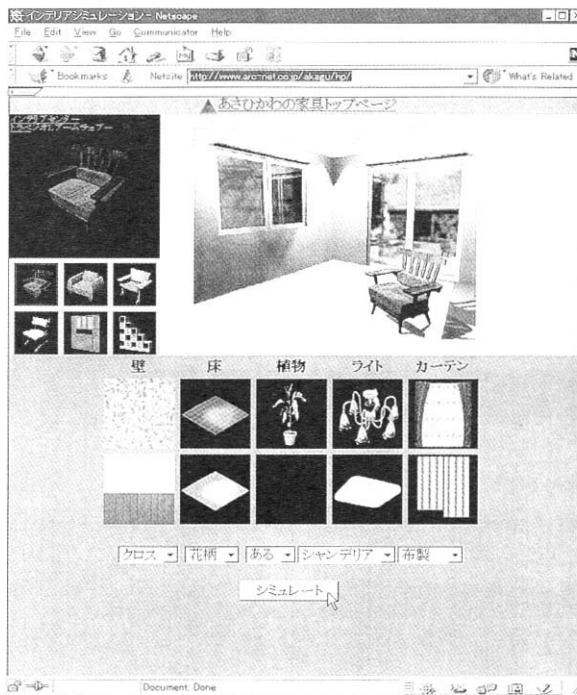
画面22 インテリアシミュレータ(1) 家具の選択

画面中の精円部は、ユーザの入力あるいはマウス操作を意味する。以降の画面に於いても同様である。

2.3.2 インテリアシミュレータ

画面 22 は、壁・床・カーテンなどの室内要素を幾つかの選択肢の中から選んで構築した背景イメージ中に家具イメージを展開して、家具と室内雰囲気とが調和するかを確かめる為の、インテリアシミュレータの先頭ページを示している。このインテリアシミュレータも、データベースと連携する Web アプリケーションとして実装されたものである。

シミュレートしたい家具を選択すると、壁・床が白色で他の要素が無いプレーンな雰囲気の内画像に選択された家具イメージが展開されて表示される (画面 23)。ここで、壁・床・カーテンなどの要素について、それぞれリストから望みのものを選択しシステムの通信すると、選択された要素を反映した背景イメージが生成され、このイメージ中に家具イメージが展開されて表示される (画面 24)。この画面により、選択した要素から成る室内の雰囲気と、その中に配置された家具とを視覚的に確認できる。



画面23 インテリアシミュレータ(2) 基本画像の表示およびシミュレーション条件の入力



画面24 インテリアシミュレータ(3) シミュレーション結果の表示

2.4 システムの評価

開発したシステムは、現在までに以下のプラットフォーム・Web サーバー・DBMS の組み合わせで動作することを確認している。

- Sun Ultra 1 / [日 本 語 Solaris2.5 / Netscape Communication Server 1.1 / PostgreSQL6.4.2
- Sun SparcStation 5 / Solaris2.5 / Apache 1.3 / PostgreSQL6.4.2
- Sun Ultra 1 / 日 本 語 Solaris 2.5 / Apache 1.2.6 / PostgreSQL6.2.1

ユーザ側で用いるブラウザについては、次の製品で問題なくシステムを使用できることを確認している。

- Netscape Navigator 4.5 以上, 4.5J 以上
- Microsoft Internet Explorer 4.0J 以上

ブラウザに関する動作確認には、以下のプラットフォームを用いている。

- IBM PC-AT 互換機 / Microsoft Windows95J
- NEC PC-9821 シ リ ー ズ / Microsoft Windows NT Workstation 4.0J
- Apple Power Macintosh シリーズ / 漢字 Talk7.5.x

従って、上記のブラウザが動作する環境であれば、ユーザ側

で使用するプラットフォームに依らずシステムを利用できると考える。

前述した通り、開発したシステムはブラウザ上での作業によりデータベースが構築でき、構築したデータベースと連携する動的 Web アプリケーションが容易に開発できる。システムはフォームを用いた簡便なインタフェースをブラウザ上に提示するので、データベースの構築や動的 Web アプリケーションの開発に際して CGI の作成法や SQL 構文などについて習熟する必要はない。ユーザの認証については、システムへのアクセス時に認証を行なうよう実装されている。また、各ユーザのデータベースへのアクセスは、テーブル毎あるいは項目毎に制限を加えることが出来るように実装されている。従って、システムは、開発に先立って設定したコンセプト (2.1 節) が要求する仕様を全て満たしている。

Web サーバーとして、PC UNIX (Linux や FreeBSD) や非 UNIX 環境 (例 えば、Microsoft Windows NT Server と Microsoft Internet Information Server の組み合わせなど) も用いられ始めていることから、システムが動作するプラットフォームとしてこれらについても検討を進めている。

3 . おわりに

ブラウザ上での作業により、データベースの設計・構築・運用や WWW サーバからデータベースを利用する為の CGI プログラムの作成が簡単に行い得る、WWW- データベース連携アプリケーション開発支援システムを開発した (「かんたん DB Ver.1.0」)。現在、本システムの商品化に向けて作業を進めている。

本システムは、企業・組織サイトに於ける効率的な Web ページ作成・保守システムの構築へ応用することを目的として開発したが、インターネット接続提供者 (ISP) が契約ユーザに提供する商用サービスとして利用することにも適している。実際、既に商用サービスとして実用化されており (<http://www.arc-net.co.jp>)、順調に運用されている。

参考文献

- 1) T.J. Berners-Lee, et al., "Electronic Networking: Reserch, Applocation and Policy", Vol.2, No.1, P.52, Mackler Publishing, Westport (1992).
- 2) T.J. Berners-Lee, et al., "Hypertext Transfer Protocol-- HTTP / 1.0", RFC 1945, MIT / LCS, UC Irvine, May 1996.
- 3) T. Berners-Lee and D. Connolly, "Hypertext Markup Language-2.0", RFC 1866, MIT / W3C, November 1995.
- 4) 石畑晴, "アルゴリズムとデータ構造", 岩波書店, 1989.

- 5) 小碓暉雄, “データベース”, 啓学出版, 1990.
- 6) 横田一正ら, “新データベース論”, 共立出版, 1994.
- 7) 大須賀節雄, “データベースと知識ベース”, オーム社, 1989.
- 8) “The Common Gateway Interrace”, NCSA.
- 9) “Database languages SQL”, ISO / IEC 9075:1992 (1992).
- 10) 日本規格協会, “データベース言語 SQL” JIS X 3005-1995, 1995.
- 11) 西尾章治郎, “実践 SQL 教科”, アスキー, 1996.
- 12) ” NCSA HTTPd”, NCSA.
- 13) ” Mosaic for X version 2.0 Fill-Out Form Support”, NCSA.
- 14) “Decoding FORMs with CGI”, NCSA.
- 15) T.J.Berners-Lee et al.,” Uniform Resource Locators(URL)”, RFC 1738, CERN, Xerox PARC, University of Minnesota, December 1994.
- 16) ”The FILE FORMATS Handbook”, Gunter Born, INTERNATIONAL THOMSON COMPUTER PRESS, (1995).
- 17) ”CGI Programing on the World Wide Web”, Shishir Gundavaram, O’ Reilly & Associates, Inc..(1995).
- 18) ”HTML 3.2 Reference Specification”, Dave Raggett, W3C Recommendation 14-Jan-1997.
- 19) ”HTML4.0 Specification”, Dave Raggett, et al., W3C Recommendation 24-Apr-1998.
- 20) ”PostgreSQL Programmer’ s Guide”, Thomas Lockhart, Postgres Global Development Group, (1996).
- 21) ”Apache Reference Manual”, Apache HTTP Server Project.
- 22) ”Apache:The Definitive Guide”, B. Laurie and P. Laurie, O’ Reilly & Associates, Inc..(1997).
- 23) 国際家具デザインフェア旭川’90 開催委員会, ”国際家具デザインコンペティション入選作品”, 1990.
- 24) 国際家具デザインフェア旭川開催委員会, ”国際家具デザインコンペティション入賞入選作品”, 1993.
- 25) 国際家具デザインフェア旭川開催委員会, ”国際家具デザインコンペティション入賞入選作品” 1996.
- 26) 奥田罵ら, 北海道立工業試験場報告, No.295, 167, 1996.
- 27) 原田重則ら, 1997 年度精密工学会北海道支部学術講演会講演文集, 126, 1997.