

I S S N 0386-5878

土木研究所資料第3261号

283

土 木 研 究 所 資 料

情報通信システムの設計合理化 に関する試験調査

平成6年3月

建設省土木研究所
積算技術研究センター

Copyright ©1994 by P.W.R.I.

All rights reserved. No part of this book may be reproduced by any means, nor translated into a machine language without the written permission of the Director General of P.W.R.I.

この報告書は、土木研究所長の承認を得て刊行したものである。したがって、本報告書の全部又は一部の転載、複製は、土木研究所長の文書による承認を得ずしてこれを行ってはならない。

情報通信システムの設計合理化 に関する試験調査

システム課 主任研究員 小 林 亘
菊 池 克 男
部外研究員 西 田 和 彦

要 旨

河川情報システム、道路交通情報システムの拡充にともない、それらのハードウェア・ソフトウェアは複雑化の一途をたどっている。このため、各システムの機能や信頼性を維持・向上させつつ、同時に開発・維持コストを抑制することが、従来に増して大きな課題となっている。

この課題に応えるため、これら情報通信システムを、(1)データ管理、(2)データアクセス、(3)データ通信、(4)ユーザインタフェースの機能ユニットに分離し、その最適な機能設計について調査を行った結果をとりまとめたものである。(1)及び(2)については、データ中心アプローチ及びDBMSを中心とする設計について、(3)についてはLAN間接続によるネットワーク設計について、(4)についてはユーザインタフェースの認知理論に基づく改善及びそれらを構成するソフトウェアのモジュール化による改善について述べたものである。

キーワード：河川情報システム、道路交通情報システム、データベース、データベースマネジメントシステム、ミドルウェア、データ通信、LAN、TCP/IP、ユーザインタフェース、GIS、河川管理、道路管理

はじめに

河川情報システム、道路交通情報システムの整備、拡充にともない、それらのハードウェア・ソフトウェアは複雑化の一途をたどっている。このため、各システムの機能や信頼性を維持・向上させつつ、同時に開発・維持コストを抑制することが、従来にも増して大きな課題となっている。

この課題を解決するため、本調査では、これら情報通信システムを構成する要素を、機能毎に分類、独立させ、システム全体の最適な設計を念頭におきつつ、それぞれの機能の設計について、有用性、経済性、信頼性、拡張性などの観点から検討を加えた。検討の中心は、システムアーキテクチャ、設計手法及びソフトウェア設計である。これは、前二者がハードウェアに関する調査に対し、優位性、普遍性を有するものであること、また、ソフトウェアは各システムの機能を具現化あるいは事実上形成しているものでありながら、その生産性は大量生産が可能なハードウェアに比べて著しく低いためである。

本報告書は、情報通信システムの次の機能ユニットの設計についてとりまとめたものである。

第1編 データ管理（課題期間 平成4年度～平成5年度）

データ管理、データアクセスについて現在の設計手法と新たにDBMSを中心とするパッケージソフトの利用可能性について、実験による検証を行った。また、DOAによるデータモデルの設計を行った。この結果、DBMSの利用可能性を示唆すると共に様々な検討課題を明らかにした。特に、データモデルの実装及びSQLの組み立て、並びに、フロントエンドソフトウェア、ミドルウェアの選定である。

第2編 ユーザインタフェース（課題期間 平成4年度～平成6年度）

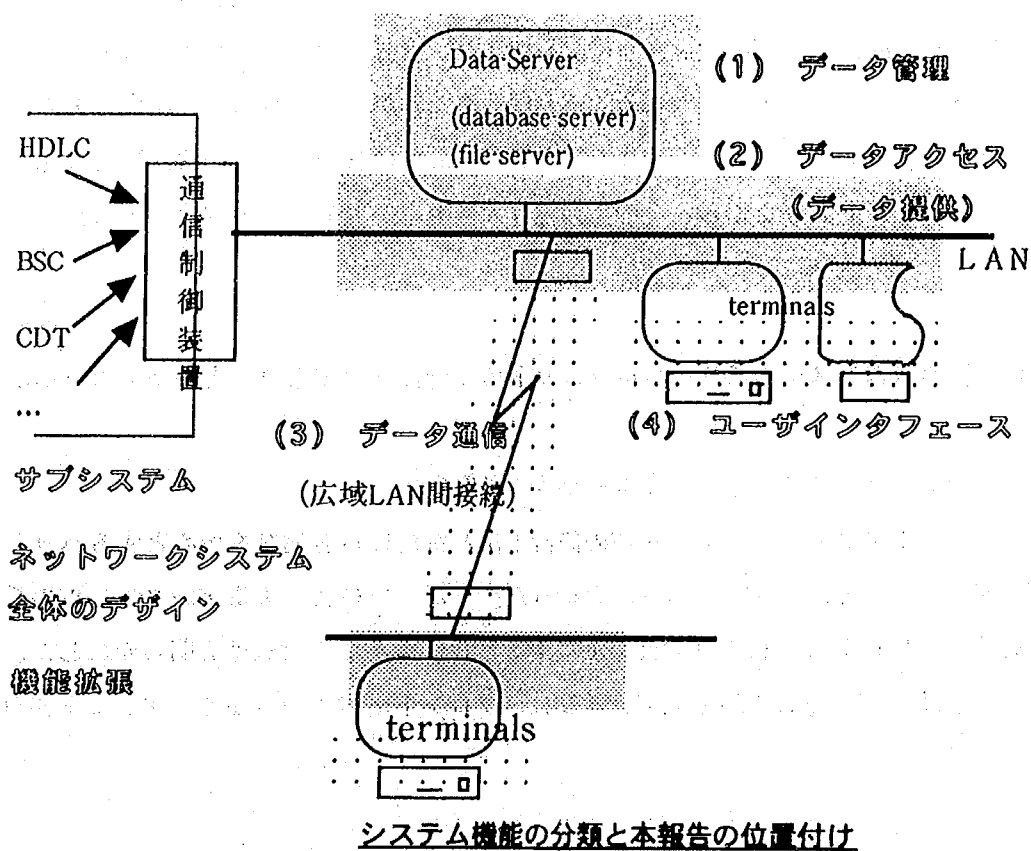
第一に、直観やフィーリングを主体に行われてきたユーザインタフェースの設計に対し改善を試みた。河川情報システム、道路交通情報システムで取り扱われる情報の表現を、上位の人間対コンピュータのインタフェースと位置付け、また、情報の表現を行うための操作制御方式を下位のインタフェースとし、それぞれに対し認知理論に基づく分析及び改善を試みた。また、ユーザインタフェースを構成するソフトウェアをモジュール化することにより、開発効率や情報の表現において改善が可能であることを示した。

第3編 データ通信（課題期間 平成5年度～平成6年度）

現在のポイントツーポイントによるデータ通信路構成では、多数のポイント間での自由なデータ通信が困難である。このため、LAN間接続によるデータ通信を提案した。これに関連して、LAN間

接続システムの論理的側面の管理に必須であるLAN (TCP) アドレス (案) を作成した (これは、建電通仕第24号として採用された)。また、接続遅延時間の計算式、ネットワークトポロジー、ルーティングに関して設計上の参考とすべき事項を検討した。この結果、現在のデータ通信路の構築、管理の改善方策を示唆した。

下図にシステム機能の分類と本報告の位置づけを示す。



上記の各ブロックはお互いに密接に関連しあってネットワークシステムを構成しており、これらの整合のとれた検討、整備により大きな設計合理化が可能である。

第1編 データ管理

1 概要	1
1.1 背景及び目的	1
1.2 方針及び方法	1
1.3 検討結果	2
2 調査の背景と目的	3
3 データ管理	6
3.1 専用ファイル方式	6
3.1.1 専用ファイル方式の概要	6
3.1.2 データ格納形態（ファイル構造）の例	8
3.2 データベースマネジメントシステムの概要	10
3.3 リレーショナル型DBMS	11
3.3.1 リレーショナル型DBMS	12
3.3.2 システム構成例	12
3.4 ネットワーク型DBMS	15
3.4.1 ネットワーク型DBMSの概要	15
3.4.2 システム構成例	15
3.5 データ管理方式の比較	17
4 データアクセス方式	21
4.1 データアクセス方式の概要	21
4.2 TCP/IPとデータアクセス方式	21
4.2.1 TCP	22
4.2.2 IP	23
4.3 専用ファイルへのアクセス方式	24
4.3.1 ソケットによるデータアクセス	24
4.3.2 NFS (Network File System) によるファイルアクセス	28
4.3.3 FTP (File Transfer Protocol) によるファイルアクセス	32
4.4 専用ファイルに対するアクセス方式の比較	33
4.5 データベースへのアクセス方式	35
4.5.1 NFSによるアクセス	35
4.5.2 telnetによるアクセス	36
4.5.3 SQLによるアクセス	37

4.5.4	SQLを利用したパッケージソフトウェアによるアクセス	37
4.5.5	共通インタフェースによるアクセス	38
4.6	DBMSに対するアクセス方式の比較	39
5	データモデルの設計	42
5.1	データモデルの概要	43
5.2	概念DB構造図	44
5.3	概念ファイル	45
6	実験及び考察	48
6.1	実験	49
6.1.1	実験環境	49
6.1.2	測定方法	50
6.1.3	検索方法	51
6.1.4	実モデルによるデータベース実験	53
6.2	論理モデルの実装（物理モデルへの変換）に関する事項	59
6.2.1	インデックス	59
6.2.2	データテーブル容量とインデックス	62
6.2.3	テーブル（表）数	62
6.3	システム設計に関する事項	63
6.3.1	クライアント・サーバ	63
6.3.2	クライアント多重度	64
6.3.3	ハードウェア	65
6.4	評価	67
6.4.1	専用ファイル方式に対するDBMS方式の評価	67
7	標準化レベル	79
8	調査結果と課題	82

第2編 ユーザインタフェース

1 概要	89
1.1 目的	89
1.2 現状の問題点	89
1.3 検討の範囲	90
1.4 調査方法	90
1.5 調査結果	91
1.6 課題	91
2 ユーザインタフェースの向上	92
2.1 ユーザインタフェースの分類	92
2.2 レベル	93
2.3 階層と検討範囲	94
3 情報の表現	96
3.1 情報の次元	96
3.2 情報の表現	99
3.3 情報表現の要件	100
4 操作制御	103
4.1 ハードウェアの操作制御方法 (デバイス)	103
4.2 ソフトウェアの操作制御方法	104
4.2.1 様々な操作制御方式の特徴	104
4.2.2 メニューの形式	106
4.3 画面指定と画面遷移 (河川情報、道路交通情報システムの事例)	111
4.3.1 代表的な操作方法	111
4.3.2 メニューの構成要素	115
4.3.3 現状の操作制御方式における問題点	117
5 ユーザインタフェースを構成するソフトウェアの設計	120
5.1 概要	120
5.2 河川情報システム、道路交通情報システムにおける ユーザインタフェースの構成	122
6 テストシステムの構築	123
6.1 ユーザインタフェースの原則的ガイドライン	123

6.2 設計	.....	1 2 3
7 課題	.....	1 3 1
7.1 ユーザインタフェースの改善	.....	1 3 1
7.2 ユーザインタフェースソフトウェアの開発	.....	1 3 2

第3編 データ通信

1 概要	135
2 建設省専用通信網におけるデータ通信の現状と課題	137
3 調査の対象方式	143
4 LAN及びLAN間接続方式	145
4.1 LANの概要	145
4.2 LAN間接続方式の概要	147
4.3 リピータ	149
4.4 ブリッジ	149
4.5 ルータ	151
4.6 対象とするLAN間接続方式	152
5 LANアドレス標準(案)の作成	153
5.1 概要	153
5.2 TCP/IPにおけるLANアドレス	154
5.3 MACアドレス	155
5.4 IPアドレス	156
5.4.1 IPアドレスの概要	156
5.4.2 サブネットアドレス	157
5.4.3 IPアドレスの付与	158
5.4.4 IPアドレスに必要な項目	158
5.4.5 IPアドレスの構成	160
5.5 LAN間接続システムの構成例	162
5.6 ホスト名称、ネットワーク名称	162
6 ネットワーク設計(トポロジー)	164
6.1 概要	164
6.2 遅延時間	165
6.2.1 遅延時間の概要	165
6.2.2 ルータのモデル	165
6.2.3 遅延時間算出式	169
6.2.4 試算式	172

6.3 ネットワークトポロジー	177
6.3.1 検討の概要	177
6.3.2 本局—事務所間の主ルート	178
6.3.3 斜回線（水平ルート）及び迂回ルートの現状	179
6.3.4 論理網と物理モデルとの整合	182
7 ルーティング	185
7.1 ブリッジによるルーティング	185
7.2 ルータによるルーティング	187
7.2.1 ルータによるルーティング概要	187
7.2.2 R I P (Routing Information Protocol) の概要	187
7.2.3 R I Pバージョン2 (R I P-2)	191
8 ネットワーク管理	192
9 課題	194

付

録

第1編 データ管理 応答速度実験	.....	197
応答速度実験結果データ	.....	198
第1編 データ管理 データモデル設計	.....	209
河川概念ファイル一覧	.....	210
河川概念ファイル説明書	.....	211
河川関係データ一覧	.....	218
河川関係加工データ一覧	.....	220
道路概念ファイル一覧	.....	223
道路概念ファイル説明書	.....	224
道路関係データ一覧	.....	233
道路関係主要コード一覧	.....	235
第3編 データ通信 建設省LANアドレス標準	.....	239
建設省LANアドレス標準	.....	240

1 概要

1.1 背景及び目的

現状での典型的な河川情報システム、道路交通情報システム（以下「システム」）の構成例を図1-1に示す。これらのシステムにおけるデータ管理、データアクセス部分は、明確に規定されていないため、多種多様の方式が混在し、データの利用やプログラムの開発、拡張、また、コスト軽減に対して支障を生じている。この問題の解決のためには、データモデル及びデータの管理方式、データアクセス手続きをオープンにする必要があり、さらに標準化することが望まれる。オープンかつ標準化された方式の確立により、利用場所毎、システム毎に個々に製作、廃棄されているデータやソフトウェアの共通利用、再利用が可能となる。

1.2 方針及び方法

標準化に当たっては、システムに要求される機能、市場動向、標準化動向等を踏まえ、優れた環境を提示する必要がある。このため、標準化の検討においては既存の方式の統一化に留まることなく、従来のシステムでは導入例の少ない汎用のパッケージソフトウェア^{※1}についても重点的に調査する。

汎用パッケージソフトウェアの適用により、次の効果を得ることが予想される。

- (1) ユーザアプリケーションの開発量の削減。
- (2) ユーザアプリケーションの開発効率の向上。
- (3) 機種、オペレーティングシステム（OS）からの独立性の確保によるデータ、ユーザアプリケーションの再利用の促進。

以上の方針から、データ管理方式として、従来の「専用ファイル管理方式」に加え、「データベースマネジメントシステム（以下「DBMS」）」を採りあげ、その設計手法として「データ中心アプローチ（DOA ; Data Oriented Approach）」を適用した。また、データアクセス方式として、やはり従来のTCP/IP上の一般的なデータ・ファイルアクセス方式に加え、DBMSへのアクセス方式について検討を行なった。

検討では、システム構築において必要な応答速度、開発効率（経済性）、オープン性（マルチベンダ性）、機能及びデータの拡張性の観点から定性的な評価を加えた。

^{※1} ここでいう汎用のパッケージソフトウェアとは、OSとユーザアプリケーションとの中間に位置し、様々な用途に用いられるDBMSなどのソフトウェアを指し、特定の用途に特化した（業務）パッケージソフトウェアとは異なる。なお、最近これらのソフトウェアはミドルウェアと呼ばれることもある。しかし、ミドルウェアの定義はあいまいでデータベースサーバとクライアントマシンの接続のためのネットワークソフト、さらにOAパッケージソフトと対になっているネットワークソフトのみを指す場合もある。

しかし、ミドルウェアなど新たな方式の適用に当たっては、システムの要求する機能を満たすこと（有用性）の確証が必要である。このため、応答速度など理論的な予測が困難なものについては、実験により適用性を検討した。

1.3 検討結果

本調査では、次の検討結果を得た。

- (1) データ管理方法として、専用ファイルによる方式に代わるDBMSの適用可能性について
- (2) データアクセス方法としてデータベース連携ミドルウェアの適用可能性について

実験の結果、ダミーデータを用いた単体試験においては、データ管理機能及び応答速度の点でDBMSが適用可能であるとの結論を得た。ただし、実モデルでの実験においては、応答速度を上げるために論理モデルの実装、SQLの構造に対する検討が必要であり、さらにクライアント・サーバモデルではデータ連携用ミドルウェア、表示用フロントエンドに検討が必要である。また、センサーからのオンラインデータ処理や表示データの自動更新などの実用化への検討が必要である。

- (3) ファイルサーバ上で個別に構築されてきたデータファイル構造を、情報科学的手法により正規化されたデータモデルへ標準化すること

河川情報システム、道路交通情報システムにおいて取り扱われている情報をリソース、イベント、サマリーに分類し、相互の関係を記述したデータモデルを作成した。

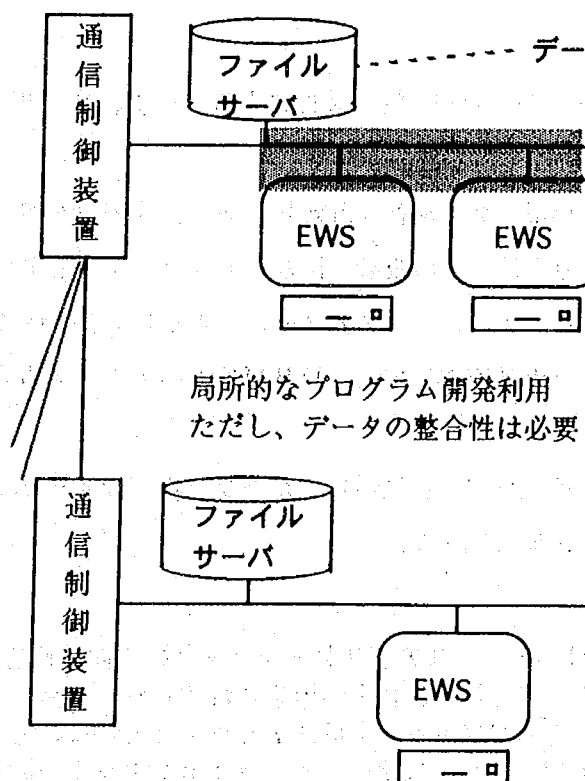


図-1.1 現状のシステム構成例

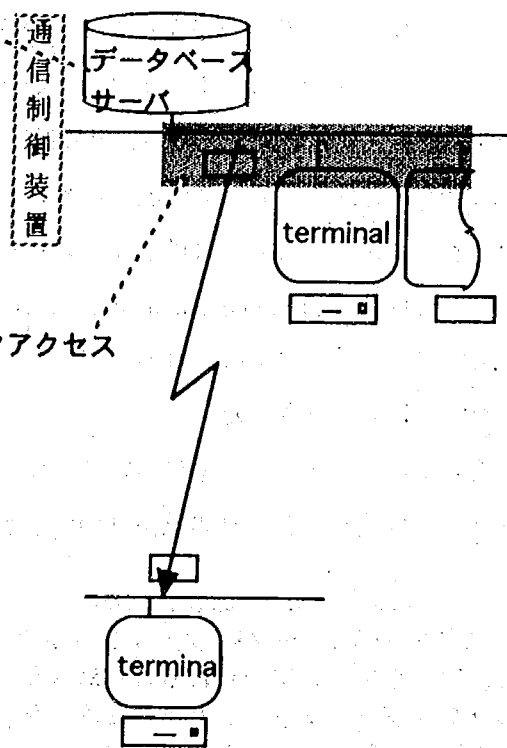


図-1.2 検討したシステム構成

2 調査の背景と目的

以下に、現在のシステムにおけるデータ管理方法の問題点（調査の背景）と、調査の目的、特にDBMSの導入、DOAの適用によるデータモデルの標準化による効果を述べる。

(1) プログラム・データ資産の保全

現在の方式では中央処理装置（ファイルサーバ）の更新に合わせて、端末装置（EWSなど）のハードウェアを更新し、ソフトウェアの作り直しや蓄積データの廃棄を行っている。このため、システムライフサイクルにおいてプログラム・データ資産やノウハウが蓄積されない。今後もハードウェア、特にMPU（Alpha,PowerPC…）やオペレーティングシステム（OS）（UNIX,Windows・NT,…)の変化に伴い、同様の傾向が続くことが予想される。この様子を模式的に図-2・1に示す。

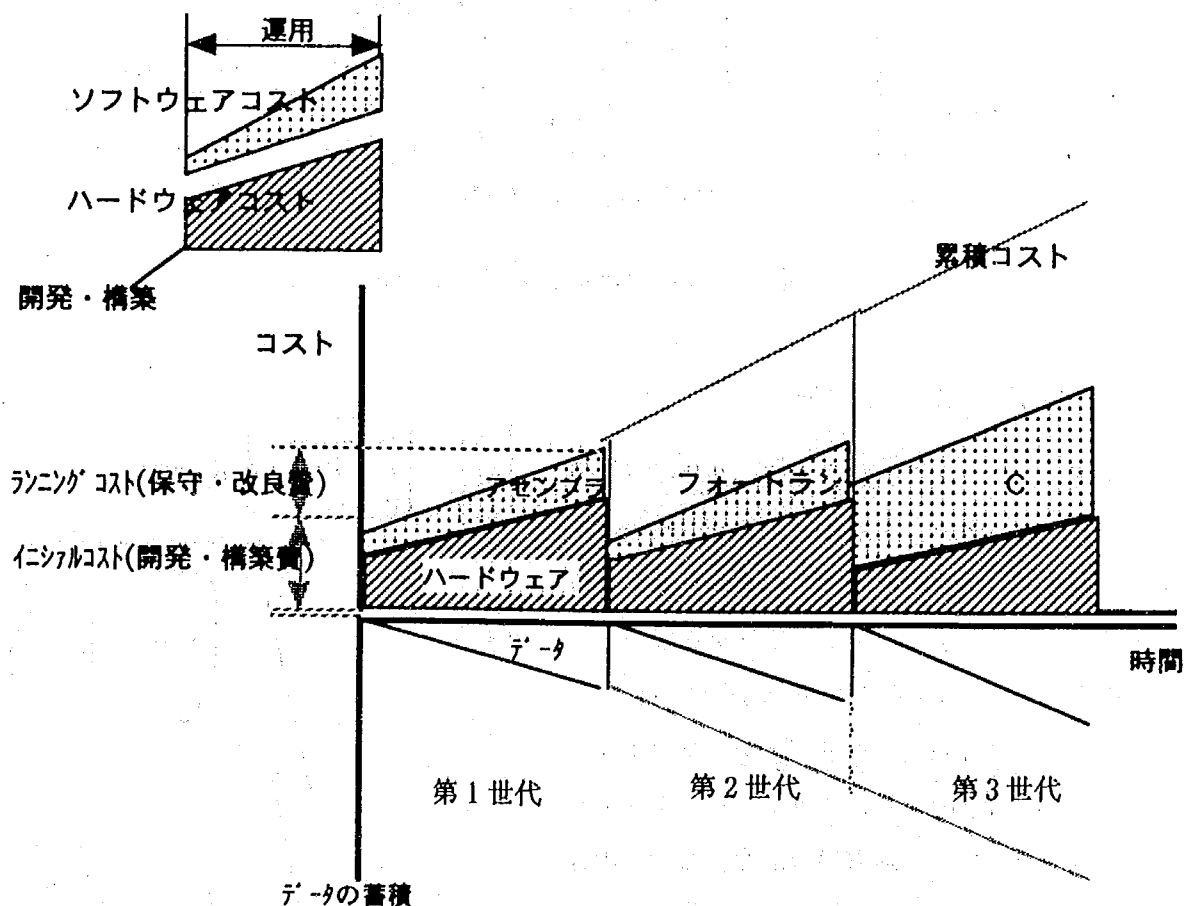


図-2.1 従来システムのライフサイクルにおけるコストとデータ

これに対し、DBMSはユーザプログラムに対してデータを独立して管理できること、ハードウェアやOSに対し影響を受けにくいシステム構築が可能となること、の理由によりプログラム・データ資産の保全を図ることができる。

(2) プログラム・データ資産の利用、新機能・新システムに対する拡張性

データモデル、データアクセス方式が標準化されることにより、システム管理や拡張が容易になる。例えば、河川情報システム、道路交通情報システムで収集されたオンライン、オフラインデータを各種統計資料、計画立案資料として利用することや、パトロールなどの情報収集手段との連携などが考えられる。

図-2.2に示すように、建設省のシステム機能を形成している部分、即ち、ユーザプログラム、データを的確に管理、蓄積することにより、プログラムの再利用が図られ、これにより現在の機能をより低価格で実現することや新機能の開発、用途拡張などを容易にすることができる。

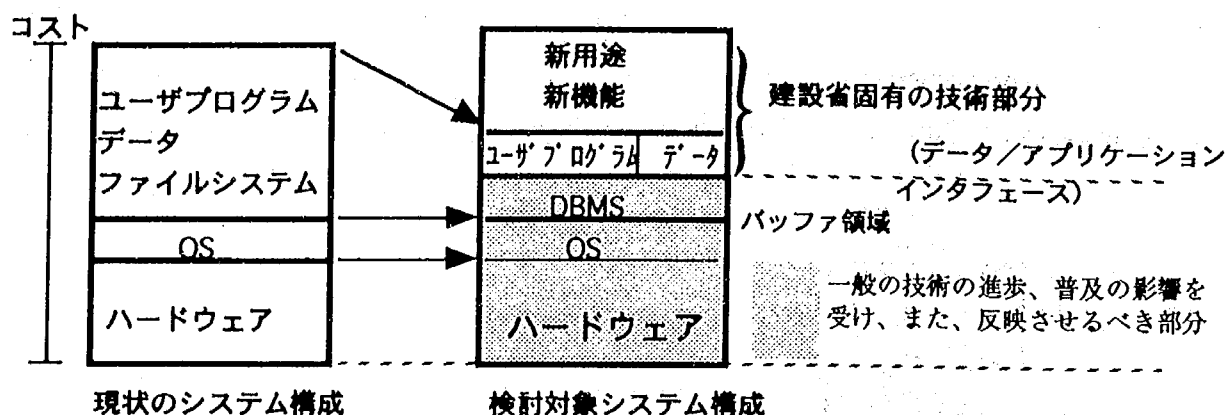


図-2.2 システム構成の変化とコストバランス

(3) システム構築の柔軟性、最適性

データ管理、データ提供を司るデータサーバへのインタフェースを明確にすることにより、サーバや端末装置をその用途、所要能力に応じて分離して整備・更新できる。また、ネットワークを経由してデータやプログラムを共通して利用することにより、コンピュータ資源（ハードウェア、ソフトウェア、データ）を有効配分し、ネットワークシステム全体（広域的なエリア、地方建設局全体など）の経済性及び可用性（システムの機能停止を少なくすること、アベイラビリティ）を向上させることができる（例えば、障害時、保守時において他の場所のデータを利用するなど）。図-2.3にそのイメージを示す。

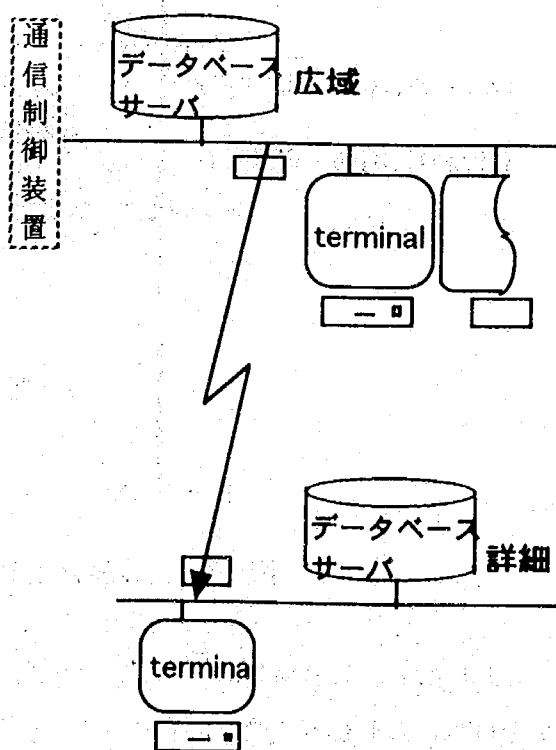


図-2.3 システム構成例

(4) ユーザアプリケーションプログラムの開発量

DBMSでは、現在個別に作成しているファイル管理プログラムのデータ管理機能を代替できるため、ユーザアプリケーションにおける当該部分のプログラム開発量を軽減させることができる。また、DBMSは一般的に優れたデータ管理機能を有するため、適切なデータモデル設計を行うことにより、データの不整合や重複を、ユーザプログラムの開発を行うことなしに（自動的に）、排除することができる。図-2.4にそのイメージを示す。

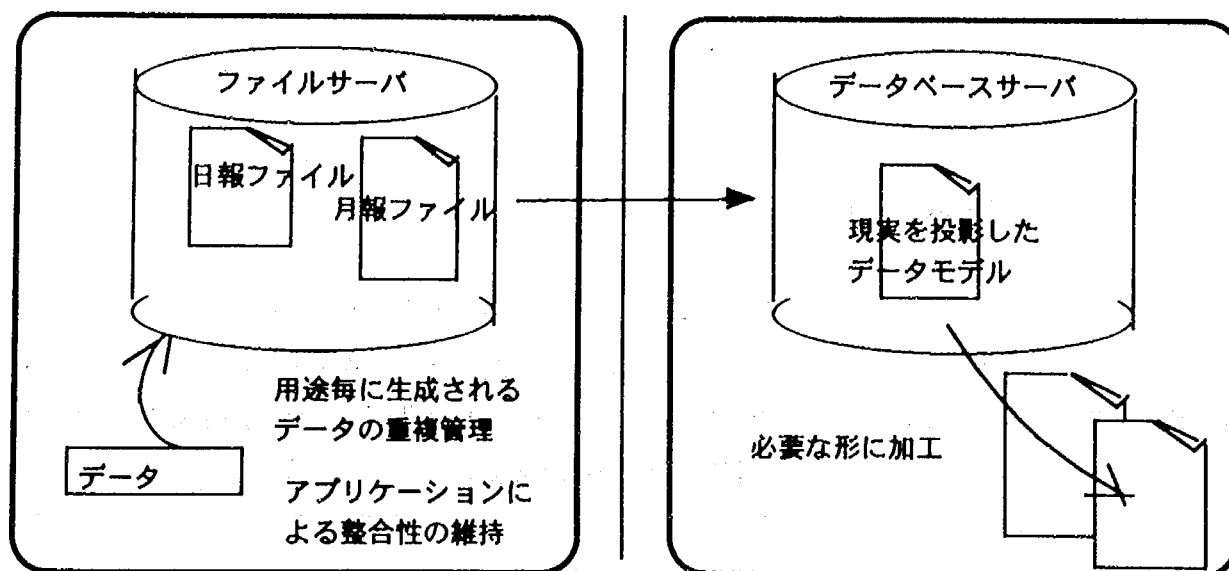


図-2.4 データ管理

3 データ管理

大部分のシステムは、時系列データを中心とした専用ファイルによりデータを蓄積しており、一部のシステムにおいてのみリレーショナルデータベースやネットワークデータベースマネジメントシステム（DBMS）が採用されている。ここでは次の2種類のデータ管理方式を対象に検討を行う。

- (1) 専用ファイル方式
- (2) データベースマネジメント方式

3.1 専用ファイル方式

3.1.1 専用ファイル方式の概要

本項で述べる専用ファイル方式は、UNIXのファイルシステム上に配置された内容別のファイルを直接アクセスする方式である。これに対し、次項で述べるデータベースマネジメントシステム（DBMS）を利用する方式は、ネットワーク型やリレーショナル型に基づいたデータ構造の管理を支援するパッケージ化されたソフトウェアを利用するものである。

個々のファイルの内容は、図-3.1に示すようにファイルの内容（最新時刻、データ項目数、保存時間間隔、保存時間数など）が格納されるヘッダ部と個々のデータが格納される部分からなる。

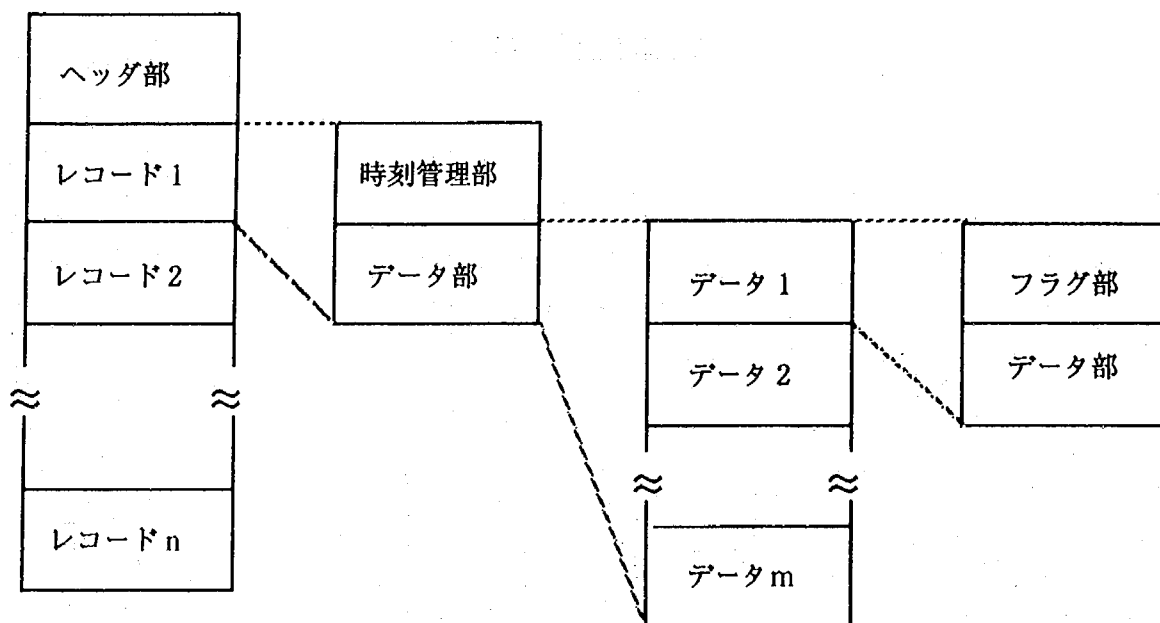


図-3.1 データ格納方式の例

一般にファイルの全体長は固定的に決められ、その範囲内でサイクリックに使用する方式がとられる。また、扱えるデータ内容には一般的に以下の制約がある。

- ※ 格納周期に規則性があること
- ※ 格納周期毎にデータ項目が一定であること
- ※ 同一ファイル内の各データ長が一定であること

このような格納方式では、時系列データの取扱いが中心であるが、以下のような条件を満たせば、非時系列データも取り扱える。

- ※ 各レコードのデータ項目が一定であること
- ※ 同一ファイル内の各データ長が一定であること
- ※ 時刻指定によるアクセスは不可

利用者アプリケーションプログラムに対しては、サービスプログラムが用意され、そのインタフェースにより運用開始・停止、データアクセス、ファイル群の保守管理などを行うことが一般的である。

代表的なサービスプログラムを表-3.1に示す。

表-3.1 サービスプログラムの例

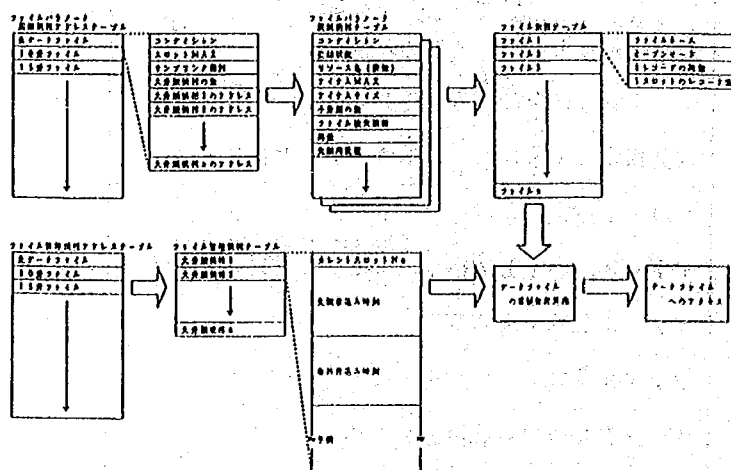
分 類	機 能
初期設定	制御テーブルの初期設定
オープン、 クローズ	データファイルのオープン
	データファイルのクローズ
データ 読出し	キー指定によるデータ読出し
	データ番号指定によるデータ読出し
	時刻指定によるレコード単位のデータ読出し
	レコード指定によるレコード単位のデータ読出し
	アドレス、バイト数指定によるデータ読出し
	データグループ指定によるデータ読出し
データ 書込み	キー指定によるデータ書込み
	データ番号指定によるデータ書込み
	時刻指定によるレコード単位のデータ書込み
	レコード指定によるレコード単位のデータ書込み
	アドレス、バイト数指定によるデータ書込み
ファイル 情報獲得	ファイル名称を求める
	ファイル管理テーブルを求める
	データグループ定義情報を求める

分類	機能
ファイル 情報獲得	データ名称を求める
	データに関する定数を求める
	局番、項目番号よりデータ番号を求める
	局数と項目数を求める
ファイル 情報設定	ファイル名称を書き込む
	ファイル管理テーブルを書き込む
	データグループ定義情報を書き込む
	データ名称を書き込む
	データに関する定数を書き込む
ファイル 情報変換	キーをデータ番号に変換するデータ読出し
	データ番号をキーに変換する
	レコードポインタをアドレスに変換する
	時刻をレコードポインタに変換する
ファイル管理	データファイルの作成（初期化）
	データファイルの定義
ユーティリティ	データファイル情報の出力
	データファイル領域の出力
	データファイル内データの修正

3.1.2 データ格納形態（ファイル構造）の例

(1) 河川情報システムの一例

河川情報システムにおけるデータ格納形態の例を図-3・2に示す。図からわかるように、現在これらの形態は各所で異なっている。



2) 道路交通情報システムの一例

ファイル構成は大きくインデックス部とデータレコード部からなる。インデックス部には日付スロット、時刻スロット、局スロット、レコードサイズ等の初期値を設定し、データレコード部には各データを蓄積する。ファイル構成図（例：雨量情報日統計データ）を図-3.3に示す。

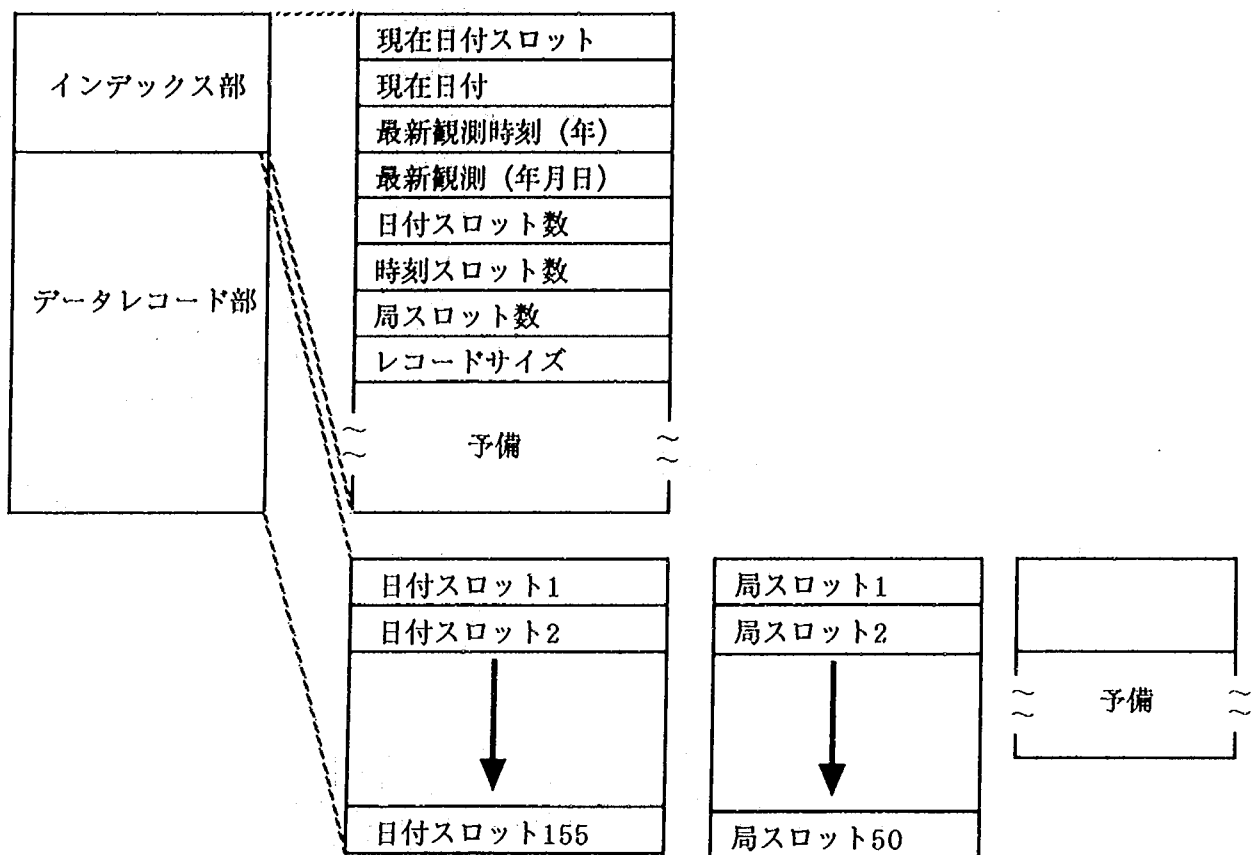


図-3.3 道路交通情報システムのファイル構成例

3.2 データベースマネジメントシステムの概要

コンピュータで扱われるデータは、通常、ファイルとして磁気ディスク等に格納される。同一コンピュータ上で実行される業務システムが複数になると、それぞれが保持するデータに重複が生じ、データ量が増大する。また、各々のシステムが個々にデータを更新するとデータ間の内容に不一致が発生する危険性がある。

これらの問題を解決するためには、複数の業務システムで使用するデータをまとめて管理し、それぞれの業務プログラムからのデータを共通に処理する必要がある。

一方、すべての業務で共通なデータをまとめて管理するようになると、共通なファイルの項目の追加／削除等の変更に対し、多くの業務プログラムが影響を受け、システム拡張に対する大きな障害となる。

データベースマネジメントシステム（DBMS）では、この問題を解決するため、データの集散的

管理、関連付けを行ない、また、業務プログラムによるデータアクセスをデータと独立させている。この概念を図3.4に示す。

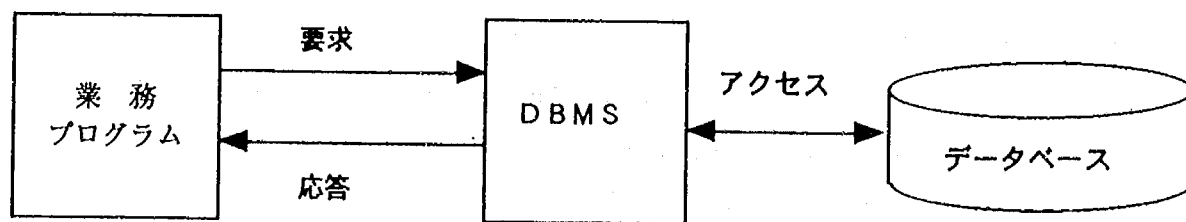


図-3.4 DBMSの概念

DBMSの持つ主な機能は以下の通りである。

(1) データベース操作機能

アプリケーションプログラムからのデータベース操作要求にしたがい、データベースに対しデータ検索や更新、削除等の操作を行う。

(2) データベース定義機能

データベースとして定義するデータの項目やその属性等を登録することにより、データベースの構造を決定する機能。この機能により、データベースの論理構造が物理構造に展開され、データベースの領域が確保されるともに対応付けの情報が格納される。その結果、データとプログラムとの独立性が高められている。

(3) データベース維持機能

データベースシステムを運用していく上で必要となるデータベースのバックアップやリロード等のデータベースをデータベースを維持、保守していく機能。

(4) データベース回復機能

データベースの障害発生時に、バックアップと履歴情報から、データとデータベースを回復する機能。

(5) システム運用支援機能

データベースシステムを運用していく上で必要となる、履歴情報の取得や稼働統計やデータベーススペース管理等の管理者用の各種機能。

DBMSは、データの論理的な構成により、大きく次の2つに分類できる。

- ・リレーショナル型
- ・ネットワーク型

3.3 リレーショナル型DBMS

3.3.1 リレーショナル型DBMSの概要

リレーショナル型DBMSでは、1つのファイルは表の形式で表現され、データベースはこの表の集合として表現される。データベース内では、項目と項目、表と表間のリレーション（関係）が論理的に定義される。データベースのアクセス時には、この論理のリレーションのみを考慮し、物理的な構造を意識する必要はない。リレーショナル型DBMSはネットワーク型DBMSに比べ、システムの柔軟性に優れており、近年多用される傾向にある。特に、パーソナルコンピュータやUNIX系ワークステーションによる業務システムの根幹を占めつつある。著名なリレーショナル型DBMSとして、以下のものがある。

Informix、ORACLE、UNIFY、EMPRESSなど

3.3.2 システム構成例

A地方建設局道路交通情報システムは、道路交通情報のデータの共有化と広範囲に渡るデータ利用を目的としたものである。本システムは、本局、事務所、出張所の各局に布設されたLAN及びそれらをブリッジによりデジタル又はアナログ回線でリモート接続したLAN間接続によるネットワークを利用している。従って、事務所及び出張所のネットワーク端末は、必要な他事務所のデータを利用することが可能となる。また、本局からは全事務所のデータに対してのアクセスが可能である。

(1) システム構成

事務所システムは、送受信装置とファイルサーバ、ネットワーク端末及び道路管理データベースから構成される。また、収集系LANと提供系LANの分離により、トラフィック及び負荷の分散化を図っている。

この2つのLANはファイルサーバを介してデータ交換を行っている。

テレメータデータ、情報板データ、トンネルデータはデータ送受信装置が入力処理を行い、その結果を収集系LANを介して、ファイルサーバに転送している。ファイルサーバは、転送される各種情報のデータ管理、蓄積（データベース化）を行う。図-3.5にシステム構成図を示す。

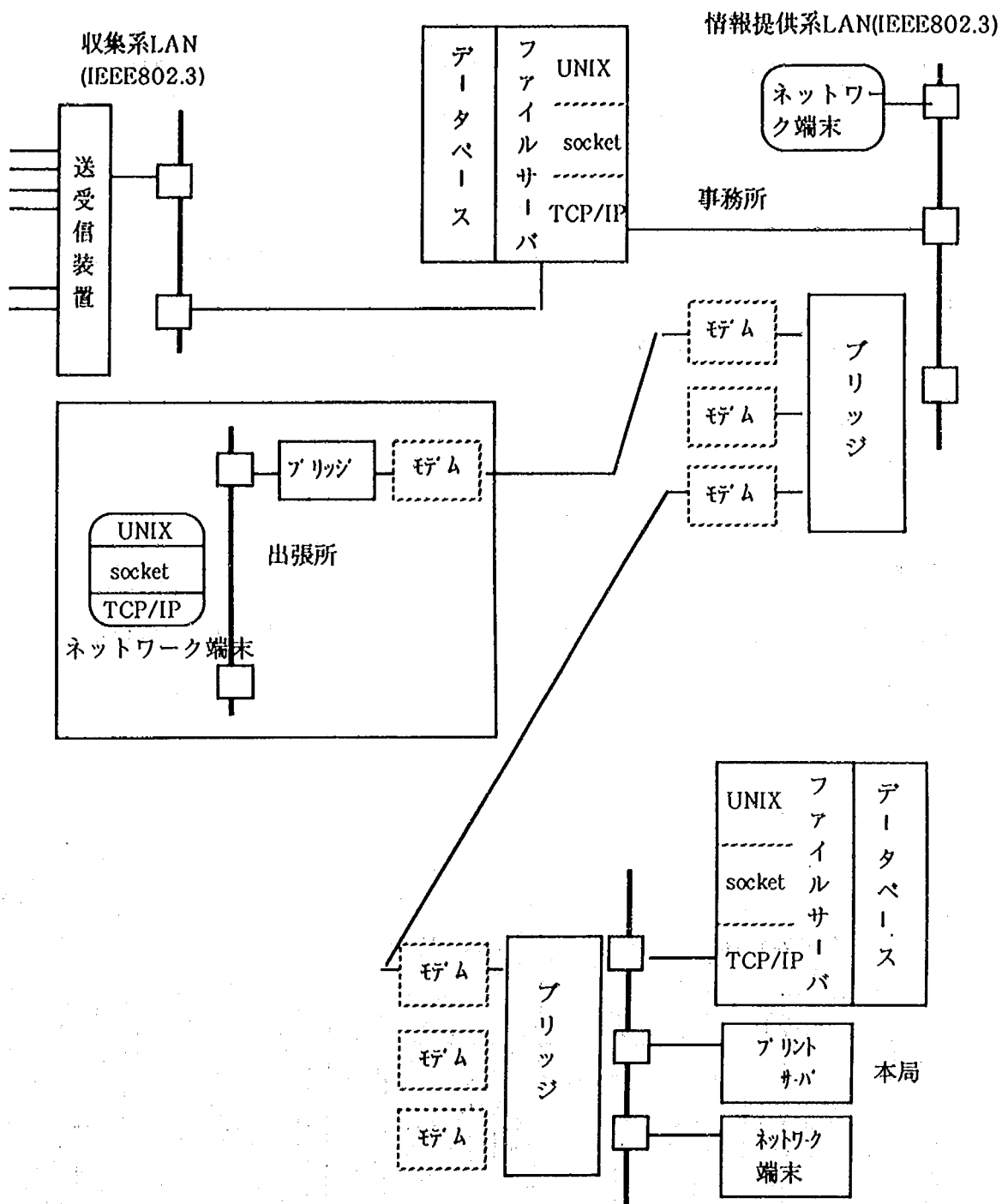


図-3.5 システム構成図

(2) データの流れ

ファイルサーバ及びネットワーク端末は、UNIX系のOSを実装しており、データ交換は、UNIXの標準的なプロトコル及びシステムコールであるTCP/IP及びソケットインタフェースを利用したプロセス間通信で行っている。データは本局で汎用のデータベース（EMPRES）を使用して管理している。

1) オンラインデータ

送受信装置に各種データが入力されると、一時処理後、ファイルサーバに収集系のLANを介して転送される。ファイルサーバは、該当データベースを更新する。

2) オフラインデータ

入力完了すると、入力結果をファイルサーバに転送する。

ファイルサーバは受信した内容で該当するデータベースの更新を行う。

(3) ファイル構成

本システムで取り扱う主なデータの種類の種類は次のとおりである。

- ・雨量テレメータ
- ・道路情報板データ
- ・トンネル情報
- ・気象テレメータ
- ・交通量データ
- ・積雪情報
- ・交通規制情報

これらの情報は最小単位（局）毎にデータベースとして蓄積する。ただし、データの種類の種類によりデータ構造は異なる（図-3.6）。

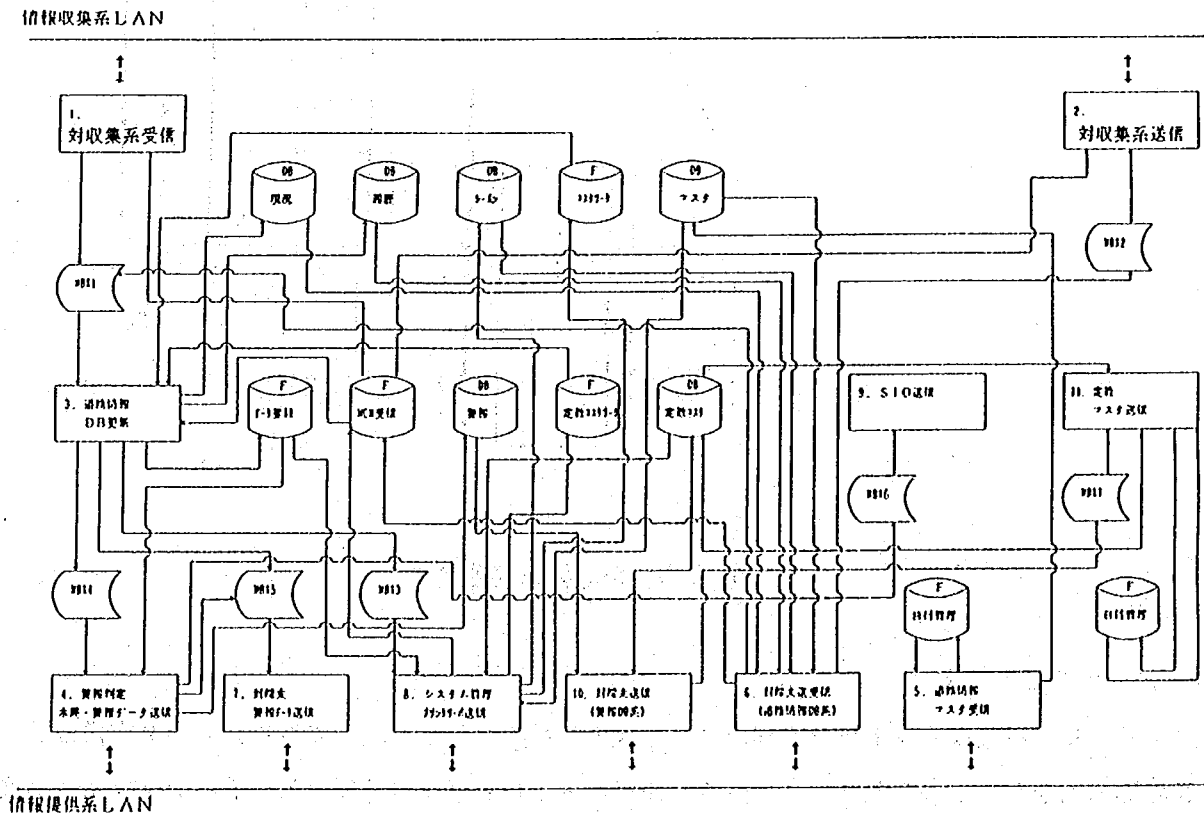


図-3.6 ファイル構成

1) データの更新

DB更新プロセスは収集系からのデータを受信すると、汎用データベース(EMPRESS)の問い合わせ言語(SQL)あるいは、システムコール(MX,MRルーチン)を利用して、現況、履歴データベースの更新を行う。

2) データのアクセス

ネットワーク端末は操作によって指定された画面に必要なデータをファイルサーバに対して汎用データベースがサポートする問い合わせのためのシステムコールを発行し要求する。ファイルサーバは、この要求を解析し指定された検索条件でデータベースをアクセスして結果を要求元に転送する。

3.4 ネットワーク型DBMS

3.4.1 ネットワーク型DBMSの概要

ネットワーク型DBMSは、論理的に関連を持つレコードをポインタでネットワーク型に結び付けることにより、関連する情報を容易に効率よく操作できるようにしたDBMSである。

ネットワーク型DBMSでは、コントロールキーで操作できるレコードの集まりであるマスターデータセットと、他のレコードとの関連で操作できるレコードの集まりであるバリエブルデータセットとの組み合わせで情報の関連を実現する。

ネットワーク型DBMSは、主に汎用コンピュータを利用したオンライン集中の処理システム上で使用されており、パーソナルコンピュータやUNIX系ワークステーション等では一般に実現されていない。このため、ワークステーション・ミニコン等が主体のシステムでの利用は困難である。

3.4.2 システム構成例

(1) 概 要

中央処理装置に小形汎用コンピュータを使用している道路情報システムにおいては、各種道路情報の蓄積にネットワーク型データベースを利用している例がある。

ネットワーク型データベースは、論理的に関連を持つレコードをポインタで結び付けることにより論理的にネットワークのようにデータを関連づける方式のデータベースであり、関連する情報を容易に効率良く操作することを目的としたものである。

(2) システム構成

中央処理装置、一次処理装置を設置した道路情報機械室と、CRTモニタ等の操作端末、MC等を設置した道路情報室が、各々離れた敷地内に設置され、両地点間は光ファイバケーブル通信を利用し

た複合多重端局で接続されている。

中央処理装置には小型汎用コンピュータを使用しており、収集されたデータの蓄積にはネットワーク型データベースを使用している（図-3.7）。

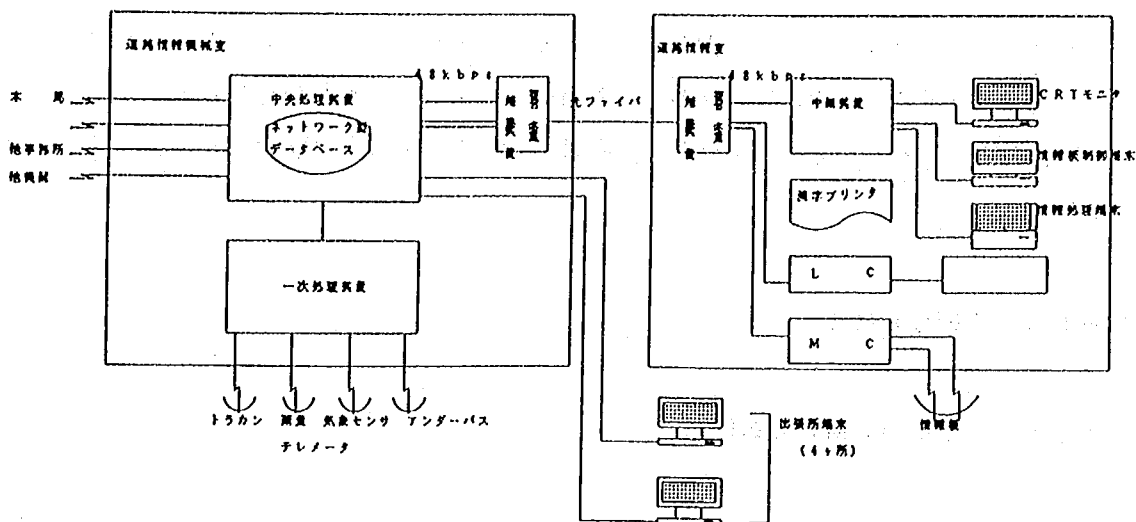


図-3.7 システム構成図

(3) データの流れ

一次処理装置、MC などから収集された各種情報は中央処理装置に集められ、オンラインで端末に表示されると同時にフォーマット変換され、ネットワーク型データベースに蓄積される。データベース化されたデータは、事務所内や出張所などへ情報提供されると同時に、各種統計（日報・月報・年報）などにも利用される。

(4) ファイル格納方式

データは各情報について、固有情報と時系列情報に分けられ、両者が論理的にリンクした形になっている。交通量の場合の例を図-3.8に示す。

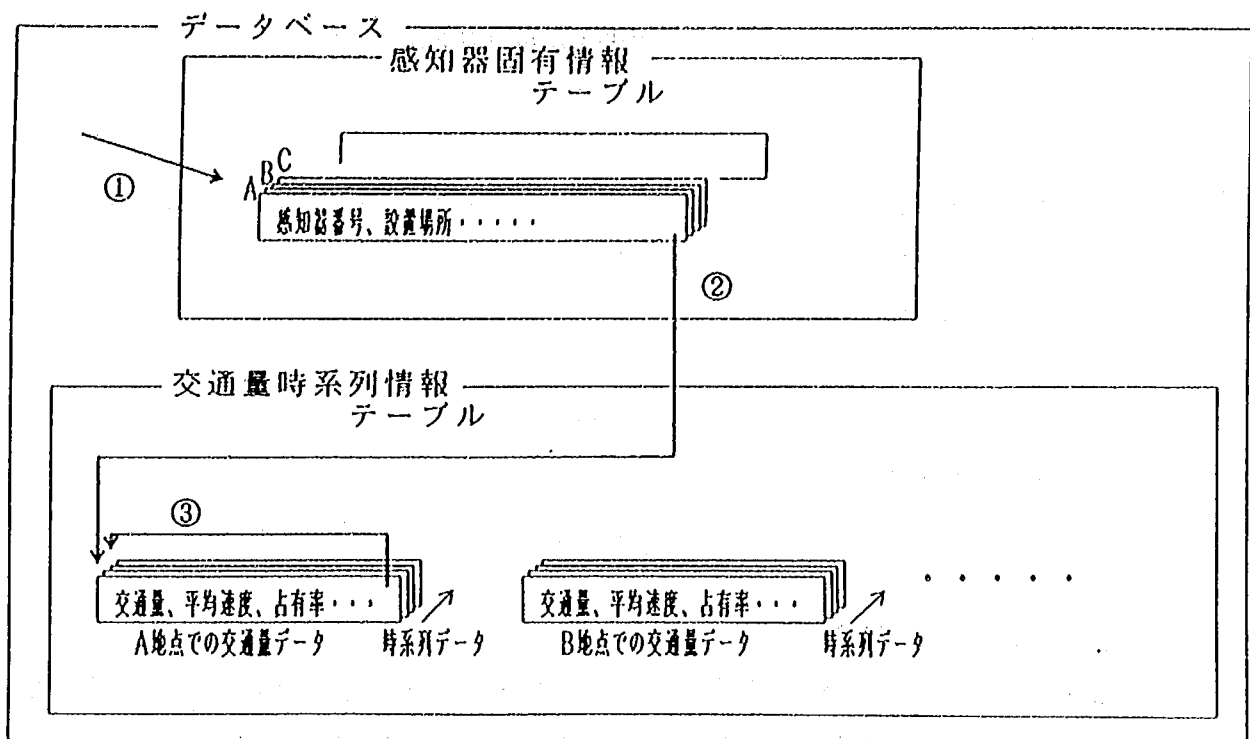


図-3.8 ファイル構成

(5) ファイルアクセス方式

ネットワーク型データベースへのアクセス方式は、概ね以下のようになる。

- 1) 設置地点番号をキーとし、固有情報へアクセスする。
- 2) 固有情報の持つ時系列情報へのポインタをもとに、時系列データへアクセスする。
- 3) 時系列データにある、次のデータへのポインタを利用して、順にアクセスする。

3.5 データ管理方式の比較

以上の調査を踏まえて、本節ではデータ管理方式の比較検討を行う。まず、データ管理に係わる機能を次のように整理した。

(1) データファイルの管理

1) データ定義、修正、追加

データ項目、データ構造、関係表などの初期定義、修正追加機能。

2) 障害対策, データ補償

データの外部媒体などへの退避および復元、データ保存の二重化管理などにより障害時の復旧を容易にする。データそのものでなくその更新履歴 (ログ) を保存し復旧情報とする方法もある。

3) システム資源管理

ディスク資源の使用可能容量の制限や1件の検索に割り当てるCPU時間の制限などシステム資源に関する管理機能。

(2) データアクセス機能

1) データ書込, 検索読出

データのデータベースへの書込およびデータベースからの検索読出。

2) セキュリティ管理

データ内容の漏洩や破壊に対する保護機能であり、データベースに対する使用権を管理する。

3) 排他制御と整合性保持

複数のアクセスに対して排他制御を行い、データ内容の不整合が発生することを防ぐ、また分散的にデータベースが構築されている場合、それら複数のデータベース間での整合性保持も重要な機能である。

4) 装置間通信

端末～データベースサーバ間の通信処理。

専用ファイル方式と汎用DBMS方式において以上の各機能がどのように実現されているかを、OSによるもの、メーカー毎に共通的に利用されるもの、DBMSによるもの、個別に開発・定義される部分に分けて整理し、表-3.2に示す。

表-3.2 データ管理機能の実現方法

項 目	専用ファイル方式			汎用DBMS方式			備考
	OS	共通 再利用	個別	OS	DBMS	個別	
データファイルの管理							
データ定義、修正、追加	○	○	○		○	○	新規観測局 の追加等
障害対策、データ補償	○				○		
システム資源管理	○	△		○	○		
データアクセス機能							
データ書込、検索読出	○	○			○		
セキュリティ管理	○			○	○		
排他制御と整合性保持		△			○		
装置間通信	○	○		○	○		

上記の比較表において、OSに依存する部分が多いほどOSやハードウェアとの独立が困難であることを示しており、また、専用ファイルにおいて共通して利用できるものもメーカー固有の再利用の可能性を示しているに過ぎないことに注意する必要がある。これを踏まえた専用ファイル方式と汎用DBMS方式の比較を下表に示す。

表-3.3 データ管理方式の比較

データ管理方式 評価項目	専用ファイルシステム	データベースシステム
設計思想	(表示) 用途に応じた専用設計	データ本来の構造を重視する
応答速度 (ユーザインタフェース性)	高速表示となるようチューニングされている	検索条件により低下するが、データモデル、検索アルゴリズム等の工夫により改善の可能性がある。
開発効率 (経済性)	アプリケーション作成の割合が高いため、機能やデータの追加の開発効率は悪い。	DBMSの機能を多用でき、また、データとアプリケーションが独立しているため、開発効率は良い。
オープン性(マルチベンダ対応)	統一ファイル+ NFS又はアクセス関数+ソケットにより実現可能だが、多大な労力が必要。	DBMS以外は制約を受けず、ほぼ自由なハードウェア選択が可能。
機能及びデータの拡張性	用途毎にアプリケーションを作成すれば可能だが、複雑度、コストが増大	分散環境、分散データベースに対応可能、イメージ、写真等のビットデータ対応可能。

さらに開発工数、費用の点では、従来の専用ファイル方式は、最小限の機能を実現しているため比較的安価に実現できていた面があるが、今後の機能拡張を考慮すると、量産効果のある汎用DBMS方式の方が安価であろう。また、信頼性においても市場で広く流通している汎用DBMSでは信頼性は非常に高い。

しかし、上記の結果からすぐにデータ管理方式の優劣を決定するのは早計である。なぜなら、どちらの方式にしても設計・制作段階での考え方や製作者の技術レベルにより異なった性能、性質のシステムを製作することが可能であるからである。例えば、一般的にデータベースの場合はデータの属性や意味そのものをスキーマで定義するに対し、ファイル構成の場合はプログラムによって整合性を含めてデータの管理を行っていると言える。

しかし、不十分な正規化や検討速度を上げるための論理データベースの分割、ストアトプロセスの採用などによりファイル管理に近い特性を持つデータベースシステム構成を構築することも可能であり、また、検討プログラムの制作者の資質により、同一のデータベースから同一データ群のアクセスにおいて異なる応答速度が得られる場合もある。本報告書では、後述するように机上検討では判断の難しい応答速度に関する実験を行い、さまざまな課題を明らかにした。

4 データアクセス方式

河川情報システム及び道路交通情報システム並びに一般的なクライアント／サーバコンピューティングにおいて利用されているデータアクセス方式を設計思想の観点から再整理した。

4.1 データアクセス方式の概要

専用ファイルにデータ蓄積を行っている場合、従来は、データを保存している処理装置と表示端末装置間はHDL Cなどの回線制御手順上でデータ要求／応答型の通信処理を行うものが殆どであった。近年LANの利用が進み、TCP／IPソケットインタフェース上でデータ要求／応答型の通信処理を行うものやNFSなどLAN上でファイルアクセスを直接行うものなども見受けられる。UNIX環境における専用ファイルに対する代表的なデータアクセス方式は次のとおりである。

- ・ソケットによるデータアクセス
- ・NFS(Network File System)によるファイルアクセス
- ・FTP(File Transfer Protocol)によるファイルアクセス

一方、データベースマネジメントシステム(DBMS)を採用している場合、表示端末からのアクセスは、現在では専用ファイル方式と同様なデータ要求／応答型の通信を行っている場合が殆どであるが、その内容は、例えば、リレーショナル型の場合にはSQLなどのデータベースアクセス言語に基づいて行われている。DBMSに対するデータアクセス方式を次のように分類した。

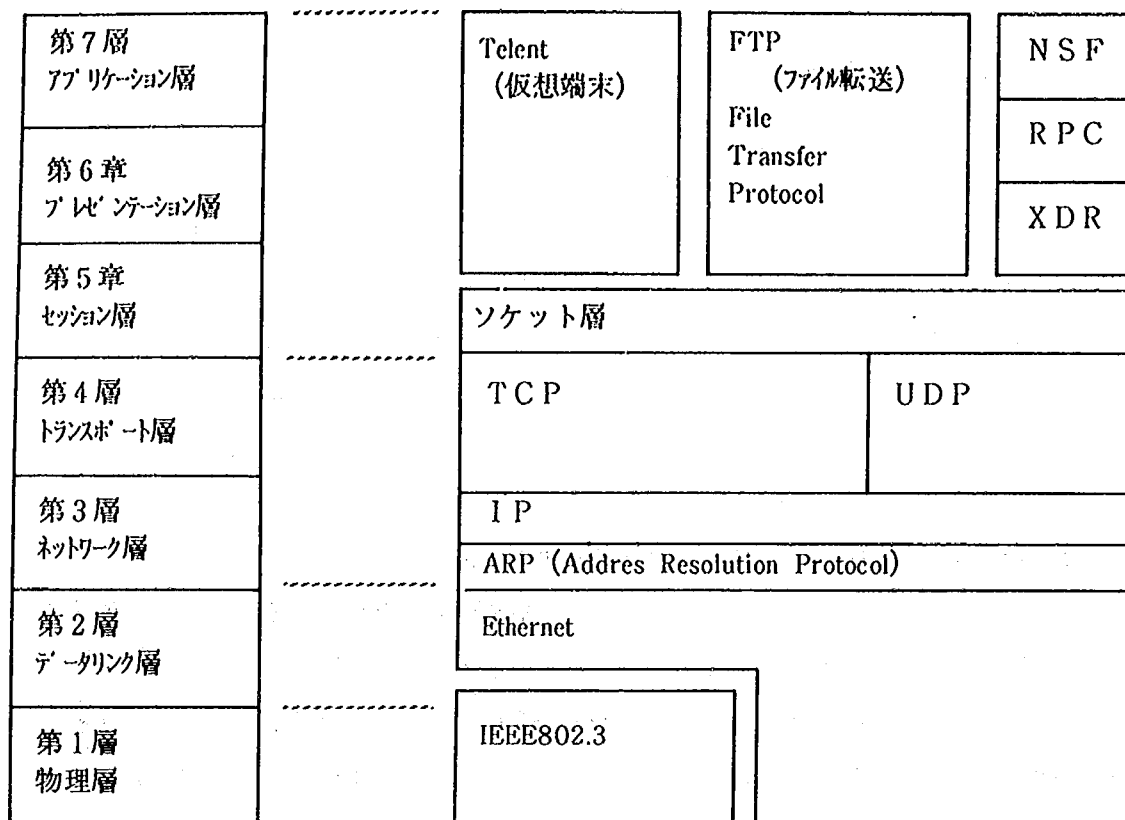
- ・NFS
- ・telnet (4GL)
- ・SQL --- + --- SQLの直接利用
+ --- データベース連携ソフトウェアの利用
- ・共通インタフェース

4.2 TCP／IPとデータアクセス方式

TCP/IP(Transmission Control Protocol/Internet Protocol)は、DARPA(Defence Advanced Research Projects Agency : 米国防総省高等研究計画局)の各研究所と研究センターを結ぶ通信ネットワーク(ARPANET)のトランスポート及びインターネット部分として1969年に稼働した。ARPANET プロトコルは、一般のコンピュータに移植されることはほとんどなかったが、UNIX BSD版にEthernetタイプのLANを下位層としたTCP/IPが実装されるに従い、UNIXユーザを中心として急速に普及した。TCP/IPは、本来クライアントサーバ指向のプロトコルであり、LAN接続による分散処理形態の普及とともに実質的な標準プロトコルとなっている。

TCP/IPは、トランスポート部のプロトコル(TCP)とインターネット部のプロトコル部(IP)から構成されている。図-4.1にUNIX環境へ実装する場合のOSI基本参照モデルとの対比を示す。

OSI 参照モデル



NFS : Network File system
 RPC : Remote Procedure Call
 XDR : External Data Representation
 UDP : User Datagram Protocol

図-4.1 TCP/IPの階層構造

4.2.1 TCP

TCPは、OSI（開放型システム間相互接続）基本参照モデルのレイヤ4（トランスポート層）の機能を実装したプロトコルである。

下位層プロトコル(IP)のデータグラム・サービス（配送型データ伝送）を前提としたコネクションオリエンテッド（発信側が着信側を指定し、接続を確立した後、通信を行う）な通信プロトコルで、

次の機能を提供している。

(1) データ転送

発信元プロセスとあて先プロセス間の仮想通信経路(TCPコネクション)を設定し、ユーザデータを転送する。TCPコネクションの両端のプロセスは、IPアドレスとポート番号により、識別されるソケットにより論理的に接続される。

(2) 信頼性の保証

発信元TCPは転送するデータをセグメントに分割し、各々にシーケンス番号を付加して送信し、宛先TCPからそのセグメントに対する受信確認を取ってフラグメントの欠落を防いでいる。個々のセグメントについては、チェックサムによりビット化け、ビット抜けの監視を行いデータの信頼性を保証している。

(3) データ転送制御

送信側と受信側で処理能力の差があっても、送信側が相手側の空き容量を確認しながらセグメントの送信を行い、データ流量の制御を行う。通常、実際の送信タイミングはTCPの制御によるが、アプリケーションの制御で送信を起動することも可能である(プッシュ機能)。また、緊急データの存在を受信側に通知する機能があり、プッシュ機能と併せてインタラクティブ(会話的)な通信や緊急データの送信が可能である。

4.2.2 IP

IPは、OSI基本参照モデルのレイヤ3(ネットワーク層)の上位側の一部の機能を持つプロトコルである。

レイヤ3の上位副層で提供される経路指定とデータ伝送機能を実装している。レイヤ3の下位副層及びレイヤ2までのプロトコルとしては、X.25又はEthernet等のパケット交換型のプロトコルを前提としている。IPの基本的機能はインターネットワーク環境においてデータグラムを目的ホストまで届けることであり、中継装置(IPルータ、ゲートウェイ)、ホストにそのモジュールが実装され以下の機能を持つ。

(1) 分割と再構成

パケット交換網が相互に接続されたインターネットワーク環境では、それぞれのローカル網で扱える最大パケットサイズが異なることがある。このため送信するデータグラムの分割を行い、受信側IPでは、その再構成を行う。

(2) アドレス処理

送信側ホストのIPモジュールは、上位層から指定された目的ホスト名をインターネットアドレスに変換し、発信ホストのインターネットアドレスをデータプログラムヘッダーに書き込む。

目的ホストに至るためのローカルネット上のホストであると、目的ホストに到達できるように、そのホストのローカルアドレスを指定して下位層にデータグラムの送出を依頼する。

目的ホストではIPの下位層でローカルアドレスを見て自分宛であると認識すると、受信したデータをIPモジュールに渡す。

更に、IPモジュールは、インターネットアドレスが自分宛であれば、IPモジュールで付加されたヘッダーを取り外し上位層に渡す。

(3) ルーティング

相互接続網システムにおけるIPルーティングは、データグラムをどのローカル網を経由して送るべきか決定してデータプログラムの中継を行う。

データプログラムのルーティングの決定については、以下の方法がある。

一つは、ユーザがネットワークのトポロジーやゲートウェイのインターネットアドレスを知っていてそのルートを指定する方式である。各IPモジュールはこの指定に従って中継処理を行う。

もう一つは、各ゲートウェイが各ゲートウェイまで途中通過するローカル網の数、各ローカル網までの最適ルートに関する情報等を記憶しているテーブル等に従ってIPモジュールが、そのルートを決定する方式がある。

4.3 専用ファイルへのアクセス方式

4.3.1 ソケットによるデータアクセス

(1) ソケット通信方式の概要

ソケットはUNIXのプロセス間通信における基本的な要素であり、ソケットをアクセスすることで通信端点同志の通信が可能となる。UNIXでは、通信におけるインタフェースもファイル等の入出力装置と同様なインタフェースで扱える思想となっている。すなわち、ソケットの識別子、あるいは、送受信もファイルと同様な概念で取り扱う事が可能である。

ソケットインタフェースは、TCP/IPプロトコルを直接コントロールするためのライブラリー群で構成され、利用者プログラムがファイルアクセスと似た手続きで通信相手との電文のやりとりを実現するものである。以下のソケットインタフェースが、システムコールの形で提供されている。

- ・ソケットの生成
- ・ソケットに名前を付ける（ファイルの識別子に相当）
- ・コネクションの開設／廃業
- ・コネクト要求の受付
- ・データの送受信(WRITE,SEND)/(READ,RCV)

ユーザは、これらのシステムコールを利用して直接ソケットをアクセスすることにより、プロセス間でデータアクセスが可能となる。また、Telenet、FTP等の上位層のアプリケーションもこのソケットインタフェースを応用したものである。図-4.2にソケット方式の概要を示す。

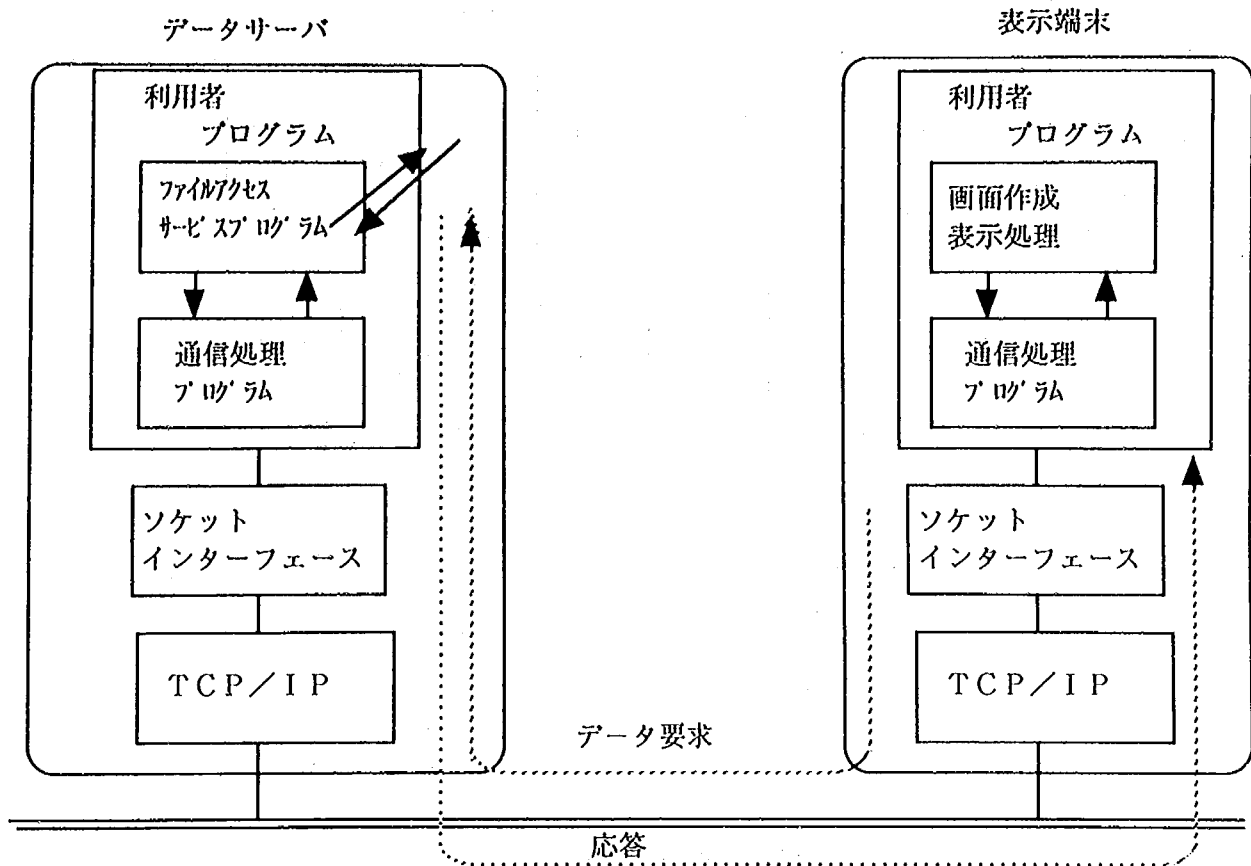


図-4.2 ソケット通信方式の概要

(2) 問題点

ソケット通信では、FTPやNFSなどの、より上位レベルでのアクセス方式と違い、通信電文のやりとりを直接、利用者プログラムが行うため、相互に細かいレベルでの規定（例えばタイム値など）を行う必要がある。（この点では従来のBSCコンテンションやHDLCなどの下位の通信プロトコル上に直接通信電文を規定していたものと本質的には違いは無い）。

(3) 建設省におけるシステム例

時系列を中心とした専用ファイルにデータを蓄積し、データサーバと表示端末の間の通信は、データ要求/応答型を基本とした、ソケットによる専用の通信処理プログラムを介して行う例である。構成例及びデータの流れを図-4.3に示す。

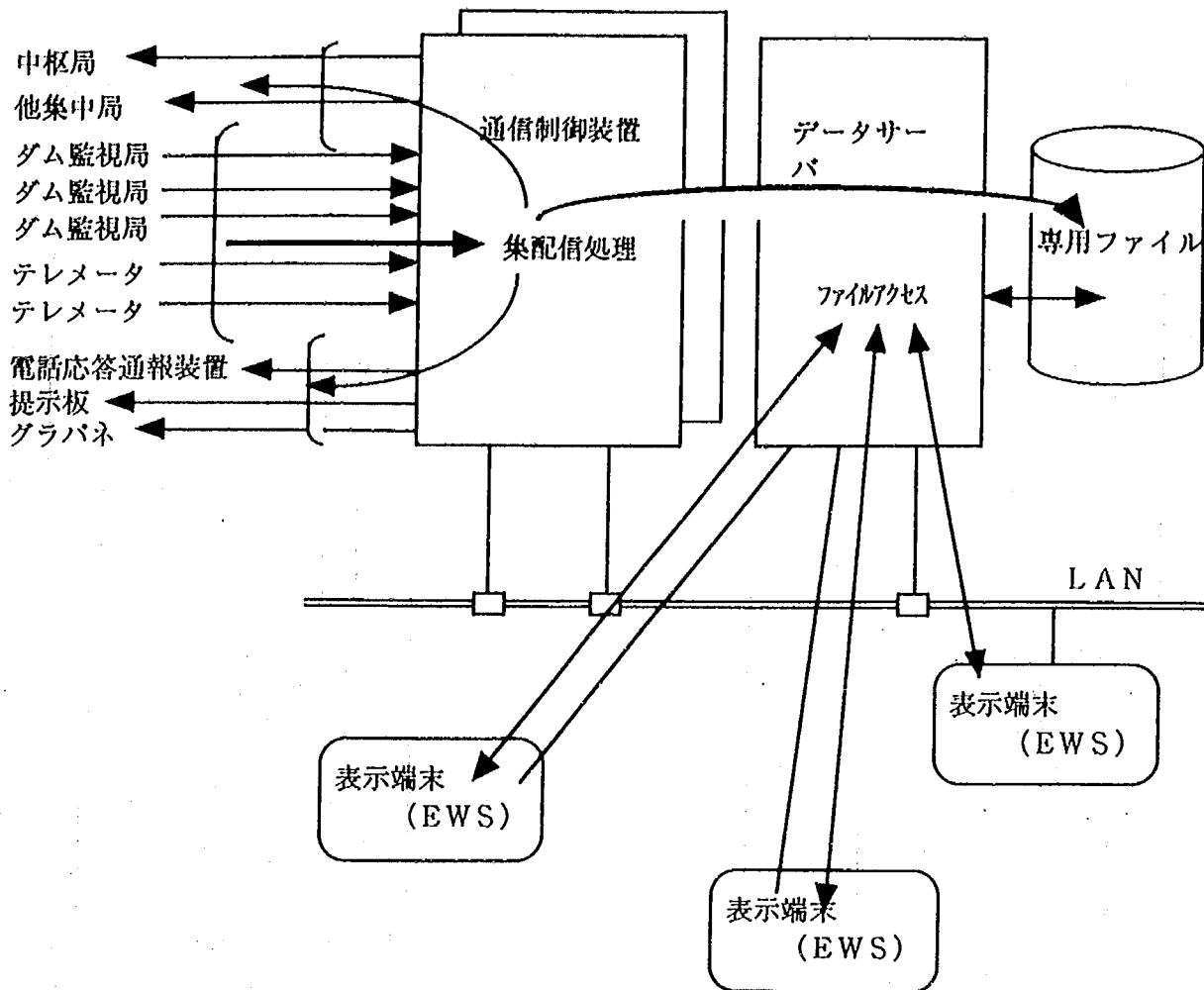


図-4.3 システム構成とデータの流れ

また図-4.4に、通信処理の手順例を示す。データ収集後の画面の自動更新を行うためにデータサーバより表示端末に対して最新観測時刻を通知する方式と欠測補完、観測修正など端末からのデータファイル修正の一例である。

データサーバと表示端末との間の回線は、通常LANが使用されるが、HDLC手順の1:1回線でTCP/IPソケットインタフェースを用い、出張所など遠隔地の端末に適用している例もある。

1) 通信制御装置

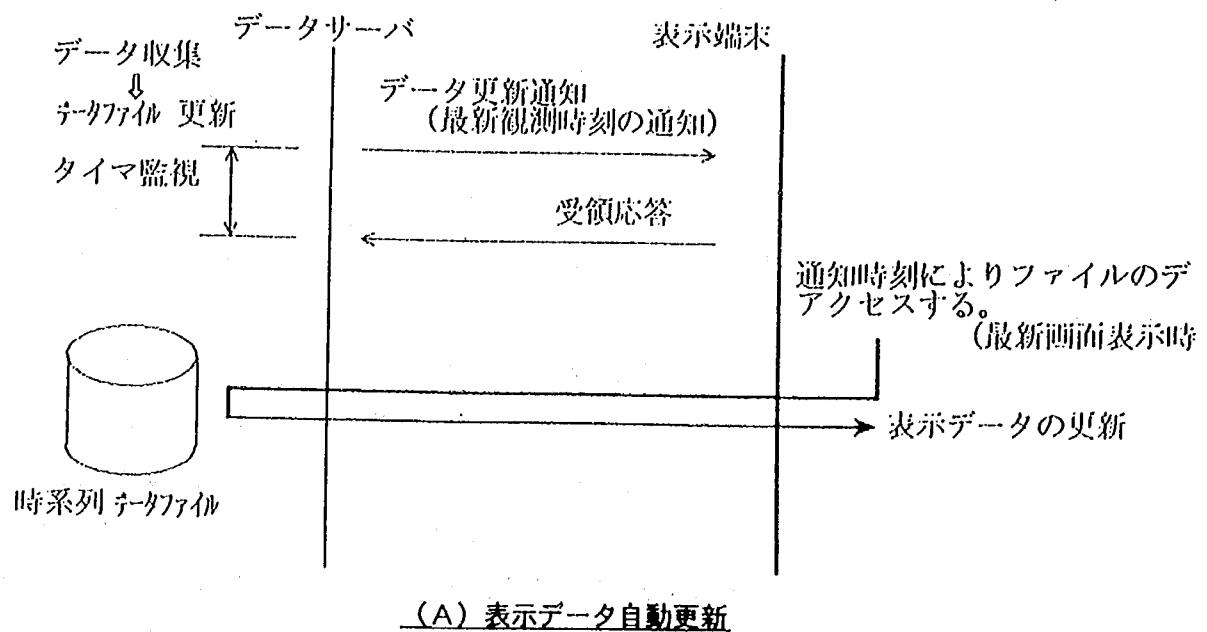
テレメータ情報などの収集を行い、各種演算処理を行った上で、中枢局へ配信し、データサーバへ転送している。

2) データサーバ

通信制御装置からデータを受信し、時系列を中心とした専用ファイルにデータを蓄積する。

3) EWS

データサーバに蓄積されたデータは、事務所内(LAN接続)、出張所(回線接続)などのEWSにTCP/IPソケットインタフェース上でデータ要求/応用型の通信を行って提供される。



〔時系列データ修正〕

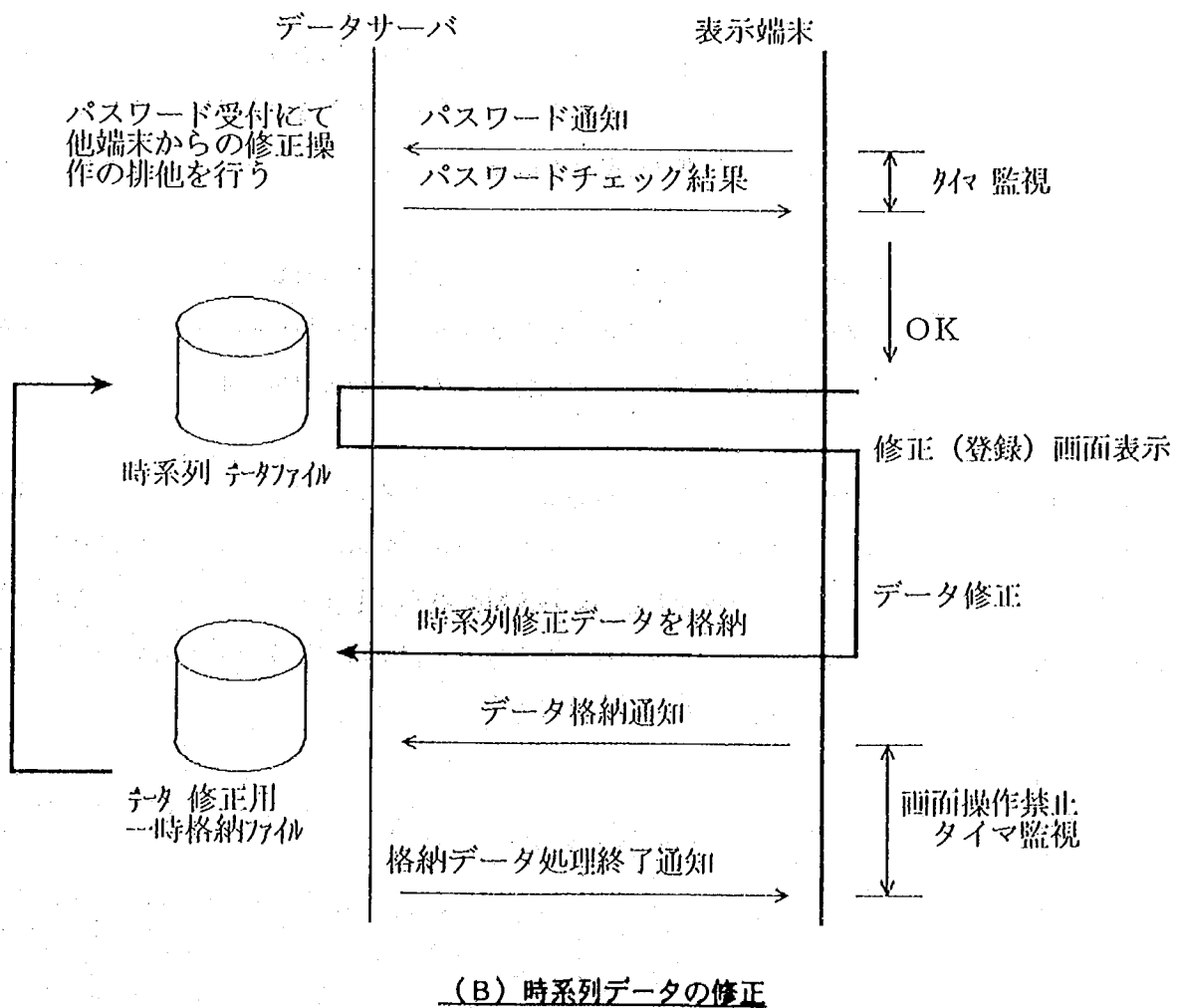


図-4.4 通信処理の手順例

4.3.2 N F S (Network File System) によるファイルアクセス

(1) N F S の概要

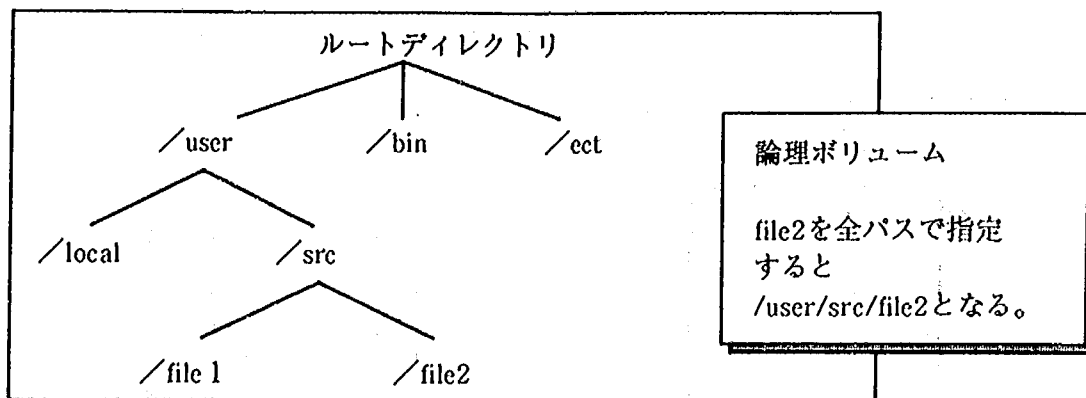
ディスク領域の管理やファイルアクセスの管理といったファイルシステム（ファイル管理機能）は、オペレーティング・システム（OS）の最も重要な機能の一つであり、そのシステムの性能の評価も左右してしまう程の大きな要素である。

ネットワーク・ファイル・システム（N F S : Network File System）は、このファイルシステムをネットワークで接続される分散処理形態のシステム、すなわち、複数のコンピュータ間に適用しようとするものである。当初からコンピュータ、OSの種類によらないマルチベンダー指向の思想の下で、サンマイクロシステム社が設計、開発してきたシステムである。現在は、多くのメーカから様々なコンピュータ用のN F S が提供され、U N I X に留まらず、V M S（DEC社V A X _ O S）やM S _ D O S等のシステムと接続した分散ファイルシステムを実現しており、業界標準（デファクト・スタンダード）となっている。

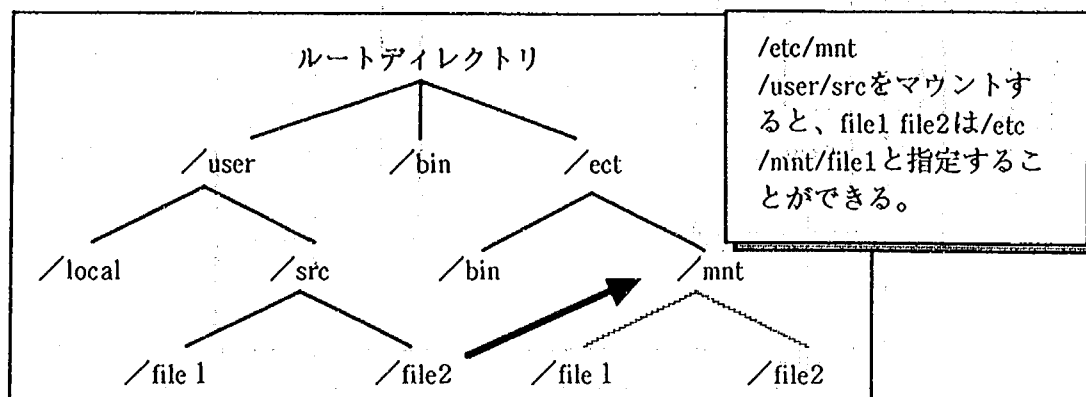
N F S は、ファイル共有によるファイル・アクセス方式と言える。複数のコンピュータで、リモートファイルをあたかもローカルファイルであるようにアクセスできるファイルシステムであり、分散コンピューティングに適した、より密結合された構成のクライアントサーバモデルに基づいたシステムである。

従って、ファイルが物理的にどこに存在しているかは、全く意識する必要がなく、ファイル全体をネットワーク間で転送する必要も、同じファイルを別のホストで二重に持つ必要もなくファイルの共用化によるディスクの有効利用が図れ、データの一元管理が容易となる（図-4・5）。

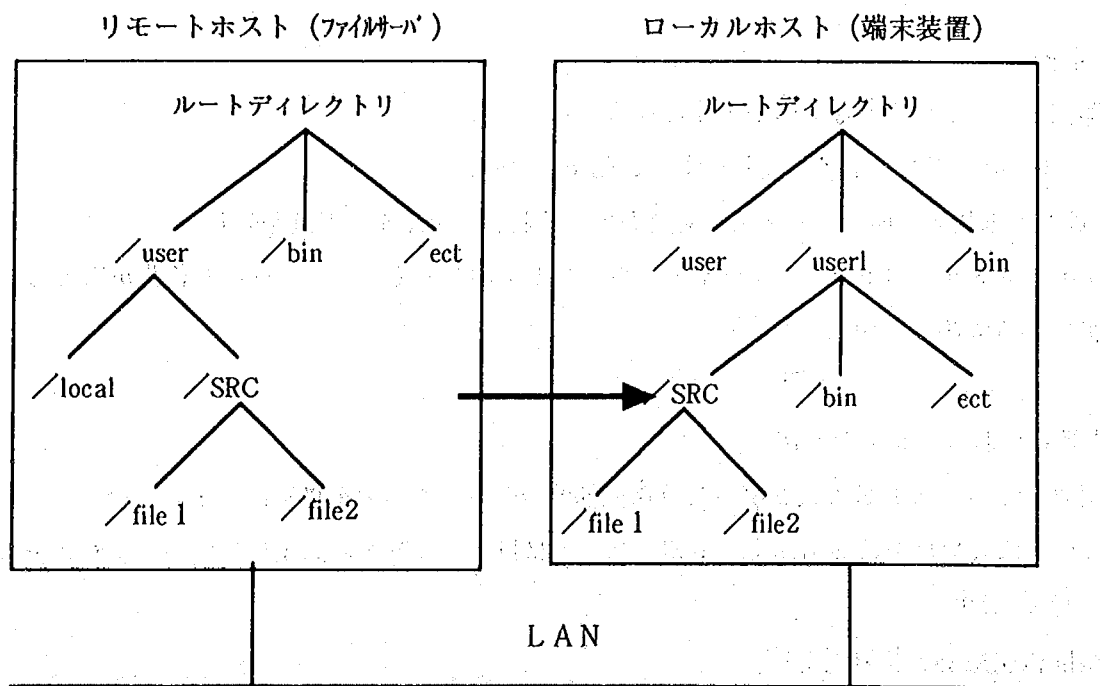
具体的には、T C P / I P のU D P（User Datagram Protocol）を用いて、リモートのファイルをアクセスするプロトコルであり、U N I X のファイル・システムの特徴の一つである論理ボリュームとマウントの概念を拡張し、リモートマウントと呼ばれる概念を導入している。この方法により、他の計算機上にあるファイル・システムの一部をマウントすることによって、あたかも自分のファイル・システムの一部であるかのように見せることができる。



(a) 通常のファイルシステムのツリー構造



(b) ファイルのマウント構成



ローカルにおいては/user1/SRCにリモートホストの/user/SRCをマウントすることにより、ローカルホストのユーザーは、リモートホストfile1を/user1/SRC/file1が指定できる。

(c) リモートファイルのマウント構成

図-4.5 ファイルシステムのマウント

図-4.6にNFSによるファイル・アクセスのイメージを示す。端末装置はファイルサーバに対しNFSにより直接アクセスする。端末装置では検索・表示プログラム、ファイルサーバではNFS（提供処理）が動作する。

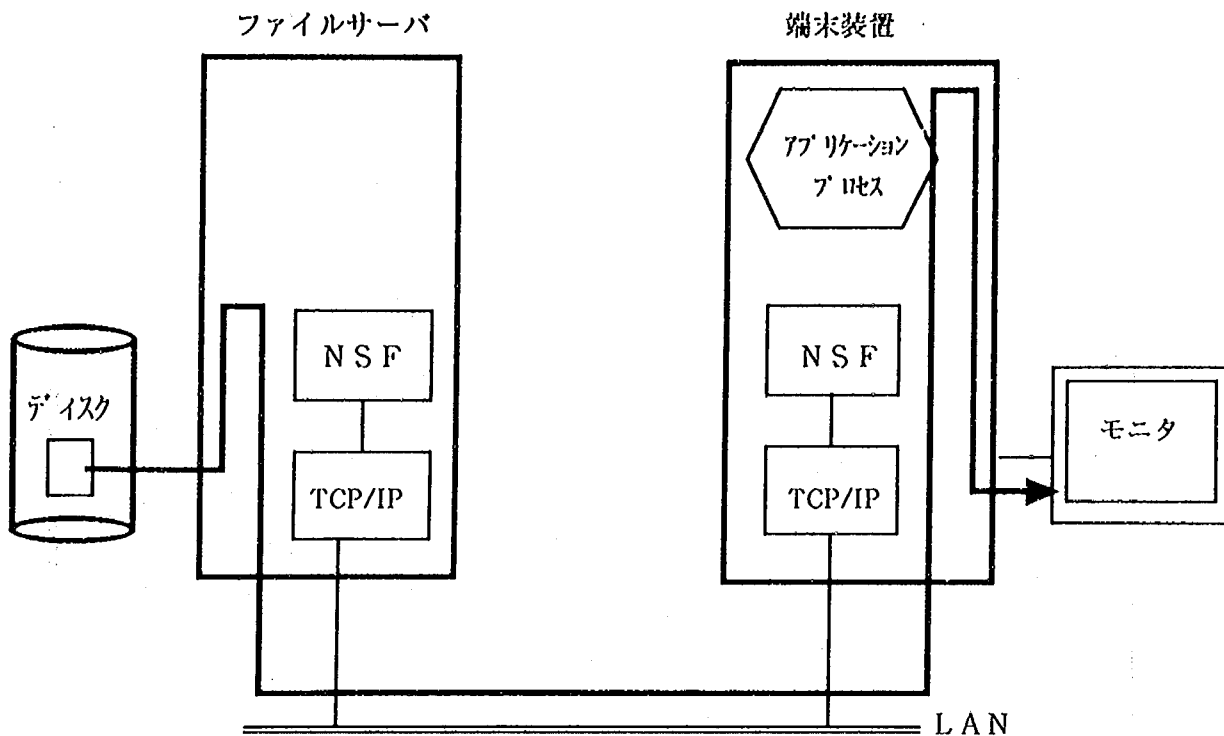


図-4.6 NFSによるファイルアクセス

(2) 問題点

問題点として次のようなものが挙げられる。

- 1) 短いメッセージをファイル渡しにすると効率が悪い、
- 2) 多数の端末装置で簡単にファイル変更ができる為、ファイルの保護が難しい。
- 3) クライアントサーバモデルでクライアントの数が増加してくると、サーバの負荷が増大し、サーバの障害による危険が集中してしまう。

(3) 建設省におけるシステム例

専用ファイル、NFS方式を用いた道路交通情報システムの例を以下に示す。

- 1) B地方建設局における道路交通情報システムは以下の装置から構成されている。システム構成図を図-4.7に示す。

・道路情報交換処理装置（I）

本装置は、地建内のデータ交換及び本局でのデータ監視に用いる。主な内容は、道路交通情報交換処理装置（II）へのデータ受送信、事務所システムへのデータ配信、EWS（本局）・広域情報受信装置に対する他機関データ配信等である。

・道路情報交換処理装置（Ⅱ）

本装置は、他機関、他地建等のデータ交換用に用いる。主な内容は、他機関データの加工、事務所・EWS（本局）・広域情報受信装置に対する配信データの編集、道路情報交換処理装置（Ⅰ）へのデータ送受信、他機関への送信データの編集、他機関データメンテナンス、データ蓄積保存等である。

・EWS（エンジニアリング・ワークステーション）

本装置は、データの検索、事象の入力、システムの監視用に用いる。

2) ファイルアクセス方式

アクセス方式は次のとおりである。

- 1) 要求時刻（年月日時分）をキーとして、インデックス部へアクセスする。
- 2) 1)の要求時刻と現在日付、最新観測時刻を比較することにより、現在日付スロットから要求時刻に対する日付スロットを算出、アクセスする（図-4.8）。

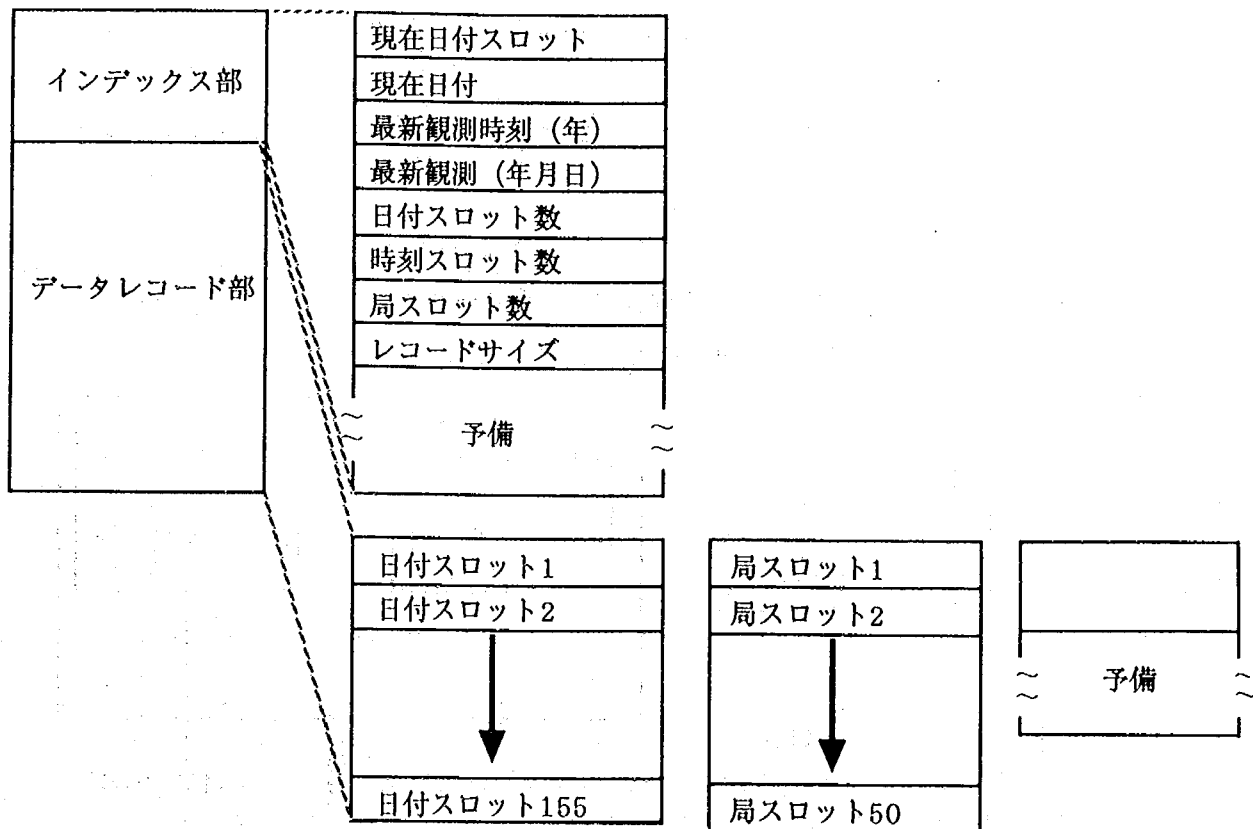


図-4.8 ファイル構成図（例：雨量情報日統計データ）

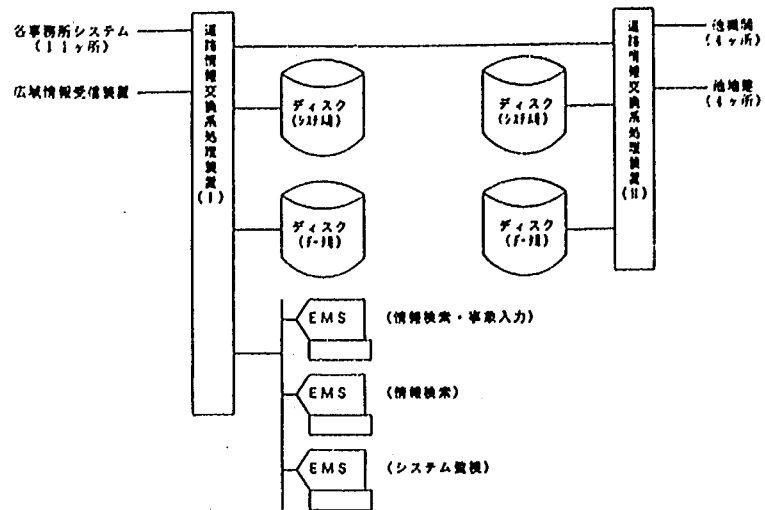


図-4.7 システム構成

4.3.3 F T P (File Transfer Protocol)によるファイルアクセス

(1) F T Pの概要

F T Pは、T C P / I P ネットワーク上で実現されるファイル転送プロトコルである。ネットワーク上のF T Pサーバ稼働しているF T Pサーバに接続、これに対しファイル転送要求のサブコマンドを会話形式で発行することにより転送が実現される。F T P業界標準のファイル転送プロトコルとして確立されており、異なるメーカーのW S間でのファイル転送に多用されている。

F T Pは、ネットワークを介してリモートファイルの内容をローカルファイルに転送したり、リモートファイルのディレクトリの表示や削除をローカルホストから行う機能を提供する。F T Pで対象とするファイルは、非編成ファイルであり、データは、テキストデータ(ASCII) かバイナリーデータである。テキストデータに関しては、ASCII → EBCDIC 変換等が可能である。

F T Pでは、クライアント側がT C Pを用いて二つのコネクションをサーバとの間に張る。一方は制御メッセージ転送用で、他方はファイル・データに転送用である。

F T Pによるリモートファイルのアクセスは以下のように行われる。

- 1) クライアント側がサーバ側の制御情報プロセスとの間にコネクションを張る。
- 2) クライアント側からのファイル転送要求 (get、put) が発生した時点で、サーバ側の制御プロセスがデータ転送用プロセスを起動し、第二のコネクションを張る。このコネクションによりファイル転送を行う。
- 3) 転送が終了すると、このコネクションは切断され、データ転送用のプロセスも消滅させられる。

このように、F T Pは基本的にはオペレータ操作による会話型のアプリケーションであるが、ユーザプログラムへの組み込み型の利用も可能なように設計されている。

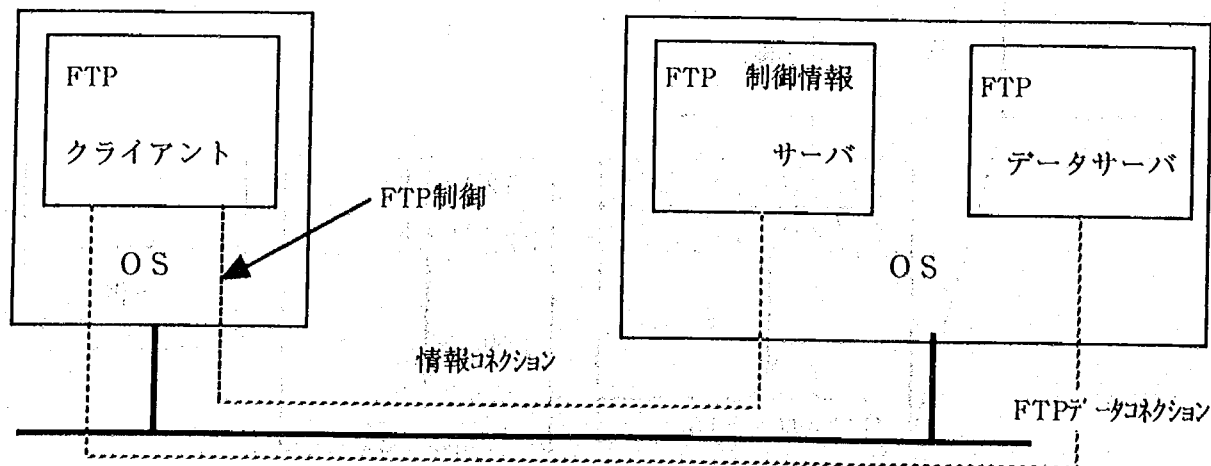


図-4.9 F T Pによるファイルのアクセス

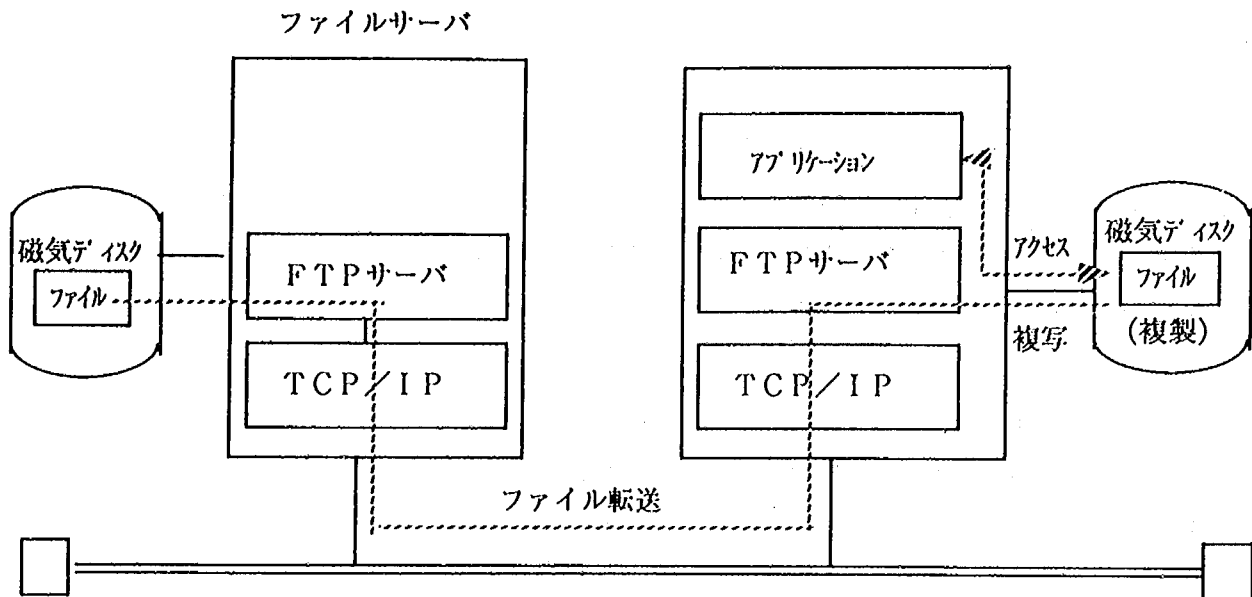


図-4.10 FTPによるファイルの複写

(2) 問題点

FTPによるデータアクセスは、ファイルサーバのデータをすべてクライアントの磁気ディスクへ複写して使用するため常に最新の情報が得られるとは限らず、このため、利用者側が常に最新かどうかのチェックを行う必要がある。また、ファイル構造についてもFTPは意識しないため、アプリケーションレベルでこれを意識した処理を行う必要がある。

4.4 専用ファイルに対するアクセス方式の比較

(1) ソケット

ソケット通信は、FTPやNFSなどのより上位レベルでのアクセス方式と違い、通信電文のやりとりを直接的に利用者プログラムが行うため、相互に細かいレベルでの規定（例えばタイム値など）を行う必要がある（この点では従来のBSCコンテンションやHDLCなどの下位の通信プロトコル上に直接通信電文を規定していたものと本質的には違いは無い）。

(2) NFS

NFSでは、次のような問題点を有する。

- 1) 短いメッセージをファイル渡しにすると効率が悪い、
- 2) 多数の端末装置で簡単にファイル変更ができる為、ファイルの保護が難しい。

3) クライアントサーバモデルでクライアントの数が増加してくると、サーバの負荷が増大し、サーバの障害による危険が集中してしまう。

(3) F T P

F T Pによるデータアクセスは、ファイルサーバのデータをすべてクライアントの磁気ディスクへ複写して使用するため常に最新の情報が得られるとは限らず、このため、利用者側が常に最新かどうかのチェックを行う必要がある。また、ファイル構造についてもF T Pは意識しないため、アプリケーションレベルでこれを意識した処理を行う必要がある。

これらの比較を表-4.1に示す。専用ファイルの場合、アプリケーションソフトの作成難易度が高いものの、河川情報システム、道路交通情報システムが要求する高信頼性や表示データの自動更新などの機能を実現するために最も優位なデータアクセス方式はソケットインタフェースと言える。

表-4.1 専用ファイルに対するデータアクセス方式の比較

項目 \ プロトコル	ソケットインタフェース	F T P	N F S
アプリケーションソフトの作成難易度	△	○	◎
メッセージの通知	○	△	△
ファイルの排他制御	○	△	△
ファイル編成	○	△	△
マルチベンダー性	◎	◎	○
総 合	○	△	△

4.5 データベースへのアクセス方式

ワークステーションやパーソナルコンピュータの高機能化、低価格化、LANに関する技術の向上、普及により分散処理型のシステム構築が増加している。データベースシステムにおいても、ダウンサイジングやエンドユーザ・コンピューティングを指向したクライアント/サーバ型データベース・システムの導入事例が増えている。これは従来、技術部門の小規模な非定型業務において導入されていたが、最近は情報系/基幹系を問わず大規模な事務処理においても導入されている。その原因は、エンジニアリング分野を中心に利用されていたUNIX用データベースに対して特にビジネス分野の情報処理系からの要求に応えるためにユーザインタフェースに優れたパーソナルコンピュータ等との連帯機能の充実が図られたためである。

UNIXはオープン性を特長として広く普及し、分散処理環境を構築するための製品が多数提供されている。現在OSF (Open Software Foundation) とUI (UNIX International) に分かれている標準は、「共通オープンソフトウェア環境 (COSE)」に統合される予定である。COSEではUNIX上のアプリケーション・インターフェイス(API)やネットワーク、GUI等に関する仕様や標準技術を規定しており、各ベンダーはこの仕様に基づいた製品を順次供給するものと思われる。一方、COSEのきっかけともなったWINDOWS-NTもリリースされている。これらの製品が市場に出回り、充分評価されることにより、ユーザの選択の幅も広がり、真の意味でのマルチベンダ/コンピュータミックスの環境下における処理の分散、情報の共有、管理の集中を目的とした最適でコストパフォーマンスの高い分散コンピューティング環境が実現できる。本節では、UNIXシステムでデータベースを構築する場合のデータアクセス方式を処理の分散形態により分類し述べるものである。

4.5.1 NFSによるアクセス

データベースへアクセスする方式として、データベースファイルを単なる一般ファイルとみなして扱い、これをNFSによるファイル共有機能を利用してクライアントからアクセスする方法が考えられる(図-4.11)。この方式は、クライアント側にDBMSを稼働させる方法である。アプリケーションプログラムが各クライアント上で稼働するため、サーバでのCPU負荷が軽減できる。また、データの共有環境の構築は容易だが、反面、排他制御ができないため、更新処理時にデータの整合性が保証できない等、DBMSの持つ機能を効果的に使用できない。

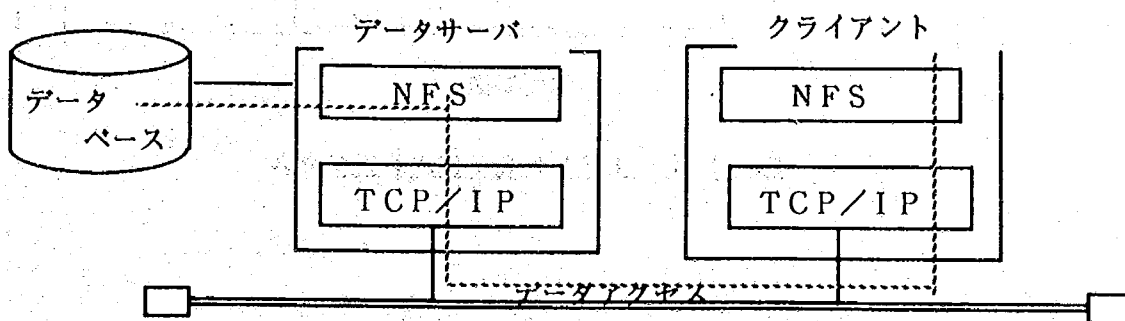


図-4.11 NFSによるデータベースへのアクセス

4.5.2 telnetによるアクセス

クライアントからサーバのデータベースをアクセスする方法として、TCP/IP上で使用される無手順端末接続プロトコル"telnet"を利用する方法が考えられる。

サーバ側でDBMSと4GL（第4世代言語）を稼働させ、クライアント側はtelnetを利用し、サーバにリモートログインする。サーバ側で4GL等のアプリケーションを稼働させて、データベースをアクセスし、検索結果はキャラクタベースの画面イメージでクライアント側に送る（図-4.12）。

4GLはCやCOBOLに比べ生産性（開発効率）は、数十倍以上高く、ユーザインタフェース、特にそのプロトタイプの作成が容易となる。

本方式では、クライアントはサーバ側の端末として位置付けられ、クライアント側で端末のエミュレーションとマンマシンの入出力処理を行うだけである。このため、次のような特徴を有する。

- (1) 大部分の処理はサーバ側で稼働するため、サーバの負荷が高くなり、複数のクライアントからアクセスが発生した場合の応答速度の低下を考慮する必要がある。
- (2) ユーザインタフェースはサーバに依存し、端末機種は自由に選択できる。しかし、画面はキャラクタ（文字）に限定される。
- (3) セキュリティの確保に優れている。

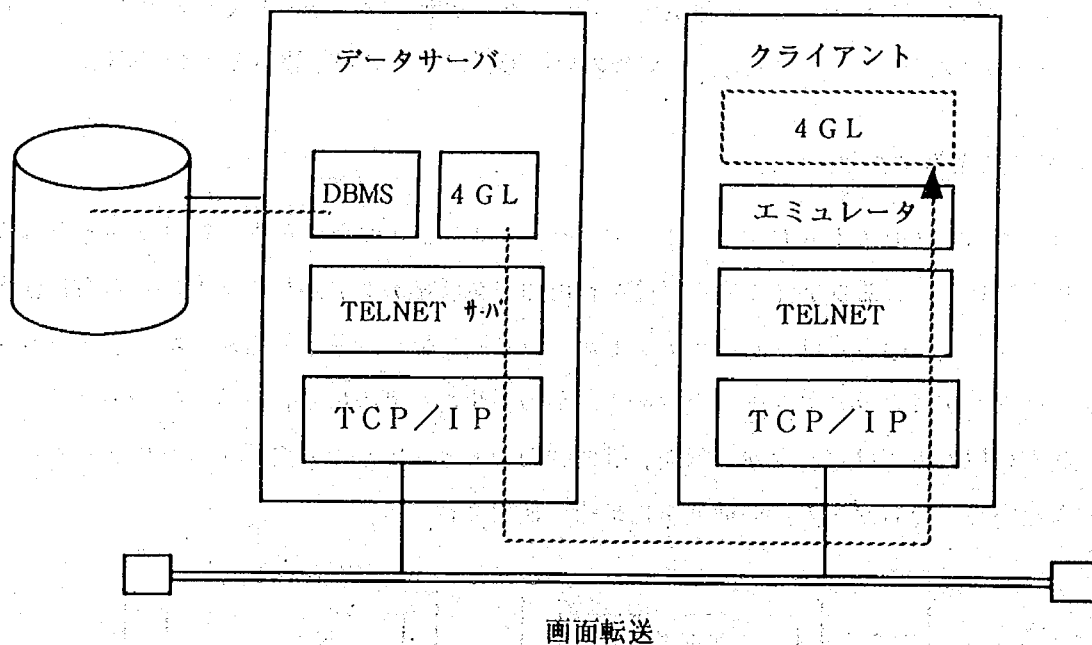


図-4.12 TELNETによるアクセス

4.5.3 SQLによるアクセス

SQLはリレーショナルデータベース用の問い合わせ言語として開発され、その後事実上のデータベースアクセス言語の標準となった。現在では、ISO (International Organization for Standard)をはじめ、ANSI (American National Standard Institute)、JIS (日本工業規格)で規格化され、UNIXワークステーション、メインフレームの殆どのリレーショナルデータベースで採用されている。

本方式は、サーバにDBMSとDBMSへアクセスするためのSQLサーバを稼働させ、クライアントに対応するSQLクライアントを実装し、これを利用したアプリケーションによりデータのアクセスを行う方式である。UNIX上のRDBMSで最も一般的に採用されているクライアント/サーバ型のデータベースアクセス方式である。

図-4.13のように利用するアプリケーション、すなわち、ユーザインタフェースやデータベース連携を全てC言語などにより開発することはもちろん可能である。また、これらの機能を受け持つパッケージソフトウェアの利用も可能である。

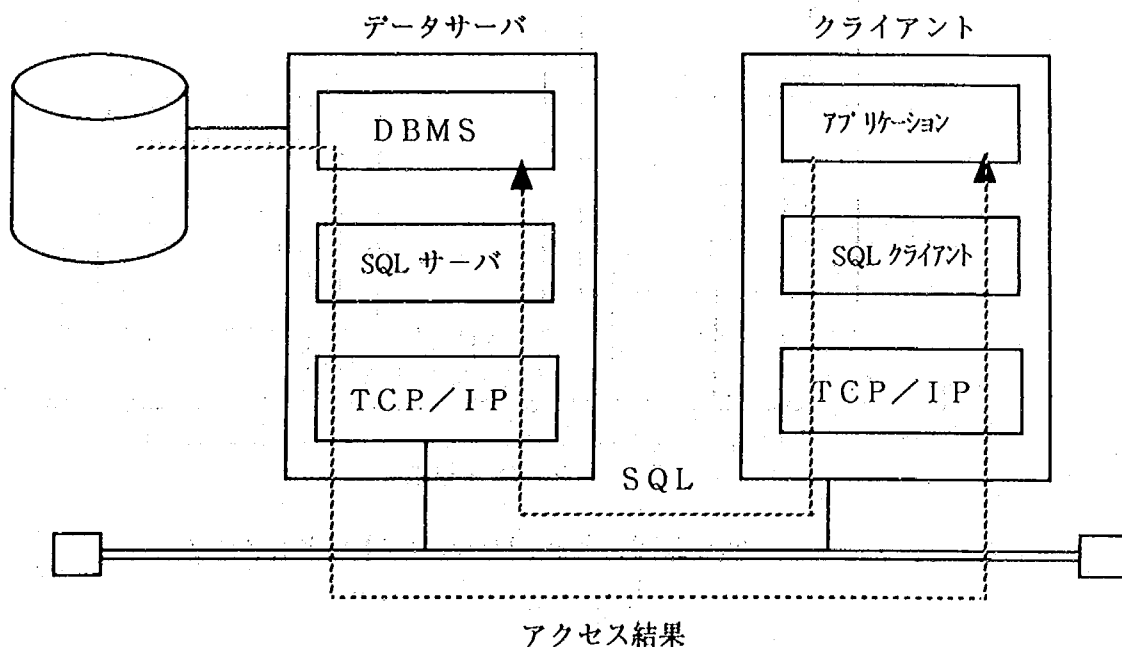


図-4.13 SQLによるアクセス

4.5.4 SQLを利用したパッケージソフトウェアによるアクセス

データベースサーバとクライアントマシンとの接続のためにネットワークソフトウェア（ミドルウェアと呼ばれることもある）を利用することが可能である（図-4.14）。本方式では、クライアント側でユーザインタフェースの処理を行い、サーバ側の負荷を軽減した処理分散を図っている。この

ためシステムの総合的なパフォーマンスの向上が得られる。しかし、ソフトウェア開発がクライアントに依存することや排他制御、アクセス権の設定を行う必要がある。

ユーザインタフェースに4GLを利用した場合には、アプリケーションの生産性とソフトの移植性に優れる。

GUI (Graphical User Interface) ツールを利用する場合には、操作性に優れたシステムが構築できる。

クライアントには汎用のスプレッドシートなどのパッケージソフトとそれに対応するアクセスソフト（これをミドルウェアと呼ぶこともある）を利用したアプリケーションを使用するものがある。本方式では、クライアントにパーソナルコンピュータ等を利用するため、アプリケーションの開発が軽減でき、また、普段使い慣れた操作でデータ利用が可能となる。

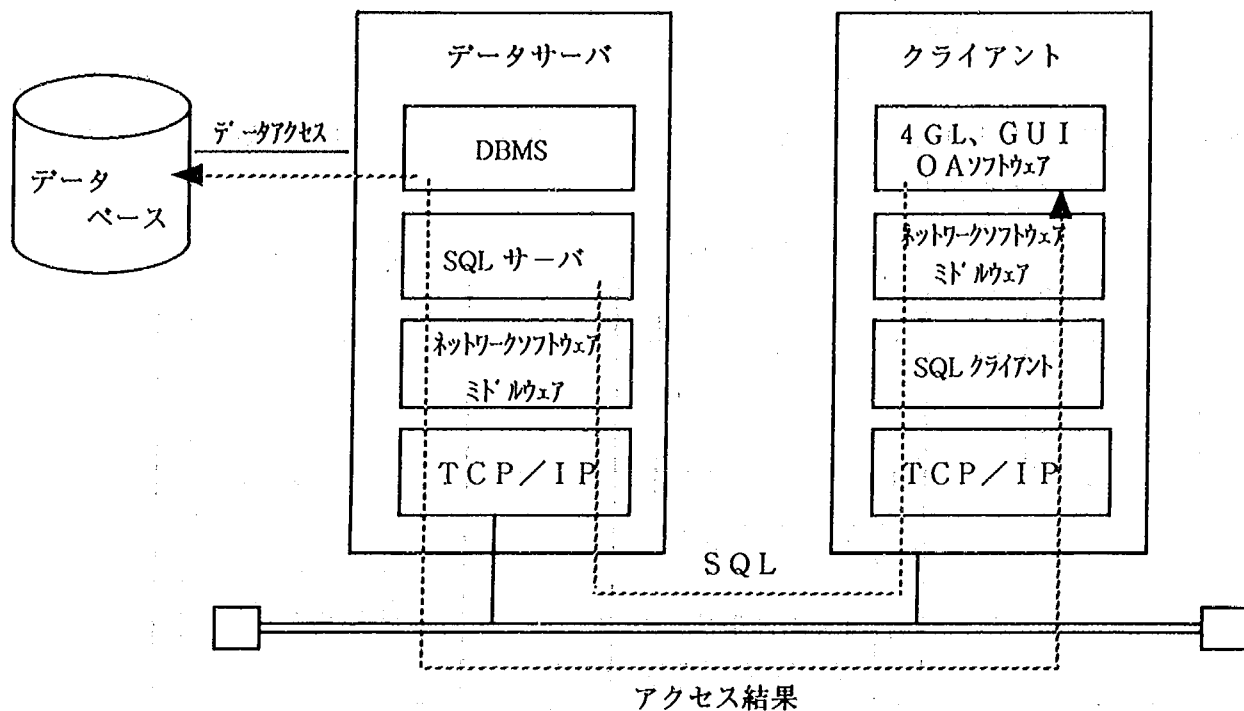


図-5.14 ネットワークソフトによるアクセス

4.5.5 共通インタフェースによるアクセス

先のネットワークソフトウェアが複数のDBMSやパーソナルコンピュータ用パッケージソフトに対応する動きがある一方、ODBC (Open Database Connectivity) やIDAPI (Integrated Database Application Programming Interface) 等の共通インタフェースをクライアントAPIに取り込むことも考えられる。これらはインタフェース仕様であり、RDBMSとパーソナルコンピュータ用ソフトウェアの双方がこのインタフェース仕様に準拠することによりアクセスが可能となる。

4.6 DBMSに対するアクセス方式の比較

汎用DBMSを利用したシステム構築に際し、採り得るアクセス方式を以下のように分類し、これらについての比較を行う。

- (1) NFSによるファイルアクセス方式
- (2) TELNETによる方式 (4GL)
- (3) SQLによるクライアントサーバ方式

(1) サーバの負荷

ファイルアクセス方式の場合、アプリケーションはクライアント側で稼働し、サーバではNFSが稼働する。このため、サーバにかかる負荷はNFSのパフォーマンスに依存する。特に、NFSに対し複数のクライアントからのアクセス要求があった場合のパフォーマンスには注意が必要である。

TELNETの場合、アプリケーションがサーバにあるため、クライアントから複数のアクセスがあった時はその数だけサーバ側でアプリケーションが起動される。そのためサーバの負荷がアクセス数に比例して増大するので、より多数のクライアントの同時接続が想定される場合、この方式によるシステム構築は避けるべきである。

クライアント／サーバ型の場合、サーバはクライアントからのSQLによる問い合わせに対する処理のみを行い、アプリケーションによるデータ処理等は全てクライアント側で行われるため、サーバの負荷はかなり軽減される。

(2) ネットワークの負荷

ファイルアクセス方式の場合、ファイルI/O時に使用するバッファのサイズにネットワークにアクセスする回数が依存する。一般に、バッファサイズが大きいほどネットワークに対する負荷は小さくなり、処理パフォーマンスも向上する。

TELNETの場合、画面操作を行う度にネットワーク上にそのデータが送信されるので、ネットワークの負荷は比較的高い。よって、LAN上にクライアントが増えた場合、ネットワークにかかる負荷が飛躍的に増大することが予想される。

クライアントサーバ方式の場合、アプリケーションからDBサーバへのアクセス要求時およびDBサーバからクライアントへのアクセス結果の送信時にネットワークに負荷がかかるだけで、他の方式に比べ、ネットワークへの負荷は比較的少ない。ただし、検索の結果、送信されるレコード件数が多い場合、ネットワークに一時的に大きな負荷がかかる場合があるので注意が必要である。

(3) アプリケーション開発の難易度

ファイルアクセス方式およびTELNET+4GL方式の場合、アプリケーションはDBへのアク

セスからデータの処理まで全ての処理を一貫して考えればよい。そのため、アプリケーションの設計開発は容易である。また、第4世代言語（4GL）の利用は、効率的なシステム開発が可能である。

クライアントサーバ方式の場合、サーバとクライアント間の通信は全てミドルウェアが処理し、さらにサーバ側はDBMSをそのまま利用できる。このためアプリケーション開発はクライアント側のみとなり、システム開発は容易になる。更にアプリケーション開発に採用する流通ソフトウェアの選択により、いくつかの場合に分けられる。

アプリケーション開発に4GLを使用する場合、クライアント側のアプリケーション開発はサーバ集中方式の場合と同様な開発が可能で開発効率はC言語等の高級言語を利用するよりも高くなる。

一方、ミドルウェアにはOAソフトウェアと連動させるものもあるが、これを使用した場合は、データベースへのアクセスにそのマクロ言語を利用することが可能なため、4GLに比べかなり簡単にアプリケーションを開発できる。しかしOAソフトの機能の範囲をでないため、アプリケーションとして要求される機能を必ずしも全て実現できるとは限らないので適用には十分な検討が必要である。

(4) 運用性

ファイルアクセス方式および、クライアントサーバ方式の場合、アプリケーションは各クライアントにあるため、バージョンアップ等の場合、全てのクライアントに配布する必要があるため、その保守・管理にかなりの時間・労力を要する。しかし、ファイル転送等によるソフトウェアの配布が可能であり、これを利用することにより保守・管理作業を軽減できる。

TELNETの場合、アプリケーションの環境が全てサーバにあるため、アプリケーションのバージョンアップ等の変更等の保守・管理が比較的容易にできる。

(5) ユーザインターフェース（操作性）

ファイルアクセス方式の場合、アプリケーションはクライアント側で動作するため、クライアントの持つマルチウインドウやマウス等の全ての機能を利用することが可能である。このため、アプリケーションを作る言語に依存した操作性を得ることができる。

TELNET+4GL方式の場合、端末との通信がキャラクタベースであるため、画面表示・制御は文字単位となり、操作もキーボード主体となる。このため、グラフィック表示による表示は現在ではできず、また、マウス等の操作性の高い装置の利用もできない。

クライアントサーバ方式の場合、4GLを利用したアプリケーションは現在キャラクタベースのものがほとんどであり、TELNET+4GL方式と同様の操作性となる。一方、OAソフトウェアからのアクセスの場合、データアクセス後はOAソフトウェアそのものの環境となり、表示・操作性とも非常に高くなる。

(6) データの整合性

ファイルアクセス方式の場合、DBMSがそれぞれのクライアントで動作しており、DBの排他制御ができない。そのため、データ更新を行った場合、データの整合性がとれない場合がある。

TELNET+4GL方式の場合、4GL、DBMSがマルチユーザ機能を持っていればデータの更新時の排他制御機能等を利用でき、データの整合性に問題はない。しかし、マルチユーザをサポートしていないものの場合は、ファイル共用によるアクセス方式の場合と同様な考え方となる。

DBMS+ミドルウェアによる方式の場合、DBMSはネットワークを意識しているため、必ずマルチユーザ対応となっている。そのため、排他制御等によるデータの整合性がとられている。

以上の比較を表-4.2のようにまとめた。

以上の評価結果より、サーバクライアント方式について実験を含めた詳細な検討を進めていく必要がある。

表-4.2 DBMSに対するアクセス方式の比較

評価項目	NFSによる ファイルアクセス	TELNET +4GL	サーバクライアント方式
サーバの負荷	△	×	○
ネットワークへの負荷	△	×	○
アプリケーション開発の 難易度	○	○	○
運用性	×	○	△
ユーザインタフェース (操作性)	○	△	○
データの整合性	×	△	○
総合評価	×	×	○

5 データモデルの設計

5.1 データモデル設計の概要

(1) データモデルの必要性

河川情報システム、道路交通情報システムへのDBMSの適用を考慮するにあたり、それらのシステムの持つデータを分析しデータモデルを設計する必要がある。なぜなら、現在の出力レポート（画面や帳票）のフォーマットそのままの形でデータをシステム内に取り込むことは、データベース本来の趣旨である「多目的利用のための正規化された（重複のない）データ管理」に反し、データ間の整合性維持などに悪影響を与えるからである。

(2) データモデルの構造

データ群の論理的構造（データモデル）は、現実社会をメタファ（暗喩）としてコンピュータ内に投影するものである。このためこれは現実社会を正しく反映し、データの活用目的を基本として設計され、正規化（重複のないこと）により信頼性が保証されていることが必要である。

この考え方に基づいて設計されたデータベースの構造を、ここでは概念データベースと呼ぶ。概念データベースをコンピュータへ実装していくには、コンピュータやDBMSの持っている数々の制約と、データベースの利用要求から、応答速度、検索効率を考慮してその形式を新たに考える必要が生ずるが、それはあくまで概念データベースを基本構造にした应用到にすぎないことを理解しておくことが重要である。

(3) 対象範囲

ここでは、河川情報システム、道路交通情報システムの既存システムが取り扱うデータを対象範囲としている。

システム利用の際には、局面に応じたレポート（画面、紙、その他の媒体）の提供が必要であり、そのためにはリソース・ファイル、イベント・ファイルを基にしたサマリ・ファイルが多数必要となってくる。このサマリ・ファイルの洗い出しも既存システムの取り扱い範囲を対象としている。

従って「今後は、このようなくりで情報をみたい」という新たなニーズが発生した場合には、随時見直しが必要である。

(4) 作成資料

本調査では、河川、道路交通情報システムの各々について、次の資料を作成した。

・概念DB構造図

概念DB構造図とは、データをその本質から判断し、グルーピングすることにより、データ本来の

格納場所（概念ファイル、エンティティ）を決定し、その相互関係を図示したものである。

利用方法や物理媒体に依存しない、最も安定した、本質的DB構造がこの概念DB構造図となる。

・概念ファイル一覧／データ項目一覧

上記の概念DB構造図の構成要素であり、以下の3種類に大別した。

リソース：ダム、河川、事務所等人、物に類するものを管理する

イベント：観測結果等の行為、事象を管理する

サマリ：イベントを何等かの括りで集計した結果を管理する

例）観測所別に計測した雨量を流域単位で集計した結果を管理するファイル

各概念ファイル、及びデータは番号で管理するようナンバリングした。

番号順に一覧表を作成しており、部品一覧的に利用可能である。

・概念ファイル説明書（付録に添付）

概念ファイル個々の説明書であり、各ファイルの目的、作成頻度等を記述した。

・データ項目説明書（付録に添付）

各概念ファイルを構成するデータの意味を記述したものである。概念ファイルはデータの意味づけによってグループ化されたものであり、データの意味が概念DB構造図の出発点となる。

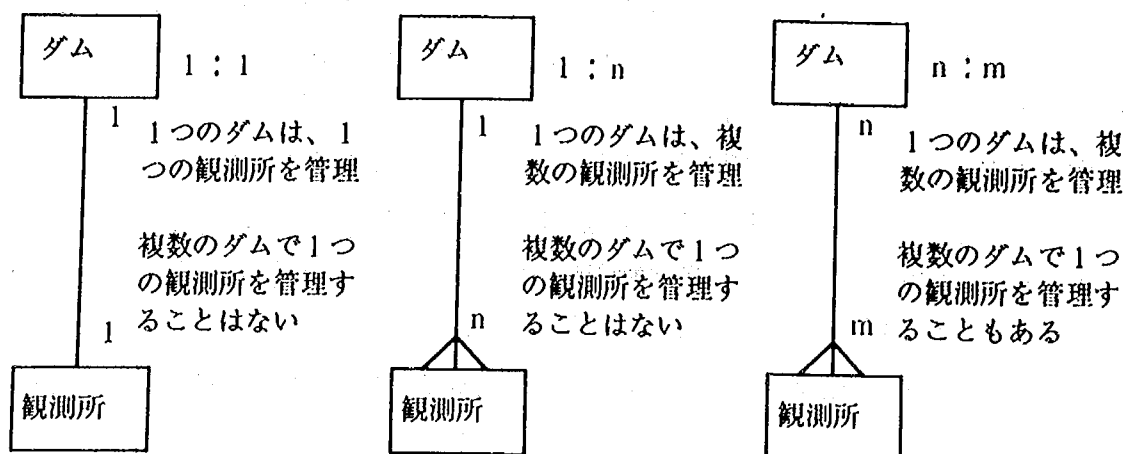
ただし、今回は河川に関しては主要な加工データ（他のデータを演算処理した結果のデータ）、道路に関しては、主要なコード関係のデータ項目に限って説明書を作成した。

河川では加工データの作成ロジックを、道路ではコード表記できるデータを、それぞれ加工、主要コード一覧表として編集した。

5.2 概念DB構造図

・概念DB構造図の見方である概念ファイル間の関係は次のようなものである。

- 1) 四角の箱ひとつが概念ファイル（エンティティ）を表す。
- 2) 箱の中にデータ項目が記述してある。
- 3) データ項目の中で [] 内に記述されているものはその概念ファイルをユニークに識別するキーデータ項目を表す。
- 4) 概念ファイル間の線は、詳細な内容を他の概念ファイルからキーデータ項目を経由して参照する関係を表す。
- 5) 概念ファイル間の線に示される「にわたりの足」は、事実、ルールを表す。



6) データ項目の中で、下線が引いてあるものは、R (説明後述) とする。

>

・河川概念DB構造図

リソース・ファイルのポイントは観測所といえる。

すべての調査、観測を各観測所でおこない、そのデータが最も小さな独立データ (このデータを基本として他のデータが作られる) となるわけである。従って各観測結果を管理するイベント・ファイルはこの観測所単位で考えている。

観測所単位のイベント・ファイルをもとに、様々なサマリ・ファイルを作成してあり、その集計単位として今回は時間軸 (日、月)、流域を当てはめている。

・道路概念DB構造図

リソース・ファイルのポイントは地点と道路観測所となる。

事務所、観測所、感知器などのリソース・ファイルの設置場所を地点で管理している。また、気象観測結果を管理するイベント・ファイルは道路観測所で管理されており、各観測結果を管理するイベント・ファイルはこの観測所単位で考えている。観測結果を知りたい場合は、道路観測所を見に行けばいいようになっている。

またイベント・ファイルでは、地点渋滞監視と地点常時監視によって交通情報の計測を管理している。

計測された交通情報、観測された気象をもとにした、必要な情報の提供は放送状態で、情報の内容は放送明細で管理している。

5.3 概念ファイル

概念DBを構成する概念ファイルは次のとおりである。

概念ファイルはデータ項目によって構成され、その構成データ項目の中でも重要なものが、Key

データ項目(以下Key)とRデータ項目(以下R)と呼ばれるものである。

Keyとはその概念ファイルをユニークに識別するものである。例えば社員にとっての社員番号のように、そのデータの値を決めてしまえば、ファイル自身が特定されてしまうデータのことである。気を付けなければならないのは、ひとつのファイルにKeyが複数存在する場合、それらの値がすべて満たされて、はじめてKeyの役割を果たすことができる場合がある。

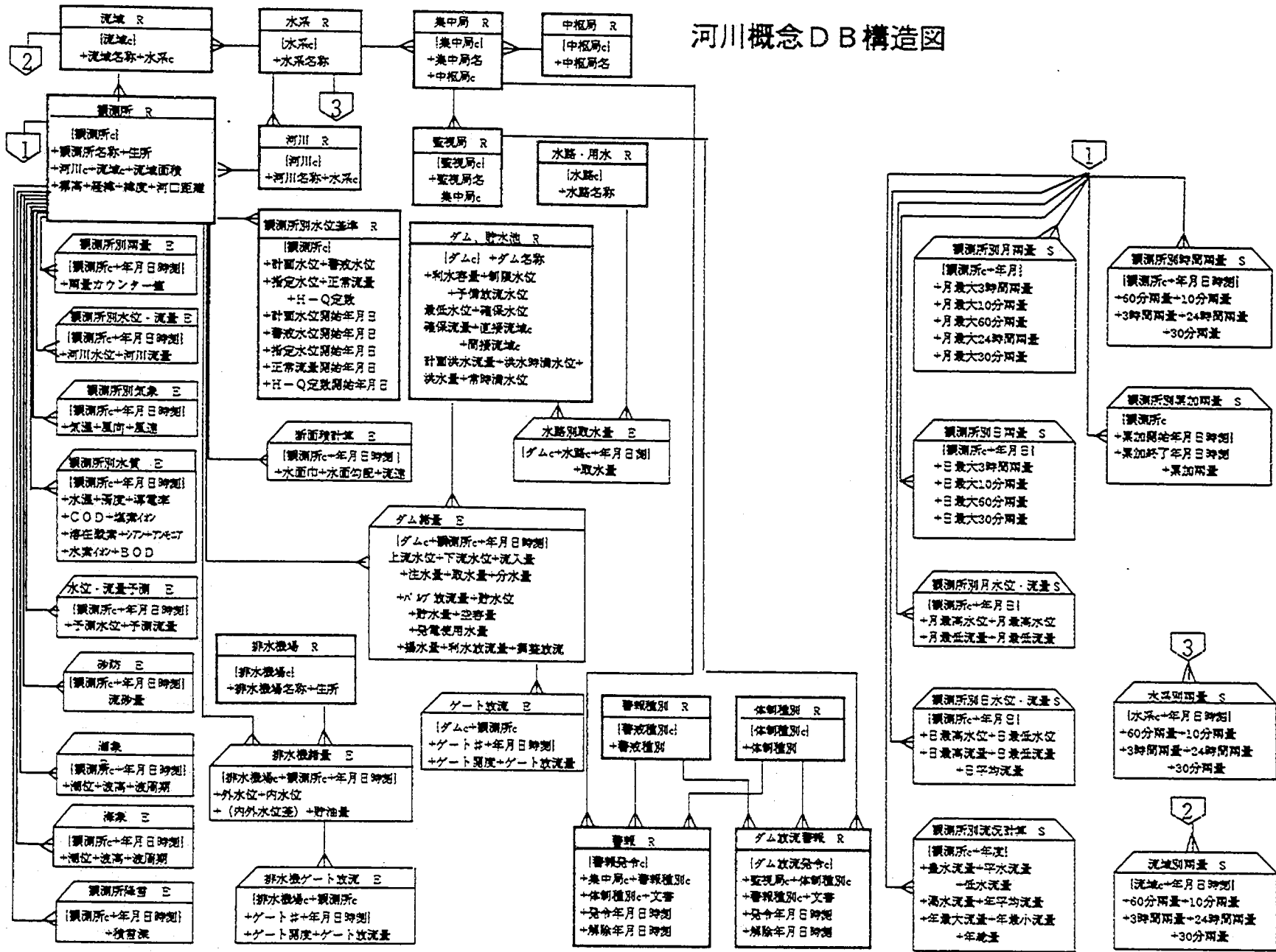
Rとはリファレンス(参照)の意味である。同じデータが複数のファイルに登場する場合はそのすべてについて管理していくというのは、効率的ではない。従って、どれかひとつのみを管理し、他のデータはそのデータを参照する形をとるのが効率のよい、理にかなった方法である。

この、他を参照する形で管理されるデータ項目のことをRと呼ぶ。場合によっては、RがKeyを兼ねる場合も存在する。

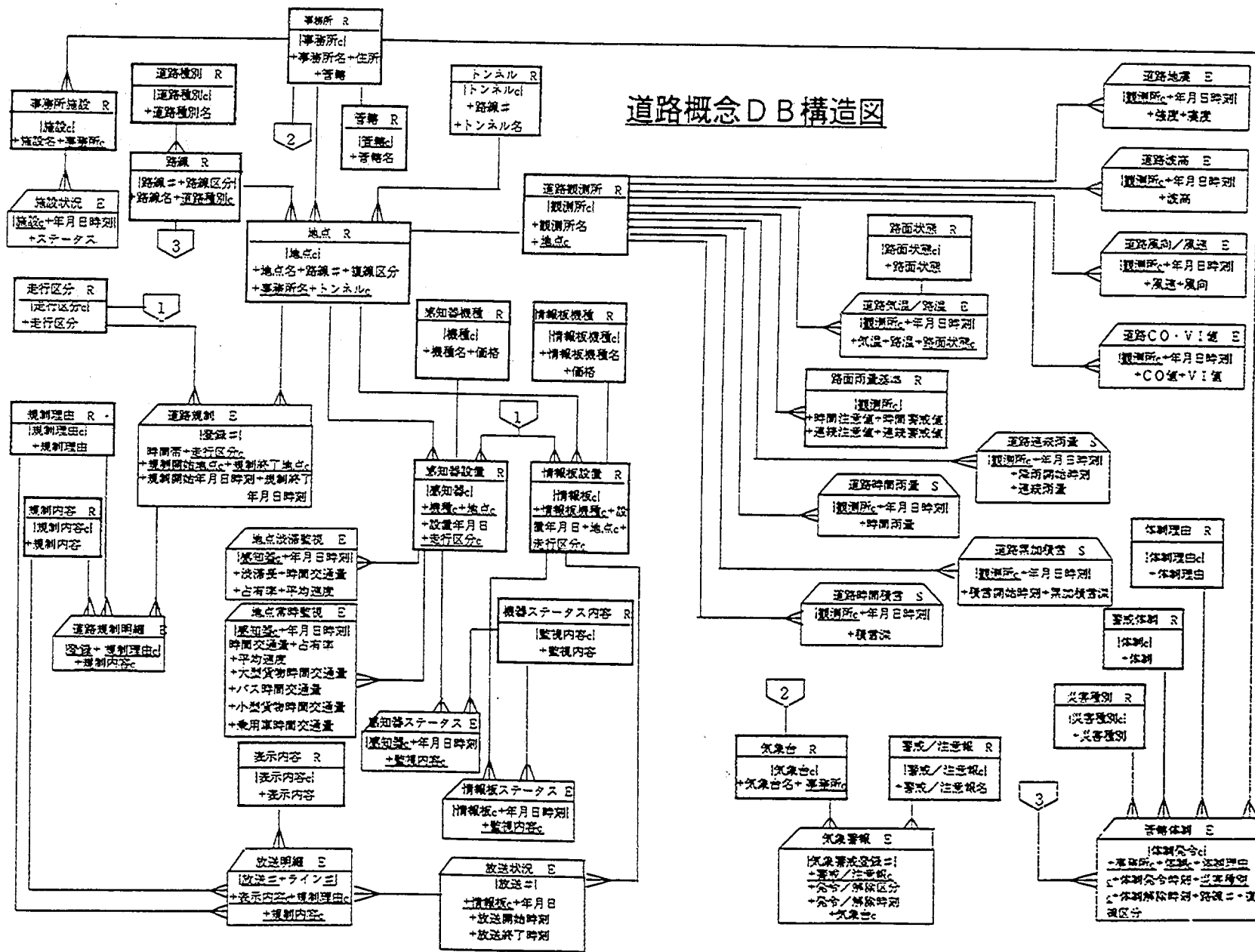
概念ファイル説明書には、そのファイル自身の説明と、そのファイルで管理している(ファイルを構成している)データ項目が記述される。構成データ項目の欄で、K、R、K-Rと三つの記号の付いた表示があるが、これはそのデータ項目が、Keyに関係した項目であった場合、上記の三種類のどれにあたるのかを示している。表示はそれぞれKey、R、Keyを兼ねたR、を表すようになっている。

また、それぞれのファイル説明の右上に、頁を示した表示があるが、これは、構成データ項目の数が多すぎて、ひとつのファイル説明の項目では表現しきれなかった場合、次頁にまたがらせて表現していることを示す。

河川概念DB構造図



道路概念DB構造図



6 実験及び考察

前章までの検討を踏まえ、DBMSの適用において最も大きな課題である応答速度について実験を行い、その結果に考察を加えた。

尚、データの基本的な管理機能や扱えるデータの種類の面では、独自のファイル管理プログラムに対してDBMSは同等以上の機能を有する。しかし、ユーザアプリケーションに特化した構造を持つファイルプログラムとデータの多目的利用のために汎用の構造を持つDBMSとでは、その応答速度に差の出ることが予想される。応答速度は、机上の計算では予想しにくく、実験による評価を行う必要がある。実際に実験を行った結果でも応答速度は確率的な分布を示した。

実験の結果、専用ファイルシステムとDBMSの応答速度について大きな差はなくシステムで通常表示される上限の200~300量のデータ検索に要する時間は1秒以下であった。また、データ検索に要する時間は、CPU性能や、CPUや主メモリをリソースとするプログラムの実行より、むしろハードディスクから該当するデータを転送するI/Oの部分に大きく依存すると考える。

応答速度を向上指せるためには、論理データモデルをデータベースへ実装する際にインデックスを付加する、テーブルを分割する等の方策がある。また、データへアクセスする手続き言語(SQL)の組み立ても応答速度へ影響を与える。従って、これらの条件をパラメータとする統制実験により、更にチューニング技法を確立し、統一化することが必要である。しかし、ハードウェアの進歩に伴い同じ手法でも高速化されていくと思われる。

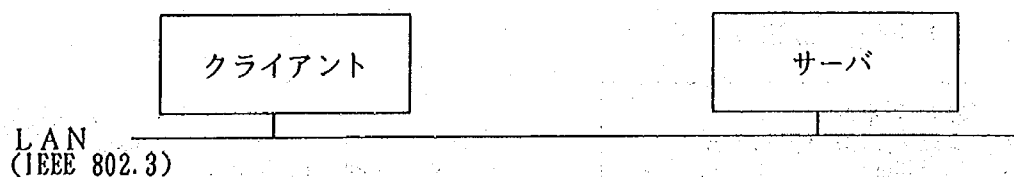
6.1 実験

6.1.1 実験環境

表-6.1 機器仕様

サーバ	方 式		R D B M S		NetWork-DB	専用ファイル		
	ハード	C P U	mc68040	SPARC	独自CPU	SPARC	mc68040	SPARC
		演算速度	20 MIPS	25.5MIPS	0.8 MIPS*2	25.5 MIPS	33 MIPS	50.5MIPS
		演算速度比率*1	1	1.275	0.04	1.275	1.1	2.525
		クロックサイクル	25 MHz	40 MHz	80 ns*3	40 MHz	33 MHz	40 MHz
		主記憶	40 Mbyte	16/32Mbyte	24 Mbyte	32 Mbyte	16 Mbyte	256Mbyte
		キャッシュメモリ	256 Kbyte	64 kbyte	16 kbyte	64 kbyte	256kbyte	128kbyte
		ハードディスク	400 Mbyte	490 Mbyte	2.2 Gbyte	424 Mbyte	600Mbyte	2.6Gbyte
	ソフト	O S	UNIX	UNIX	汎用O S	UNIX	UNIX	UNIX
データ管理		Informix-SE	Informix-Online	NetWork-DB	専用ファイル	専用ファイル	専用ファイル	
開発言語		Informix-ESQL/C	Informix-ESQL/C	C O B O L	C	C	C	
クライアント	ハード	C P U		i-80486			mc68040	SPARC
		演算速度		25.5MIPS			22MIPS	25.0MIPS
		クロックサイクル		40 MHz			25 MHz	40 MHz
		主記憶		16Mbyte			16Mbyte	64Mbyte
		ディスク容量		170Mbyte			400Mbyte	424Mbyte
	ソフト	O S		MS-DOS MS-Windows			UNIX	UNIX
		D B 連携		Wingz-Data Link			C	C
		表示ソフト		Wingz				
		グラフ-15 対応番号		A			B	C	D	E	F

図-6.1 実験構成図



*1 CPU: mc68040、演算速度: 20MIPSの計算機を1とした場合の比率。

*2 汎用機 (Mシリーズ) の為、ワークステーション・パソコン等のMIPS値とは異なり、全体の性能を単純に比較できるものではない。

*3 クロックサイクルについては、汎用機のアーキテクチャ上該当するスペック値が無いので、マシンサイクル時間値で代替してある。

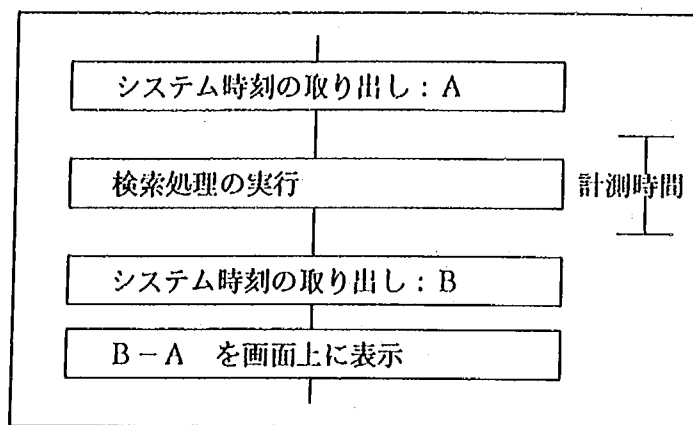
6.1.2 測定方法

(1) サーバ処理速度（データ検索にかかる処理時間）

- ① サーバ側のウィンドウより、測定用プログラムを起動
- ② 測定用プログラム内で、検索開始前のシステム時刻と検索終了後のシステム時刻を取得し、その差を画面上に表示。

<実験イメージ>

- ① サーバ内測定用プログラムの起動 → ② サーバ内測定用プログラムの実行

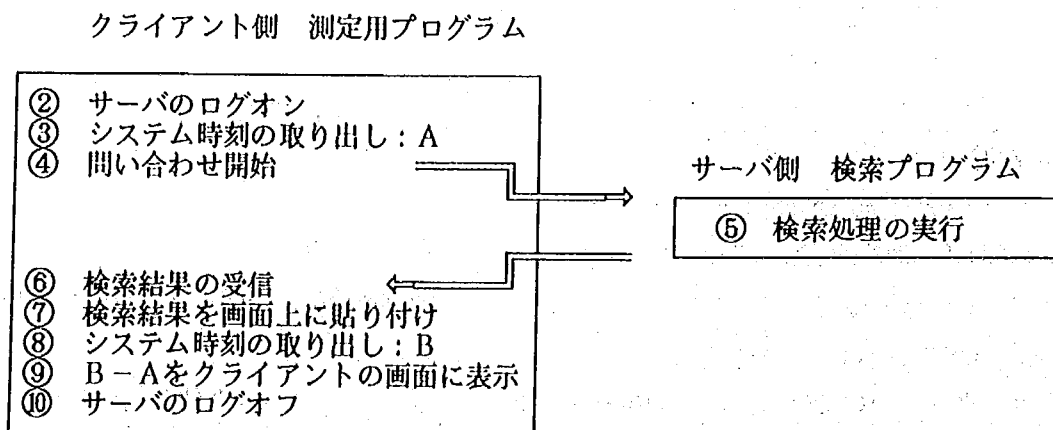


(2) クライアント・サーバ処理速度（データ検索+データ転送+貼り付けにかかる処理時間）

- ① クライアント側より、測定用のプログラムを起動する。
- ② 測定用プログラム内で、サーバに問い合わせをする前にクライアントで持つシステム時刻を獲得し、サーバ側から送られて来たデータをクライアントの画面に貼り付け終えた時のクライアントで持つシステム時刻を獲得し、その差を画面に表示する。

<実験イメージ>

- ① クライアントの画面より、測定用プログラムを起動



6.1.3 検索方法

(1) サーバ処理速度実験項目

以下にRDBMSでの検索イメージを示す。

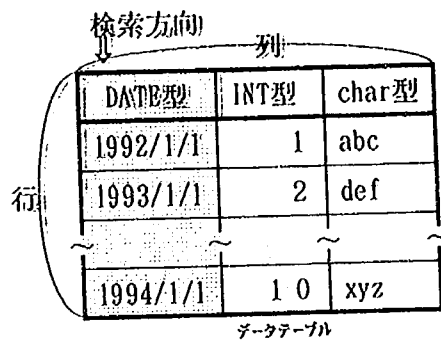
識別キー

データテーブル : データ (実現値) が格納されている表

インデックステーブル : インデックス (索引) が格納されている表

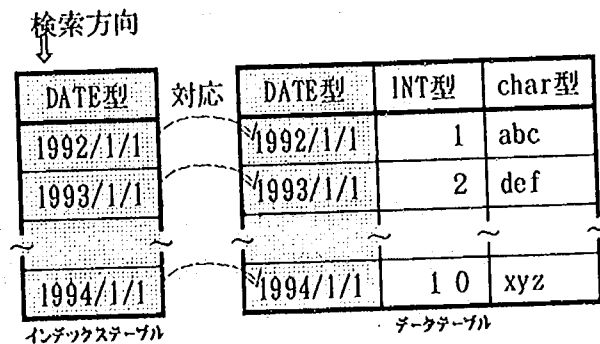
① 一つの表で、縦断的に検索した場合

・インデックス無しの場合



データテーブルに格納されている対象データを全て検索し、該当するデータを含むレコードを主記憶上に写す。

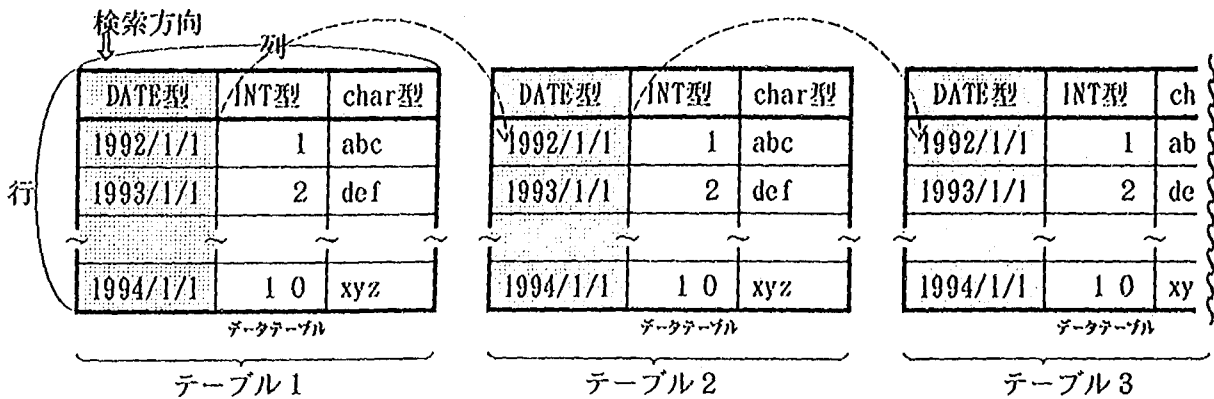
・インデックス有りの場合



あらかじめ主記憶上に展開されたインデックステーブルに存在するインデックス対象データを全て検索し、該当するデータを含むレコードをデータテーブルから主記憶上に写す。

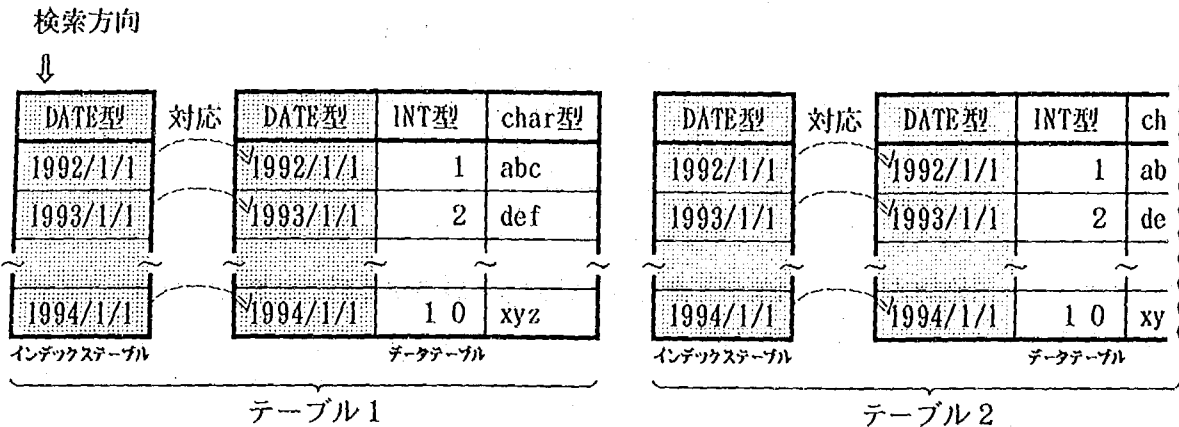
② 多表で、横断的に検索した場合

・インデックス無しの場合



指定したテーブル数をデータテーブルに存在する対象データを全て検索し、該当するデータを含むレコードを主記憶上に写す。

・インデックス有りの場合



指定したテーブル数に対応するインデックステーブルより対象データを全て検索し、該当するデータを含むレコードをデータテーブルから主記憶上に写す。

(2) クライアント・サーバ処理速度実験項目

クライアント・サーバ処理速度の実験項目を以下に示す。処理速度とファイル容量に対するデータ件数、テーブル数などの関係を専用ファイルとの比較をする為、実際に使われている項目を列挙してある。

- ① 現況表示
- ② 日報表示 (出力を想定しデータを検索)
- ③ 週報表示 (出力を想定しデータを検索)
- ④ 月報表示 (出力を想定しデータを検索)
- ⑤ グラフ表示

6.1.4 実モデルによるデータベース実験

(1) 概要

今回作成した概念データベース構造を忠実に反映した物理データベースモデルを作成し、モデルにおける処理速度について調査を行った。

物理データベースモデルを作成するにあたっては、事務所（集中局）を想定した。

(2) 河川情報システムデータベース

① 管理対象データ項目数

管理対象水系	: 2 水系
管理対象河川	: 1 0 河川 (1 水系は本川と 4 つの支川より構成される)
水位観測所数	: 2 0 ケ所 (1 河川あたり 2 地点)
流域数	: 1 0 流域 (1 水系は 5 流域より構成)
雨量観測所数	: 5 0 ケ所 (1 流域あたり 5 地点)
管理対象ダム	: 4 ダム (1 水系あたり 2 ケ所) (1 仏当たりの保有ゲート数は 10 門)
気象観測所数	: 1 0 ケ所
海象観測所数	: 5 ケ所
湖象観測所数	: 2 ケ所
砂防観測所数	: 2 0 ケ所
排水機場	: 1 0 ケ所 (1 排水機場当たりの保有ゲート数は 2 門)
積雪観測所数	: 1 0 ケ所
水質観測所数	: 5 ケ所
水路観測所数	: 2 ケ所

② イベントテーブル保存期間

ゲート放流	: 1 ケ月 (1 時間毎収集)	2 8 8 0 0 件
ダム諸量	: 1 ケ月 (1 時間毎収集)	2 8 8 0 件
海象	: 1 ケ月 (1 時間毎収集)	3 6 0 0 件
観測所別雨量	: 1 ケ月 (1 0 分毎収集)	2 1 6 0 0 0 件
観測所別気象	: 1 ケ月 (1 時間毎収集)	7 2 0 0 件
観測所別降雪	: 1 ケ月 (1 時間毎収集)	7 2 0 0 件
観測所別水位・流量	: 1 ケ月 (1 0 分毎収集)	8 6 4 0 0 件
観測所別水質	: 1 ケ月 (1 時間毎収集)	3 6 0 0 件
砂防	: 1 ケ月 (1 時間毎収集)	1 4 4 0 0 件
水路別取水量	: 1 ケ月 (1 時間毎収集)	1 4 4 0 件
排水機ゲート放流	: 1 ケ月 (1 時間毎収集)	1 4 4 0 0 件
排水機場諸量	: 1 ケ月 (1 時間毎収集)	7 2 0 0 件
湖象	: 1 ケ月 (1 時間毎収集)	1 4 4 0 件

③ 実験項目

画面名称	表示内容
水位状況表	指定時刻の河川水位・河川流量を20局分表示
雨量状況表	指定時刻の時間雨量・累加雨量を40局分表示
水位日報	指定水系の河川水位・河川流量を1日(24時間)分表示
雨量日報	指定流域の時間雨量・累加雨量を1日(24時間)分表示
水位週報	指定水位局の河川水位・河川流量を7日(168時間)分表示
雨量週報	指定雨量局の時間雨量・累加雨量を7日(168時間)分表示
水位月報	指定水位局の河川水位・河川流量を30日(720時間)分表示
雨量月報	指定雨量局の時間雨量・累加雨量を30日(720時間)分表示
水位グラフ	指定水位局の河川水位・河川流量を4日(96時間)分表示
雨量グラフ	指定雨量局の時間雨量・累加雨量を4日(96時間)分表示

④ 検索方法

表示データを検索する処理において、一部で横断検索を使用し、以下に示すような方法で検索する。

たとえば、水位日報では、ある水系（水系コード＝1）に属する河川水位局のデータを全て検索するようにしている。この場合、

- 7) まず、水系コードをキーとして、対象河川を特定。ここでは、水系コードが1である荒川が導出される。
- 8) 次に、導出されたひとつの河川の河川コードをキーとして、河川に属する観測局を特定する。ここでは、大田・大井の2局が導出される。
- 9) 最後に、導出された2局の観測所コードと時刻をキーとして、観測所別水位流量ファイルよりデータの検索を行う。

河川ファイル

河川コード	河川名称	水系コード
100	荒川	1
101	江戸川	2
102	多摩川	3
103	利根川	2

観測所ファイル

観測所コード	名称	河川コード	流域コード
1000	大田	100	
1001	大井	100	
1002	芝	101	
1003	板橋	101	
1004	佐川	102	
1004	村井	102	

観測所別水位流量ファイル

観測所コード	日付時刻	河川水位	河川流量
1000	9/1 00:00	10	200
1001	9/1 00:00	11	300
1002	9/1 00:00	20	40

⑤ 検索内容一覧

注) 表の □ は横断検索の関係を示す

	表示データ	検索対象ファイル	検索データ
水位 状況表	局名称 (20局) 河川水位 (20局) 河川流量 (20局)	観測所 観測所別水位・流量	局名称 (20局) 河川水位 (20局) 河川流量 (20局)
雨量 状況表	局名称 (40局) 時間雨量 (40局) 累加雨量 (40局)	観測所 観測所別雨量 観測所別累加雨量 □ 観測所別雨量 ←	局名称 (40局) 雨量のつ (40局×2H) 累加開始時刻 □ (40局) 雨量のつ ←
水位 日報	局名称 (10局) 河川水位 (10局×24H) 河川流量 (10局×24H) (1水系の日報)	河川 観測所 観測所別水位・流量 ←	水系コード, 河川コード 河川コード, 観測所コード 局名称 (10局) 河川水位 (10局×24H) 河川流量 (10局×24H)
雨量 日報	局名称 (5局) 時間雨量 (5局×24H) 累加雨量 (5局×24H) (1流域の日報)	観測所 観測所別雨量 観測所別累加雨量 □ 観測所別雨量 ←	流域コード, 観測所コード 局名称 (5局) 雨量のつ (5局×25H) 累加開始時刻 □ (5局× 雨量のつ ← 24H)
水位 週報	局名称 (1局) 河川水位 (1局×168H) 河川流量 (1局×168H)	観測所 観測所別水位・流量	局名称 (1局) 河川水位 (1局×168H) 河川流量 (1局×168H)
雨量 週報	局名称 (1局) 時間雨量 (1局×168H) 累加雨量 (1局×168H)	観測所 観測所別雨量 観測所別累加雨量 □ 観測所別雨量 ←	局名称 (1局) 雨量のつ (1局×169H) 累加開始時刻 □ (1局) 雨量のつ ←
水位 月報	局名称 (1局) 河川水位 (1局×720H) 河川流量 (1局×720H)	観測所 観測所別水位・流量	局名称 (1局) 河川水位 (1局×720H) 河川流量 (1局×720H)
雨量 月報	局名称 (1局) 時間雨量 (1局×720H) 累加雨量 (1局×720H)	観測所 観測所別雨量 観測所別累加雨量 □ 観測所別雨量 ←	局名称 (1局) 雨量のつ (1局×721H) 累加開始時刻 □ (1局) 雨量のつ ←
水位 グラフ	局名称 (1局) 河川水位 (1局×96H) 河川流量 (1局×96H) ※4日分の表示グラフ	観測所 観測所別水位・流量	局名称 (1局) 河川水位 (1局×96H) 河川流量 (1局×96H)
雨量 グラフ	局名称 (1局) 時間雨量 (1局×96H) 累加雨量 (1局×96H) ※4日分の表示グラフ	観測所 観測所別雨量 観測所別累加雨量 □ 観測所別雨量 ←	局名称 (1局) 雨量のつ (1局×97H) 累加開始時刻 □ (1局) 雨量のつ ←

(3) 道路交通情報システムデータベース

① 管理対象データ項目数

事務所施設数	:	8ヶ所
路線数	:	3本
トンネル数	:	1ヶ所
感知器数	:	24ヶ所 (1路線あたり渋滞、常監で上下2ヶ所ずつ)
情報板数	:	12ヶ所 (1路線あたり上下2ヶ所ずつ)
感知器機種数	:	2機種
情報板機種数	:	2機種
道路観測所数	:	24ヶ所
気象台数	:	1ヶ所

② イベントテーブル保存期間

渋滞長	:	1ヶ月 (5分毎収集)	103680件
渋滞時間交通量	:	1ヶ月 (5分毎収集)	103680件
常監時間交通量	:	1ヶ月 (1時間毎収集)	8640件
渋滞平均速度	:	1ヶ月 (5分毎収集)	103680件
常監平均速度	:	1ヶ月 (1時間毎収集)	8640件
渋滞占有率	:	1ヶ月 (5分毎収集)	103680件
常監占有率	:	1ヶ月 (1時間毎収集)	8640件
大型貨物時間交通量	:	1ヶ月 (1時間毎収集)	8640件
バス時間交通量	:	1ヶ月 (1時間毎収集)	8640件
小型貨物時間交通量	:	1ヶ月 (1時間毎収集)	8640件
乗用車時間交通量	:	1ヶ月 (1時間毎収集)	8640件
時間雨量	:	1ヶ月 (15分毎収集)	23040件
時間積雪	:	1ヶ月 (15分毎収集)	17280件
気温/路温	:	1ヶ月 (15分毎収集)	23040件
CO/VI	:	1ヶ月 (15分毎収集)	5760件

③ 実験項目

画面名称	表示内容
事務所内機器動作状況	全感知器・情報板の動作状況を表示
雨量日報	4局分の時間雨量・連続雨量を24時間分表示
雨量週報	指定局の時間雨量・連続雨量を1週間分表示
雨量月報	指定局の日雨量を1ヶ月分表示
雨量グラフ	指定局の時間雨量・連続雨量を24時間分表示

④ 検索内容一覧

	表示データ	検索対象ファイル	検索データ
事務所内機器動作状況	設置地点 (36ヶ所) 路線 (") 機種名 (") 機器状態 (") 日時 (")	感知器設置 情報板設置 感知器ステータス 情報板ステータス 機器ステータス内容 感知器機種 情報板機種	感知器コード (24ヶ所) 機種コード 路線番号 地点コード (設置地点) 情報板コード (12ヶ所) 情報板機種 路線番号 地点コード 状態内容コード 状態内容コード 機器状態名称 機種名 機種名
雨量日報	観測所名 (4局) 時間雨量 (4局×24H) 連続雨量 (4局×24H)	道路観測所 道路時間雨量 道路連続雨量	観測所名 (4局) 時間雨量 (4局×24H) 連続雨量 (4局×24H)
雨量週報	観測所名 (1局) 時間雨量 (1局×168H) 連続雨量 (1局×168H)	道路観測所 道路時間雨量 道路連続雨量	観測所名 (1局) 時間雨量 (1局×168H) 連続雨量 (1局×168H)
雨量月報	観測所名 (1局) 時間雨量 (1局×30日)	道路観測所 道路時間雨量	観測所名 (1局) 時間雨量 (24時間の合計×30日) ↓ SQLの関数を使用
雨量グラフ	局名称 (1局) 時間雨量 (1局×24H) 累加雨量 (1局×24H)		観測所名 (1局) 時間雨量 (1局×24H) 連続雨量 (1局×24H)

6.2 論理モデルの実装（物理モデルへの変換）に関する事項

論理モデル（概念データベース）の実装（物理モデルへの変換）にあたって、インデックステーブルの効果、データテーブル容量とインデックステーブルの関係、データテーブル数について調査した。

6.2.1 インデックス

リレーショナルデータベースマネジメントシステム（以下、「RDBMS」という）は、図-6.2に示すイメージでデータ（実現値）を検索する。インデックス（索引）テーブルとは、データテーブルを検索する為の索引テーブルであり、主記憶上に展開される。このため、通常はハードディスクを直接検索する方法に比べ高速である。本節では、その効果を実験により調査し、概念DBの実装にあたっての指針を作成する。ここでは、インデックステーブルを使用して検索することを「インデックス有り」、インデックステーブルを使用しないで検索することを「インデックス無し」という。

(1) ダミーモデル

グラフ-1～4からインデックスと呼出し件数、データテーブルの容量（DB件数）、データテーブル数による 検索速度の関係を表-6.2にまとめた。

検索速度の結果は、次のとおりである。

- ①インデックス無し*1の場合：検索対象が同一であれば、検索件数に無関係で常に一定の検索速度である。
- ②インデックス有り*2の場合：インデックステーブルに連鎖されているデータテーブルのレコードのみアクセスするので、検索速度は、検索件数に比例したになる。

大部分の場合、インデックス無しの場合より、インデックス有りが速い検索速度となったが、検索件数によってはインデックス有りの検索速度がインデックス無しの検索速度より劣る現象（逆転現象）が生じている。（グラフ-1、2、3）これは、DB件数とほぼ同じだけ検索した場合に限った現象であり、インデックス有りがインデックス無しを上回った分（逆転した差分）の時間は、インデックステーブル検索に掛かる時間と言える。

*1インデックス無しの場合：ハードディスク上にあるデータテーブルを全て検索し該当レコードを主記憶上へ写す。

*2インデックス有りの場合：主記憶上に展開されたインデックステーブルを検索し、連鎖されているハードディスク上にあるデータテーブルのレコードを主記憶上へ写す。

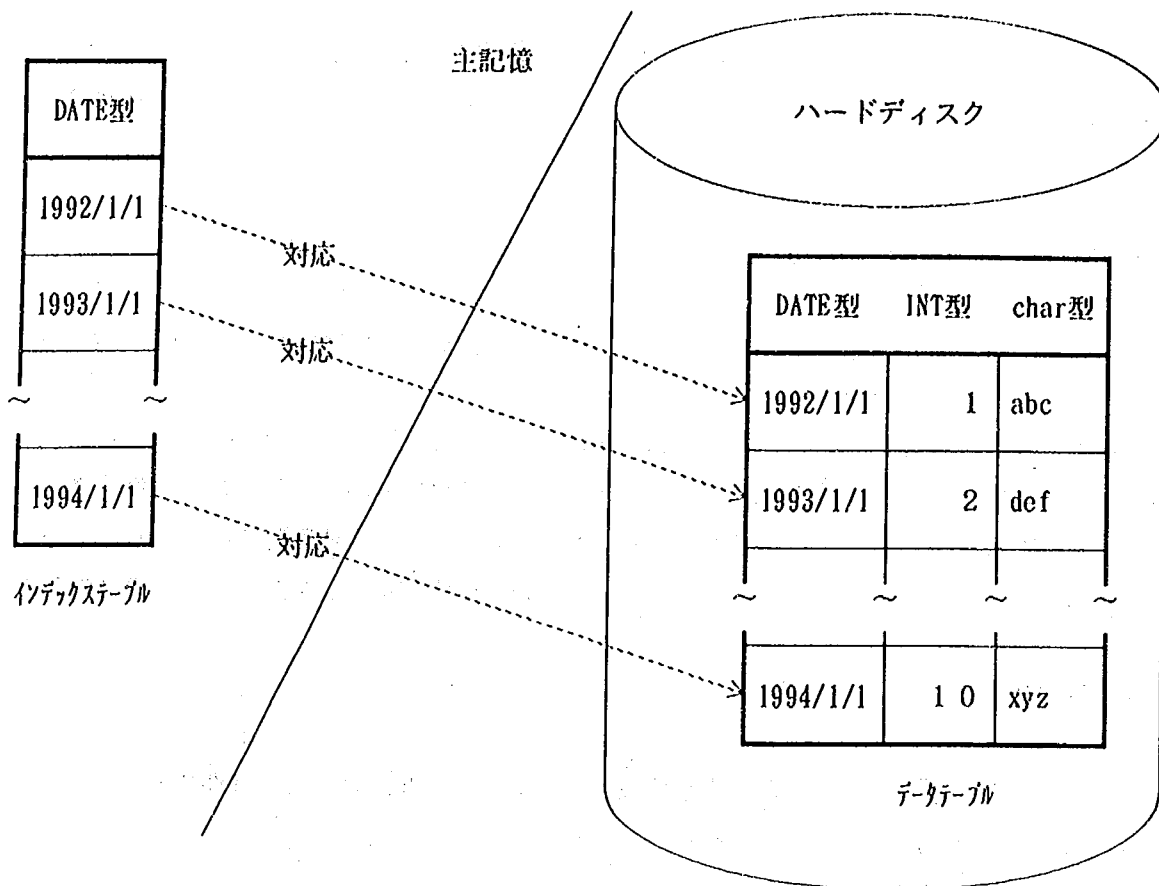


図-6.2 データ（実現値）検索イメージ

パラメータ	参照グラフ番号	インデックス無し	インデックス有り
検索件数	2	検索件数に関係無くほぼ一定の検索速度である。	検索件数に比例し、検索速度も増すが、インデックス無しよりも速い。
DB件数	3	DB件数に比例し、検索速度が増す。	DB件数に関係無くほぼ一定の検索速度である。
検索テーブル数	4, 4.1	参照テーブル数に比例し、同一率で検索速度が増加している。	参照テーブル数に関係無く、ほぼ一定の検索速度となる。

表-6.2 インデックス比較表

(2) 実モデル

インデックスの有無に関する比較では、インデックス無しよりインデックス有り（特例を除いて）の方が速い結果になったことは、6.2.1 項の(1) 項で述べた通りである。次に、実際に運用されている河川情報システム・道路交通情報システムの項目を使用して論理データモデルを設計し、物理データモデル（論理モデル＝物理モデル）に置き換えて実験した。これについて、インデックス（複合インデックス）の付与方法（インデックス項目の順序）による違いを述べる。

グラフー 7、8、9 の結果を下表に示す。

1 地点多時点を検索する場合には観測所・日付インデックス型が、多地点 1 時点を検索する場合には、日付・観測所インデックス型を選ぶことにより高速な検索速度が得られる。すなわち、インデックスの順序により異なる結果となった。

関 係	参照グラフ番号	日付・観測所インデックス	観測所・日付インデックス
1 地点多時点 (1 : n)	7	雨・水ともにテーブル項目 数の違いにより多少の差は あるが、両者共に似た傾向 を示した。全体的に、かな り遅い事が判る。	ほぼ一定の速度であり、日 付・観測所のインデックス 型よりも非常に速い。
多地点 1 時点 (n : 1)	8, 8.1	観測局が多くなると、かな り時間は掛かるが、観測所 ・日付インデックス型より は、速いことが判る。	インデックス無しよりも検 索時間が掛かり、日付・観 測所インデックス型より圧 倒的に遅い。
多地点多時点 (n : m)	9, 9.1	インデックステーブルによる逆効果（検索速度が、イン デックス無しより劣る）現象を生じている。用途に合わ せインデックステーブルを効果的に付与しなければなら ないことが判る。	

6.2.2 データテーブル容量とインデックス

ダミーモデルではあるがデータテーブル容量（DB件数）とインデックスの関係は、表-6.2に示した内容から判るように多量のデータテーブル容量から検索する場合には、インデックス効果を発揮するが、少量のデータテーブル容量から検索するには、インデックスが無いほうが望ましい結果になる。大小容量に構わずインデックスを付与した場合、6.2.1-(1)でも述べた、逆転現象を生ずる可能性が増す。この現象を回避するためにも物理設計におけるインデックスを付与する指針を下表にまとめた。

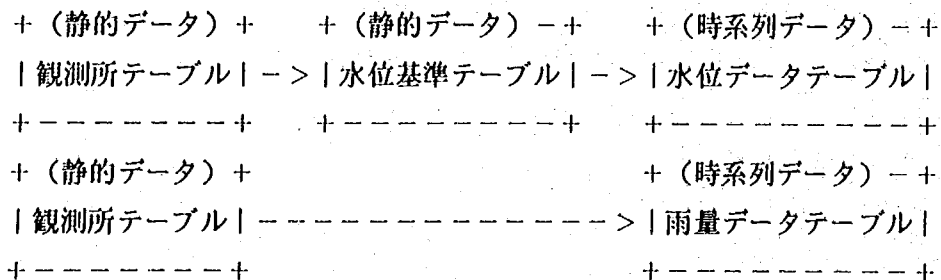
表の種類	インデックスを付与した方が望ましい条件
静的テーブル（リソース）	容量が半固定なので、大容量になるテーブルについて
動的テーブル（イベント）	容量が随時変化するので全てのテーブルについて
統計テーブル（サマリー）	容量が半固定、変化するものに分かれるので用途に合わせる ただし、1テーブル全てを呼び出す場合には、インデックスの効果はない

6.2.3 テーブル（表）数

論理（データモデル）設計を行う場合、データ（実現値）に一貫性を失なわないように重複をなくす「正規化」による設計を行うが、物理（データモデル）設計を行う段階では、検索速度を意識して設計を行うため、敢えて正規化されたテーブルを分割・統合し、処理性能を向上させるような「非正規化」を採ることがある。

ダミーモデルではあるが検索テーブル数とインデックスの関係は、表-6.1に示した内容から判るようにインデックス有りの場合、検索テーブル数に関係無くほぼ一定の検索速度となる。この結果では、敢えて複数のテーブルを統合化する手段選ばなくても良いと思われる。

今回の実モデル物理設計では、論理設計＝物理設計とした。下図に示すバックマン記法による従属関係は、今回の論理設計の成果である概念DBより水位・雨量データを射影する場合の流れである。水位データを射影する場合、3テーブル（表）に跨がり検索し、雨量データを射影する場合、2テーブル（表）に跨がり検索する仕組みになっている。



6.3 システム設計に関する事項

システム設計をするにあたって、クライアント・サーバ連携の負荷、クライアントの多重度、マシンによる違いについて調査した。

6.3.1 クライアント・サーバ連携

前項までデータベースエンジンの単体性能に関する事項について述べた。次のステップとして、下図に示すクライアント・サーバ連携によるシステムの実験を行った。

クライアント・サーバ連携を行った場合には、応答時間としてデータベースサーバ単体の検索時間に加え、コマンドやデータの転送時間やクライアント側での表示処理時間を要する。このため、クライアント・サーバ連携での応答時間を次式のように表した（この他にコマンド転送時間があるが、全体の中では少ない割合であるので無視した）。

$$\text{応答時間} = \text{検索時間} + \text{データ転送時間} + \text{表示処理時間}$$

但し、今回使用したクライアント側のクライアント・サーバ連携ソフトでは、データを取得するのに検索件数を調べるSQL（構造化言語）と、データを取得するSQLの計2回発行している。また、SQLによるデータの取得の度に再描画を行っている。このため、クライアント・サーバ連携での応答時間を次式のように修正した。（グラフ-5 参照）

$$\begin{aligned} \text{応答時間} = & (\text{件数検索時間} + \text{件数表示時間}) + (\text{データ転送時間} + \text{データ呼出し時間} \\ & + \text{データ表示処理時間}) \end{aligned}$$

検索件数が増えると単体処理時間、データ転送処理時間+貼り付け処理時間は、伴って増加する。単体処理時間（単体処理時間×2）を1とした場合の転送+貼り付け処理時間の割合を表したのがグラフ-5.1である。このグラフより、少量のデータをクライアントに貼り付けるには、単体処理時間より転送+貼り付け処理時間のほうが速いが、大量にデータをクライアントに貼り付けると、単体処理時間より遙に転送+貼り付け処理時間のほうが多く処理時間が掛かる傾向にある。

実モデルで単体検索とクライアント・サーバ連携時の処理時間を比較すると、大きな差を生ずる場合がある（グラフ-12）。これは、処理が複雑になるに従い、プログラミングによりSQLの発行回数が大きく増した場合である。SQLの回数増加により、表示画面の再描画時間が大きくなるものと考えられる。

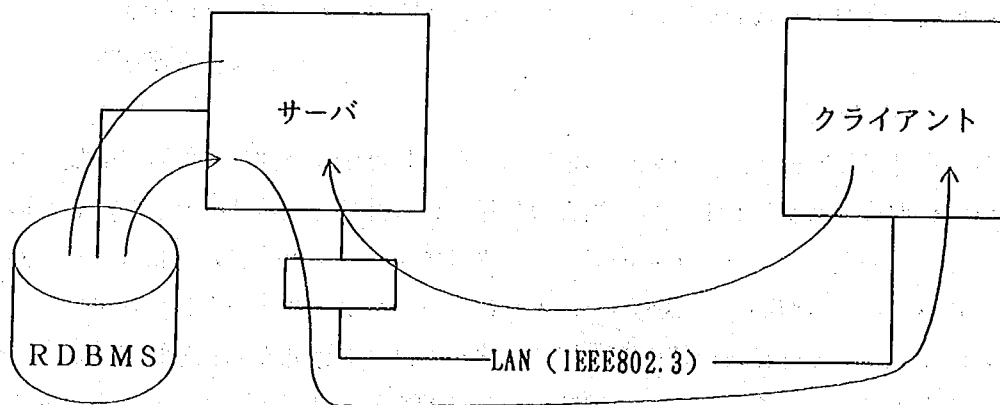
以上のことから、クライアント・サーバ連携においてはクライアントの表示能力、SQLの発行回数により、処理時間を変えることができ、ミドルウェアの組み合わせは、重要なファクターとなる。

6.3.2 クライアント多重度

複数の端末から、同一のデータベースサーバを利用する場合の性能低下を調査した。実験においては、少ない端末（クライアント）で高負荷をエミュレートするため、クライアントの処理をループ構造とし、検索／表示が終了すると即座に再度、検索／表示を行わせた（従って、実運用においてクライアントを5台接続した場合に必ず実験結果のような性能低下を起こすものではない）。

実験結果をグラフ-6（ダミーモデル）、グラフ-11（実モデル）に示す。グラフによるとクライアント1台時の検索時間と5台の検索時間で数十パーセントの増加を示すものと、数倍の増加を示すものに大きく分けられる。ダミーデータを10,000件検索した場合には、数倍という検索時間の低下を引き起こしては、水位グラフ（1局×96時間）の96件のデータ検索においては大きな低下が起きていることから、クライアントの増加に伴う検索時間の増加率の変化は、単に検索データの量に依るものではないことが判る。水位関連の検索時間で増加率が大きく異なる状況表・日報対 週報・月報・グラフ では、前者が複数局、少量の時間を、後者が1局・大量の時間を検索していることが判る。差を生ずる原因は、インデックス及び1回のSQLで検索するデータ量の違いによるリソースアロケーションの差と思われる。

両者比較して共通に言えることは、メモリによる差が見られない点である。これは、本実験の最低実装メモリ（UNIXサーバ16MB）上で、プログラム実行が可能であったことと思われる。



6.3.3 ハードウェア

今回の実験は、ハードウェア、DBMS条件を以下のように変えて行った。

+-----+	+-----+	+-----+	+-----+
| CPU |	| メモリ |	| ハードディスク |	| DBMS |
+-----+	+-----+	+-----+	+-----+
| CISC (mc-68040) |	| 40MB |	| 400MB |	| Informix-SE |
+-----+	+-----+	+-----+	+-----+
| RISC (SPARC) |	| 16/32MB |	| 360+320MB |	| Informix-Online |
+-----+	+-----+	+-----+	+-----+

(1) CPU性能の差

CPUの性能の差を、メモリ上に展開されたインデックステーブルを処理する速度で調査した。
(グラフ-3)

インデックス件数（ひとつのインデックステーブル内にあるインデックスの件数）が増加すると1件あたりのインデックス検索処理速度は低下する。CPUの性能の差は、ほとんど見られない。

(2) メモリによる差

同一ハードウェア・アプリケーションでメモリのみを16/32MBと変え、メモリによる差を調査した。(グラフ-2.1, 3.1)

データ検索件数に検索速度は、依存するが、実メモリを増加させてもデータベースマネジメントシステムが使用する検索用メモリ領域は、常に一定の領域を確保されていると思われるため、メモリによる差は、ほとんど見られない。

(3) ハードディスクによる差

インデックス無しの検索傾向として、検索件数に関係なくほとんど同一処理速度になる。以下の側面よりハードディスクのみを使用した場合（インデックス無し）、メモリを使用した場合（インデックス有り）の理論式を推測することができる。（グラフー2）

+	-----	+	-----	+	-----	+	-----	+
|	メディア	|	格納位置の検索時間（秒）	|	該当データ転送時間（秒）	|		|
+	-----	+	-----	+	-----	+	-----	+
|		|	①	|	③	|		|
|	ハードディスク	|	インデックス無しの1件検索時間	|	1万、10万件で呼出し時間が安	|		|
|		|	(1/10万件)	|	定していることからほぼ、ハード	|		|
|		|		|	ディスク1件転送にかかる処理時	|		|
|		|		|	間 約0.001秒 と推測	|		|
+	-----	+	-----	+	-----	+	-----	+
|		|	②	|		|		|
|	メモリ	|	インデックス有りの1件検索時間	|		|		|
|		|	(1/10万件)	|		|		|
+	-----	+	-----	+	-----	+	-----	+

ハードディスクのみを使用した場合（インデックス無し）、呼出し時間の理論式は、

$$\text{呼出し時間} = \text{①} + \text{③} \times (\text{呼出し件数})$$

となる。また、メモリを使用した場合（インデックス有り）、呼出し時間の理論式は、

$$\text{呼出し時間} = \text{②} + \text{③} \times (\text{呼出し件数})$$

となる。

また、グラフー3では、検索対象となるDB件数を変化させたものを示し、同様な理論式が当てはまる。

グラフー2、3からハードディスク性能がより支配的な影響をもたらす。ハードディスクから主記憶に転送する時のI/O処理時間（転送処理時間）を速くするためには、ハードディスク装置の処理性能は勿論のこと、ディスクキャッシュやOSに依存するファイルマネジメントシステムの処理性能も大きく関与されると思われる。

6.4 評価

現在、河川情報システム・道路交通情報システムで運用されている専用ファイル方式とDBMS方式について、評価した。

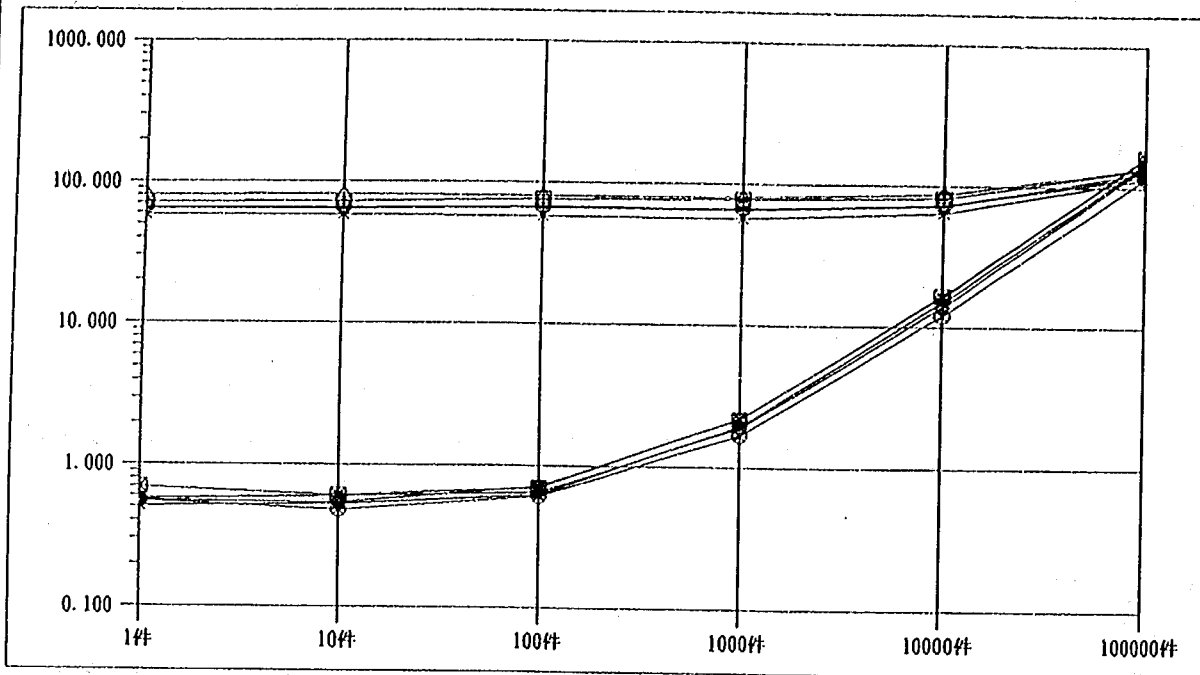
6.4.1 専用ファイル方式に対するDBMS方式の評価

今回の実験は、同一のハードウェア上で行っていないため、純粋にデータ管理ソフトウェアの性能比較はできない。データサーバ（ファイルサーバとデータベースサーバ）の応答速度をグラフ14に、クライアントからの応答速度をグラフ15に示す。データベースの実設計においては、チューニングによりダミーデータを利用した場合と最適なミドルウェアを利用し、同様の性能が得られると仮定すると、専用ファイルとDBMSの応答速度の差は、ほとんど無いと言える。グラフ14.1にチューニング可能な領域を示す。

実験方法の補足

実験は同一の条件で10回行い、その平均値を採用した。グラフ16に示すように、同一条件でもshell など定期的に動作しているプロセスの関係上、全く同じ結果にならないためである。

属性別検索

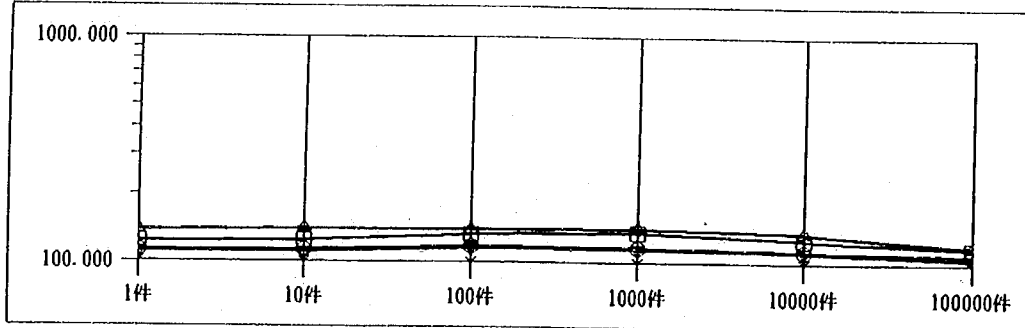


※ 文字列型 □ 実数型 ▽ 10進数型 ※ 整数型(Index) △ 日付型(Index)
 ○ 整数型 △ 日付型 ⊗ 文字列型(Index) ⊠ 実数型(Index) ◇ 10進数型(Index)

グラフ-1

属性別検索 (文字列型を1とした場合)

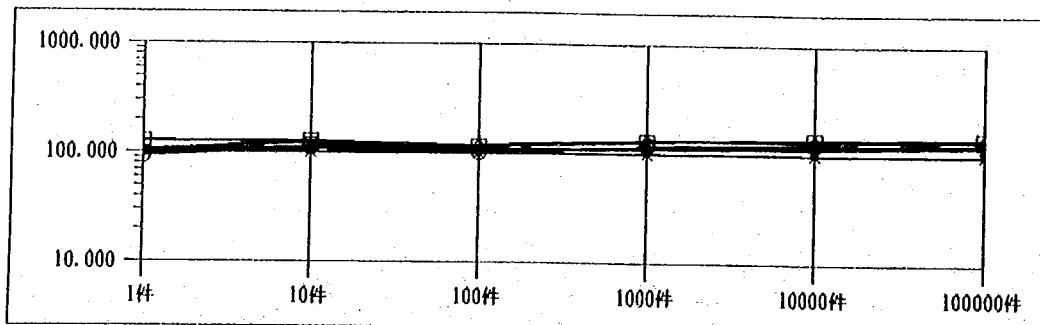
(%)



グラフ-1.1

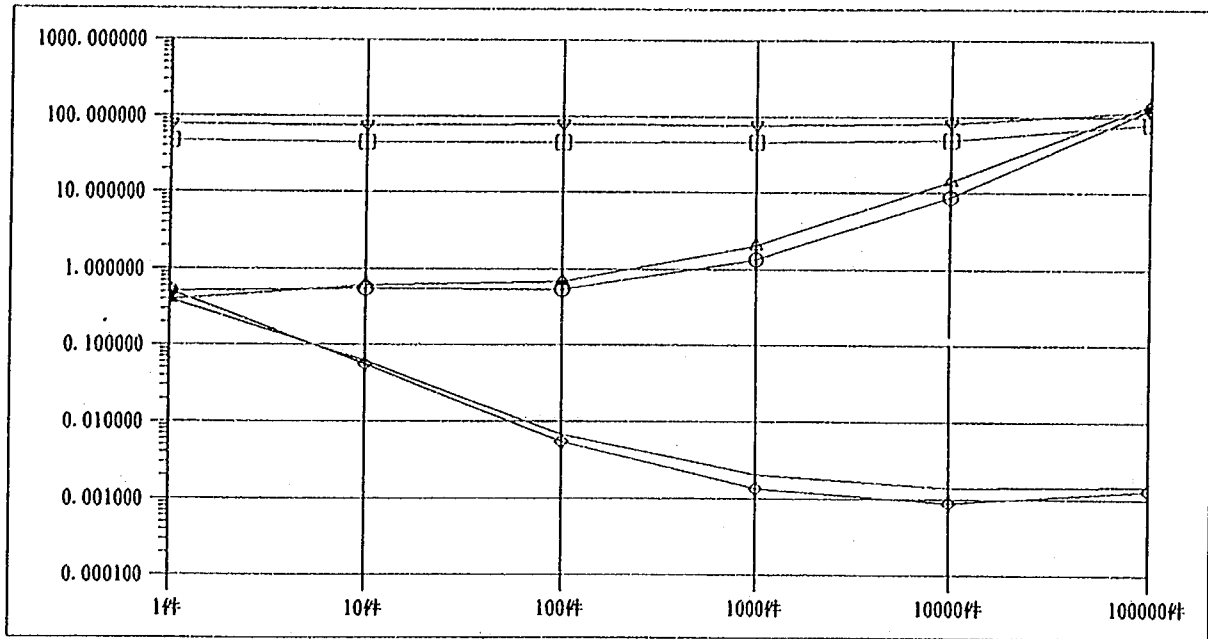
属性別検索 (文字列型を1とした場合) (インデックス付き)

(%)



グラフ-1.2

インデックスと呼出し件数の関係

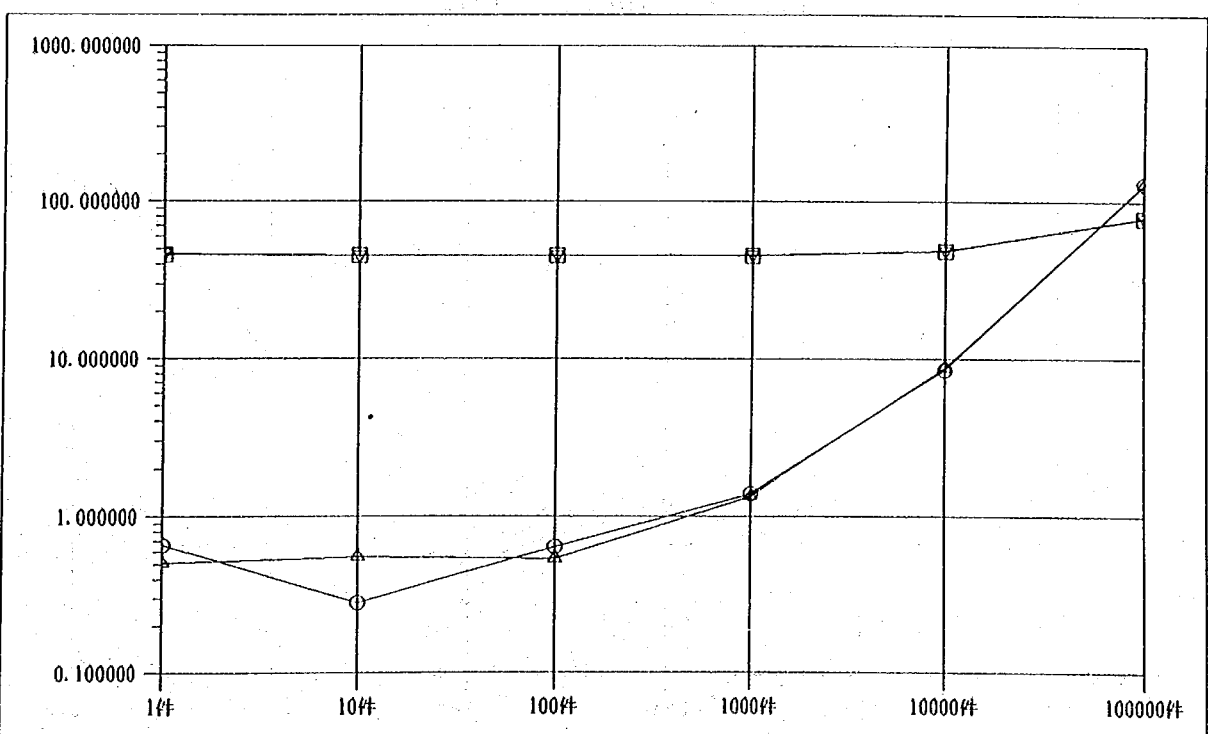


○ インデックス有りInformix-Online
 □ インデックス無しInformix-Online
 △ インデックス有りInformix-SE

▽ インデックス無しInformix-SE
 ◇ インデックス有りInformix-Online(1件当りの処理時間)
 — インデックス有りInformix-SE(1件当りの処理時間)

グラフ-2

インデックス、呼出し件数とメモリの関係



○ index有り16M

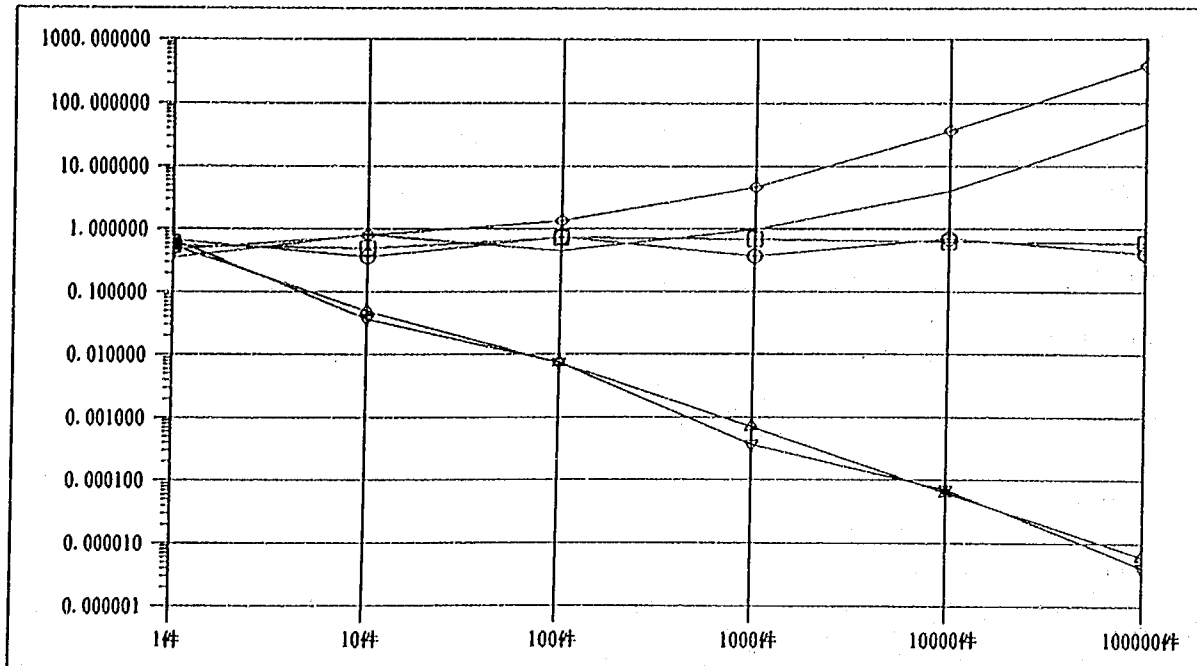
□ index無し16M

△ index有り32M

◇ index無し32M

グラフ-2.1

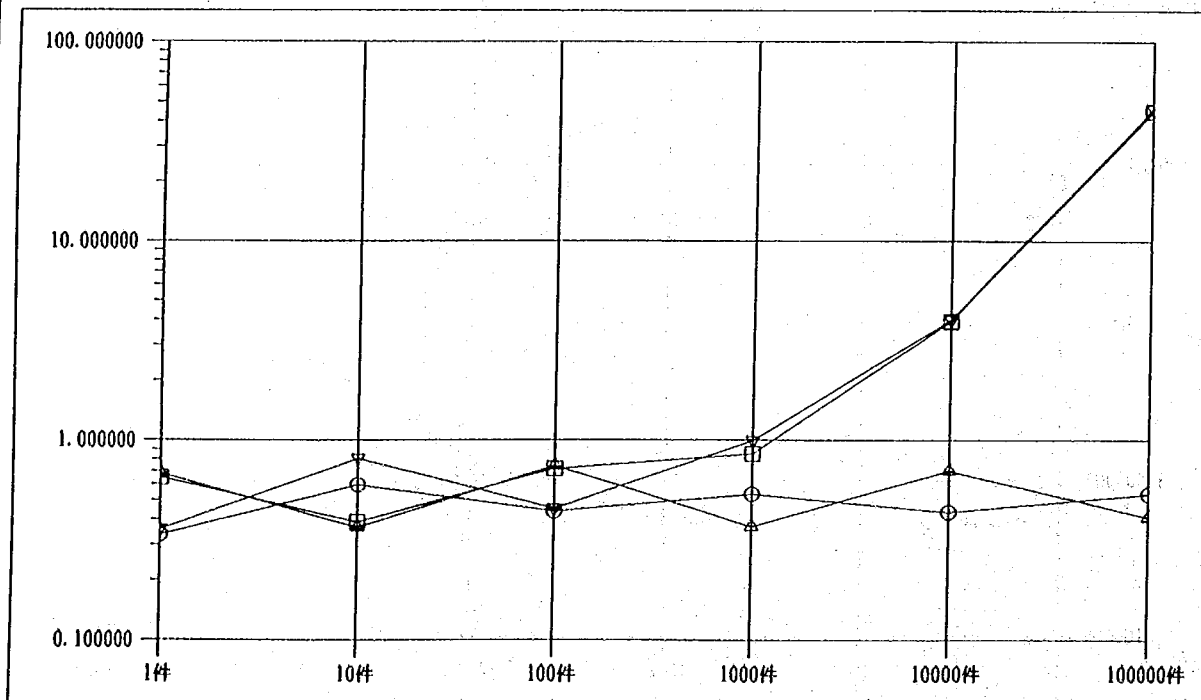
インデックスとDB件数の関係



○ インデックス有りInformix-Online
 — インデックス無しInformix-Online
 □ インデックス有りInformix-SE
 △ インデックス無しInformix-SE

グラフ-3

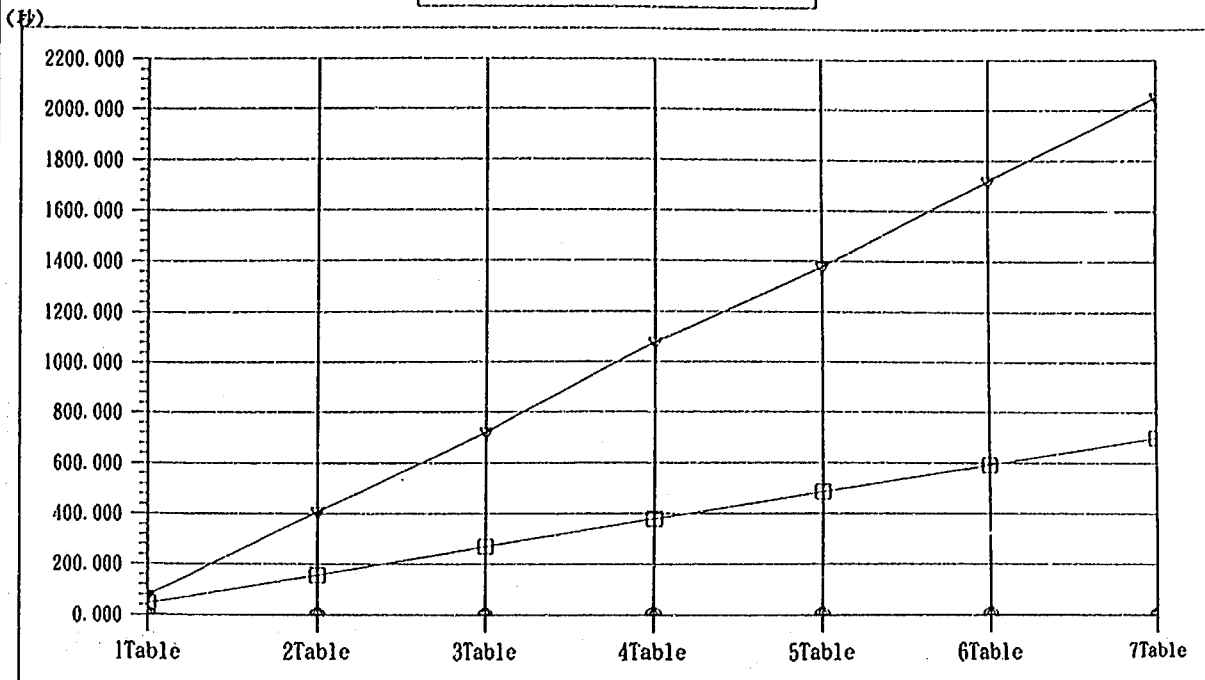
インデックス、DB件数とメモリの関係



○ index有り16M □ index無し16M △ index有り32M ◇ index無し32M

グラフ-3.1

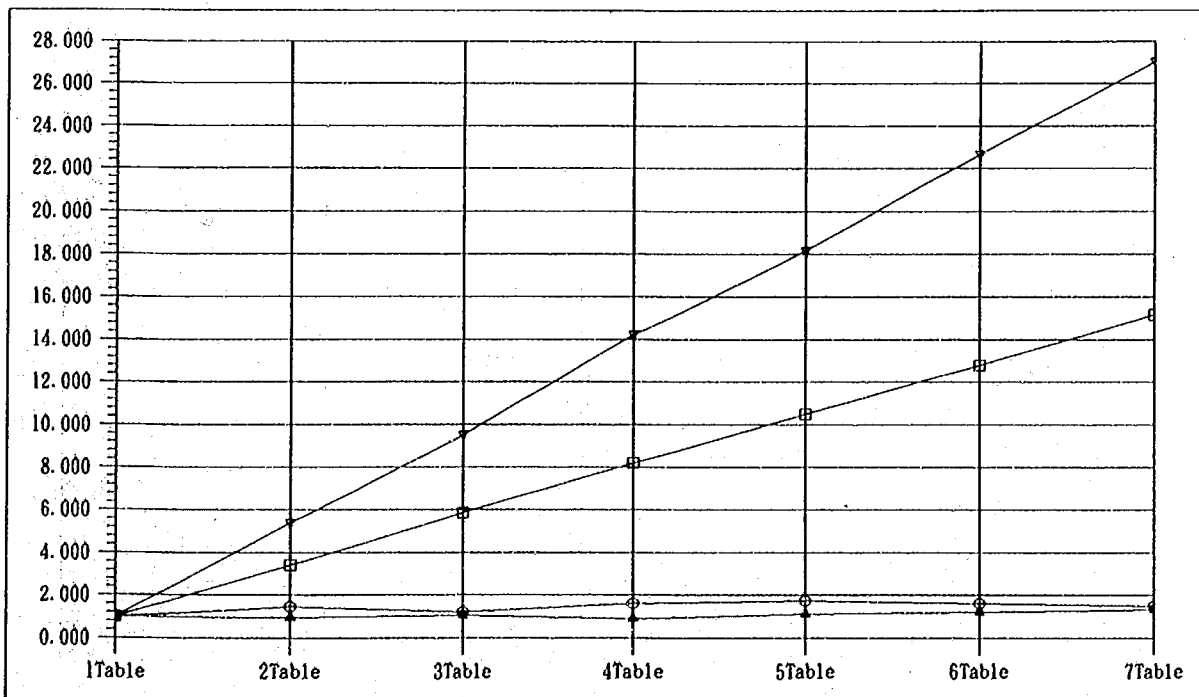
インデックスと検索テーブル数の関係



○ インデックス有りInformix-Online △ インデックス有りInformix-SE
□ インデックス無しInformix-Online ◇ インデックス無しInformix-SE

グラフ-4

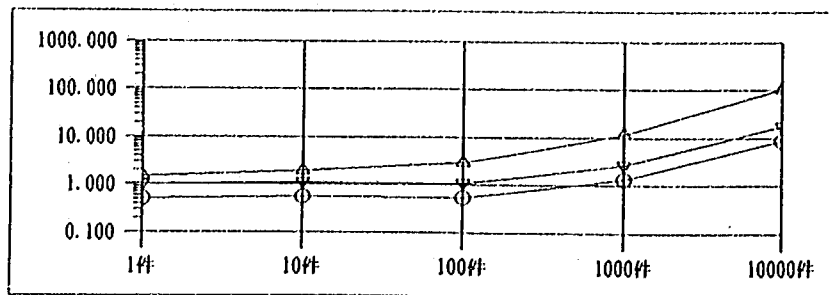
インデックスと検索テーブル数の関係 (1テーブル検索を1とした場合)



○ インデックス有りInformix-Online △ インデックス有りInformix-SE
□ インデックス無しInformix-Online ◇ インデックス無しInformix-SE

グラフ-4.1

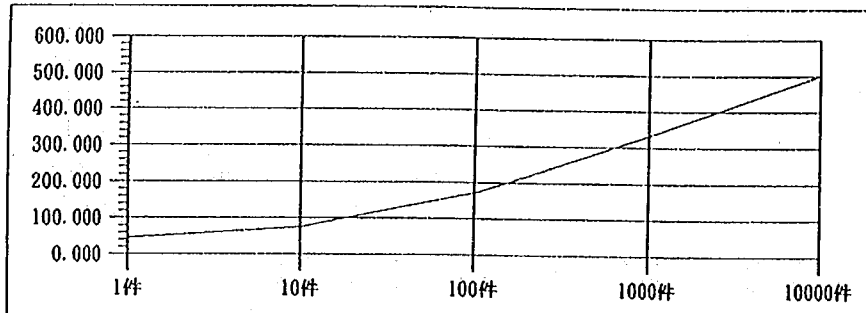
単体速度と連携の比較



○ 単体
▽ 単体と転送+貼り付けの境界線
△ 連携

グラフ-5

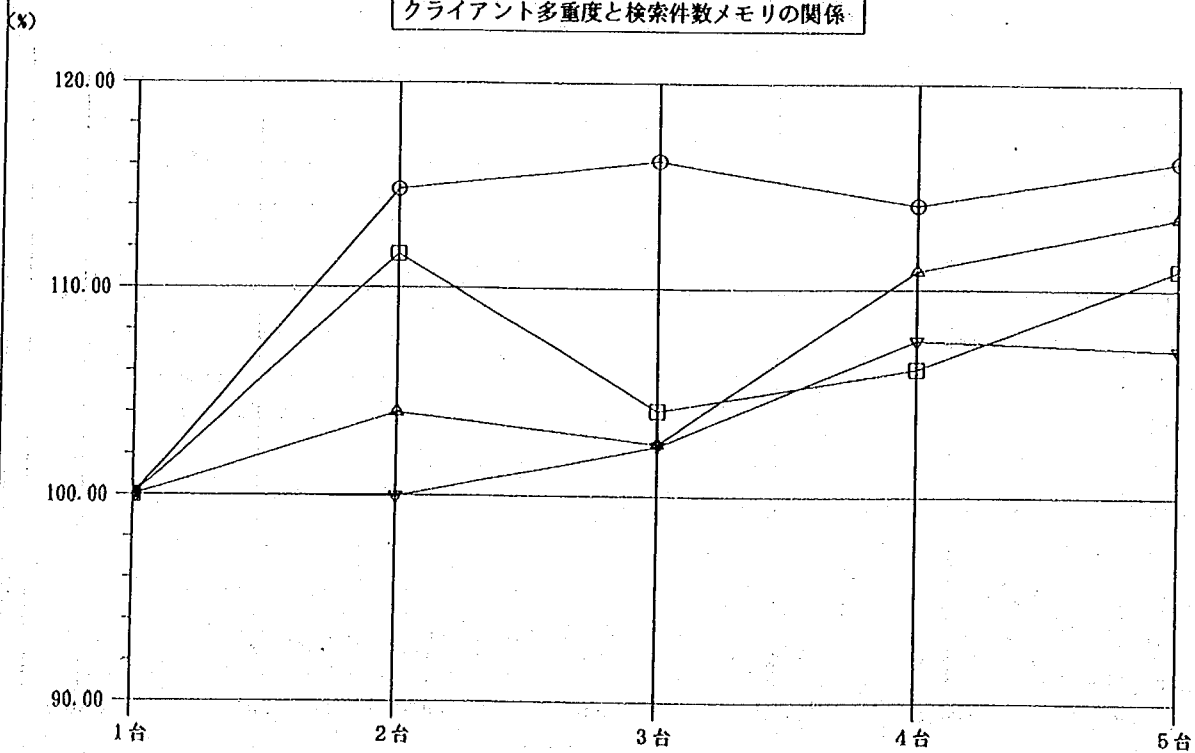
単体速度を1とした転送+貼り付けの割合



— 転送+貼り付けにかかる割合

グラフ-5.1

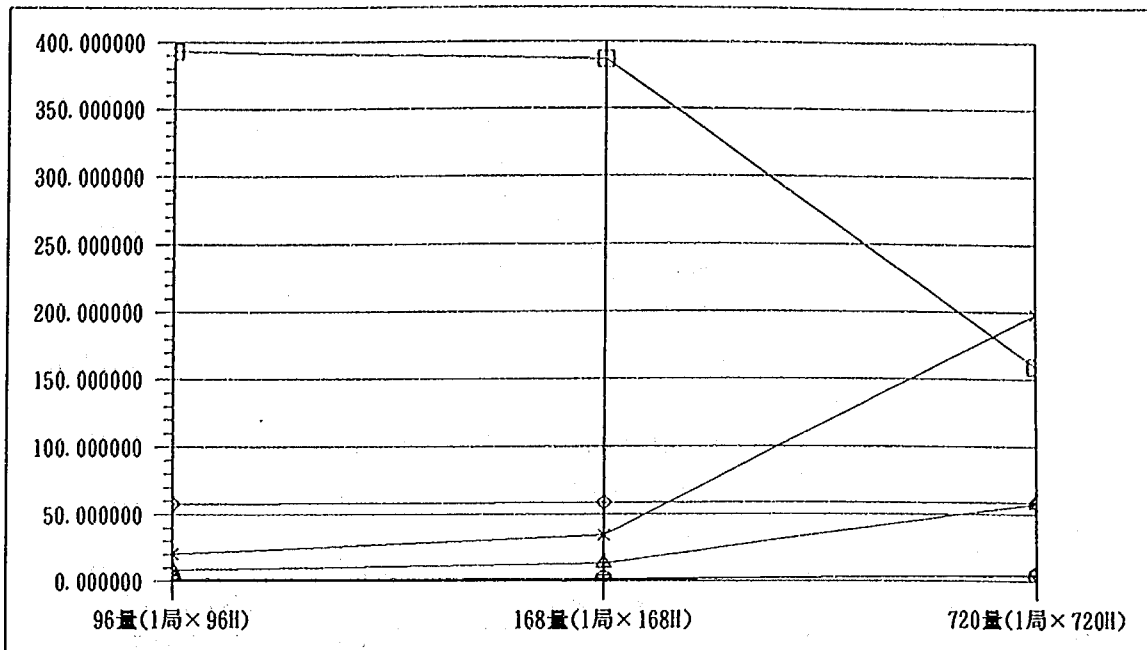
クライアント多重度と検索件数メモリの関係



○ 1件検索 (16M) □ 1件検索 (32M) △ 10000件検索 (16M) ▽ 10000件検索 (32M)

グラフ-6

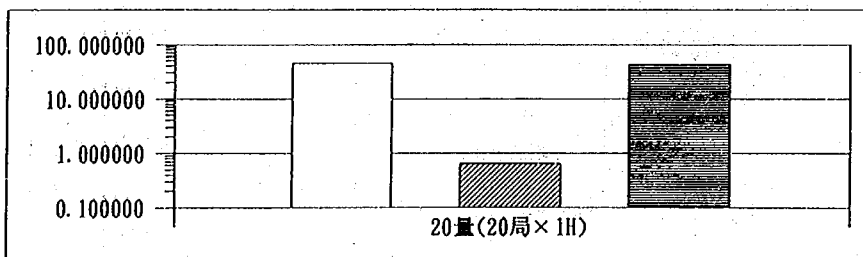
1 地点を時系列で取り出した場合のインデックス効果



※ 日付・観測所コード(雨) ○ インデックス無し(雨) ▽ 観測所コード・日付(水)
 ⊖ 観測所コード・日付(雨) △ 日付・観測所コード(水) ◇ インデックス無し(水)

グラフー 7

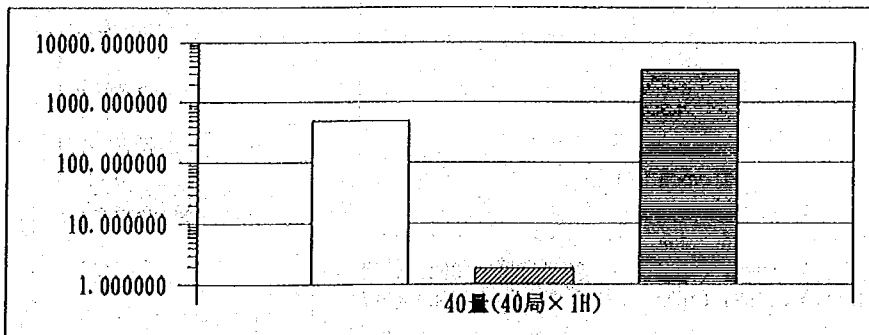
多地点を1時点で取り出した場合のインデックス効果 (水)



□ インデックス無し
 ▨ 日付・観測所コード
 ■ 観測所コード・日付

グラフー 8

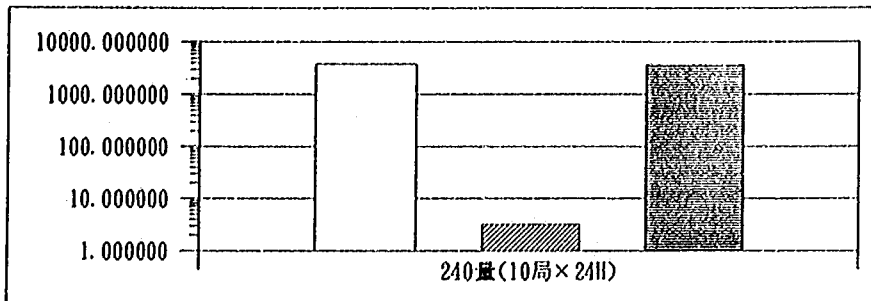
多地点を1時点で取り出した場合のインデックス効果 (雨)



□ インデックス無し
 ▨ 日付・観測所コード
 ■ 観測所コード・日付

グラフー 8.1

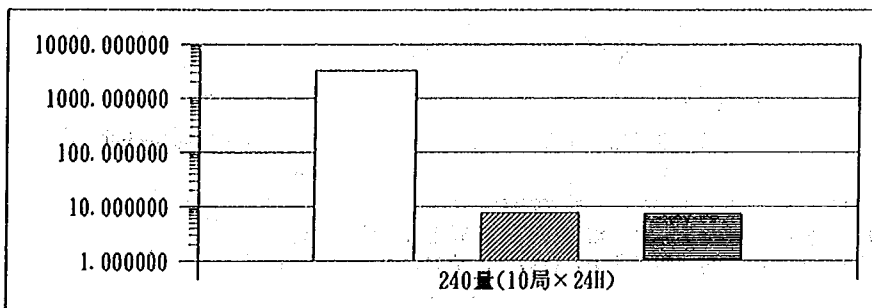
多地点を時系列で取り出した場合のインデックス効果



□ インデックス無し
 ▨ 日付・観測所コード
 ▩ 観測所コード・日付

グラフー 9

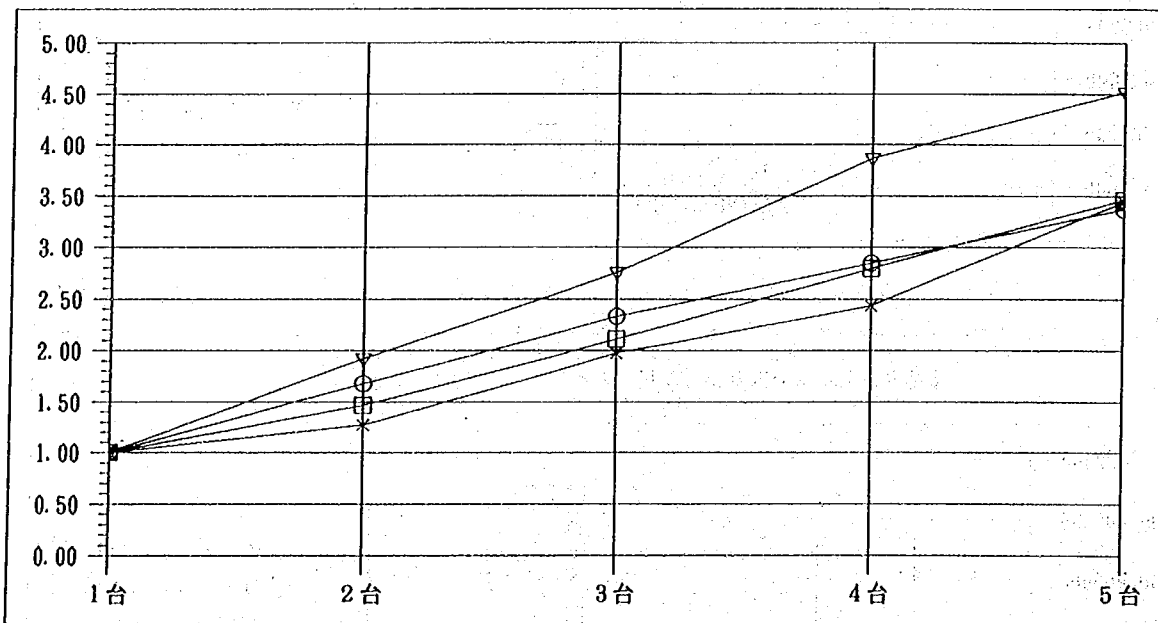
多地点を時系列で取り出した場合のインデックス効果



□ インデックス無し
 ▨ 日付・観測所コード
 ▩ 観測所コード・日付

グラフー 9.1

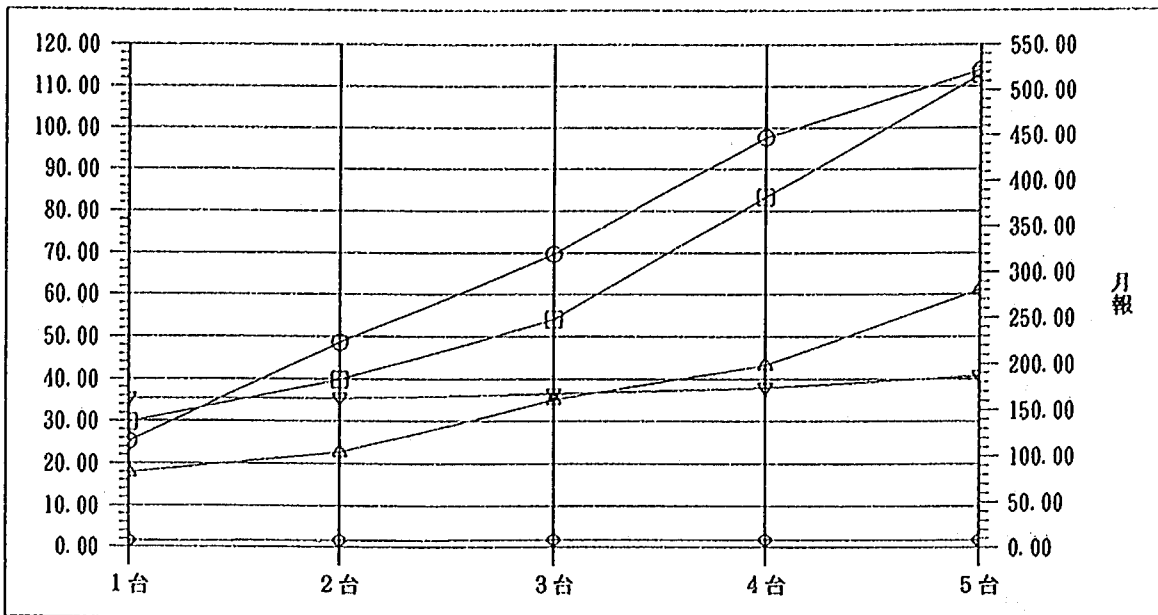
日付・観測所コードのインデックスで水位 1 地点を時系列で検索したクライアント多重度の関係



○ 96量(1局×96H)(16M) × 96量(1局×96H)(32M)
 □ 720量(1局×720H)(16M) ▽ 720量(1局×720H)(32M)

グラフー 10

クライアント多重度と検索件数の関係



○ 月報

□ 週報

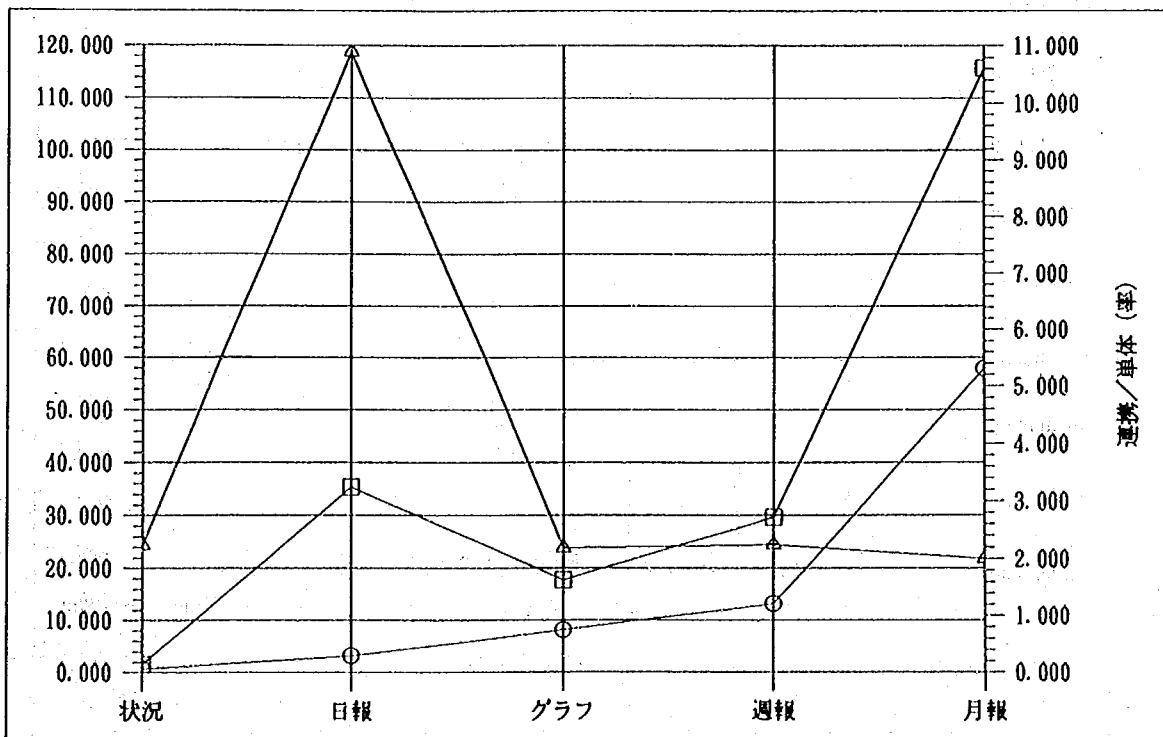
△ グラフ

▽ 日報

◇ 状況

グラフ-11

実モデルの単体速度と連携の比較



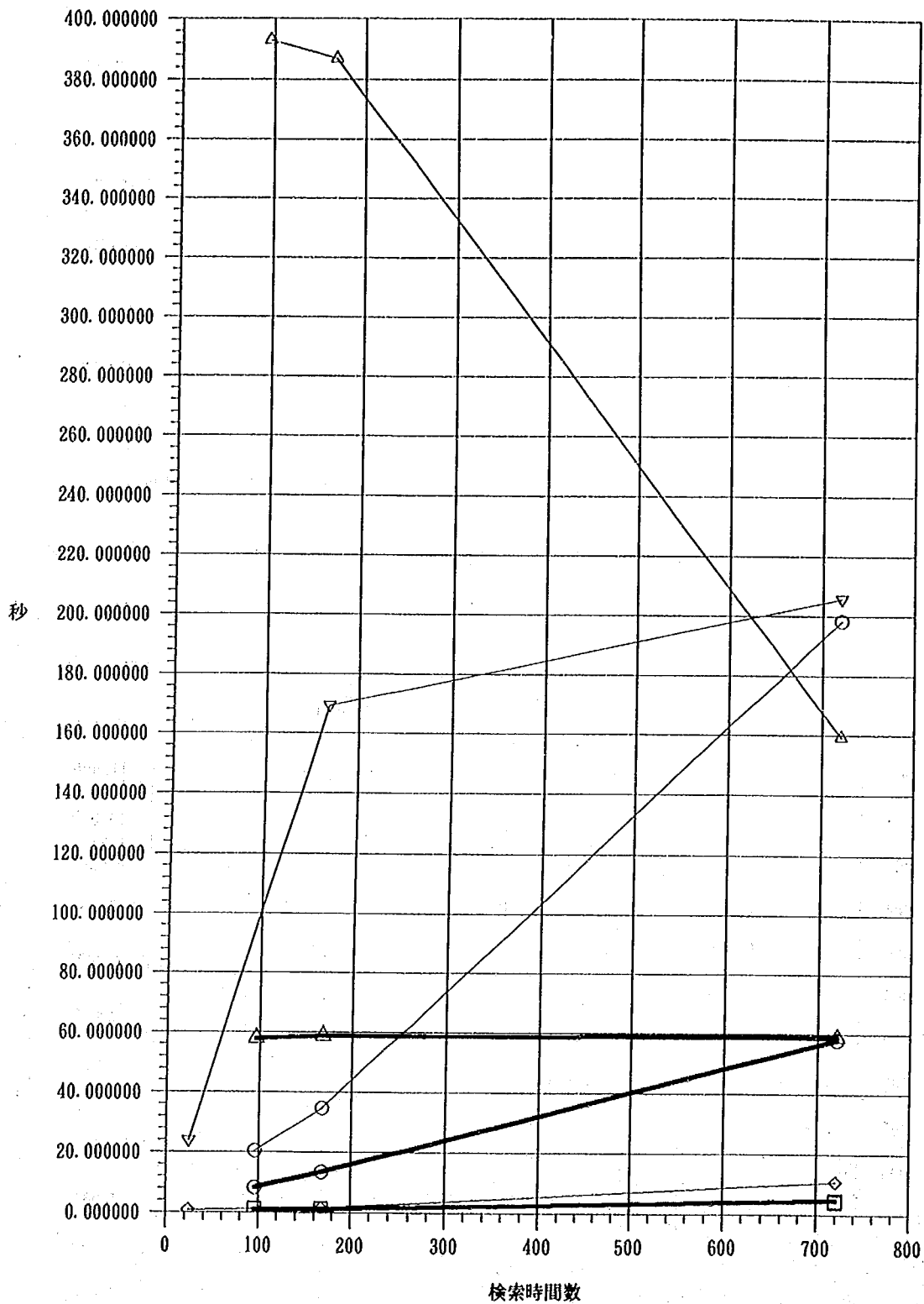
○ 単体

□ 連携

△ 連携/単体 (率)

グラフ-12

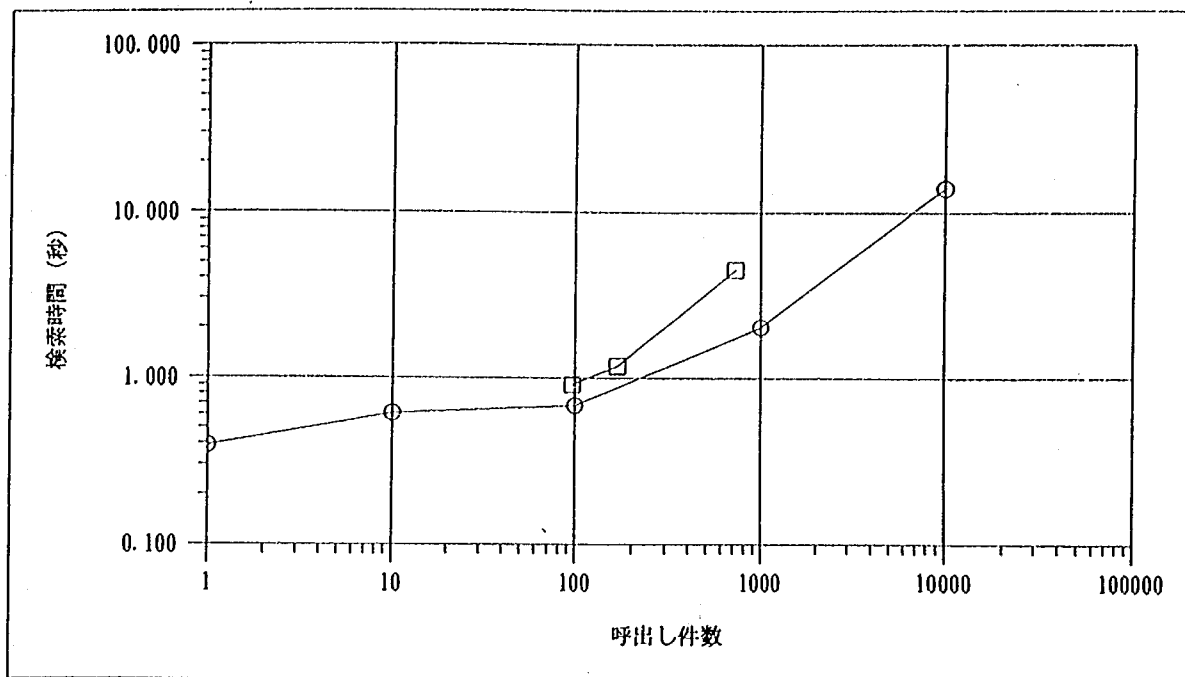
1 地点を時系列で取り出した場合のインデックス効果



○ 日付・観測所コード(雨) △ インデックス無し(雨) □ 観測所コード・日付(水) ♢ インデックス無し(道)
 ◻ 観測所コード・日付(雨) ⊖ 日付・観測所コード(水) ⊕ インデックス無し(水) ◇ インデックス有り(道)

グラフー 13

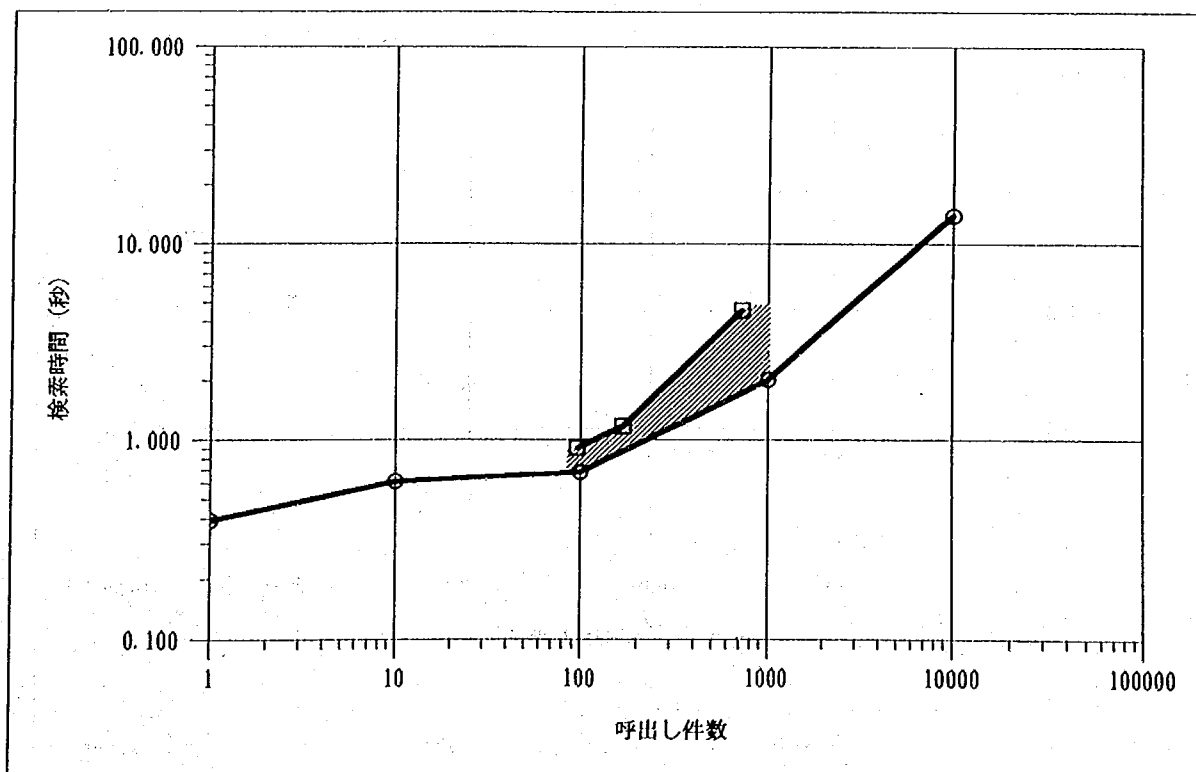
データサーバ単体の応答速度



○ ダミーモデル □ 実モデル

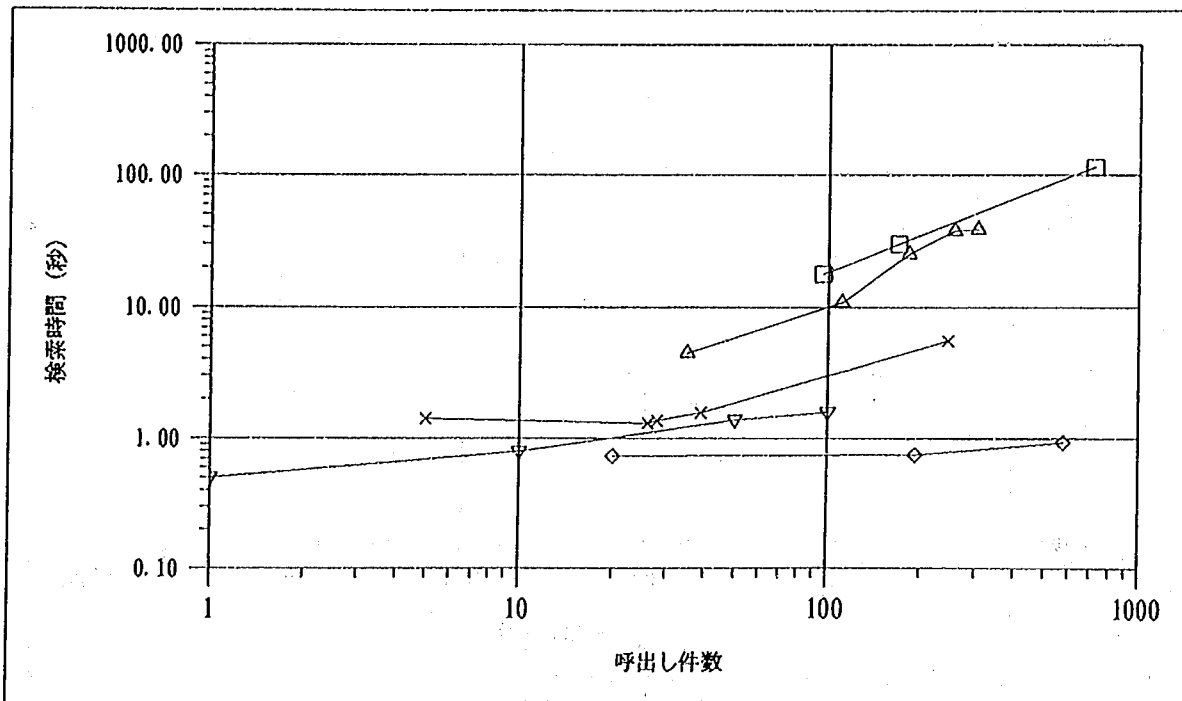
グラフ-14

チューニング可能な領域



グラフ-14.1

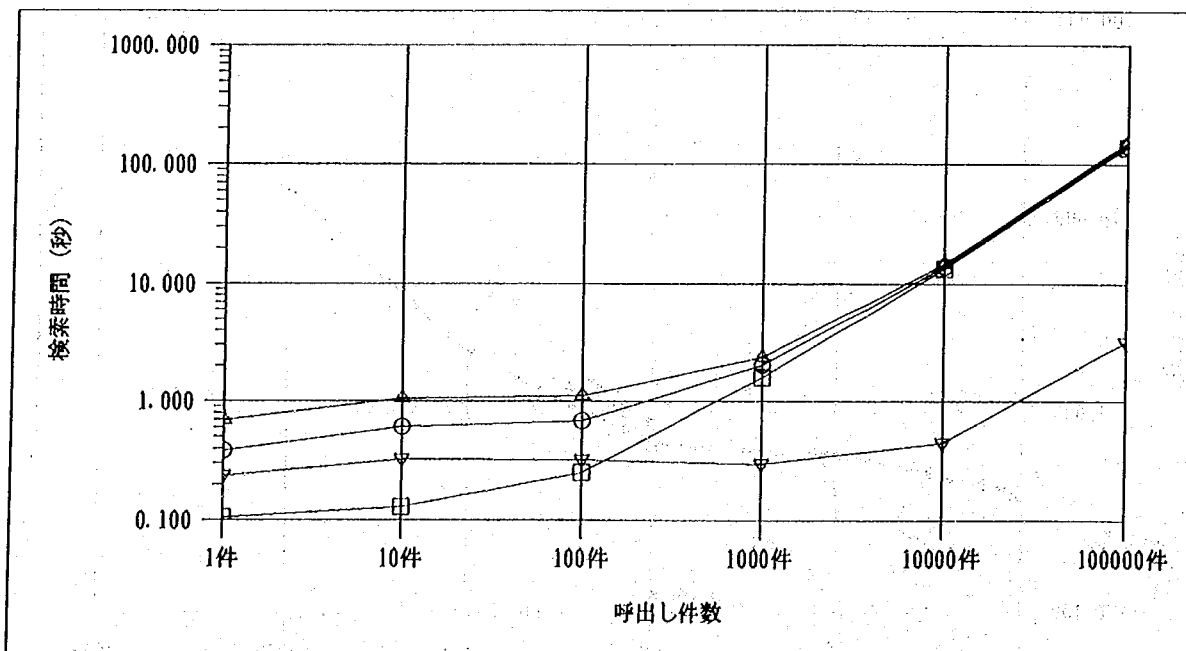
クライアント・サーバ構成の応答速度



□ B △ C ▽ D ◇ E × F

グラフー15

偏差グラフ



○ 平均 □ 最小 △ 最大 ▽ 偏差

グラフー16

7 標準化レベル

標準化部分と標準化範囲外の個別部分のインタフェースをどこに規定するかにより、以下に示す4つの標準化のレベルに分類した。

〔レベル1〕（統一された）物理的なファイル構造をユーザアプリに公開する。

ユーザアプリケーションのファイルアクセスを可能とするため、物理的なファイル構造を公開する案である。この場合、NFSなどで端末とデータサーバ間を接続することによりファイルアクセスが可能である。ただし、データ管理やアプリケーション開発を軽減するには、構造を統一する必要がある。また、ファイル構造の創生、修正、削除などの管理は、データサーバのローカル機能として個別に作成するため、統一化の範囲外となる。

〔レベル2〕データにアクセスする手段を統一化する。

ファイル（あるいはデータベース）の論理的な構成を統一化するものであり、利用者アプリがアクセスするための関数など、アクセス手段を統一化仕様として規定する案である。DBMSとしてリレーショナル型を採用するのであれば、そのアクセス言語であるSQLがこれに相当する。

〔レベル3〕ユーザインタフェースを統一化する。

画面構築ツールまでを統一化の対象とし、ユーザが、ある程度自由に画面をカスタマイズできるようにする案である。DBMSを使用する場合はミドルウェアを介してエクセル、WINGS、LOTUS1-2-3のようなパッケージソフトを利用する案がある。

〔レベル4〕画面の提供方式を統一化する。

X-プロトコルなどにより、画面（操作も含めて）そのものを統一化されたインタフェースで通信する案であり、この場合レベル1～レベル3は必ずしも統一化されている必要は無い。

以上の各レベルについて、パッケージソフトウェアの利用可能性を図-7.1に示す。

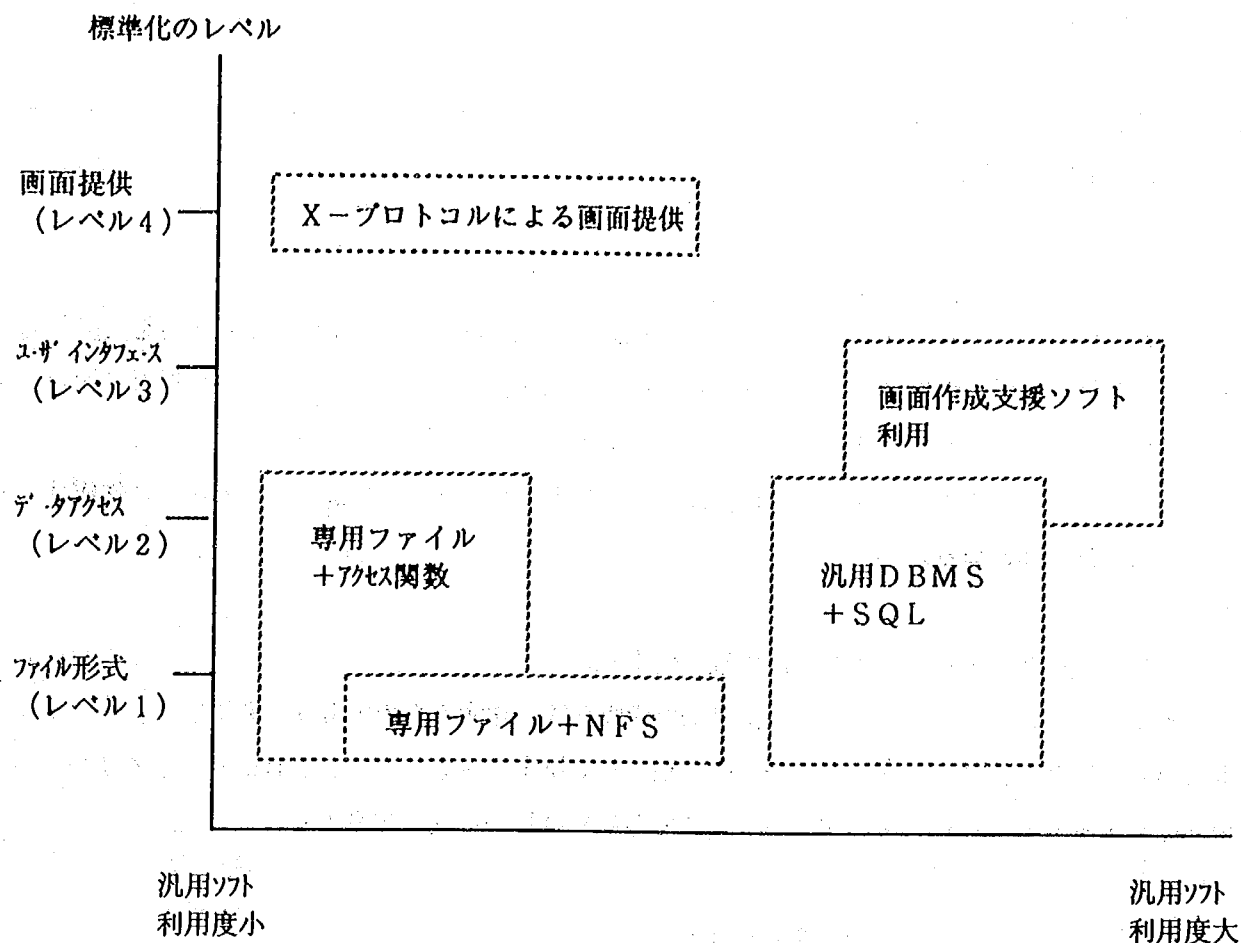


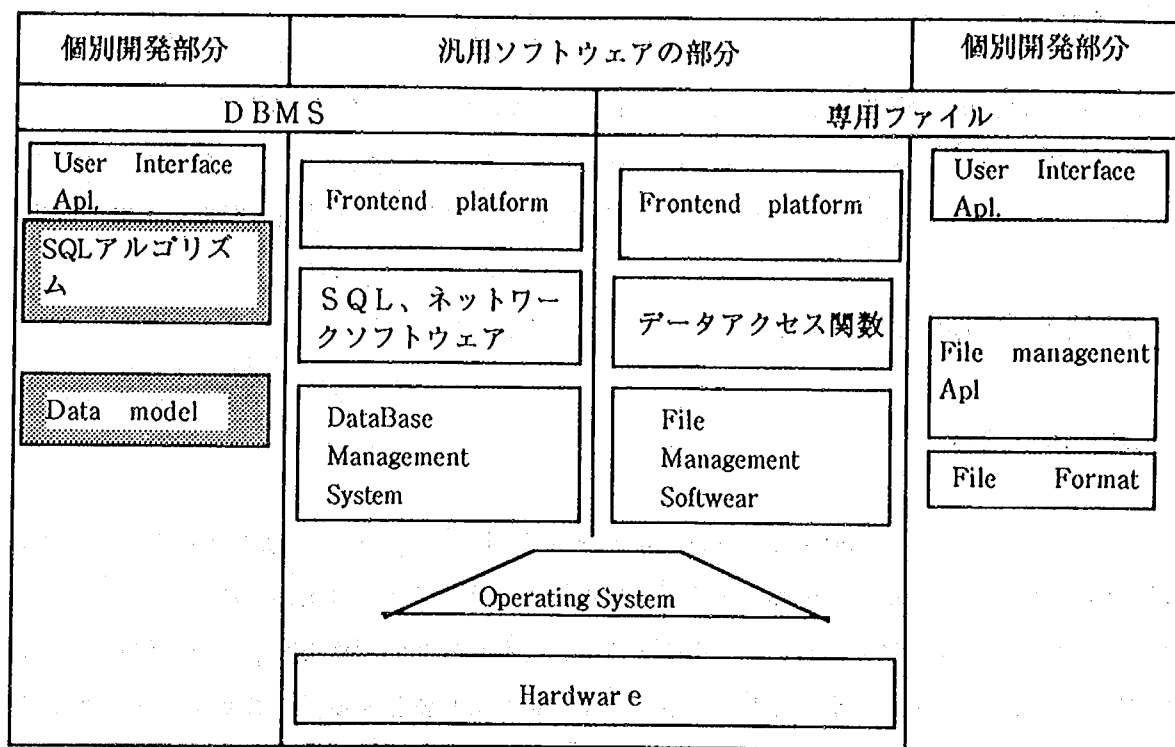
図-7.1 標準化レベル

統一化の目的は、データの広域的な利用を図ることに加え、統計、予測など二次的な利用のためのアクセス手段を確保することにより、統一化の本質はレベル2に相当する部分にある。

レベル2では次の2つの方式がある。

- (1) 専用ファイル+アクセス関数を建設省独自に開発する案
- (2) 汎用DBMSを利用する案

実現可能性の高さ、拡張性などから(2)DBMS案が有力と思われる。ただし、パッケージソフトを利用する場合、開発工数削減メリットがあり、また利用実績の多さからソフトウェアとしての完成度が高くバグなどに対する信頼性が高い利点があるが、システムとして必要な機能を満足するか、様々な利用形態に汎用的に対応するためのオーバーヘッドが性能面などに悪影響を及ぼさないかを検討する必要がある。



データ管理方式の標準化範囲

8 調査結果と課題

本調査においては、河川情報システム、道路交通情報システムにおけるデータ管理、データアクセスの公開及び標準化のためにデータベースマネジメントシステムの適用を検討した。また、プログラムの開発効率を上げ、かつ、プログラム開発量そのものを減ずるためにDBMS接続用ミドルウェアの適用についても検討を行った。

調査結果とそれに付随する課題は次のとおりである。

(1) データモデルの設計

データ中心アプローチ (DOA: Data Oriented Approach) に基づき、データ処理プロセス (アプリケーション) より安定しているデータの論理的側面 (実体 (エンティティ) の属性) に従って、データをリソース、イベント、サマリに分類し、データモデルは、それらの間の関係を図示した。但し、DBMSの応答性能は、関係表などデータ構造をどのようにするかにかなり依存する。ここではユーザプログラムの軽減や応答速度の向上のため、プライマリなデータを集めてサマリファイルを作成しており、正規化が損なわれている。また、ストアードプロシジャや参照制約のようにデータ処理プロセスをあらかじめ組み込むなど手法も存在する。これらの適用については、定式化されるものではなく、データモデルの論理的な美しさやデータとロジックの独立性と現実への対応とのバランスの間で考慮すべきと思われる。また、この論理モデルの物理データベース構造への変換、すなわち、データベースへの実装については、応答速度の面から、後述するように幾つかの検討が必要である。

また、データモデルの標準化に際しては次のような項目の検討が必要である。

1) 正時、定時の扱い

従来の専用ファイルでは、正時、定時、日集計の関係表だが、データベース理論により作れば完全に正規化し、最小時間単位の関係表となる。

従来の専用ファイルでは、正時 (毎0分) に収集したデータと定時 (例えば10分毎) に収集したデータは、それぞれ正時ファイル、定時ファイルと分けて保存されている場合が一般的である。これには、表示、印字は正時単位、定時単位に行われるがその検索速度を考慮しそれに対応する専用のファイルを作成した背景と、保存の期間が定時は現況監視用ということで短いことがある。

これを関係表の観点からみると、正時の保存項目はほぼ定時と重複し、完全に正規化されていない構造となっていることになる。このような時系列構造をどの様にするかについては、

ア、従来通り、正時、定時を分けそれぞれ別の関係表とする案

イ、完全に正規化し、最小時間単位の関係表に統合する案

に別れるが、検索性能面での評価をする必要がある。

2) フラグ情報 (欠測, 休止, 保守中, データ異常・・) の扱い

従来の専用ファイルでは、数値データにフラグ情報としてビット列の組み合わせでこれらの情報内容を表現していたが、これらの機能を実現するため次のような案がある。

ア.従来方法と同様に数値データにフラグ情報として付加する。

イ.1つのデータ項目として関係表に定義する。

ウ.フラグの意味する内容毎に複数のデータ項目として関係表に定義する。

3) ファイル資源の制限の扱い

従来の専用ファイルでは、例えば正時ファイルについては予め24ヵ月分の固定長のファイルを作成し、最新値を最旧値のレコードに上書きするといった方法で半永久的に1つのファイルを使用できるような仕組みとなっていた。これを考慮にいれる必要がある。

(2) DBMSの適用

データの基本的な管理機能や扱えるデータの種類の面では、独自のファイル管理プログラムに対してDBMSは同等以上の機能を有する。しかし、ユーザアプリケーションに特化した構造を持つファイルプログラムと、データの多目的利用のために汎用の構造を持つDBMSとでは、その応答速度に差の出ることが予想される。応答速度は、机上の計算では予想しにくく、実験による評価を行う必要がある。実際に実験を行った結果でも応答速度は確率的な分布を示した。

実験の結果、専用ファイルシステムとDBMSの応答速度について大きな差はなく、システムで通常表示される上限の200~300量のデータ検索に要する時間は1秒以下であった。また、データ検索に要する時間は、CPU性能や、CPUや主メモリをリソースとするプログラムの実行より、むしろハードディスクから該当するデータを転送するI/Oの部分に大きく依存すると考えられる。

応答速度を向上させるためには、論理データモデルをデータベースへ実装する際にインデックスを付加する、テーブルを分割する、あるいは現況情報専用テーブルを設けるなどの方策がある。また、データへアクセスする手続き言語 (SQL) の組み立ても応答速度へ影響を与える。従って、これらの条件をパラメータとする統制実験により、更にチューニング技法を確立し、統一化することが必要である。しかし、ハードウェアの進歩に伴い同じ手法でも高速化されていくと思われる。

(3) サーバ・クライアントシステムへのミドルウェアの適用

クライアントマシン (端末装置) からデータベースサーバへのアクセスは通常、SQLが用いられる。

本実験では、クライアントマシンにおけるプログラム開発をより効率的に行えるよう、SQLの生成をミドルウェアに任せることにした。ミドルウェアは対応するフロントエンドアプリケーションと一体となって機能を発揮するため、実験結果はそれらの統合したものとなっている。実験では10件の表示に約2秒、100件では約3秒となった。クライアントマシンに表示するデータ量が、多くなると更に応答は悪くなる。

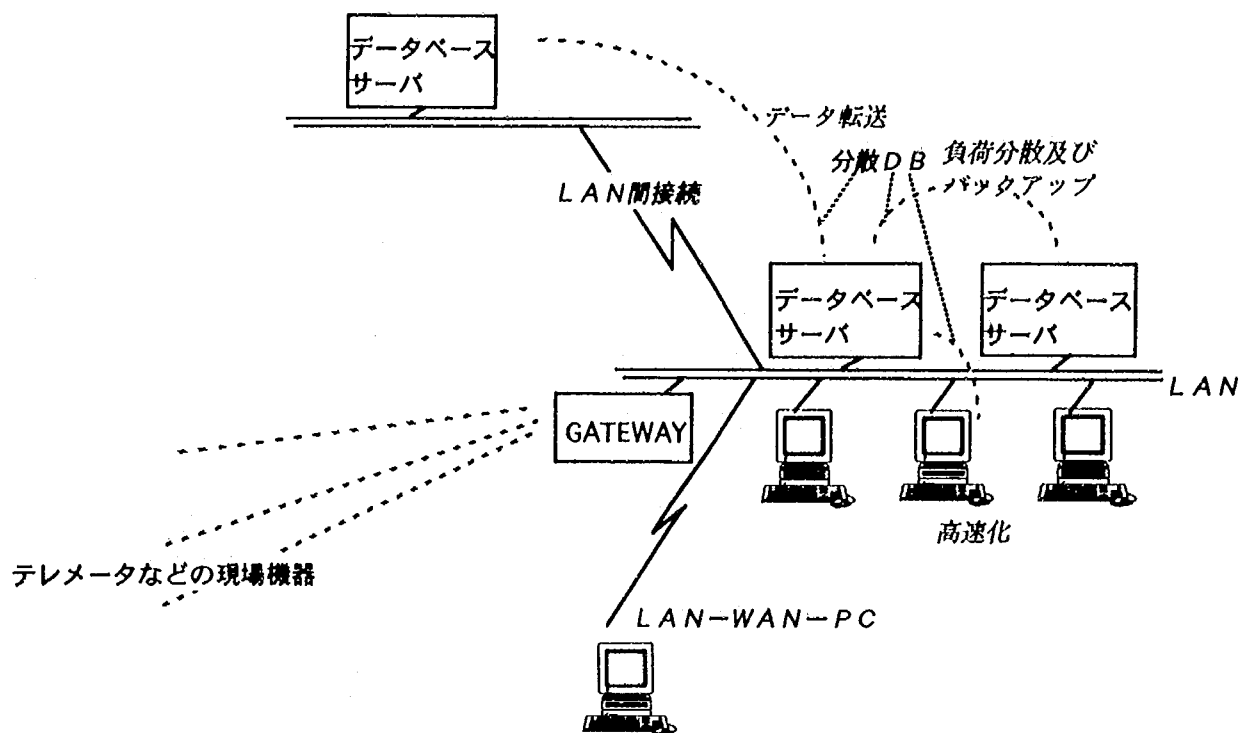
実験に使用したデータベース連携用ミドルウェア及び対応するフロントエンドアプリケーションは、検索の度にSQLを2回発行し、データをハードディスクに格納し、また、表示画面の再描画を行っている。従って実際の適用に当たっては、クライアントマシンのグラフィック系の高速化、シリコンディスクへのデータ書き込みなどのハードウェアのチューニングやミドルウェアとフロントエンドアプリケーションの適切な選択が必要となる。勿論データアクセスや表示プログラムをSQLやC言語を用いて記述し実行させることは可能であり、用途に応じて、クライアントマシンにおけるプラットフォームの実装は様々な選択が可能である。現実にアプリケーション・マクロやクロス・アプリケーション言語の開発は進行しており、ユーザインタフェースのGUI化やデータの多角的加工を実現するには、汎用のパッケージをミドルウェアとして取り組むことが開発効率の高さから合理的であろう。

(4) システム機能

河川情報システムや道路交通情報システムは、その用途からデータ入力系（更新、通信系）との接続や、たとえば表示画面の自動更新（データの最新値提供）などの機能が必要とされている。また、これらのシステムは、今後河川管理や道路管理の要請により、更に機能が追加されることが予想される。このため、これらの機能の実現に向けて、OS、ミドルウェア、ユーザアプリケーション等の機能分担やそれらを用いた機能の実現方法を検討する必要がある。なお、分散環境データベースにおけるユーザインタフェース構築手法に関しては第2編ユーザインタフェースを参照されたい。

(5) ネットワークシステム設計（リソースの配置）

分散データベース（物理的に異なるデータベースを論理的に一つのデータベースと扱う）や分散環境（クライアントサーバ）の技術を用いて、例えば、次図のような構成案が考えられる。



これら、より広域的なシステム設計、例えば、分散データベースにおけるデータ整合性維持に要するレスポンスなどの調査を行うとともに、広域的なシステム接続へ向けて仕様、基準類、また、評価手法（機能試験プログラムの作成）などの作成が必要である。

1 概要

1.1 目的

コンピュータシステムの普及により、情報をより身近で自由に利用したいという要求は、様々なレベル、利用頻度のユーザが抱いている。また、使いやすいユーザインタフェースはシステムの普及を促し、作業効率を上げ、的確な業務を遂行する上で極めて重要である。しかし、システムに含まれる情報の増加やシステムの広域的な接続などにより、操作は複雑化する傾向にある。これに対し、グラフィカルユーザインタフェース（GUI）をはじめとするユーザインタフェースの改良へのアプローチが進行している。

しかし、GUIなど高度なユーザインタフェースの実現には多くの開発コストや時間、労力が必要であるにも係わらず、製作されたものが様々なユーザやシステムの拡張、融合に対応しているとは限らない。

このため、河川情報システム、道路交通情報システム（以下「システム」）のユーザインタフェースの改善として次の目的を設定した。

① 有用性の確保

情報の高度利用を促すユーザインタフェースの構築

② 操作性の向上

学習に要する時間の低減や誤操作の減少を実現するユーザインタフェースの構築

③ 拡張性の確保

システム機能の拡張、他のシステムとの融合において統一されたユーザインタフェースの構築

④ 経済性の向上

ユーザインタフェースを構成するソフトウェアの開発・維持コストの低減の実現

1.2 現状の問題点

現在のシステムにおけるユーザインタフェースには、次のような問題がある。

① 有用性

データを限られた切口でしか見ることができず、新たな機能追加への柔軟性が少ない。

② 操作性

各所のシステム毎に独自のユーザインタフェースを持つ例が多く、複数のシステムにおける（まれに、単一のシステムにおいても）操作制御方式等について一貫性がない。

（例）ハードウェア（デバイス）については、マウスの右、左ボタンの使い方（左→右＝選択→実行、選択→キャンセルなど）やキーボードにおけるファンクションキーの割り当てなど。

(例) ソフトウェアでは、メニューに呈示される用語について(終了=選択終了、表示終了、システム終了等、また、完了、次画面等)

③ 拡張性

操作性に挙げた理由は、複数のシステム統合化に対する妨げの理由ともなっている。

④ 経済性

ユーザインタフェースの一貫性の欠除ばかりでなく、ソフトウェア構成が各システムに特化しているため、ソフトウェアの再利用が行われにくい。

また、画面作成のための汎用的なツールの利用は不十分であり、例えば、OSでサポートされているシステムコール等により画面が作成されたり、地図や模式図をベースとした画面が個別に作成されたりしている。このため開発効率が低く、また機能や画面の追加は多くのコストを要することから見送られることもあり、有用性への妨げともなっている。

1.3 検討の範囲

ユーザインタフェースには幅広い項目が含まれる。本調査においては河川情報システム、道路交通情報システムに固有の課題として、表示用端末装置に関する次の2点を取り上げた。

- 1) 表示用端末装置と人間の間の知的インタフェースレベル(操作制御、画面表示などの構文レベル及び意味レベル)の改善
- 2) ユーザインタフェース構築のためのソフトウェアの設計

なお、応答速度などシステム全体に係わる事項は第1編データ管理、さらにネットワークを利用する場合は第3編データ通信を参照されたい。

1.4 調査方法

本調査においては、河川情報システム、道路交通情報システムで用いられているユーザインタフェースの知的インタフェースレベルを、認知理論に準拠して再構築することを試みた。そのため、表現すべき情報の意味を分析し、しかるのち、それを表現するための操作制御や画面表示について検討した。検討に当たっては、河川情報システム、道路交通情報システムの特性、ユーザインタフェースについて人間工学的な見地から調査した事例、参考文献及び考察により行った。

一方、ユーザインタフェースインタフェースを構築するためのソフトウェア体系、ソフトウェア機能について検討した。

以上の2つの調査検討に基づき、各種の検証を行うためのテストシステムを構築した。

1.5 調査結果

直観やフィーリングを主体に行われてきたユーザインタフェースの設計を改善するため、インタフェースレベルを次の2つに分類した。一つはユーザがシステムを利用する目的に深く関わる意図形成のレベル、ここではそれを「情報の表現」と名付けた。もうひとつはこれを実現させるための構文的なレベルでありここでは「操作制御」と分類した。情報の表現のレベルにおいては、ますます多様な情報（マルチメディア）を多角的に分析し、自由なスタイルで表示することが求められる。操作制御レベルにおいては、メニュー方式などの利用に当たり、その本質的な意味を理解し、適切なユーザインタフェースの設計が求められる。

一方、ユーザインタフェースインタフェースを構築するためのソフトウェア体系においては、ソフトウェアの機能に応じたモジュール化が効果的である。また、近年のOSの機能の拡張により複数のプロセス間通信やマルチタスクの利用により、これらのモジュールの整合を図ることができる。これを検証するため、また、ユーザインタフェースに関する実験を行うため、汎用のソフトウェア群を組み合わせたテストシステムを構築した。

1.6 課題

ユーザインタフェースの改善においては、実験に基づく仮説の検証が求められ、ソフトウェア設計面では、ソフトウェアの管理や機能分担に関する検討が必要である。

2 ユーザインタフェースの向上

2.1 ユーザインタフェースの分類

ユーザインタフェースにはさまざまな分野がある。例えば、ソフトウェアの設計においては、・メニュー選択手法、・コマンド言語、パラメータ形式の言語、問い合わせ言語、・グラフィックス、アニメーション、色の利用法、・直接操作法、・自然言語機能、・エラー処理、エラーメッセージ、エラー防止策、・画面レイアウトなどが挙げられ、また、ハードウェア開発やシステム設計の分野では、・キーボードの設計、・大型、高解像度ディスプレイ、・早い応答速度、・高速表示（描画）、・新しいポインティング装置、・音声入出力などがある。また、学問的領域では、例えば、コンピュータ・サイエンスや心理学、ヒューマン・ファクタの分野では人の行動モデルと認知理論、初心者と熟練者の違い、認知スタイルや性格、性差などの個人差、評価のための実験手法などの研究があり、また、教育心理学、教育材料の設計、テクニカル・ライティングなどの分野ではオンライン・チュートリアル、効果的なトレーニング・マニュアルやリファレンス・マニュアル、オンライン・マニュアルとオンライン・アシスタンス、集合的あるいは個人でのトレーニング方法、講義と練習の効果の差などの研究がある。

ここでは、これら幅広いユーザインタフェースの分野を表-2.1のように分類した。

表-2.1 ユーザインタフェースの分類

分類	ハードウェア	ソフトウェア	環境
【感性的インタフェース】 ・楽しい、心地良いといった、人間の感情や感性的な特徴との適合を図るインタフェース	・デザイン ・素材	・デザイン ・反応	・インテリア
【知的インタフェース】 ・使い方や提示された情報がわる、理解できるといった、人間の心理的・認知的な特徴との適合を図るインタフェース	・操作部の意味	・メンタルイメージ ・意味	・レイアウト
【生理的・形態的インタフェース】 ・入力デバイスが操作しやすい、ディスプレイが見やすいといった、人間の身体的な特徴との適合を図るインタフェース	・形状 ・押しやすさ	・表示品質 ・表示の大きさ	・作業環境 (騒音/グレア)

本調査ではこの中で、ユーザインタフェースの向上を目的としてソフトウェアにおける知的インタフェースについて取り組み、同時にこれを実現するためのソフトウェア構成について検討を行った。これらが主にシステム固有の問題であるためである。

2.2 レベル

ソフトウェアにおける知的インタフェース（インタラクション）をさらに幾つかのレベルに分解したものを図-2.1に示す。

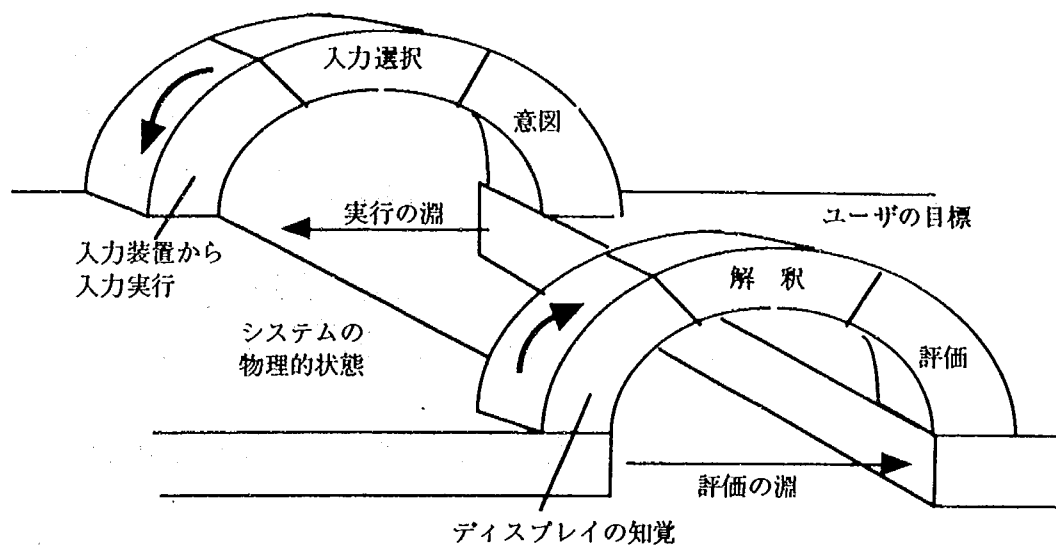


図-2.1 インタラクションのモデル

ユーザがシステムを使うとき、ユーザは達成したい目標を心理的なレベルの表象として持つ。これに対し、システムの現在の状態は物理的なレベルで記述される。ユーザの目標とシステムの状態は、全く異質な内容と形式をもっているため、図-2.2のように、心理的目標から物理的動作に至る「実行の淵（gulf of execution）」と、システムの状態を理解するための、物理的状態から心理的理解に至る「評価の淵（gulf of evaluation）」を、ユーザがシステムを使う際に克服する必要がある。

ユーザとシステムの相互作用
のステップは図-2.2のよう
に、

1. 目標の設定、
2. 望ましいシステムの状況の
決定（意図形成）、
3. 入力を選択、
4. 実行、
5. システムの状況の知覚、
6. 状態の解釈、
7. 目標の状態の比較（評価）
からなる。

1～4の間「実行の淵」、5
～7の間の「評価の淵」、とい
う認知的負荷がユーザにかか
る。インタフェースの課題は、
この負荷を軽くすることであ
る。

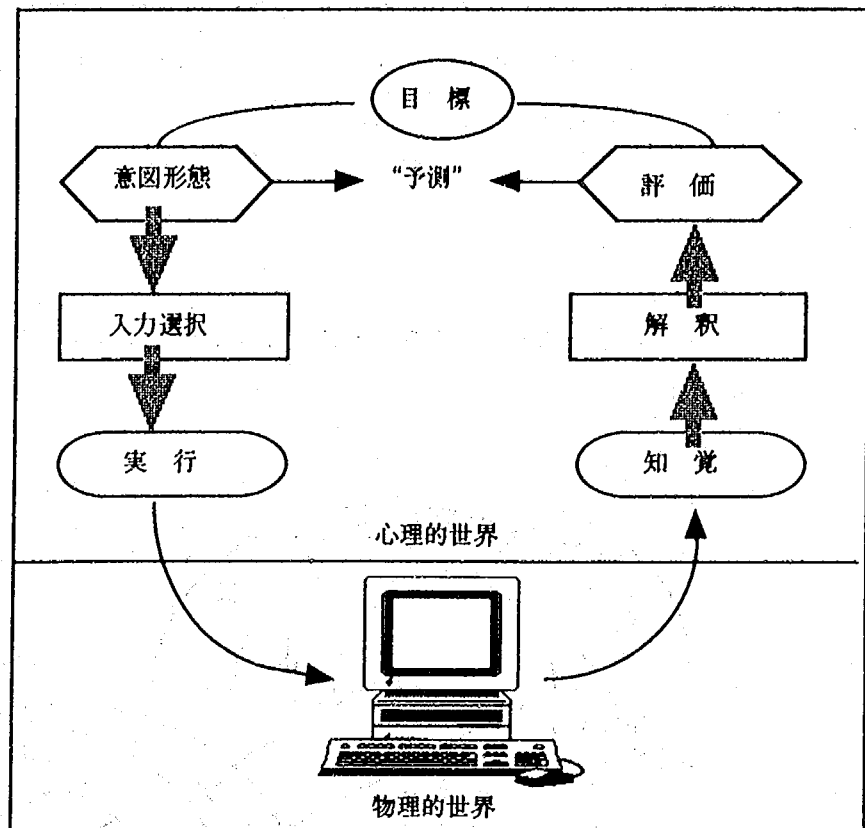


図-2.2 インタラクションの7段階モデル

「実行の淵」のギャップを埋めるためには、入力を選択の局面をサポートする必要がある、「評価の淵」のギャップを埋めるためには、結果やユーザの知りたいと思うことをわかりやすく出力する必要がある。これらを実現する手段として、後に述べるメニュー選択の選択のサポートやダイレクトマニピュレーション、人間の思考過程のモデルの導入などが研究の対象となる。

2.3 階層と検討範囲

コンピュータと人間の対話は、ある目標をもった会話/タスクを確立させるために、メッセージを送り合う相互作用と見ることができ、このような対話のモデルとしてインタフェースの階層モデルを与えることができる（図-2.3）。

上位階層から、順にゴール層、タスク層、意味層、構文層、語彙層、文字層、物理層からなる対話は各層間で行われ、上位の階層は下位の階層によりサポートされる。このようなモデルは、計算機システムにおける人間の役割を議論する枠組みになり、ある場面や層における、対話のための適切な指針を与えるのに役立つ。

このモデル自体は、コンピュータとコンピュータの間の相互作用を仮想的なコンピュータ間のプロトコル対話の階層とみなすISO-OSI

(open systems interconnection) の参照モデルを参考に考察されたものであるが、さきほどの認知工学的考察からも、このような階層性の存在が推測できる。

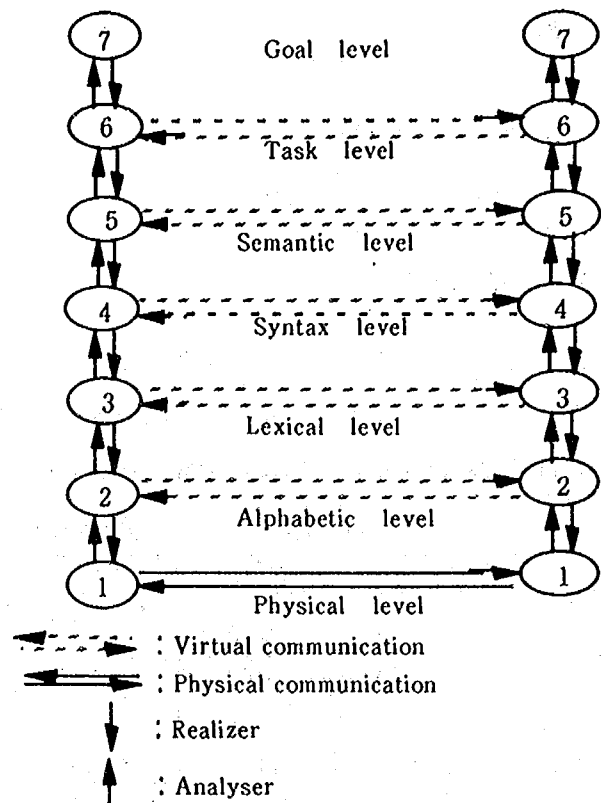


図-2.3 プロトコルモデルの概略

本調査では人間とコンピュータのインタフェースを2つに大別して検討対象とした。

一つは取り扱う情報の意味をその表現とともに考察したものであり、システム利用の目的に係わる部分である（「3 情報の表現」）。もう一つは一段低いレベルである操作制御を扱うものである（「4 操作制御」）。システムの有用性を確保する観点から、適切な情報の表現に対する要求を満たすためのユーザインタフェースの構築が必要であり、また、ユーザの意図が高いレベルから低いレベルへ移行するにつれてエラーが増えることから、操作制御レベルにおいては操作におけるエラーを少なくし快適な操作性を実現するためのユーザインタフェースの構築を目指すべきであると考えられる。

3 情報の表現

本章では、河川情報システム、道路交通情報システムのユーザの意図形成に大きなウェイトを占める情報の表現について述べる。

3.1 情報の次元

河川情報システムにおいて表示されている画面は、概ね、表-3.1に示すものである（道路交通情報システムに関してもデータ種別が異なるがほぼ同様）。また、画面例を図-3.1に示す。これらの出力目的は状況を迅速・的確に把握・判断するため、収集・加工した情報を表示することと言える。

表-3.1 河川情報システムの表示画面例（分類：基本的なデータ表示）

画面名称	データ種別	時間	局数	表現形態	表示内容
雨量現況表	雨量（時間、累加）	1または少量	複数または多量	表	雨量観測局毎の観測データ
雨量経過累加表	雨量（時間、累加）	複数(25H)	1または少量	表	観測時刻毎の雨量観測局の経過データ
雨量グラフ	雨量（時間、累加）	複数	複数	グラフ	観測時刻に対する雨量観測局の経過データ
雨量水位状況地図	雨量、水位	1	多量	地図	河川における全流域の地図上の雨量、水位
水位流量現況表	水位、流量	1または少量	複数または多量	表	水位、流量観測局毎の観測データ
水位流量経過累加表	水位、流量	複数(25H)	1または少量	表	観測時刻毎の水位、流量観測局の経過データ
水位流量グラフ	水位、流量	複数	複数	グラフ	観測時刻に対する水位、流量観測局の経過データ
水位流量状況図	水位、流量	1	多量	地図	河川における全流域の地図上の水位、流量
水位伝播グラフ	水位	複数	複数	グラフ	水位観測局毎の水位の伝播状況を表すデータ
水位予測現況表	予測水位	1または少量		表	水位観測局毎の水位予測データ
ダム諸量現況表	ダム諸量（貯水位）	複数(25H)		表	観測時刻毎のダム局のダム諸量
ダム諸量経過累加表	ダム諸量	複数(25H)	1または少量	表	
ダム諸量グラフ	ダム諸量	複数		グラフ	観測時刻に対するダム局のダム諸量
ダム諸量状況図	ダム諸量	1			
堰諸量現況表	堰諸量	1または少量			
堰諸量グラフ	堰諸量	複数			
堰諸量状況図	堰諸量	1			
水質現況表	水質	1または少量			
水質経過累加表	水質	複数(25H)	1または少量		
水質グラフ	水質				

警報、体制、定数設定、システム操作などの画面を除くデータ表示の一例

画面名称などは統一されているわけではない

これらの主体であるオンラインデータの表示画面の分類を表-3.2に示した。

表-3.2 オンラインデータの表現形態／情報の分類

表示画面	表現形態	取り扱う 情報	
		空間的要素	時間的要素
現況表	数値・文字	多い	少ない
状況図	図形（地図ベース）	多い	少ない（通常1）
経過（累加）表	数値・文字	少ない	多い（1時間毎の24時間以上）
トレンドグラフ	図形（グラフ）	少ない	多い（1時間毎の24時間以上）

空間的要素と時間的要素の数は表示画面の制約の中でのトレードオフになる

図-3.1 (B) 表示画面例 道路交通情報システム

表-3.2の各表示画面は、各種のデータ種別毎に空間と時間軸を持っていることから、画面に特定のデータを表示させるには、図-3.2のように3次元の中の一点を指定する必要があることがわかる。なお、次に述べるように、画面表示を行うためにはこれらにより特定されたデータ群に、表示するための加工を施す必要がある。

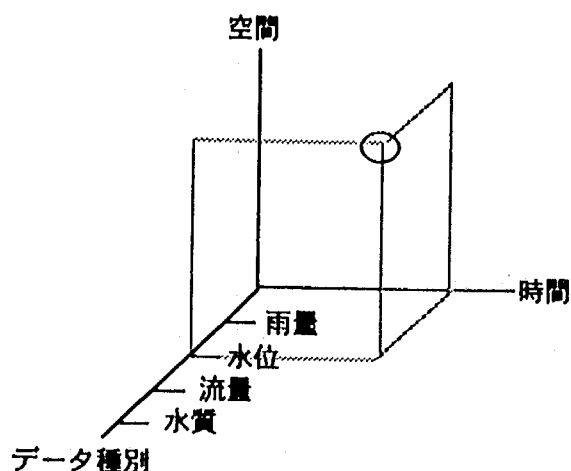


図-3.2 表示データの3次元表現

3.2 情報の表現

(1) 1次元可変表現

議論を簡単にするために、1次元だけを変化させて表現したものが図-3.3である。当然のごとく3つの自由度に対応する3パターンのデータ指定がある。

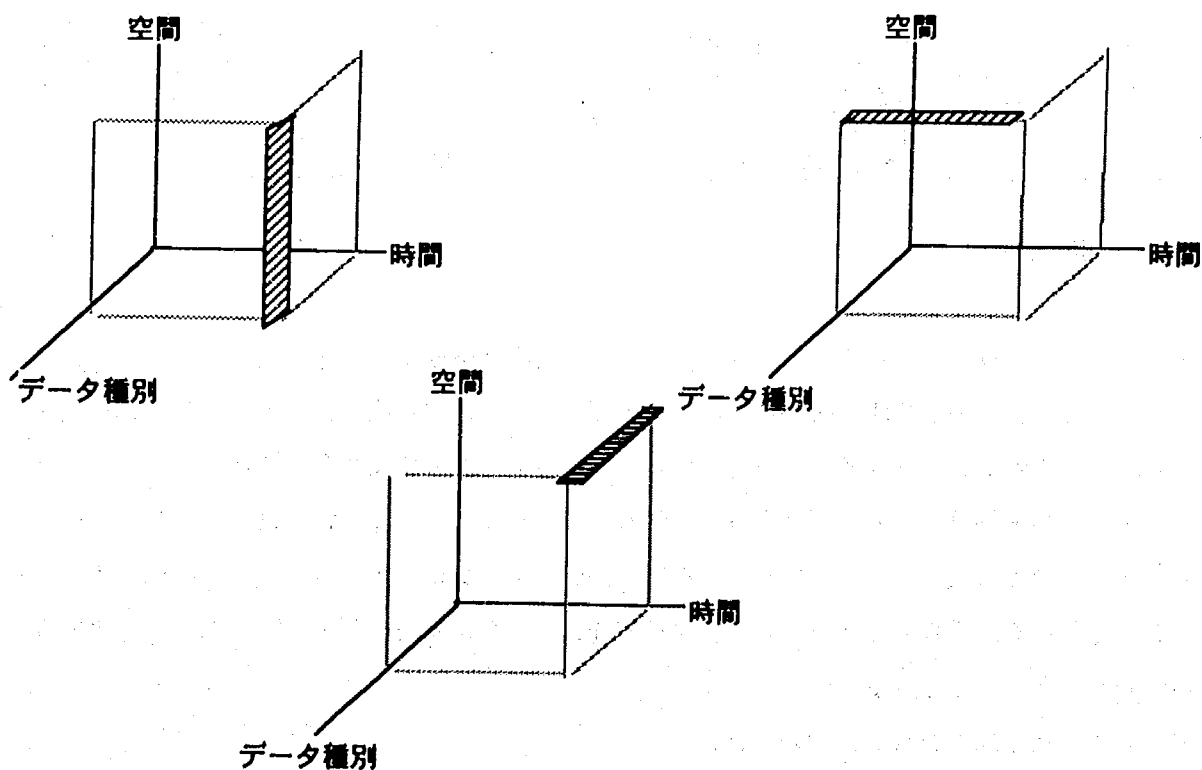


図-3.3 表示データの3次元表現(1次元可変)

これら表示画面の目的は、ユーザに実体（エンティティ）の状況を迅速・的確に把握させることにある。現在のシステムではこれらのデータ指定を用いて、表-3.3のような用途、特性を持つ表示画面構成を採用している。

表-3.3 表示画面の表示出力用途、特性

変化項目	特性	直観的把握 (定性的表示)	詳細な把握 (定量的表示)
空間	空間的分布状況	状況図	現況表
	空間的相関		
時間	時間的变化予測	トレンドグラフ (連続値) 既応パターン	経過(累加)表
データ種別	データ項目の間の相関 (雨量と水位、水位と流量など)	状況図	

(2) 2次元可変表現

システムの利用においては、これらの1次元可変表現画面のみで必要な情報の表示が可能であるとは限らず、状況を理解し適切な措置を講ずるためには2つの次元をパラメータとする表示が求められる。これらの組合せパターンを分類すると、固定する次元に応じた次の3種類に分けられる。

表-3.4 2次元可変表現の例

固定項目	可変項目	画面例
データ	時間、空間固定	水位伝播グラフ
空間	データ種別、時間	ハイドログラフ
時間	データ種別、空間	複数のデータ項目による状況図

3.3 情報表現の要件

コンピュータリテラシ（単なるシステムの操作）から情報リテラシ（情報の操作）への変化に伴い、情報の表現形態を多様化する必要がある。例えば、ユーザの理解能力によっては3次元可変表現も可能であり、その他、オンラインデータの処理におけるデータの修正や各種定数、基準値（H-Q、ティーセン、計画水位等）の同時把握も考えられる（表-3.5）。また、構造物などのデータベースや地域の状況との重畳表示、人間が感覚的に理解し易いイメージ情報（写真、図面、動画）の同時表示なども考えられる。整理するとコンピュータに取り込まれた様々な情報の表現として次のようなことが必要であろうと推察される。

- 1) データの多様な加工を可能とすること。
- 2) 多面的な現実の側面を同時に表示すること（マルチウィンドウ機能）。

3) 写真、図面、動画などの多様なメディアを扱えること。

4) これらの情報をユーザに呈示するための地図上への集約的な表示。

表-3.5 システム機能の例(その他)

分類	画面名称	内容
警報・体制	水防体制・気象情報現況表	管内(本局、事務所等)の水防体制(体制、発令時刻)及び
	水防体制・気象情報経過表	管内(本局、事務所等)の水防体制の経過(体制、発令時刻)
	洪水予報発表状況	洪水予報(注意報、警報等)の発表状況(発表日時)
	洪水予報文	洪水予報発表状況により選択された警報文
	水防警報発表状況	水防警報(待機、準備等)の発表状況(発表日時)
	水防警報文	水防警報発表状況により選択された警報文
	ダム・放流警報状況	
	水防体制・気象情報入力	水防体制(1級準備、2級準備等)、気象情報(大雨、洪水)
	洪水予報文入力	洪水予報文(注意報、警報等)を入力する
	水防警報文入力	水防警報文(待機、準備等)を入力する
定数設定	樋門警報発令状況	樋門警報(待機、出動)の発令状況(発令時刻)
	雨量定数表	雨量観測局毎の雨量定数(時間雨量警戒値、累加警戒値)を
	水位流量定数表	水位、流量観測局毎の水位・流量定数(指定水位、警戒水位)
	ダム諸量定数表	ダム局毎のダム諸量定数(流域面積、計画高水流量等)を
	流域平均雨量・算出定数表	雨量観測局毎のティーセン係数
	H-Q定数表	水位(H)-流量(Q)式を設定する
	(水位) 既往出水パターン設定	「水位流量グラフ」にて表示されるパターンデータ(水位、
	(ダム) 既往出水パターン設定	「ダム諸量グラフ」にて表示されるパターンデータ(貯水位、
システム操作	(水位) 既往渇水パターン設定	「水位伝播グラフ」にて表示されるパターンデータ(水位、
	(ダム) 既往渇水パターン設定	「水位伝播グラフ」にて表示されるパターンデータ(貯水位、
	帳表出力操作	帳表の出力設定及び出力要求を設定する
	休止・保守設定	観測局毎の開局、閉局、保守の状態を設定する
	欠測月表	1ヶ月間の発生した定時、正時の雨量・水位データの欠測
	CMT保存	カセット磁気テープ(CMT)を管理(保存、再生)する
	汎用端末向保存	フロッピーディスク(FD)へ保存する

前述した情報表現をするためには、次のような事項が必要である。

- 1) への対応 …… 扱いやすいフロントエンドのプラットフォームとしての利用。
- 2) への対応 …… マルチウィンドウの活用。
- 3) への対応 …… 高機能なハードウェアと拡張性の高いソフトウェアの利用。
- 4) への対応 …… GISの活用。

4 操作制御

ユーザの意図に基づく情報表現を行わせるためには、コンピュータに具体的に指示を与える必要がある。本節では、具体的な指示のレベルを「操作制御」と定義し、以下これについて述べる。

4.1 ハードウェアの操作制御方式（デバイス）

ユーザがシステムに対し操作制御を行う手段として、最も一般的に用いられているデバイス（装置）はキーボードとマウスである。キーボードがキャラクタを主に入力するデバイスであるのに対し、マウスはユーザの意図をその位置で指し示すポインティングデバイスである。例えば文章入力のようにキャラクタを大量に入力するにはキーボードは不可欠であり、一方、画面全体の位置の制御などにはマウスが適している。このように、これらは相互に補完し合ってユーザの要求をシステムに伝えるものであるが、システムの利用において、一連の操作を2種類のデバイスを持ち替えて行うのでは効率が低い。本調査で対象とする操作は、概ねある情報を表示させるものであり、通常のこれらの操作はどちらかのデバイスを用いて可能である。実際マウスが一般的でない時代には、キーボードのみで行われていた。

しかし、情報の表現で述べたように、情報を多角的に表示させるにはウィンドウシステムの利用が求められる。ウィンドウシステムではポインタ（もしくはカーソル）と呼ばれる、画面上のシンボルが大きな動きをする。ポインタはユーザが動かすポインティングデバイスの動作に追従して画面中を移動する。キーボードで操作する通常のカーソルは、一つのウィンドウ内で文字を入力するべき位置を指定する。これに対しポインタが指示するのはあくまで画面中の一点であり、ウィンドウの境界に制限されることはない。また、ウィンドウシステムと併用されることの多い、グラフィックスを多用するユーザインタフェースでは、ポインティングデバイスに付いたボタン操作により、対象の選択と指示が同時に行える。

また、操作制御はハードウェアに依存しないことも必要とされる。以上のことから、システム機能の拡張性や、ユーザインタフェースの統一のためには、マウスが最も適している。マウスの基本的な操作方法を以下に示す。このような単純な操作がアイコンとして視覚化された操作対象に作用するとき、極めて多様な要求の表現が可能となる。

- ポイント；ビットマップディスプレイ上の特定の点にマウスポイントを位置付ける。
- クリック；マウスボタンを押して素早く放す。この操作によりアクティブにすることをピックするという。
- ダブルクリック；クリックを素早く2回繰り返す。
- ドラッグ；マウスボタンを押し、その状態でマウスポインタを移動する。

（ドラッグ操作はマウスボタンが解放されるまでは意味のある操作として完結しない。この間適切な

視覚的フィードバックが必要である。)

ポインティングデバイスは、選択のほか、位置づけ、方向づけ、進路づけ、数量化、テキスト操作など対象への直接的な操作を可能とする。

4.2 ソフトウェアの操作制御方式

4.2.1 様々な操作制御方式の特徴

(1) メニュー（選択）方式

タスクを遂行するにあたり、現在の文脈で選択可能なメニュー群のなかから一つのメニューを選択する。さらに、その展開されたメニューの選択肢のなかからマウスクリックによりサブタスクを発動する。この方式は次の特徴を持つ。

1) 操作のわかりやすさ

わかりやすい操作を実現するには、次の要素が必要である。

- ・システムが透明であること。

個々の場面で提供されているコマンドが、メニューの選択項目として全て表示されているため、システムの透明度が高いといえる。

- ・メンタルモデルが容易に形成されること。

表示可能な画面を全て提示しているため、その中の差で理解が可能である。

2) 操作エラー

機能実行の手続きが選択（ポイント・アンド・セレクト）だけである。また、システムが制約を課すことができる。

3) 学習

システムの起動方法とメニューの選択方法のみを知れば利用できる。

上記のようにメニュー操作は、意思決定と同じ構造をもち、学習が容易で、キー操作を減少させることができる。また、エラー処理や会話管理を行いやすい優れた対話手法といえる。しかし、メニューの表示が速く、スクリーン空間の大きな表示デバイスを使い、多くのメニュー管理を合理的に行う必要がある。特に、メニュー項目の意味は画面上で容易に理解されることが重要であり。このため、画面上の情報を適度な量にして、整理しなければならない。具体的には、メニューの内容、数、配置などである。メニュー選択の設計、メニュー木の構成規則としては、次の事項がある。

- 1) 論理的に似た事項をグループ化する。
- 2) 全ての可能性をカバーする。
- 3) 事項が重複しない。

4) 親しみのある用語を用いる。

(2) ダイレクトマニピュレーション

メニュー方式と似たポイントアンドセレクトによる指示としてダイレクトマニピュレーションがある。これは興味対象や関係対象を表示し、(複雑で構文的なコマンドの代わりに) 実際の表示対象に働きかける操作や、メニュー選択を行うものである。

この操作は速く、可逆的で、結果は直ちに対象の変化として見られる。このような特徴により、初心者が学びやすく、エキスパートでも広い範囲のタスクを速く遂行できる。また、操作概念を覚えやすく、対象の変化を直接みられるために行動とそのゴールが瞬時にわかり、エラーメッセージがほとんどいらない。この意味で恐怖感が少なく、わかりやすい、確信と主導権をユーザがもてる優れた対話手法である。マウスやビットマップ表示装置が必要で、実現するプログラミングが難しいという制約があるが、ノーマン (Norman) の「淵」を克服できる優れた手法である。

(3) コマンド (言語) 入力方法

プロンプトに従って、コマンドを入力する方式である。タスクと計算概念や構文との照合が、複雑性や多様な可能性のため、1対1に取りにくく、このためエラーメッセージや実時間アシストが難しい。一方、柔軟性に富み、ユーザ定義のマクロを生成するのに便利で、またユーザが主体的に制御している感覚が得られるので、コンピュータの専門家に好まれている。次のような特徴を持つ。

1) 操作のわかりやすさ

操作に関する情報は、入力を促すプロンプトだけであり、どういうコマンドを何時どういう順序で入力するかがユーザの頭の中に入っている必要がある。そこからどこに進めて、どこには進めないかが全体的に不透明であり、ユーザが自分の使用経験を通して獲得したメンタルモデルが実際のシステムと部分的にしか符合しないという恐れがつきまとう。

2) 操作エラー

ユーザのキーボードからの入力には制約も支援もないためエラーを起こしやすく、エラー処理が貧弱である。ある調査によればテキストエディタの例では、初心者で19%のコマンドエラーを起こし、熟練者でさえ10%のエラーを起こす。

3) 学習

構文やコマンドの機能/操作が、システムによって予想できないくらい異なっている。また構造化が不完全なため覚えにくく、忘れやすい。コマンドを正確にかつどの場面で有効かも知る必要がある。しかし、メニュー方式では、ユーザは外在化された情報に依存しなくてはならないのに対し、コマンド入力では、情報が内在化 (記憶) されるため、学習の効果が活かされる。

コマンド体系の設計においては、以上の事柄を考慮にいれ、さらに構文形の無矛盾性、連想特性を

よくするためにコマンドの適合ペアの構成、親しみのあるコマンド名の採用、階層性などの適切なコマンド構造の導入、引き数やパラメタの使い方や配置、適切な簡略形などが考慮されていることが必要である。

4.2.2 メニューの形式

メニューの設計には、システムの目的や対象ユーザの特徴とともに、個々のメニューの特性を考慮する必要がある。また、基本ソフトやプラットフォームを含め、システムが実際に使われる計算機環境の制約も考慮に入れる必要がある。その結果、メニューの形式をいくつか組み合わせて使うことも多い。以下に、代表的なメニューの形式を述べる。なお、採用している用語や使い方はそれぞれ広く定義が確立しているものではないが、ここでは以降の議論をこの用語を用いて進める。

(1) フルスクリーンメニュー

表示画面の全体がメニュー画面として使われ、このメニューが表示されるときには、それまでの作業画面がすべて消えて、メニューに関する情報だけが画面に表示される。メニューが完全に消えるため、ユーザには操作の流れ（文脈）が把握しにくいメニューである。

ただし、メニュー項目を多くとれ、メニュー画面設計の自由度も高いため、初期画面には採用例が多い。

(2) 常駐メニュー

画面の一部に常にメニュー表示するものである。項目が特定の機能の実行を表したり、下位メニューを次に呼び出すために置かれている場合もある。常駐メニューには、メニュー項目が画面（またはウィンドウ）の上端の専用表示域に横並びに配置されているもの（メニュー・バー）や、ユーザの作業画面（ウィンドウ）の横端に縦に並べられているもの（サイド・メニュー）がある。また、（ファンクションキーに割り当てられたコマンド情報を）画面の下端に表示するものもある。

(3) 隠蔽されたメニュー（隠れメニュー）

普段は画面に表示されないが、ファンクションキーの押下とか、マウスボタンのクリックによって、画面の一部に枠つきで表示されるメニューである。常駐メニューの下位としてもつばら使われる。フルスクリーン・メニューとは違って、隠れメニューの表示域以外の作業画面はそのまま保存される。項目の選択が終わると（あるいは中止されると）、メニューが画面から消え、メニューが表示されていた部分の作業画面が回復される。この隠れメニューには次のようなものがある。

① ドロップダウン・メニュー（プルダウンと言われることも多い）

例えば、画面上の上端に表示されているメニュー・バーの項目を選択したときに、その項目の下位メニューとして、全体が上から下に一度に表示されるものもある。表示の位置は、選択された項目のすぐ下とか、そのすぐ脇である。

② プルダウン・メニュー

ドロップダウン・メニューと同じように常駐メニューの下位メニューとして使われる。ドロップダウン・メニューと異なるのは、メニューの全体が一度に表示されるのではなく、マウスを下方にドラックするに従って項目が一つ一つ現れてくるという点である。このことから推測できるように、マウスを標準に入力装置とするシステムで採用されている。

③ポップアップ・メニュー

例えばマウス・ボタンがクリックされたときのポインタの位置に表示されているものがある。この場合は、常駐メニューに適した項目を、あえてポップアップ・メニューに隠して提供されているとも考えられる。すなわち、ポップアップは常駐（ツールボックス）でも隠蔽でも使える。この方式では、項目をポインタするためにマウスを使ってポインタを移動させるといった操作が必要でなく、その場合ですぐに項目が選べる利点がある。

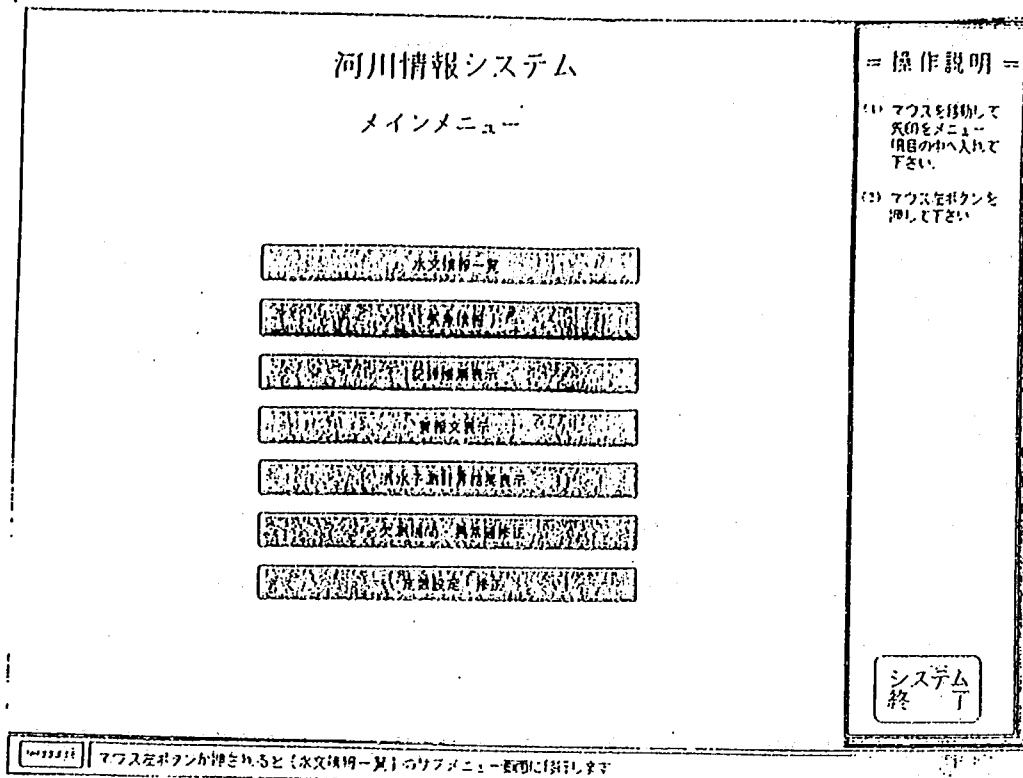
④ダイアログボックス

表示された項目の中から選ぶという機能だけではなく、パラメータの値を入力したり、デフォルト値を確認したりする目的で使われるものである。ダイアログ・ボックスは画面（またはウィンドウ）の定位置に表示されるのが普通である。

図-4.1にメニュー形式の例を示す。なお、フルスクリーンメニューは通常、例-1の羅列的、あるいはグループ化されて表示されるが、例-2（土木研究所河川管理情報システム＝DORIS）に示すようにフルスクリーンの長所である画面を全て利用できることを使って、対象の構造を集合の概念を使って表示し、ユーザにメンタルイメージを形成させやすくすることもできる。

フルスクリーンメニュー

例－1



例－2

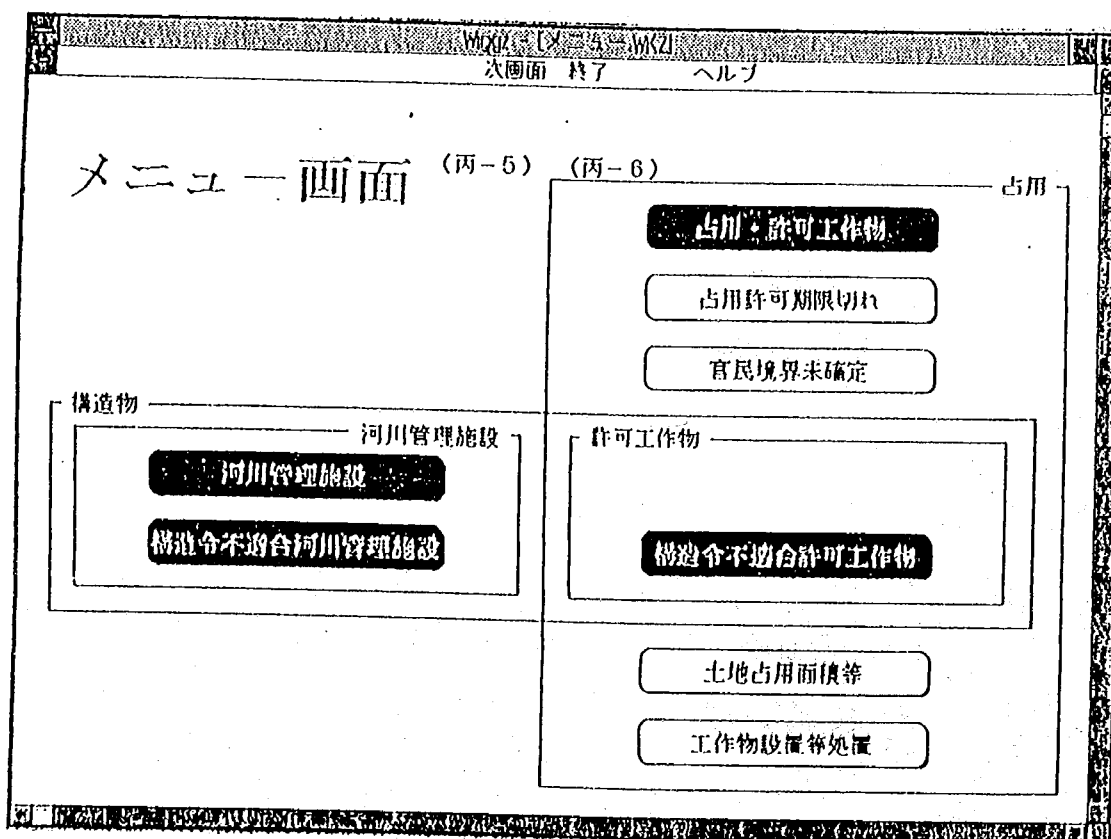


図-4.1 (A) メニュー形式の例 (フルスクリーンメニュー)

メニューバー

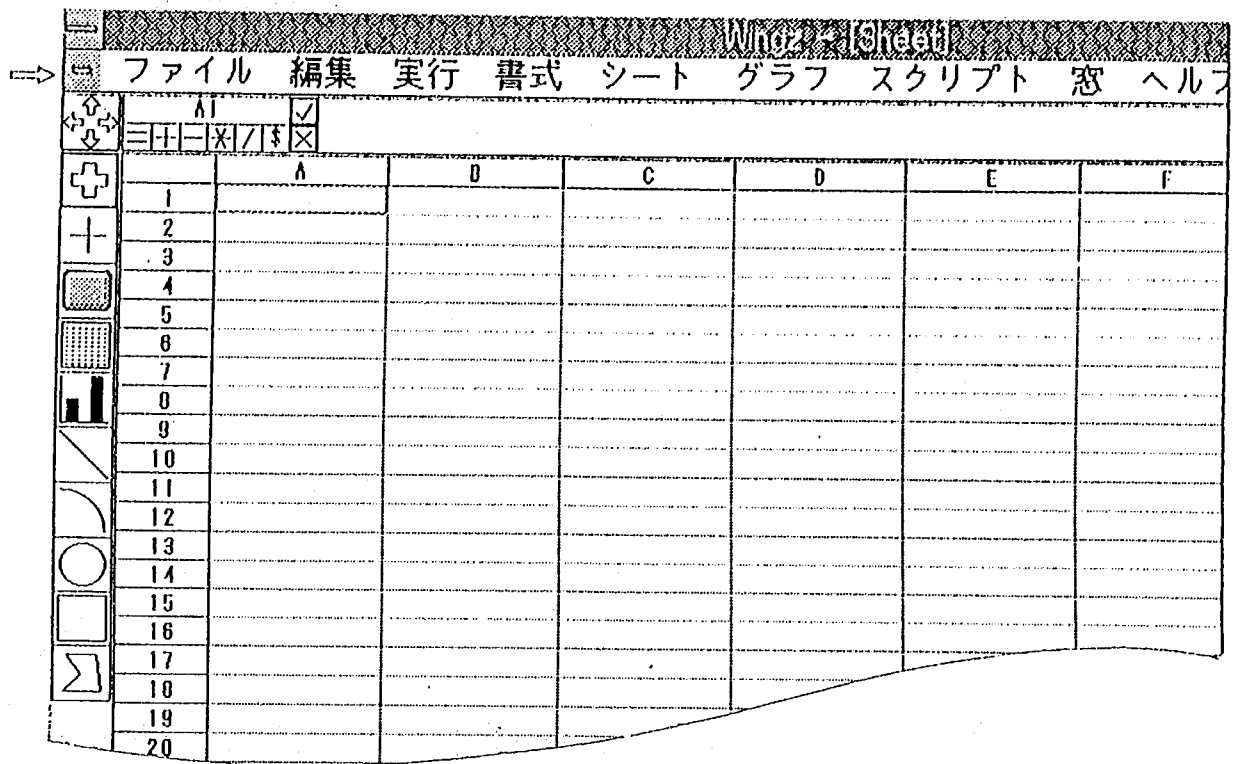
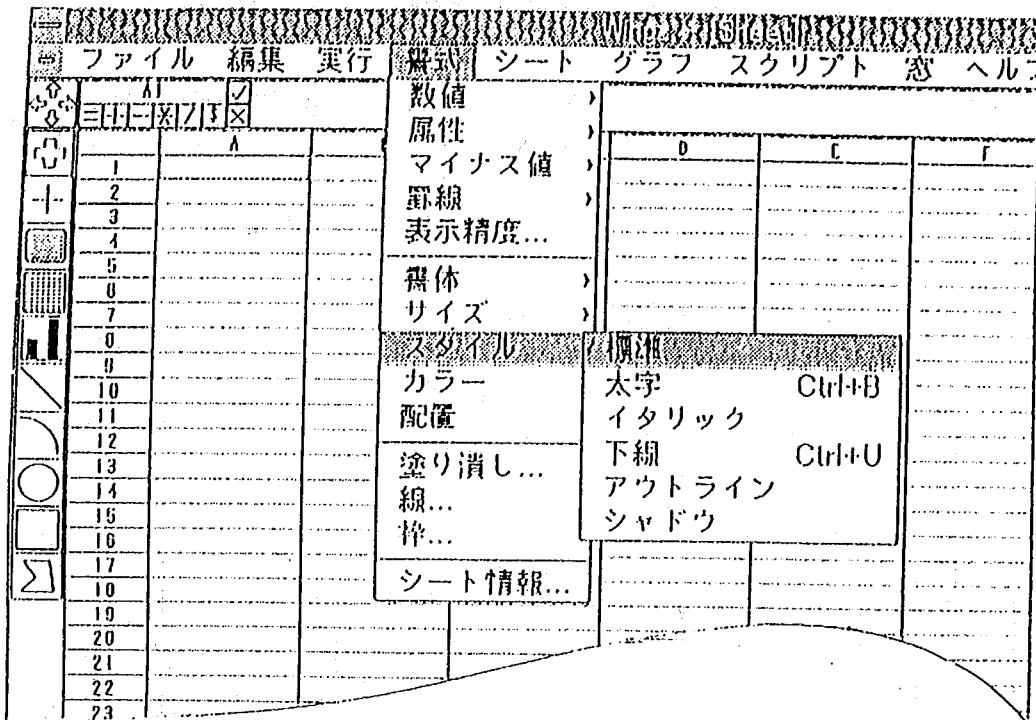


図-4.1 (B) メニュー形式の例 (常駐メニュー)

ドロップダウンメニュー



ポップアップメニュー

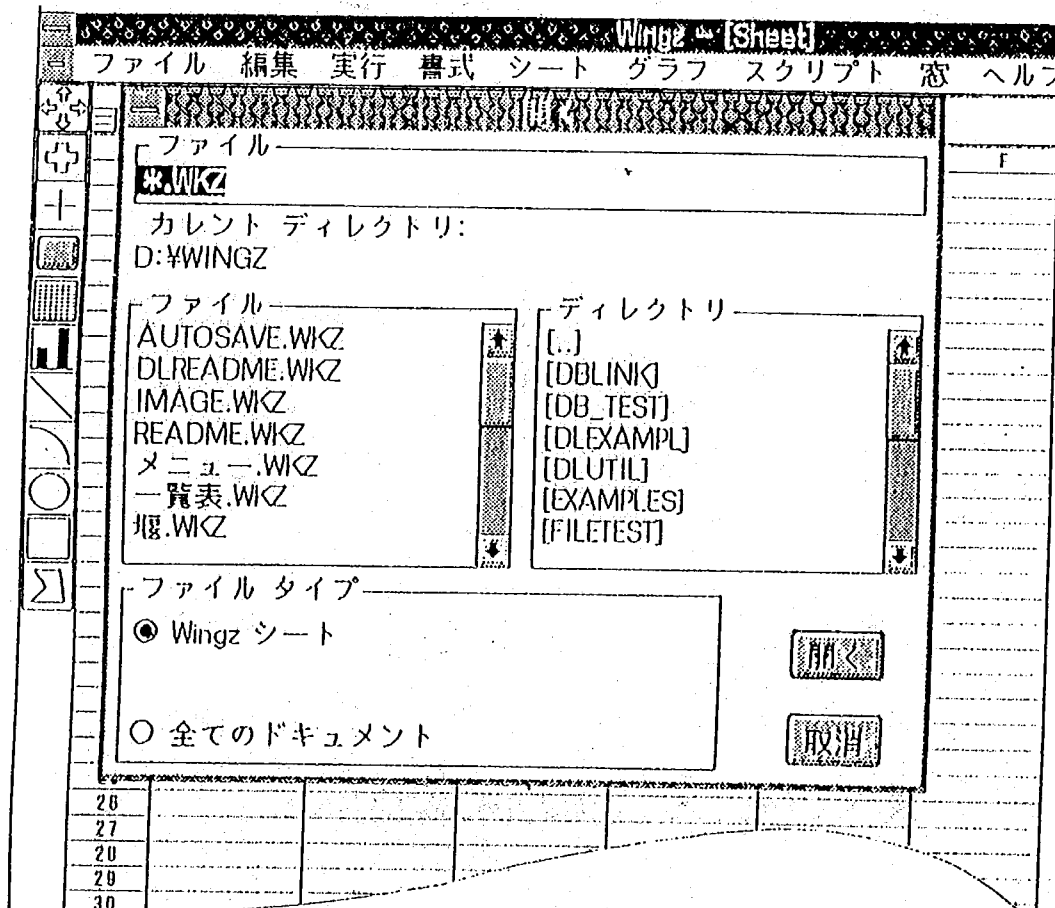


図-4.1 (C) メニュー形式の例 (隠蔽メニュー)

4.3 画面指定と画面遷移（河川情報システム、道路交通情報システムの事例）

「3. 情報の表現」で述べたように、目的画面の表示にはシステムに次の項目を指示する必要がある。

- ・データ種別
- ・時間
- ・空間
- ・表現方法（地図、表、グラフなど）

ここでは、河川情報システム、道路交通情報システム（以下、単に「システム」）を基に、これらがどう実現されているかを述べる。

4.3.1 代表的な操作方法

現状のシステムでは主にメニュー方式を採用している。その典型的な操作方法是次のとおりである。

- (1) 初期状態では「（フルスクリーン）メニュー」を表示する。このメニューに含まれる項目はユーザが表示し得る画面全てである。
- (2) 必要に応じて次の深さのメニューを表示し、データの種別及びデータ表示方法の種別あるいは空間（水系、路線、出張所、観測局、提供装置など）を選択する。時間の指定は最新をデフォルトにしている。
- (3) 該当画面のデフォルト状態を表示した後、表示しきれない頁、デフォルト以外の時刻などを再指定する。
- (4) 他の画面への遷移は、メニュー木を逆にたどるか、メインメニューに戻るか、あるいはバイパスのメニューにより実現する。

画面遷移のパターン例を表-4.1に、実例を図-4.2に示す。

表-4.1 画面遷移のパターン例

メニュー階層の深さ	1	2	3	4	5
画面遷移 1 グループ 1	表現形式	目的画面			
画面遷移 1 グループ 2	データ種別	目的画面			
画面遷移 2	システム機能	データ種別	表現形式	空間	目的画面
画面遷移 3 グループ 1	表現形式	データ種別	目的画面		
画面遷移 3 グループ 2	空間	データ種別	表現形式	目的画面	

画面遷移 1

メインメニュー	状況図	-	+	流域概況図
		+	-	流域取水状況図
		+	-	雨量状況図
		+	-	流域雨量状況図
		+	-	水位状況図
	雨量関係	-	+	雨量表
		+	-	雨量一覧表
		+	-	雨量グラフ
		+	-	週間雨量表
		+	-	日雨量表
		+	-	地点上流域平均雨量一覧表
	水位関係	-	+	水位流量表
		+	-	水位流量一覧表
		+	-	水位流量グラフ
	ダム諸量	-	+	ダム諸量表
		+	-	全ダム諸量一覧表
		+	-	ダム諸量グラフ
		+	-	低水位状況監視表
	積雪気象	-	+	積雪表
		+	-	気象一覧表
	欠測	-	+	雨量欠測リスト
		+	-	水位欠測リスト
		+	-	ダム諸量欠測リスト
		+	-	気象欠測リスト
	その他	-	+	テレメータ起動設定
		+	-	データ送受信監視

図-4.2 (A) 画面遷移の例

メニュー	項目	機能	説明		
メインメニュー	河川情報 データ表示	水位画面選択	水位概況図 水位・流量一覧図 局選択 水位状況図 水位伝播図 局選択 水位・流量現況表 局選択 水位流量一覧表 局選択 河川断面図 局選択 出水比較図		
		雨量画面選択	雨量概況図 流域雨量概況図 局選択 降雨状況図 局選択 雨量現況表 局選択 雨量一覧表 局選択 流域平均雨量一覧表 局選択 累計雨量比較図		
		ダム諸量画面選択	局選択 ダム諸量図 局選択 ダム諸量現況表 局選択 ダム諸量データ一覧表		
		河川施設画面選択	局選択 河川施設諸量図 局選択 河川施設現況表 局選択 河川施設諸量一覧表		
		水質画面選択	局選択 水質状況図 局選択 水質データ現況表 局選択 水質データ一覧表		
		積雪画面選択	局選択 積雪状況図 局選択 積雪データ一覧表		
		ファイル メンテナンス	データ種別選択	局選択	データ修正（1時刻分） データ修正（1日分）
	定数種別選択		局選択	定数設定 累計雨量リセット	
				通信操作	
				データバックアップ補充	
				月・年報ファイル作成	
				保存ファイル作成	
	日報印字 月・年報印字				日報印字操作 月・年報印字操作
	水防・気象 情報の設定	種類・局選択メニュー		支部体制・気象情報入力 水防警報文入力 洪水予報文入力	
		発令文選択メニュー		モニター表示 通信転送操作	
				ファイルメンテナンス	

— 113 —

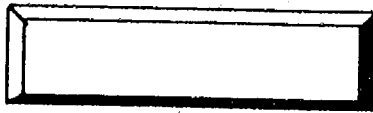
画面遷移 3

メインメニュー	警報発生現況	水位画面選択	水位概況図
		積雪警報詳細	
		雨量警報詳細	
		トンネル警報詳細	トンネル監視内容詳細
		情報板警報詳細	
事務所選択	降雨情報	降雪情報履歴表	
		降雨情報一覧表	
		降雨情報現況表	
		降雨情報県別グラフ	
		降雨情報グラフ	
	降雪情報	降雪情報履歴表	
		降雪情報現況表	
		降雪情報県別グラフ	
	通行規制	規制情報一覧表	
	道路情報	道路情報現況表	
		道路情報履歴表	
	路面凍結情報		
	トンネル監視情報	トンネル情報履歴表	
		トンネル情報現況表	
		トンネル情報現況図	
県・路線選択	降雨情報	降雪情報履歴表	
		降雨情報一覧表	
		降雨情報現況表	
		降雨情報県別グラフ	
		降雨情報グラフ	
	降雪情報	降雪情報履歴表	
		降雪情報現況表	
		降雪情報県別グラフ	
	通行規制	規制情報一覧表	
	道路情報	道路情報現況表	
		道路情報履歴表	
	路面凍結情報		
	トンネル監視情報	トンネル情報履歴表	
		トンネル情報現況表	
		トンネル情報現況図	
保守	降雨定数設定	降雨情報定数入力	
	降雪定数設定	降雪情報設定入力	
他システム起動			

図-4.2 (C) 画面遷移の例

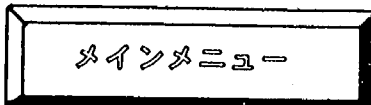
4.3.2 メニューの構成要素

河川情報システム、道路交通情報システムのメニュー方式の表示画面に用いられる構成要素は、概ね次のように一般化される。



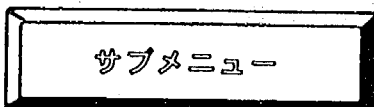
左のシンボルは、ユーザが選択する表示項目（ボタン等）を示す。これらの選択／実行操作により、直接目的がなされる場合と、メニューの表示がなされ、操作が促される場合がある。

(1) 画面遷移



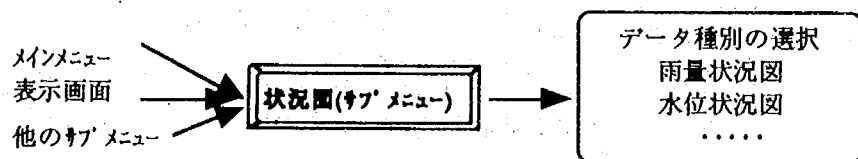
運用開始時の画面（メインメニュー）へ遷移する。

メインメニューからは、目的画面（1種類1枚の場合）あるいは、サブメニュー（目的画面が複数まとめられグループになっている場合）を指定することで各々に遷移する。

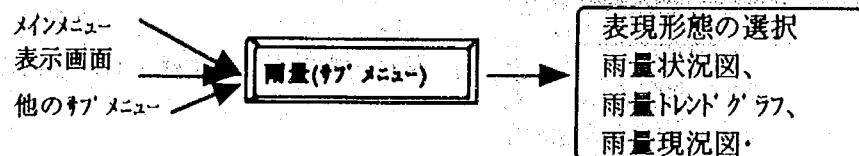


目的画面がグループ化されている場合、そのグループ群を指定する。

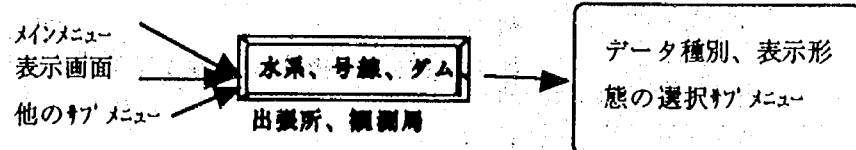
(例1) 表現形態がグループとなっている場合



(例2) データ種別がグループとなっている場合



(例3) 空間的位置がグループとなっている場合



(例4) 時間的要素は通常、最新値、または他の画面から継承された時刻がデフォルトとして設定されるため、サブメニューではなく、次の「シフト」で操作される。なお、時間要素には次の種類がある。

観測時刻

目的画面に現在表示されている時系列データのうち、最も新しいものの時刻。常駐項目（他の目的画面に遷移した場合に継承させることも不可能。継承させない場合はメインメニューなど観測時刻の表示されない画面に一度遷移する。）

最新観測時刻

表示対象データ群について、観測が完了した最新の時刻。

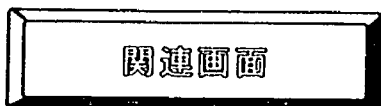
現在時刻

端末が管理しているリアルタイムの時刻。常駐項目



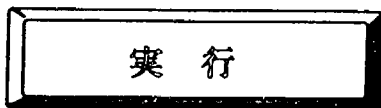
表示画面を特定した後、時間や空間を遷移させる。

前頁／次頁、送り（進み）／戻し、時間シフト＋／－、空間（水系、号線……）シフト＋／－などがある。これらのシフト幅を決定するパネルが必要になることもある。



現在表示中の目的画面に関連する他の画面へメインメニューを介さず直接遷移する。

(2) データ入力に関する用語



入力、変更結果の確定

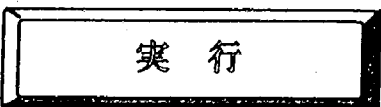


入力、変更を行わず終了し、直前の画面に戻る（キャンセル）

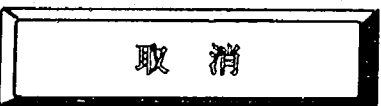
(3) システム運用



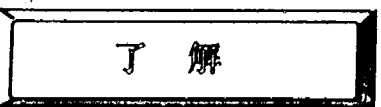
画面の内容および操作説明ウィンドウの表示



2アクションで指定する機能を実行する。



2アクションで指定する機能を取り止め、直前の画面に戻る。



HELP画面、異常メッセージ表示のウィンドウなどを消す

システム停止

端末装置のシャットダウンおよび電源切断処理の実行

画面設定

時刻スクロール幅の変更、グラフのスケールの変更、表示色、
その他環境設定を選択するウィンドウの表示

4.3.3 現状の操作制御方式における問題点

(1) ハードウェア

ハードウェアは、概ねマウスが用いられる傾向にある。しかし、マウスボタンの数やその用いられ方はまちまちであり、ごく少数を調べた限りにおいても、右、左で確定やキャンセルなど異なる場合があった。後述するテストシステムにおいては、いくつかの理由からマウスボタンは1つのみを使用している。使用しないボタンをユーザに与えるのはユーザの混乱を招くだけである。仕様書作成に当たってはこのような点にも注意する必要がある。

(2) メニュー設計

メニュー方式であれば、自動的にそのメリットが得られるわけではなく、用いられる用語を適切に選び、効果的に配置する必要がある。設計内容としては、「4.3.1(1)」に挙げたもののほか、意味のある構成、メニューシステムの構造、項目の数と並び、タイトル(表題)の付け方、プロンプトの形式、グラフィックスのレイアウト、項目の言葉づかい、表示速度、応答時間、頻繁に使うユーザのためのバイパス手段、ヘルプ機能の有無、選択手段(キーボード、ポインティング装置、タッチスクリーン、音声など)がある。

1) グループ化

特にメニューの設計において重要なことは、適切なグループ化(グルーピング)であり、例えば、データ項目の違いなのか表現の違いなのか、あるいは空間的違いなのかを明確にグループ化し、ユーザに容易にシステムのメンタルイメージを形成させることが必要である(図-4.2 画面遷移参照)。

2) 画面遷移

現在のメニューでは、表示画面を全て列挙している。これは、システムのわかりやすさではメリットがあるものの拡張性に欠ける。表、グラフはほぼ同じデータの表現を変えたものと考えることによりメニューの数を減らした表示時間を減らすことができる。求める画面を表示するために必要な選択回数の比較として定量化できるのではないと思われる。

3) メニュー形式の利用法

フルスクリーンメニューは多くの選択肢を表示できるがその前の表示画面を完全に消去し、連続した処理を行うにはユーザの短期記憶に頼ることになる。一方、常駐メニューは表示画面の一部を占有

するが情報の表示を中断しない。これらを効果的に用いないと次のような不具合を生ずる。

- ・常駐、隠蔽メニューを用いながら画面を消してしまう。特に一連の情報表示を行わせている中で画面が途切れる。

- ・システムの初期画面などで表示すべき情報が多いのに不必要に機能を隠蔽してユーザのメンタルイメージの形成を阻害する。

4) 用語の一貫性

頻繁に用いられる終了、完了、次画面、前画面などが、例えば、終了=選択終了、表示終了、システム終了などのように異なる使い方をされている。なお、一貫性は用語のみではなくユーザインタフェースの設計の全ての側面に渡って必要とされる。

5) デザイン

MotifやOPENLOOKではスタイルガイドを定めてオブジェクトの意味を統一している。例えば、右はユーザが操作できるボタンを表し、押されたら必ずアクションを返す仕組となっている。従って、操作対象ではないものにこのようなデザインを用いることは許されない。ちなみに、これらは立体感を出すため、光が当たり影ができる角度やその色使いまで細かく規定されている。右下図のオブジェクトは一見するとプッシュボタンを示すようだが、光が下から当たることを示すこととなり、認められない。



なお、ユーザの操作にリアクションを返すことはとても重要なことである。

参考にSmithとMosier(1984)によるデータ表示に関する162のガイドラインの一部の例を下に示す。

スクリーン設計

業務のどの段階でも、ユーザが必要としているデータは何でも表示できるようにする。

直接ユーザが利用できる形式でデータを表示する。表示したデータをユーザに変換させてはならない。

特別なタイプのデータ表示に関しては、複数の表示の間で書式を統一する。

短く簡潔な文を用いる。

否定的な表現より肯定的な表現にする。

リストを並べる場合には、何らかの論理的な原則を適用する。何もないければ、アルファベット順にする。

ラベルは、関係するデータ領域の近くに配置し、少なくとも1つ以上の空白でデータ領域と分離する。

アルファベット順のデータは左にそろえ、走査しやすくする。

複数ページにわたるディスプレイでは、ページごとにラベルを付けて、他のページとの関連を示す。

表示にはすべて、タイトルかヘッダを最初に付け、簡潔にその内容を示す。少なくともタイトルと本体との間は1行空ける。

大きな記号のサイズは、その次に大きい記号より少なくとも高さを1.5倍にすべきである。

いくつかのカテゴリの中からデータを素早く識別しなければならないアプリケーション、特にデータの項目がディスプレイ上に散らばっている場合には、色を利用することを考慮する。

ブッキング（明滅）を用いる場合には、ブリンク間隔を2～5 Hzにし、少なくとも50%のデューティ・サイクル（ONの間隔）を確保する。

1つの表示枠を超える大きな表に関しては、テーブル内に表示されるすべての部分で、行の見出しと列のラベルが分かるようにする。

しばしば起こるように、データ表示に関する要求事項が変わった場合、ユーザー（またはシステム管理者）が必要に応じて変更できる手段を提供する。

5 ユーザインタフェースを構成するソフトウェアの設計

5.1 概要

ソフトウェア制作の一般的なフローを図-5.1に示す。実際には、外部仕様が完全に定まって、ソフトウェアの完成まで変更がないことは少なく、特にユーザインタフェースのプログラム制作においては、その様々な段階において仕様の変更が発生することが多い。

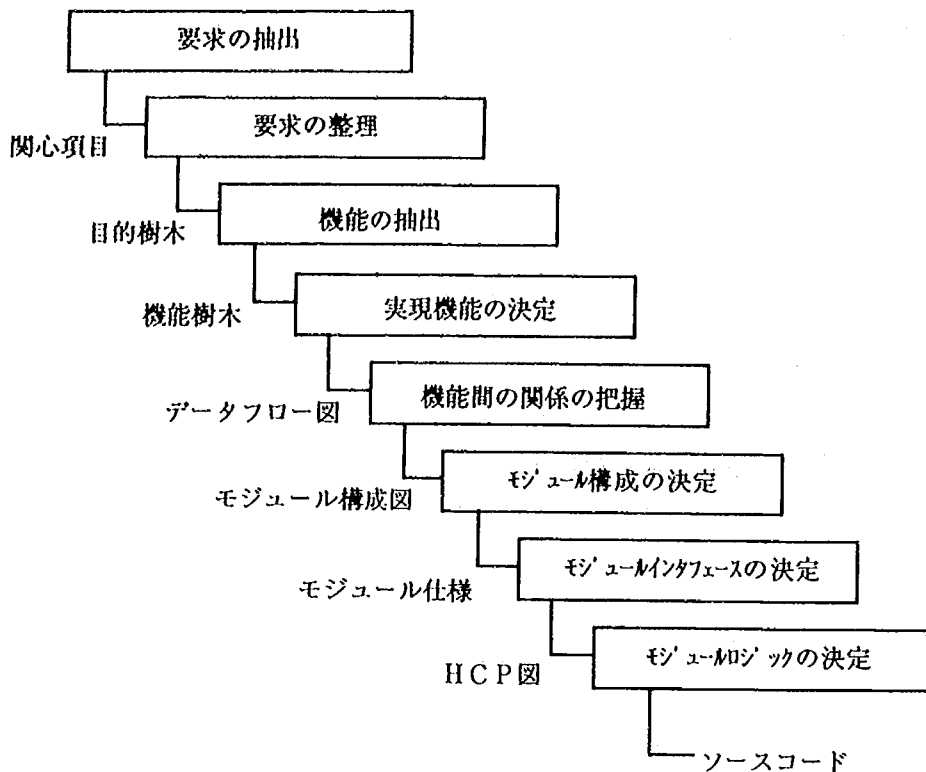


図-5.1 ソフトウェア設計の流れ

また、システムの稼働後にも、ソフトウェアの追加や変更が余儀なくされる。前述した図-5.1はソフトウェア制作の時間的な流れであるのに対し、既存システムにおけるソフトウェアの（空間的な）配置を図-5.2に示す。

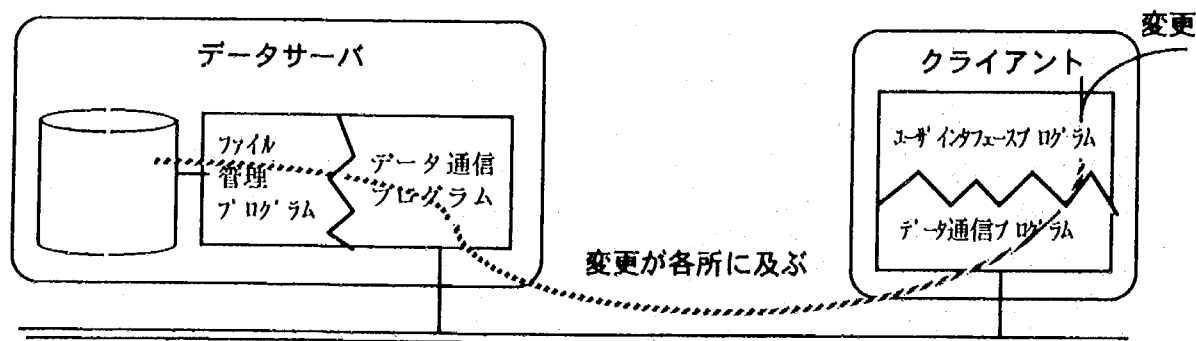


図-5.2 現在のプログラム配置

既存のソフトウェア構成においてユーザインタフェースに変更があった場合には、図-5.3のように各部の仕様変更が発生することがある。

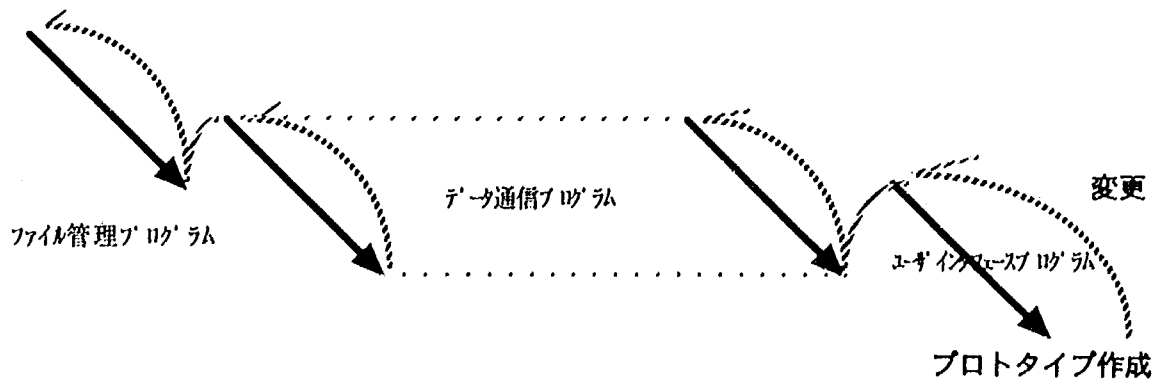


図-5.3 現在のシステムのユーザインタフェース変更

このようなシステムの変更においてソフトウェアの変更を局所化するためには、プログラム間の独立性を高め、また、プログラムをモジュール化し、それらの独立性を高めることが有効な手段である。図-5.4は、データ管理、データアクセス、ユーザインタフェースを夫々独立させた場合の理想的な例であり、ユーザインタフェースの変更は、クライアントマシン上のソフトウェアに局所化され、データサーバには影響を与えていない。このような構成の場合には、プロトタイピングによるユーザインタフェースの制作も大きな効果を上げることができる。

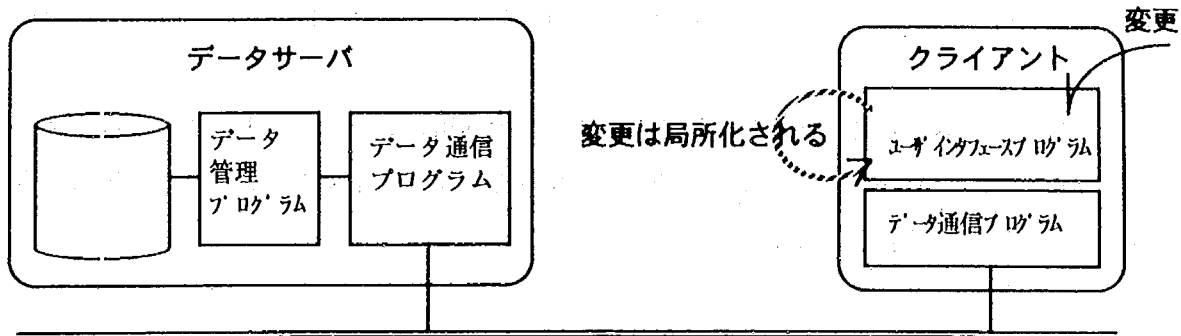


図-5.4 プログラムをモジュール化した例

しかし現状では、ユーザインタフェース向上策の一つとして特定の画面の応答時間を短縮するために物理データベースの実装をチューニングするなど、データ管理ソフトウェアまで一貫して設計を行うこともあるが、スピードの改善はハードウェアの進歩により実現される事項でもありシステムが大規模になるほど、プログラムを機能ブロック化し、独立させることは必須の構成手法となる。

5.2 河川情報システム、道路交通情報システムにおけるユーザインタフェースの構成

前節のソフトウェア配置は、サーバとクライアントを対象とするシステム全体についてであった。これらは第1編データ管理に譲ることとし、ここでは、河川情報システム、道路交通情報システムにおけるユーザインタフェースの中心をなすクライアントマシン上のソフトウェア構成のモジュール化を検討する。

さらにユーザインタフェースソフトウェアもシステム全体同様に機能毎にブロック化させることが考えられる。本調査では河川情報システム、道路交通情報システムにおけるクライアントマシン上のソフトウェア構成を次のような機能ブロックに分解した。

上記のうち、OS及びウィンドウシステムは既存のシステムにおいてもほぼ汎用のソフトウェアを使用しているが、その他の地図処理、オンラインデータ表示処理及び通信は、それぞれ、OSのシステムコール等を用いて個別に作成されてきた。しかしながら、これらのソフトウェアが任っている機能のかなりの部分は、汎用のソフトウェアや機能が拡張されつつあるOSに代替させることができるのではないかと思う。

例えば、背景地図におけるGIS（地理情報システム）の利用、データ加工表示におけるスプレッドシートの利用、通信におけるミドルウェアの利用、プロセス間通信やマルチタスクの利用による異なるアプリケーションの統合などである。

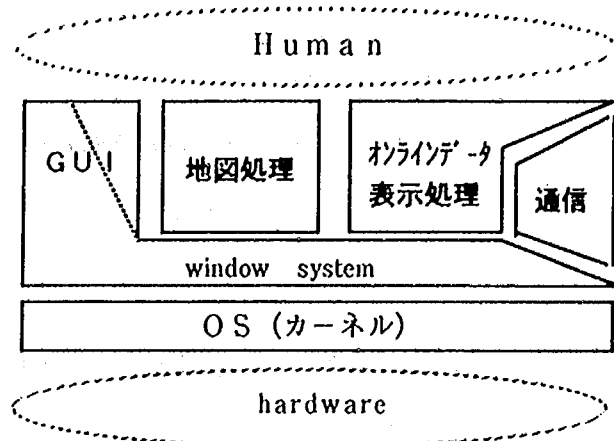


図-5.5 ユーザインタフェースソフトウェアの機能ブロック

6 テストシステムの設計

以上の検討を実証するため、また、ユーザインタフェースの検討では心理学的な統制実験が有効であり、ペーパーマシンのみでは十分な測定ができない。これらの理由により、テストシステムを構築した。本節ではテストシステムの構築方式について述べる。

6.1 ユーザインタフェースの原則的ガイドライン

設計を行うにあたり、ユーザインタフェースの原則的ガイドラインとして次の9項目を設定した。

- ユーザが求める処理を正しく行えることを目的とする項目
(意外性を最小にし、ユーザの制御感、メンタルイメージ (ソフトウェア構造の正確な認知イメージ) を形成させるための項目)
 - 1) 言葉遣いやフォーマット、手順に一貫性を持たせる。
 - 2) 指示に対する応答を予測できるものとする。
(ソフトウェアの操作方法を簡単に学習できるものとするための項目)
 - 3) 短期記憶領域の負荷 (特に装置に依存する低レベルの構文情報) を最小限にする。
 - 4) 逆操作を許し、エラー処理を簡単にさせる。
 - 5) 関連する既存の多くのユーザインタフェースとの親和性を持たせる。
- ユーザがより良く利用できることを目的とする項目
 - 6) 優れたグラフィック・デザインを構築する。
 - 7) 頻繁に使用するユーザに近道を用意する。
 - 8) 有益なフィードバックを提供する。
 - 9) 段階的な達成感を与える対話を実現する。

6.2 設計

ソフトウェアの操作制御方式は次のとおりとした。ユーザレベルと対比して考えると、初心者やたまにしか利用しないユーザにとってメニューには2つの大きな利点がある。

- 1) 設計のよいメニューでは、メニュー自身の構造や選択項目の構造からソフトウェアの構造が容易に理解できる。ソフトウェア構造の正確なメンタルモデルを形成できることは、統制された状態にあると感じさせるために重要な要素である。
- 2) 人間の能力について、記憶したものを思い出すよりも情報を認識する能力の方が優れているという特徴を活かすことができる。

一方、熟練したユーザにとっては、メニューに従って操作することにより生ずる思考や作業の中断（間）がなく、システムの応答（再描画）が短く、ユーザの記憶から想起される情報に従って操作するコマンド入力が、効率やシステムに対する制御感覚の面で好ましい。

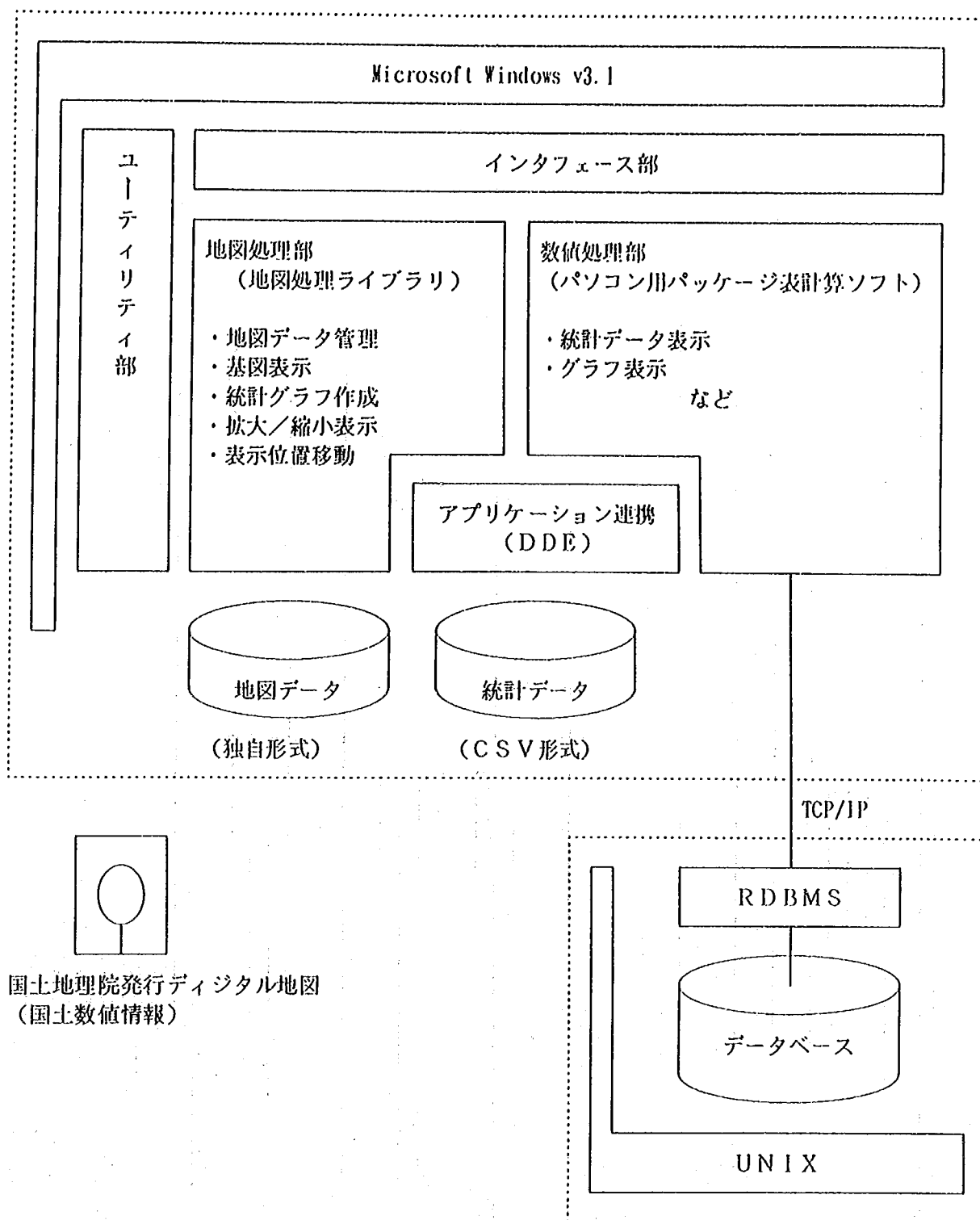
河川情報システム、道路交通情報システムにおいては、ハードウェアによる特段の制約がない場合はほとんどメニュー方式（ポイントアンドセレクト）が用いられており、これは、コマンド入力方式が利用場所による表示情報の違いにより、操作がシステムに依存する欠点によるものと思う。これを異動するユーザが学習し、使い、記憶するには2つの問題点がある。

- 1) このような詳細事項はシステムによって異なるだけでなく予測が難しいこと。
- 2) 些細な設計上の特徴が装置によって異なると、操作法とその機能を対で記憶しておく対連想学習の効果が上がらないため、ユーザーには相当負担になる。

したがって、テストシステムでは、効果的なメニューシステムの作成を第1に、コマンド入力の効果を得るためのショートカットキーを次のステップとして考えた。通常、初心者には操作に制限をつけて単純にしておくことが最適だが、慣れてくるに従ってより高い機能性を求めるようになる。段階的あるいは階層的な設計手法を取り入れておくのも、初心者から熟練者まで上達に合わせて使うことができるようにする1つの方法である。ユーザーの能力が向上するにつれ、実行速度および大規模な機能性の進歩が求められるからである。

ソフトウェアはモジュール化と汎用ソフトウェアの機能を有効利用することにより、個別開発部分を少なくし開発コストを低減するとともに、ユーザインタフェースの変更を容易にした。次頁以降にシステム構成などを示す。

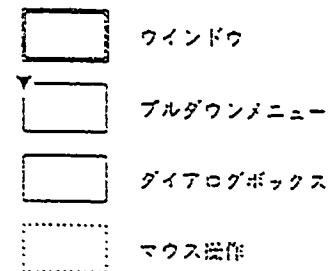
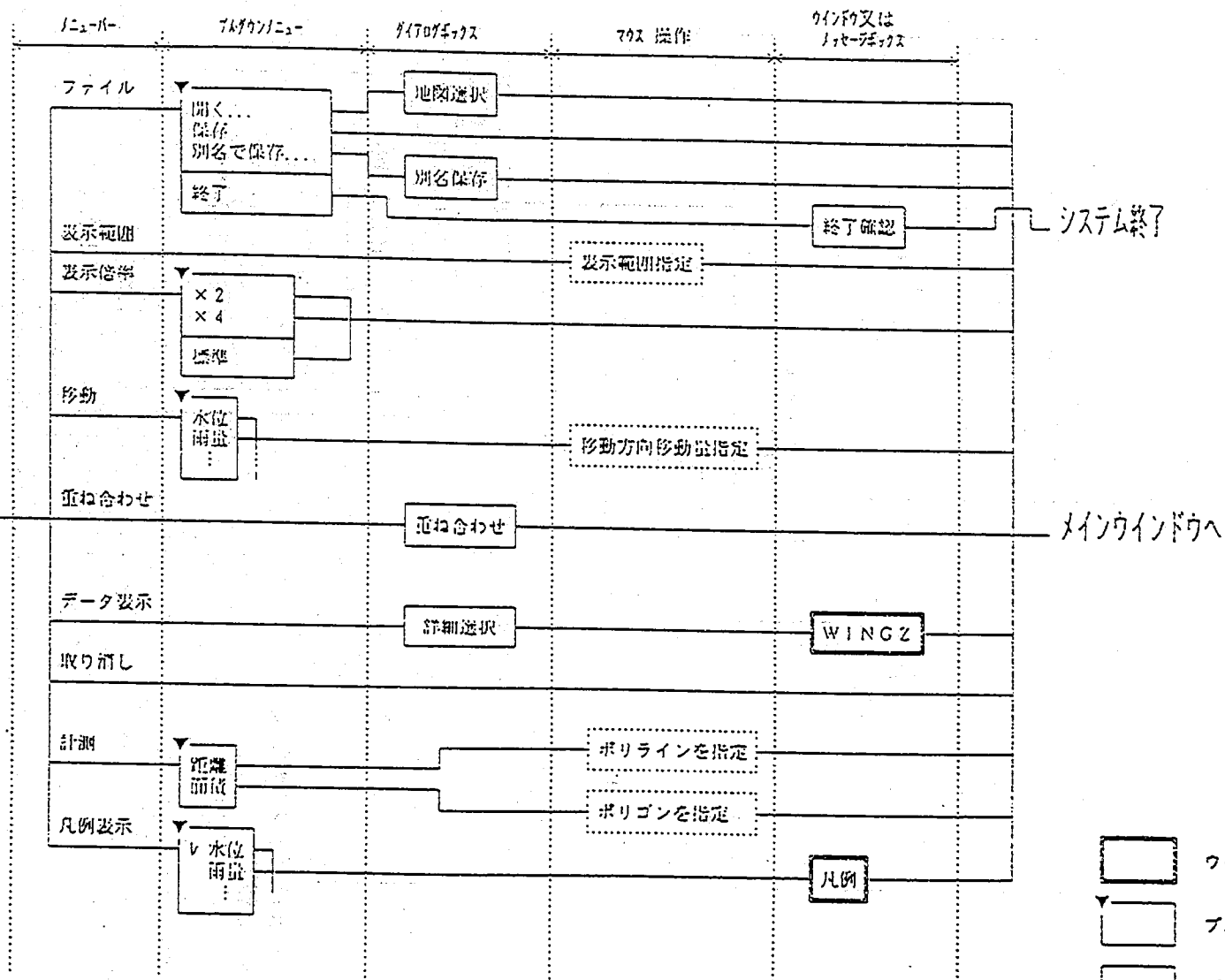
(1) OS、(2) ウィンドウシステム、(3) 表示用ソフト（データ表示プラットフォーム）は汎用ソフトウェアを用いており、(3) 表示用ソフトウェアではデータの自由な加工、例えば、3次元グラフ表示などを容易に可能にしている。また、従来個別に作成していた背景画面は(4) GISが受持ち、そのデータ（利用地図）は国土地理院発行の数値地図を用いている。GISにより背景に道路（高速道、国道、地方道など）や河川、行政界、鉄道、その他地図データとして格納されているものを個別あるいは同時に背景画面として利用できる。また、モジュール間の(5) データ連携ソフトはクライアント上ではOSで提供されるDDE（ダイナミック＝データ＝エクスチェンジ）を用いた。

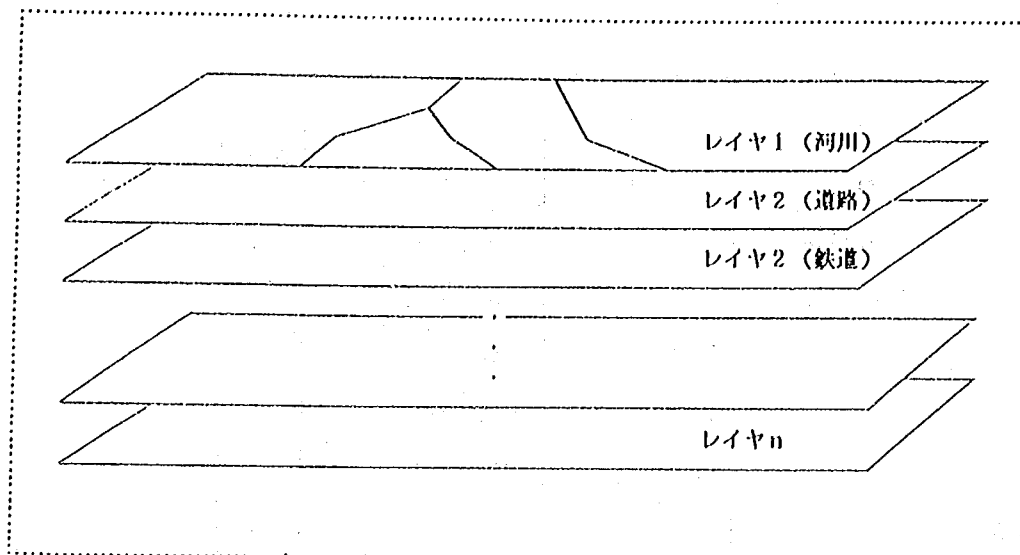


システム構成図

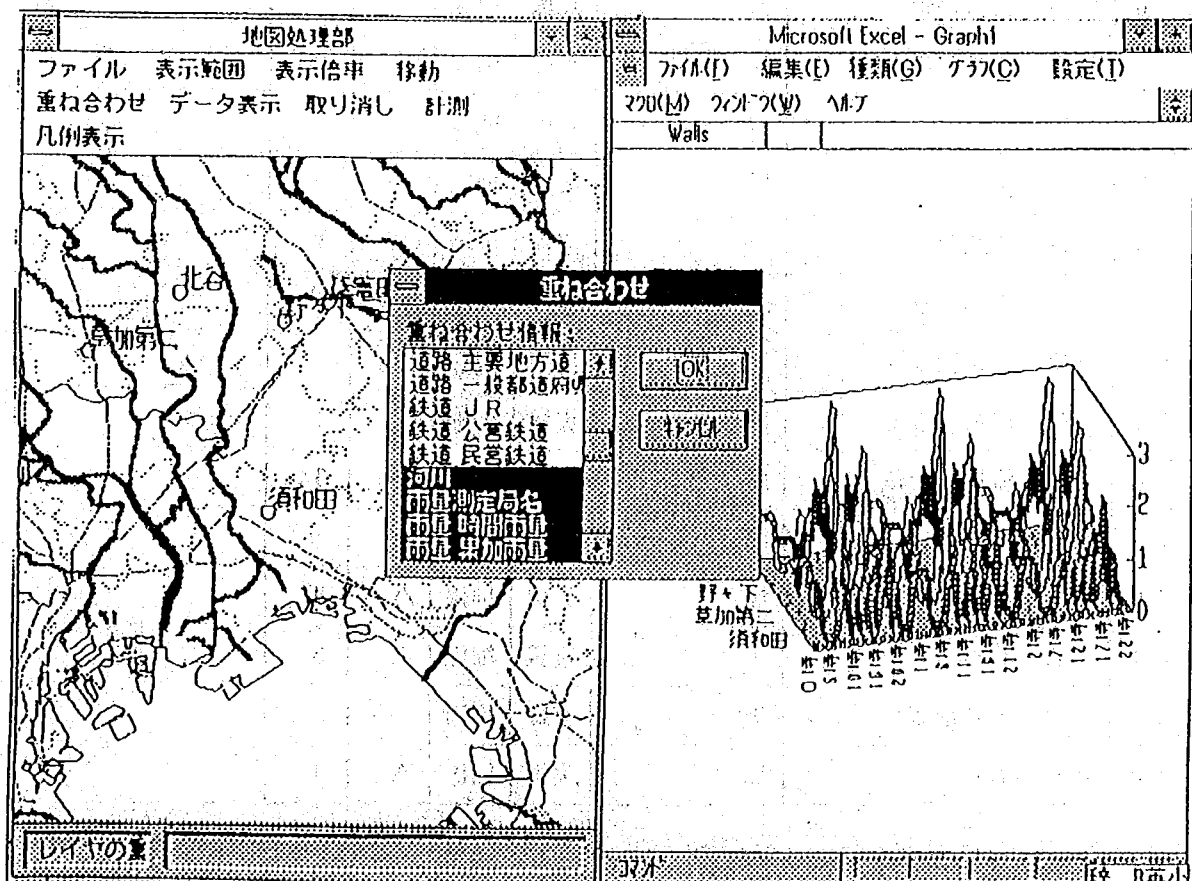
メニュー構造図

メインウインドウ





地図処理部では、建設省国土地理院発行のデジタル地図（国土数値情報）をもとに、独自形式の地図に置き換え、レイヤ（重ね合わせ）単位で表示・非表示をおこなうことができる。使用しているレイヤは、海岸線、河川、行政界、湖沼、鉄道、道路、観測所などがある。実際の例を以下に示す。



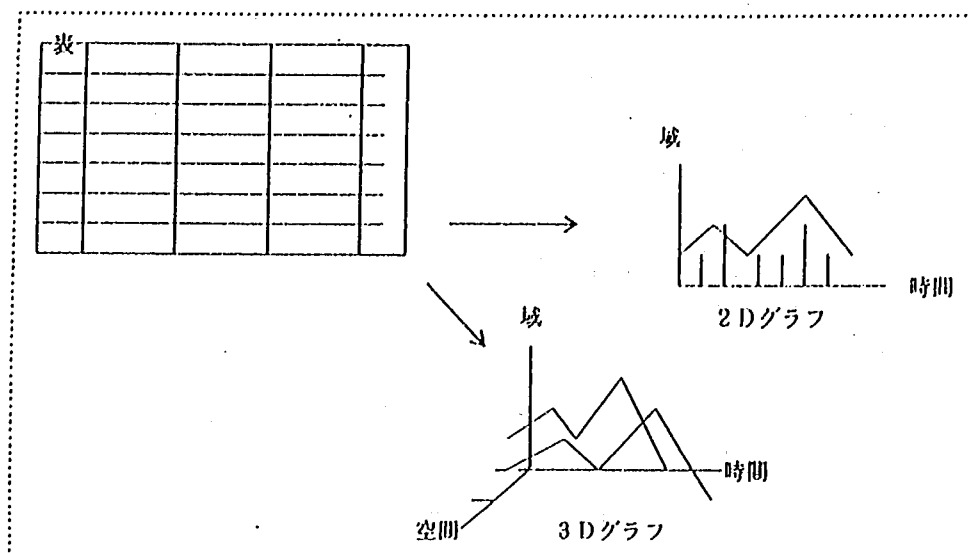
地図処理部

地図データの属性について

今回作成した地図データは、以下の通り属性を設定

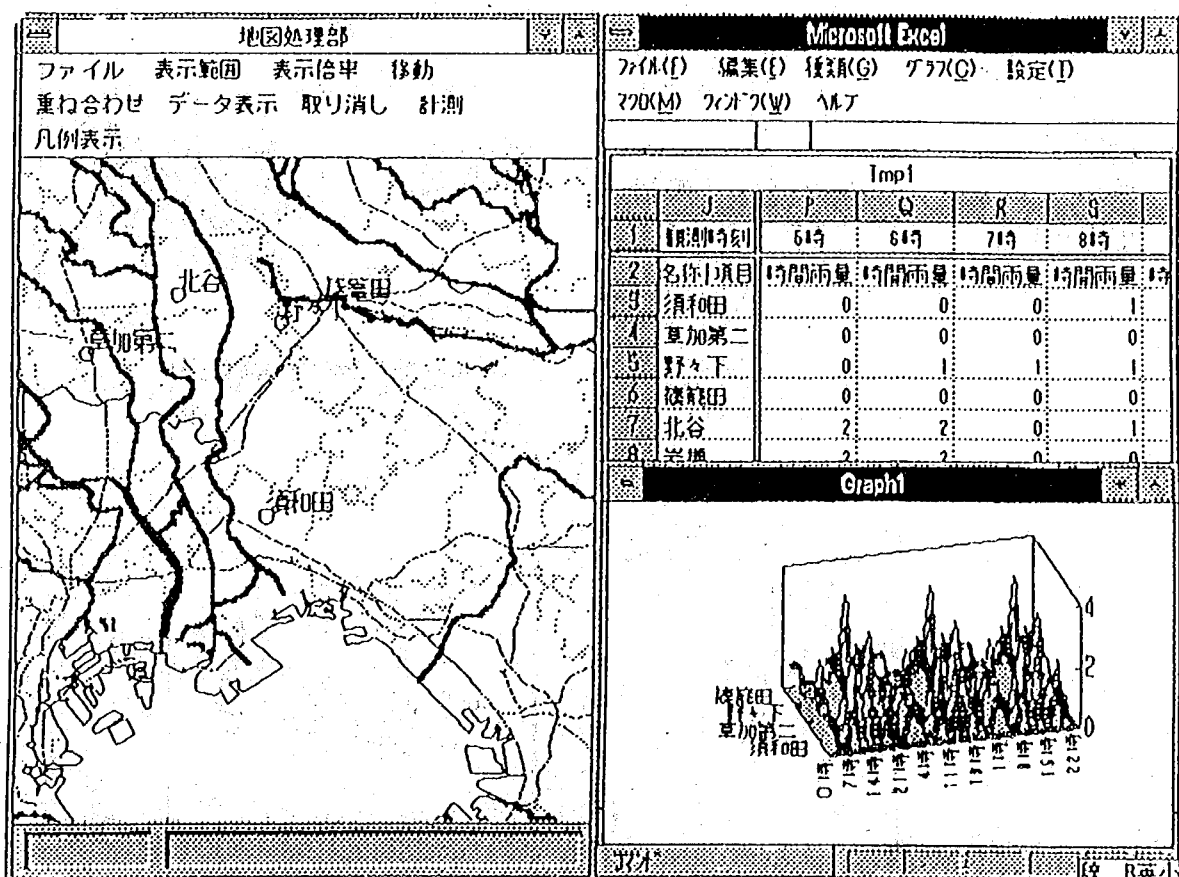
表示 順序	レイヤ名	表示色	線種	線幅	マーカー	表示 サイズ	備 考
1	行政界 都道府県界	黒	実線	細線	—	—	
2	行政界 市区町村界	グレー	実線	細線	—	—	
3	海岸線	黒	実線	細線	—	—	
4	湖岸線	青	実線	細線	—	—	
5	道路 高速	シツ 低輝度	実線	太線	—	—	
6	道路 一般道	赤	実線	細線	—	—	
7	道路 主要地方道	緑	実線	細線	—	—	
8	道路 一般地方道	黄色低輝度	実線	細線	—	—	
9	鉄道 J R	黒	点線	細線	—	—	
10	鉄道 公営鉄道	ゼンガ	点線	細線	—	—	
11	鉄道 民営鉄道	赤	点線	細線	—	—	
12	河川	シツ	実線	細線	—	—	
13	雨量測定局名	黒	実線	細線	—	—	
14	雨量 時間雨量	黒	実線	細線	○	3	
15	雨量 累加雨量	黒	実線	細線	○	3	
16	水位・流量測定局名	黒	実線	細線	—	—	
17	水位・流量 水位	黒	実線	細線	□	3	
18	水位・流量 流量	黒	実線	細線	□	3	
19	水質測定局名	黒	実線	細線	—	—	
20	水質 水温	黒	実線	細線	△	3	
21	水質 C O D	黒	実線	細線	△	3	
22	水質 溶存酸素	黒	実線	細線	△	3	
23	水質 B O D	黒	実線	細線	△	3	

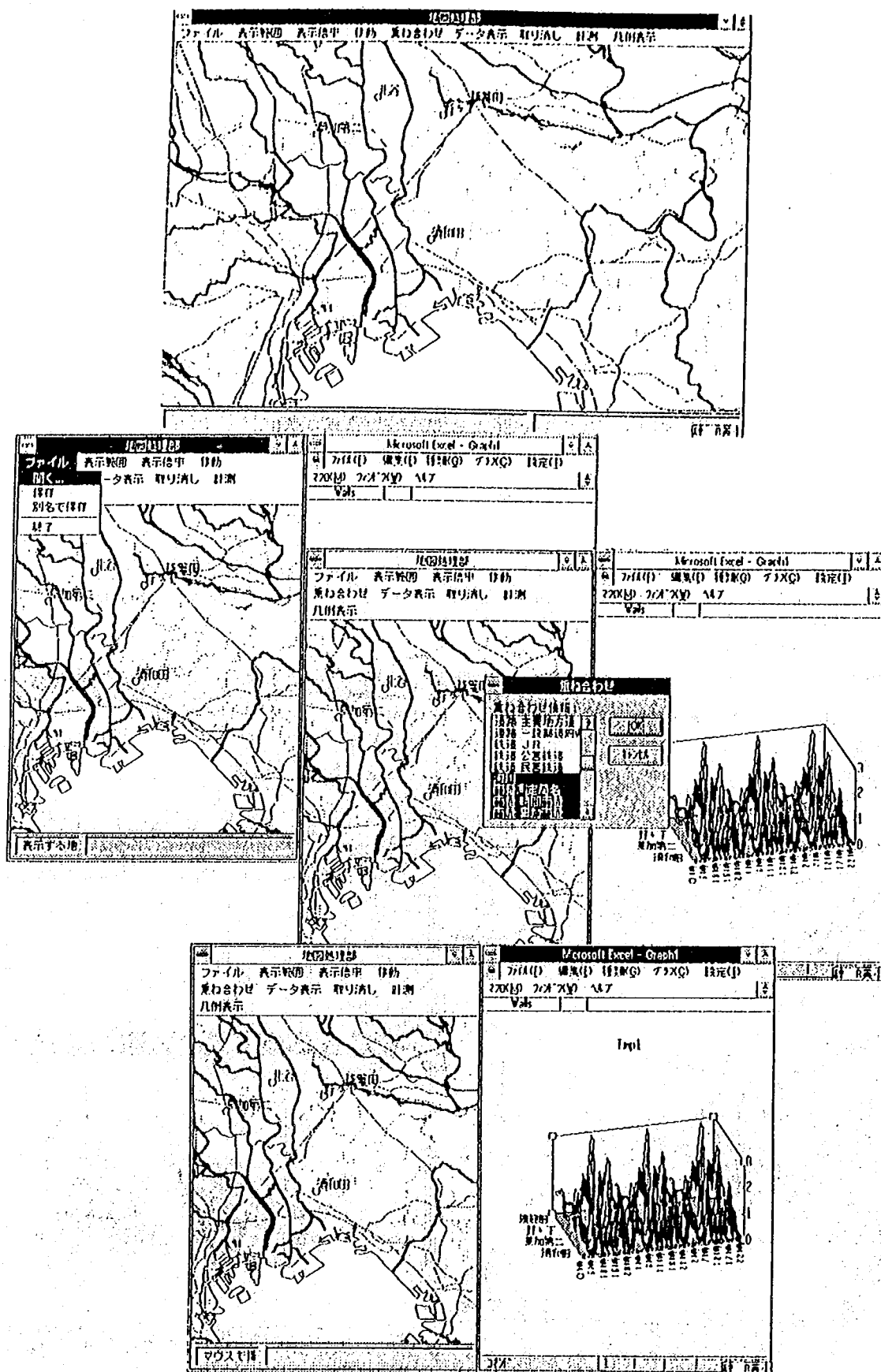
投入地図属性



地図処理部で指定した場所（観測所など）の情報をもとに、表示する時系列データの表やグラフを作成する。また、数値処理部に利用した表計算ソフトウェアにより、多角面での情報を自由に得ることができる。

実際の例を以下に示す。





画面例

7 課題

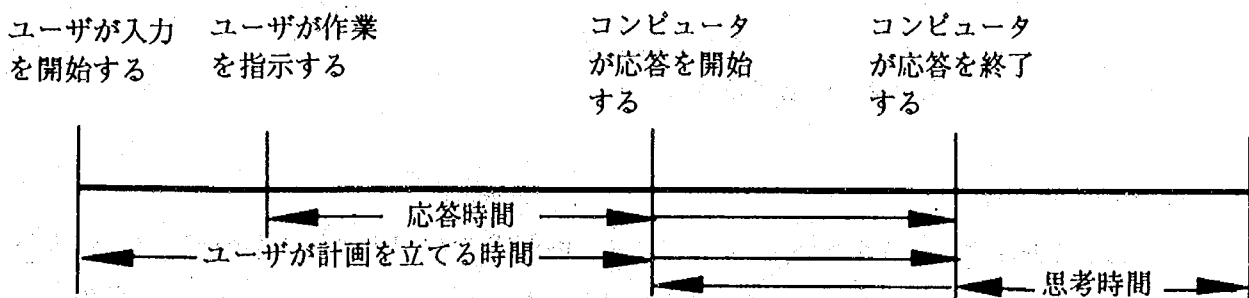
7.1 ユーザインタフェースの改善

ユーザインタフェースの設計は、設計者やユーザの直観やフィーリングに依ることが多いように思われる。しかし、今まで述べたように人間工学や心理学、特に認知理論に基づく科学的アプローチが適用できる部分も多く、近年はマニュアルの作成やオンラインヘルプなどへもその対象を広げつつある。これらの研究においては内省や直感的洞察による方法に対し、正確さ、一般性、厳密さを追及するため心理学的な統制実験手法を行う方法がある。

また、ユーザインタフェースの検討には、動的な要素との関連も無視できない。すなわち、ペーパーマシンではなくコンピュータの操作そのものを通じてしか検討し得ない項目も多い。例えば、応答時間（ユーザの選択に応じてシステムが表示を開始するまでの時間）や表示速度（メニューが表示される際の1秒あたりの表示文字数）とメニュー設計との間には次の関係がある。

システムの応答時間が遅いと、メニューの階層が深い場合や複雑な検索をするとき、ユーザはいらさせられる。表示時間が遅い場合には、長いメニューは表示量が多くなるため、やはりユーザをいらだたせる。したがって、応答時間がかかるときには、1メニューあたりの項目数を増やして必要なメニューの数を減らし、表示速度が遅い場合には、表示時間がかからないように、項目数を減らした方が得策である。（システムの応答時間が長く表示速度も遅いときは、メニュー選択は適しているといえない。その場合には、ユーザの記憶の負担が増えても、コマンド方式のほうが有効になる。）

それでは、ユーザの要求する時間はどのようなものであろうか。ユーザがシステムを利用する時間を図のようにモデル化した場合には、例えば、特定の画面を分析的に利用する場合と単なるブラウズではユーザの要求する時間が異なることも予想される。



図一7.1 応答時間、計画の時間、思考時間のモデル

このように応答速度や、その他メニュー構成、画面遷移などを検討し、ユーザインタフェースをさらに改善させるには、テストシステムを用いてこれらの実験を行う必要がある。実験、つまり還元主義的方法論を適用するには、次のような手順とする必要がある。

- ・検証できる仮説を明文化する
- ・少数の限られた独立変数を操作する
- ・特定の従属変数を測定する
- ・ただし、被験者を十分に注意して選択し、実験に割り当てること
- ・また、条件の片寄りを制御する
- ・統計的検証法を適用する

対象となるユーザ層と作業項目が決まった後は、ヒューマン・ファクタの目標を決めることになる。目標の例として次のようなものが挙げられる。

・学習時間

対象となるユーザ層の一般的なメンバーが、一連の作業を行うのに必要なコマンドの使用方法を覚えるまで、どの程度の時間を要するか。

・実行速度

標準的な一連の作業をどのくらいの時間で遂行できるか。

・ユーザが引き起こすエラーの割合

標準的な作業を実行中に何回、どのような種類のエラーが起きるか。エラーを起こし、訂正する時間は実行速度と関連があるか、エラー発生はシステムを使う上で避けられない要素である。このため、多方面にわたって研究する価値がある。

・長期にわたる記憶

1時間、1日、1週間後に、ユーザが一度習得した知識をどの程度覚えていられるか。記憶力は学習時間と深く関連し、使用頻度も重要な要素である。

なお、測定にはプロトコル解析（操作者の動作や反応を記録して解析する）やアンケート、シンキングアラウドなどがある。

7.2 ユーザインタフェースソフトウェアの開発

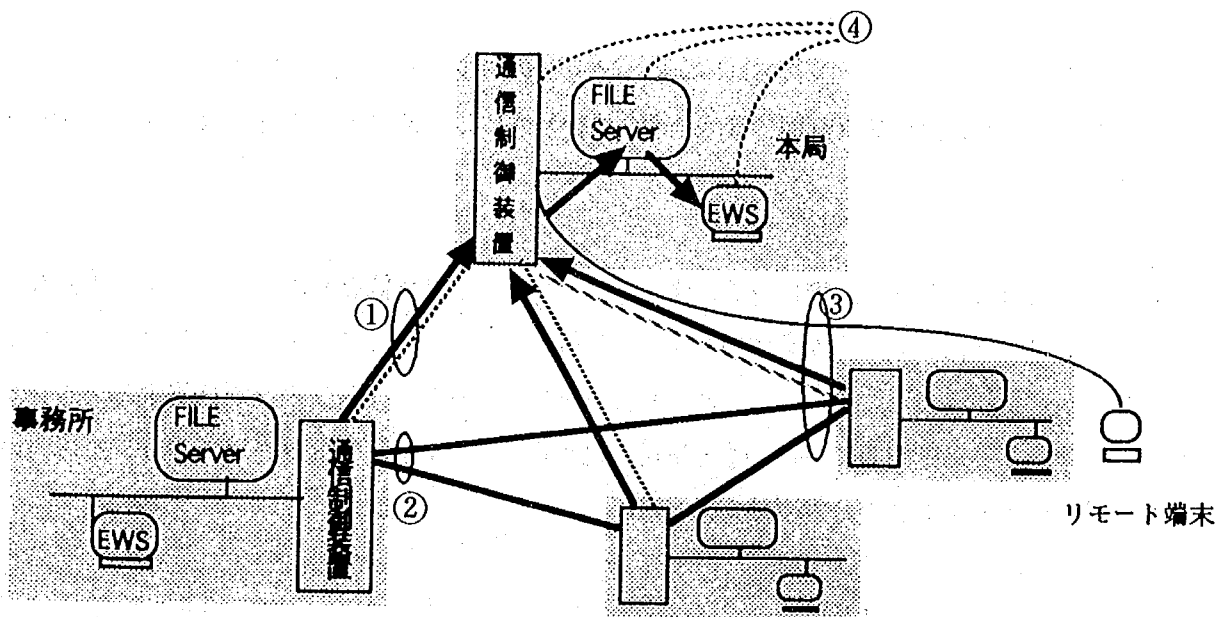
ソフトウェアの管理体制

ソフトウェアの部品化、資産管理を行うことにより、例えば、ソフトウェア部品のデータベースが考えられる。これを利用しソフトウェアの再利用を促進することにより、コストの低減、後期の短縮、品質確保を実現することができる。

さらに、技術革新を阻害しない領域においてOS、ウィンドウシステム、表示画面作成手法／ツール、表示モジュールを構成するソフトウェア群、すなわち汎用の技術を導入できる部分、個別に制作すべき部分、ユーザの設定に任せる部分の仕分けを行い、必要に応じ標準化を検討する必要がある。

1 概要

従来の河川情報システム、道路交通情報システムは、主に専用線方式によるデータ通信を行ってきた（図-1.1(A)）。これらシステムのデータ通信路は、広域的かつ高度な管理の必要性から、更に、同一水系の事務所間、同一路線上の隣接事務所間など網の目のように整備されようとしている。これに伴い、データ量や接続点の増大により、回線容量やコスト、管理労力を増大させている。すなわち、事務所等のデータを本局に伝送するツリー状（縦）のネットワーク整備に加え、これら多数の事務所（N）間を専用線で結ぶとすれば、その回線数はほぼ N^2 に比例（ $N \times (N - 1) / 2$ ）する。これらがシステム種類毎に必要なことを考えると、専用線によるデータ通信は回線容量、通信網管理の点から限界を来すことが予想される。



- ①コンピュータ間の通信のために宛先毎に専用線を準備（論理バス＝物理バス）
- ②広域的な管理に伴う斜回線の増加（回線数は $N \times (N - 1) / 2 \times \text{システム数} \times (\text{収集、配信、交換})$ ）
- ③1台のリモート端末のためにも大量のデータにも同じように64Kbps×1を利用
- ④データの増設に伴い、個別にプログラム開発やハードウェア増設が必要

図-1.1 (A) 現在のデータ通信の構成

しかし、建設省専用通信網のデジタル回線への移行及び情報通信技術の進歩に伴い、より優れたデータ通信網を構築するための手段が得られるようになった。すなわち、建設省デジタル通信回線と各所のLANを利用したLAN間接続の活用である（同図（B））。LAN間接続網を採用した場合には次のような数多くのメリットを享受できる。

(1) データ通信の諸特性の改善

可用性、回線利用効率、経済性、運用性など、現在のデータ通信上の問題の改善が可能である。

例えば、ある容量まではデータ通信路を変えずにシステムや端末を増設でき、接続された本省、本

局、事務所、研究機関などでの容易なデータ交換が可能となるなど柔軟なデータ通信路が迅速に入手できる。

(2) 情報通信システムの構築、運用における改善

空間的な距離を意識せずに、より自由にデータ交換を行える（システムの真のネットワーク化）ため、遠隔地にあるデータやハードウェア、ソフトウェアを有効利用できる。また、通信制御装置や重複する装置の削減など広域的に最適なシステムを構築できる。

(3) 新たな情報利用、システム利用への展開

空間的な距離を意識せずに（遠隔地の）情報やコンピュータを利用できることにより、新しいシステムのPRやプロトタイプの説明などを、（マシンを持ち込まなくても）手元にあるマシンで行うことができる。

しかし、LAN間の接続には、システムの構成、ノードの増設などを全国的に考慮した計画を策定する必要がある。もし、全国的な計画、管理を十分に行わずにLAN間接続を行えば、重大な障害を引き起こす。

本調査では、局所的なLAN形態は勿論、建設省デジタル専用回線を利用し、多様なシステムを広域的にネットワーク化するための具体的なプランの第1ステップとして、①「LANアドレス」に関する標準（案）を作成した。さらに、これを基にしたデータ通信ネットワークを構築するため、②データ量、回線などと遅延時間の関係、③可用性、遅延時間の面からネットワークトポロジーについて、また、④ルーティングについて検討を行った。

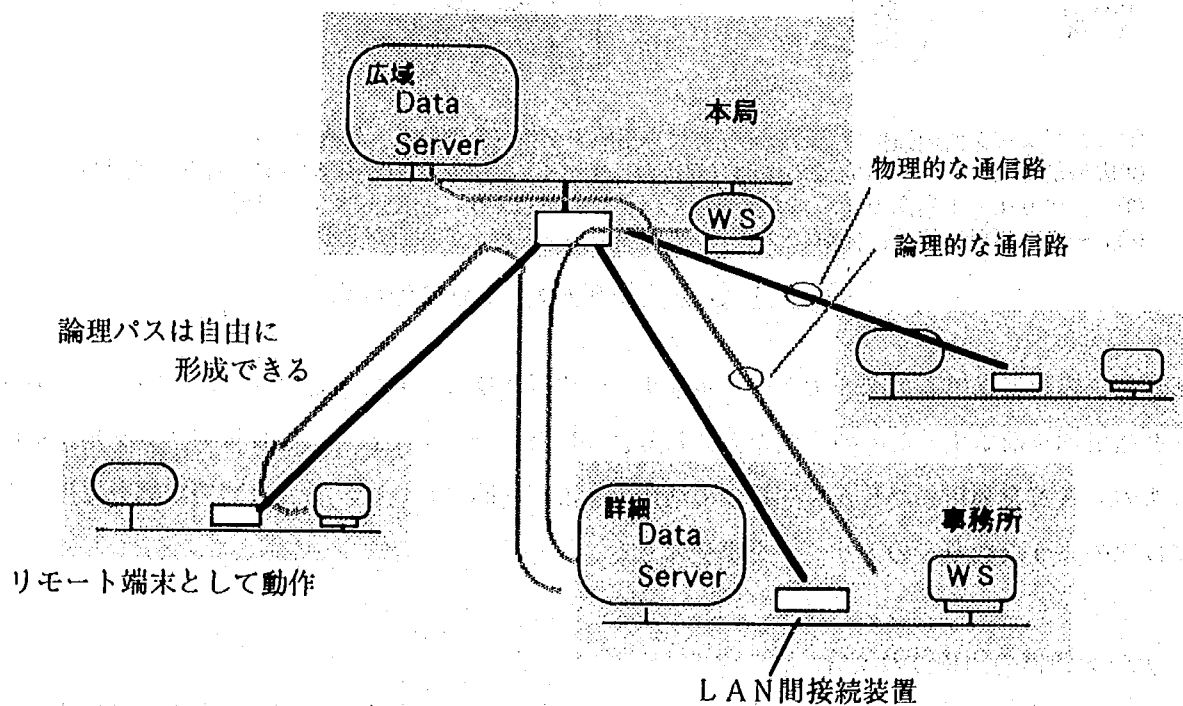
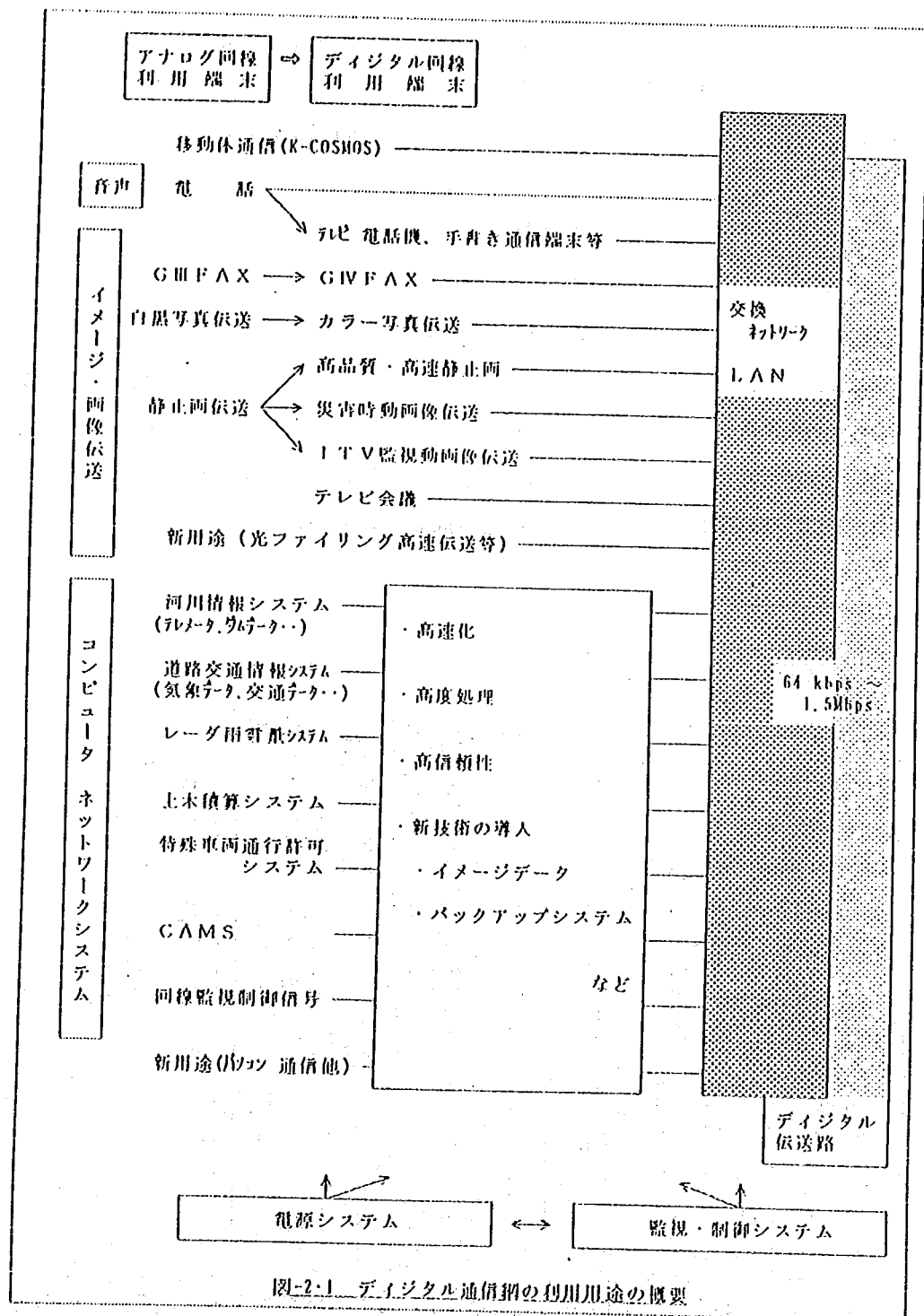


図-1.1 (B) LAN間接続を利用したデータ通信の構成

2 建設省専用通信網におけるデータ通信の現状と課題

(1) 建設省専用通信網の用途

建設省専用通信網は建設省の基幹通信ネットワークとして、本省、各地方建設局、事務所、出張所等を結んでおり、更に（財）河川情報センターによる情報提供になくてはならないものとなっているほか、今後も路車間情報システムなど広範囲に利用されることが予想される。通信網の利用用途の概要を図-2・1に示す。



(2) 建設省専用通信網の通信方式

これらの通信回線は時代のニーズを取り入れ、順次アナログからデジタルへの移行が図られてきた。デジタル回線への移行にあたっては、コストを極力軽減しつつ投資効果を上げるため、老朽化した装置の更新時にデジタル通信装置を導入し、更にアナログ/デジタル変換を極力少なくする方法を採用している。このため、主な通信回線はデジタル、迂回回線はアナログという構成が多数残存している。

(3) データ通信方式の現状

以上のように、通信網がアナログ回線を含んでいたこと、並びに、交換機やデータ通信ユニット（モデムなど）もアナログ回線に適したものを引き続き使用せざるを得なかったこと、また、防災用データなどは高速性、信頼性を非常に要求されることにより、データ通信は、専用線方式と呼ばれる1:1（point-to-point）の固定回線で行われてきた。その通信路構成上の可用性（機能の稼働性、アベイラビリティ）向上対策は、物理的な回線二重化（具体的には搬送端局装置のG·TRF, CH·TRFあるいは多重化装置のスイッチ群）により実施されてきた。データ通信路の例を図-2.2に示す。専用線方式に対してデータ交換方式があるが、これは、次の理由から普及されなかったであろう。

- 1) システムがハイアラキ構成になっており、データ交換のニーズが低かった。
- 2) 河川情報システムの定時データ収集などの高いトラフィックを扱う必要があった。
- 3) 機械式接点を有するSD型以前のクロスバ交換機等では回線品質の劣下等を生じた。
- 4) 回線交換機にはデータ優先割り当てなどの機能がなかった。
- 5) 回線交換では接続遅延時間を10秒以上要していた。

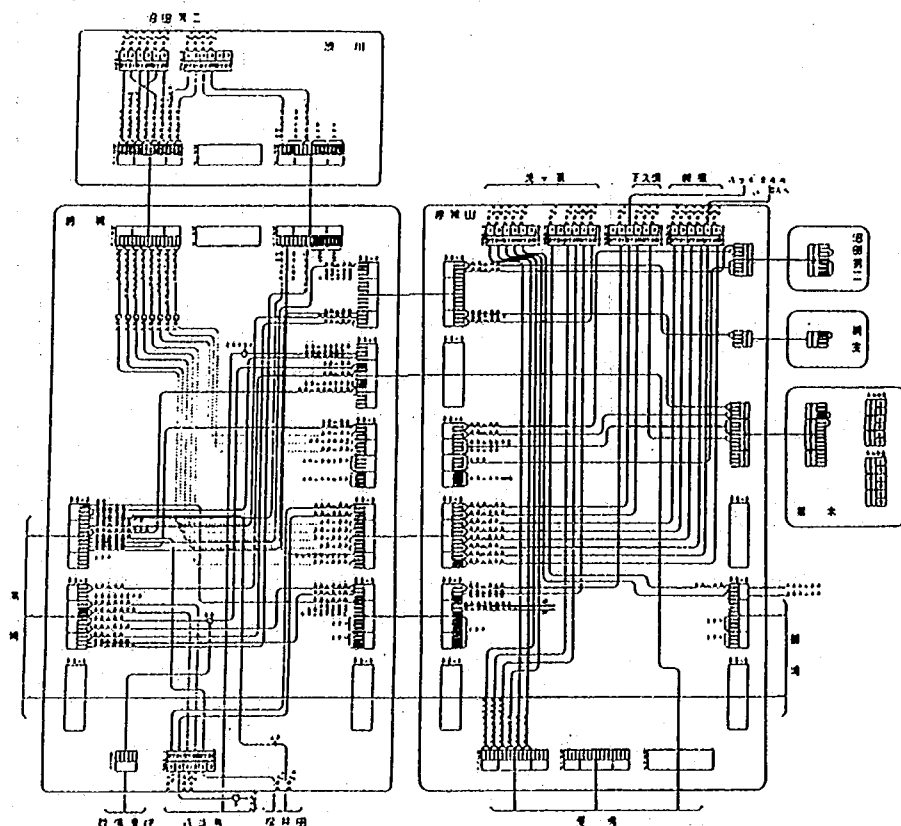
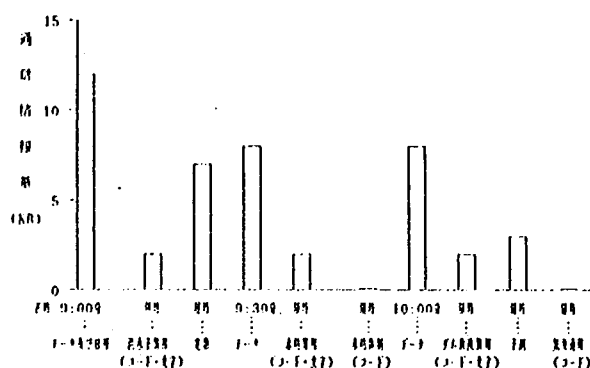


図-2.2 事務所・中継所の通信路の例（相手先毎に通信路を構築している）

(4) 求められるデータ通信

専用通信網における通信量の増加は、電話型端末（電話、ファクシミリ、写真電送装置などの回線交換機利用端末）に比べコンピュータなどのデータ端末によるものが著しい。また、広域的な河川管理、道路管理の必要性から、自事務所の管理区間のデータ収集及び上位局への転送といった階層的な通信形態から、次第に、河川においては上／下流部の水位・雨量データの交換、道路においては隣接区間の気象・提供データなどの交換へとシステム整備が進んでおり、これにともない従来のハイアラキに準じた回線に加え斜回線、また斜回線に対応するシステム整備が行われている。この場合のネットワークの概要を図-2.3に、また、データ通信量の調査結果を図-2.4に示す。

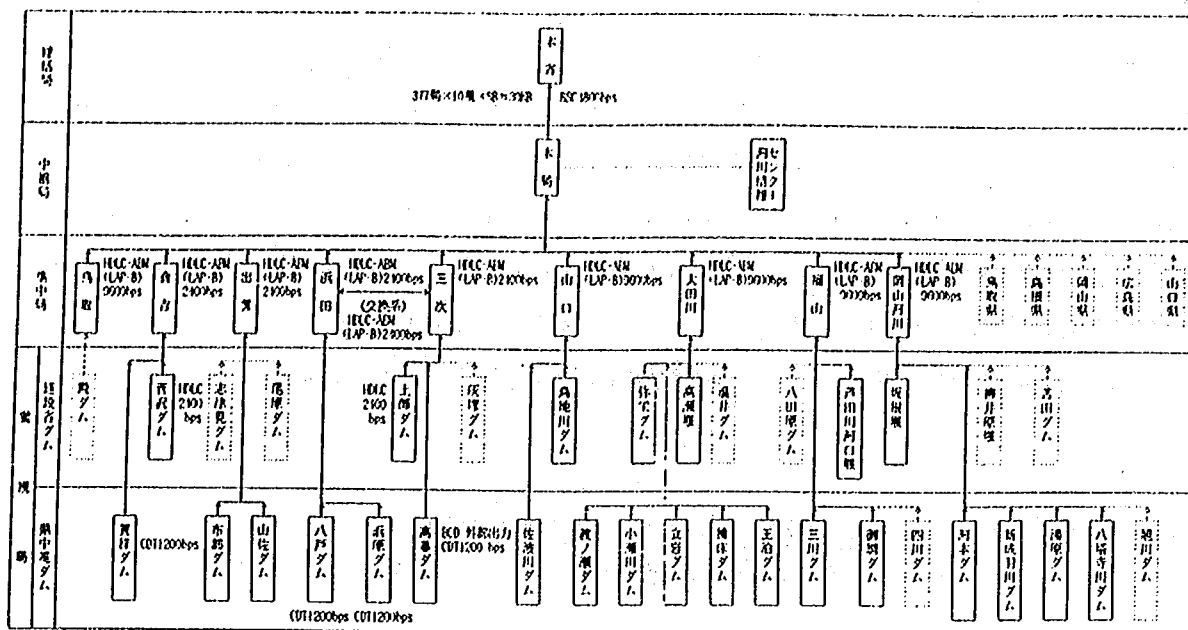
(1) 河川情報システム通信トラフィックの傾向概略（上集分局……中根局の集信系）



(2) 道路交通情報システム通信トラフィックの傾向概略（上事務所……本局集信系）

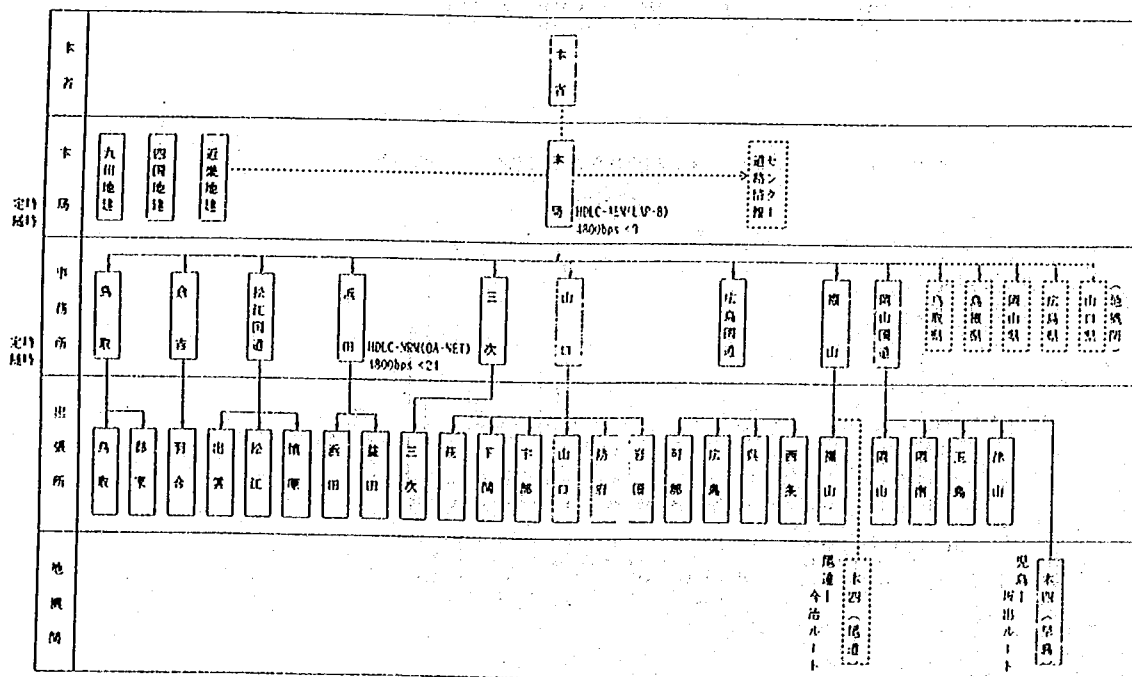


図-2.4 河川情報システム、道路交通情報システムの通信トラフィック



(注) 市町村→県庁局 (地理院データ) 県庁局→市町村 (地理院データ) 市町村→県庁局 (地理院データ)
 1600bps アナログ (モデム) (マイクロ) 1600bps デジタル (マイクロ) 2400bps アナログ (モデム) (マイクロ) 2400bps アナログ (モデム) (マイクロ)

中国地方建設局河川情報システムハイアラキ構成 (集信系)



(注) 市町村→本局 (一部データ) 1600bps アナログ (モデム) (H. Δ年度デジタル化) (マイクロ)

中国地方建設局道路交通情報システムハイアラキ構成 (配信系)

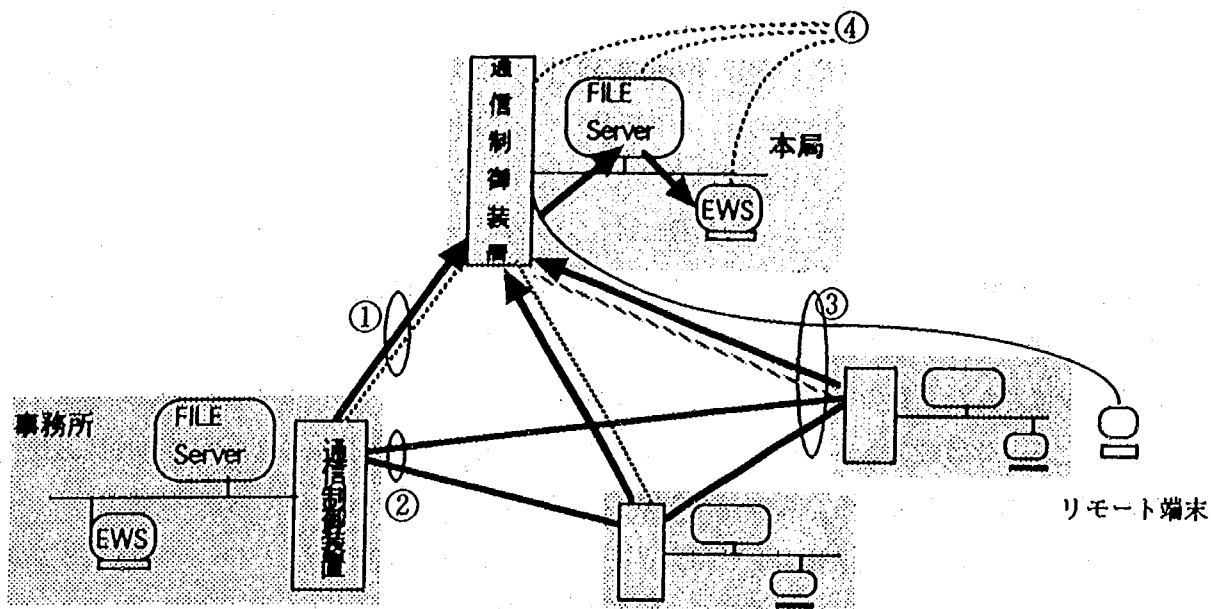
図-2.3 河川情報システム、道路交通情報システムのネットワーク例

(6) データ通信の課題

通信網の利用拡大に伴い、情報量の増加、多地点間のデータ通信による網の複雑化が進行している。これにより、ネットワーク構築・管理の複雑さに伴う管理業務の増大、通信需要への対応の遅れ、可用性確保に対する通信（設備）コストの上昇などの問題が生じている。

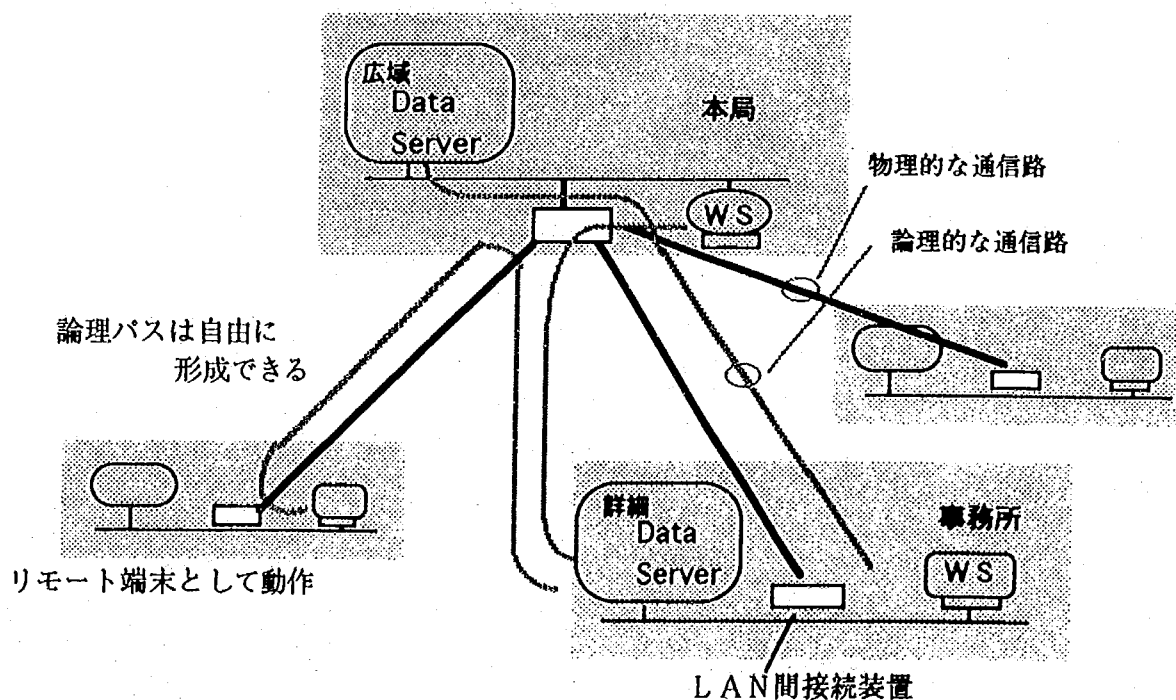
これらの問題を引き起こす大きな原因は専用線によるデータ通信にある。すなわち、データ通信の接続が物理的な通信路に密に依存する専用線に対し、論理的なデータ通信バスを自由に設定できるデータ交換網を構築すれば上記の課題に 대응することができる。更に自由なデータ通信により、情報資源の共同有効利用を指向したシステム形態の実現を図ることができる。このシステム形態とは、各事務所に分散設置された多数の端末装置から任意の複数コンピュータへアクセスして高度のオンライン処理を実行する、分散設置された複数コンピュータを結合し、データ通信システムの処理の多様化及び信頼性向上を図るなどである。この概念を図-2・5に示した。

一方、通信装置の無接点素子化（PCM方式）や、データ処理装置の進歩に伴ってLANを始めとする有効な新たなデータ伝送手段が普及していることなどを踏まえて、より自由なデータ通信網を高い信頼性で利用することが可能となっている。



- ①コンピュータ間の通信のために宛先毎に専用線を準備（論理バス＝物理バス）
- ②広域的な管理に伴う斜回線の増加（回線数は $N \times (N-1) / 2 \times \text{システム数} \times (\text{収集、配信、交換})$ ）
- ③1台のリモート端末のためにも大量のデータにも同じように64Kbps×1を利用
- ④データの増設に伴い、個別にプログラム開発やハードウェア増設が必要

(A) 現在のデータ通信の構成



(B) LAN間接続を利用したデータ通信の構成

図-2.5 河川情報システム、道路交通情報システムのデータ通信の構成

3 調査対象方式

望ましいデータ通信網を構築するための検討を行うに当たり、対象とするデータ通信方式を次のように絞り込んだ。

データ通信網を構築する手段として、基本的なものとして次の四種類がある。

- (1) 従来の専用線による通信制御装置間の直結
- (2) 回線交換機による通信制御装置間の直結
- (3) パケット交換機による通信制御装置間の接続
- (4) LAN間接続装置によるLAN間の接続

また、更にLAN間接続と回線交換機、パケット交換機の組み合わせなど様々な方式が考えられる。しかし、LAN間接続装置と交換機などの複合した組合せでは、システムが複雑になる上、ブリッジでのブロードキャストパケット、ルータでのルーティングパケットなどの発生により回線占有率が高まるなどのデメリットがある。これらに対しては様々な工夫がなされているものもあるが、建設省専用通信網における採用には不向きである。

このため、(1)～(4)に次の観点から評価を加えた。

(1) 可用性

災害や障害に対しても機能停止を起こさない強靱なネットワークであること。

(2) 経済性

ネットワーク及びネットワークを利用するコンピュータシステム（通信制御装置、各種端末装置など）、それらの運用保守管理におけるコストが削減できること。

(3) 機能性

データ通信の基本的な機能を満足し、コンピュータに対して開かれていること。

(4) 柔軟性、運用性

ネットワークの拡張変更が容易で、使いやすいこと。

結果を表-2・1に示す。分散処理の普及に伴って、建設省の各所においてもLANを前提とするシステム構築が進んでおり、これらのLANを最もトランスベアレントに接続できるLAN間接続方式の将来性が高い。また、一般市場においてもLAN間接続方式の普及に伴って装置の開発が進み、選択肢が増し、コストが低下する傾向にある。これらの状況を踏まえ、本調査ではLANによるデータ通信網の設計について調査を行うものとする。

表-3.1 データ通信方式の比較

方式 評価		専用線 (デジタル)	回線交換	パケット交換	LAN間接続
可用性	迂回伝送路の構成	迂回路による二重化 網状の迂回は困難	網状の迂回路構成が可能	網状の迂回路構成が可能	網状の迂回路構成が可能
	利用機器	端局64Kbpsスイッチ	回線交換機	パケット交換機	LAN間接続機器 (ルータ)
	障害時の切替	高速な回線切り替えが可能 ただし、迂回接続まで通信は切断	再接続時間を要する 再接続まで通信は切断	再接続時間を要する ただし、通信は切断されない	再接続時間を要する ただし、通信は切断されない
経済性	通信設備	多重端局装置のチャンネル シート、同切り替えスイッチ	設備交換機の増設チャンネル	パケット交換機	LAN間接続装置
	コンピュータ設備	通信制御装置 (端末・中継数分)	通信制御装置 (端末・中継線分)	通信制御装置 (端末・ 中継線数の集約された数)	
機能性	接続時間	無し	要する	要する	要する
	伝送遅延時間	伝送路遅延のみ	伝送路遅延のみ	伝送路遅延と蓄積処理遅延	伝送路遅延と処理遅延
	伝送品質	回線品質に依存	回線品質に依存	再送処理により向上	再送処理により向上
	通信の多様性	相手固定、分岐可能	相手任意、分岐不可能	相手任意、分岐可能	相手任意、一斉等可能
	情報処理システムとの整合性	通信相手先毎に適用プロトコル、コンピュータシステムの変更・改造等が必要	通信相手先毎に適用プロトコル、コンピュータシステムの変更・改造等が必要	異手順間通信、異速度間通信可能	LANで可能な通信は全て実現可能
構築の柔軟性 運用・管理の容易性		データ通信の場所間に専用線が必要。(端末と中継線の連続管理) 端局の実装で1本毎の管理が必要	交換機とユーザを接続する局内配線のみで提供可能、ルーティング等のソフト面の管理が必要。電話交換網の流用化	同左。但しパケット専用網の構築、管理が必要。	端末をLANに接続すれば通信可能。ただし、論理的な管理が必要

4 LAN及びLAN間接続方式

4.1 LANの概要

(1) LANの分類

LANは、トポロジー（物理的な接続形状）、伝送ケーブル、制御方式、伝送速度などの違いによって、さまざまな種類に分類される（表-4.1）。トポロジーの代表的なものには、バス型、リング型、スター型がある（図-4.1）。現在、広く普及しているネットワークには、Ethernet（イーサネット）、Token-Ring（トークン・リング）、FDDI（Fiber Distributed Data Interface）がある。

Ethernetは、1973年、米国ゼロックス社のPARC（Palo Alto Research Center）にあるコンピュータ・サイエンス研究所のロバート・メトカフ博士が発明したバス型のネットワークで、現在、最も普及している。Token-Ringは、リング型のLANで伝送負荷が均一化されるため、通信量のピーク時にも比較的安定した性能を維持することができる。FDDIは、ANSI（米国規格協会）の業界標準であり、光ファイバー・ケーブルを2本使用した2重リング型のToken-Ringである。伝送速度が高速なため、EthernetやToken-RingのバックボーンLAN（幹線LAN）として普及している。

(2) ネットワークOS

ネットワークOS（NOS）は、プラットフォームの違いによって、多くの種類がある。

ワークステーションのNOSは、UNIXが主流である。UNIXは当初よりネットワーク機能を備えたOS（オペレーティング・システム）であり、UNIXを採用しているワークステーションがネットワークに強いと言われる背景でもある。また、最近では、パソコンで動作するNOSも増えてきた。NetWareやLAN Manager、AppleTalkなどである。

(3) ネットワーク・プロトコル

ネットワーク・プロトコルとは、ネットワークの通信手順のことで、Ethernetの普及に合わせて登場したTCP/IP（Transmission Control Protocol / Internet Protocol）を始め、国際標準規約であるOSI（Open System Interconnection：開放型システム間相互接続）など、多くのネットワーク・プロトコルがある。現在、ネットワーク・プロトコルと言えばTCP/IPが最も多くのネットワークで使用されている。

(4) 対象とするLAN

本調査では、標準動向や現システムの導入事例を踏まえ、Ethernet上のTCP/IPを主な対象として検討を進める。

表-4.1 LANの分類

ネットワーク名称	伝送路	トポロジー	伝送速度	備 考
Ethernet (10BASE5, 10BASE2)	同軸ケーブル	バス	10Mbps	米Xerox 社などが開発し、 現在もっとも広く普及されている。
Ethernet (10BASE-T)	より対線	スター	10Mbps	
Token-Ring	より対線	スター／リング	4M~16Mbps	米IBM 社が開発
FDDI	光ファイバ	リング	100Mbps	幹線LANとして、使用されることが多い
TPDDI	より対線	スター	100Mbps	FDDIのより対線版
Altair Plus	無線 (18GHz帯域)	—————	15Mbps	Ethernet互換 米Motorola社が開発
Wave LAN	無線(900M/ 2.4GHz帯域)	—————	2Mbps	米NCR 社が開発

※ FDDI:Fiber Distributed Data Interface TPDDI:Twisted Pair Distributed Data Interface
Mbps:1,000,000 bit/seconds

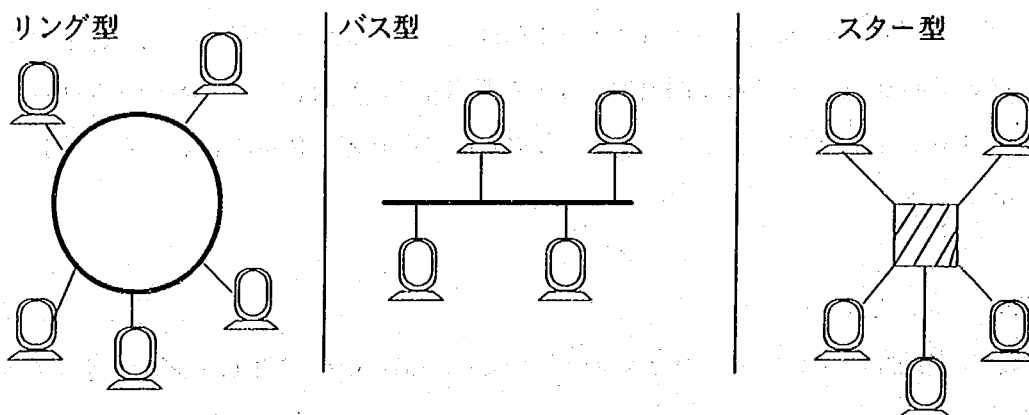


図-4.1 各トポロジーの概念図

4.2 LAN間接続方式の概要

LAN相互間の接続方式は、その接続形態からローカル接続とリモート接続に分類される。ローカル接続は1台の接続装置で2つのLANを直接接続する方法である。一方のリモート接続は、物理的に設置場所が離れているLAN同士を2台の接続装置と通信回線を経由して接続する方法である(図-4.2)。

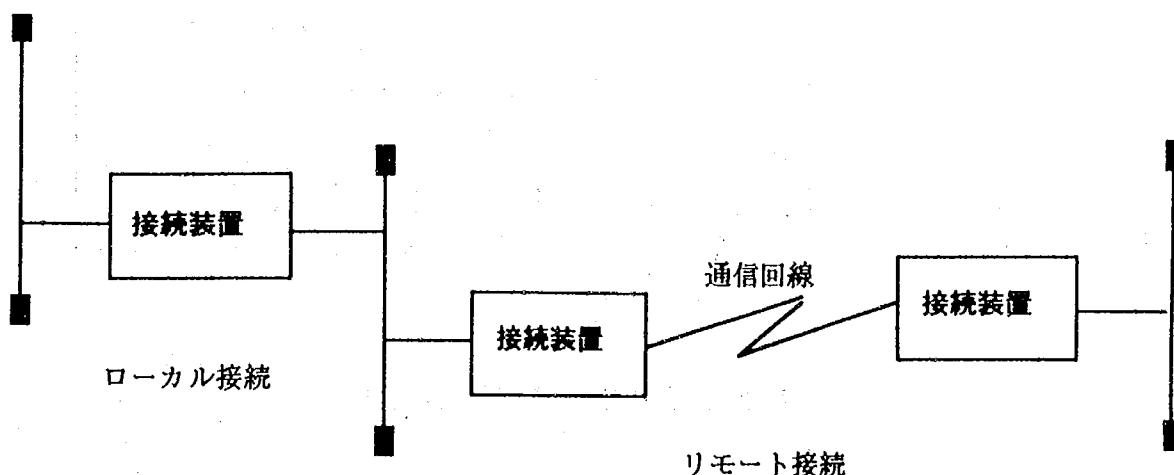


図-4.2 接続形態の分類

同一方式のLAN間接続には、実現するネットワーク特性や要件に応じてリピータ、ブリッジ、ルータの使い分けが可能である。また、データリンク層以下の方式が異なるLAN間接続には、下位層の違いが吸収できるルータを使用する。図-4.3に各接続装置の中継機能をOSIモデルと対応させた接続モデル図を、図-4.4にOSIとTCP/IPのレイヤ構造の対比を示す。

各接続機器で接続した時のそれぞれのネットワークの基本単位は以下のとおりである。

1) リピータ接続

物理層で接続し、ビットレベルでの中継を行う。
セグメントが基本単位となる。

2) ブリッジ接続

データリンク層で接続し、MACアドレスによる中継を行う。
ブリッジ(又は、リピータ)で接続されたネットワークが基本単位となる。

3) ルータ接続

ネットワーク層で接続し、IPアドレスによる中継を行う。
ルータ、ブリッジ等で接続されたネットワーク全体が基本単位となる。

図-4.5に、LAN間接続の中継機能を示す。

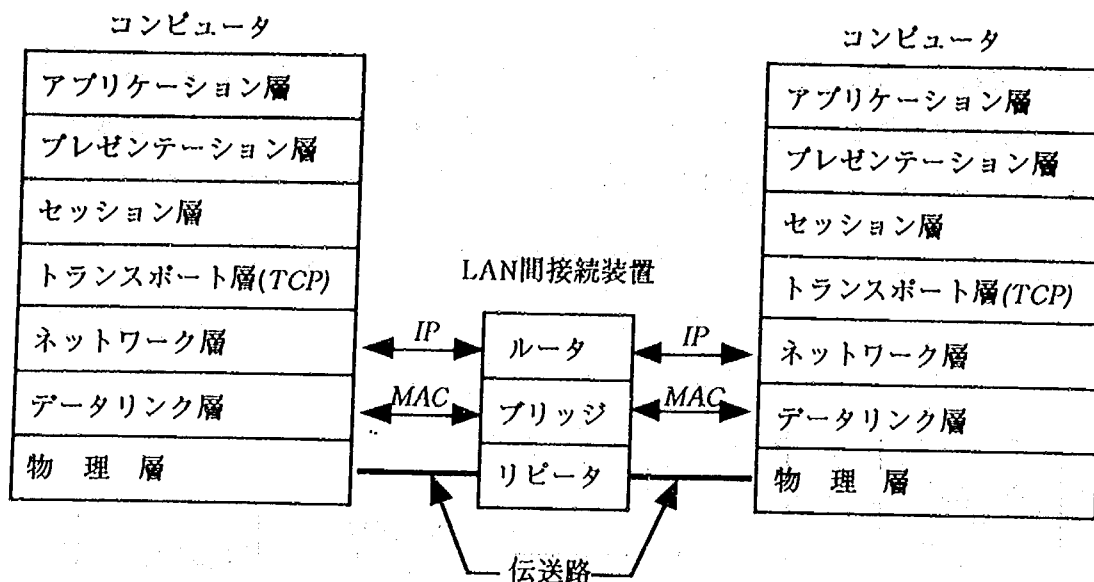


図-4.3 LAN間接続装置とレイヤ

OSI 参照モデル

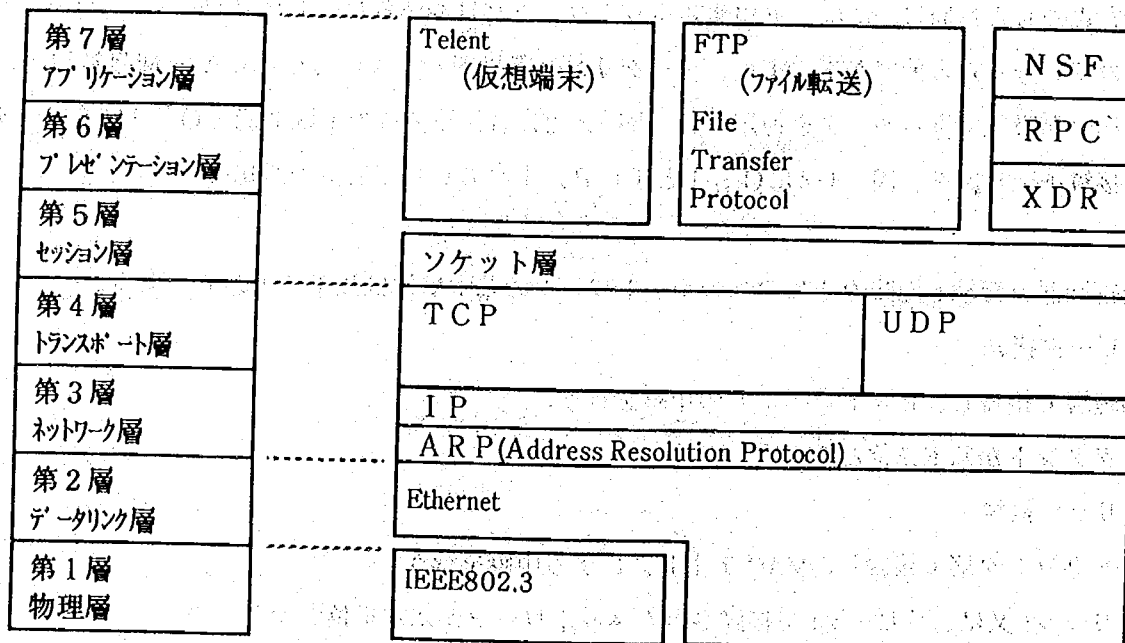


図-4.4 TCP/IPの階層構造

4.3 リピータ

リピータは、物理層の信号の中継を行う装置であり、ケーブルの敷設単位であるセグメント間を接続し、物理的にケーブルを延長したり、配線の自由度を得るために使用する。リピータは、伝送途中で減衰した信号レベルの回復とタイミング歪みの回復を行うのが主な機能であり、信号をビットレベルで扱い、信号の有無と衝突の発生についての以下の処理を行う。

- ・一方から入力した信号を他方に出力する。
- ・一方で検出した衝突を他方に伝える。

4.4 ブリッジ

ブリッジは、データリンク層の下位副層であるMAC (Media Access Control; 伝送媒体制御) 層でのフレーム単位の中継を行う。Ethernetでは、ステーション(WS、PC)に意識させない形(透過的)で中継する(トランスペアレントブリッジ)のに対し、トークンリングでは、中継ルート情報をデータの中に挿入して指定するソースルーティングを利用できるが、ブリッジの構成を意識する必要がある。

ブリッジの基本機能は以下のとおりである。

1) フィルタリング機能

受信フレームの宛先アドレスにより、そのフレームの廃棄/中継(フォワード)を決定する。

2) フォワーディング機能

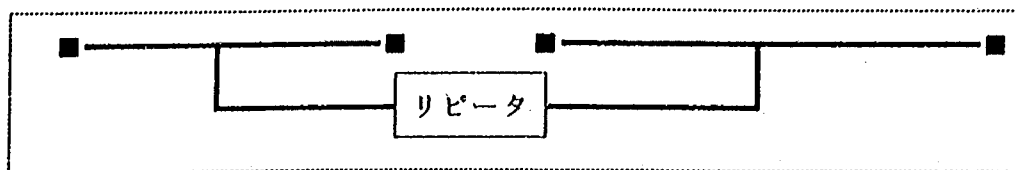
受信フレームの宛先アドレスが、受信ポート側のLANに接続されているステーションのアドレスでない場合に、他ポート(他のLAN)へそのフレームを中継する。

3) ローカルアドレステーブルの作成と更新

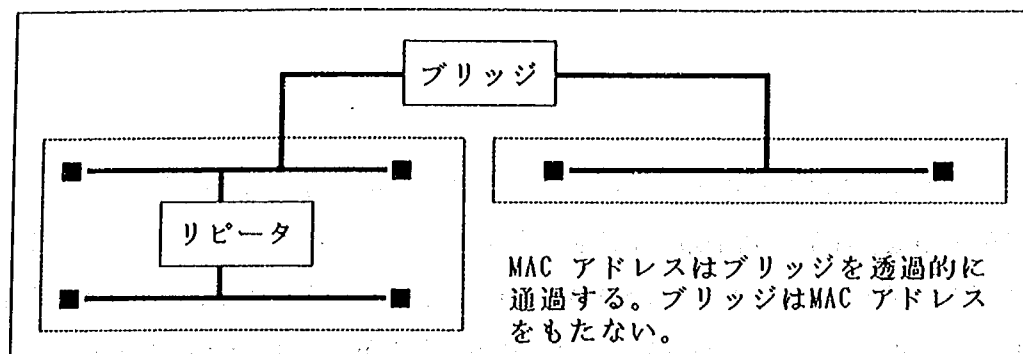
LANに接続されているステーションのアドレスと管理情報のテーブルの作成及び更新を行う。

ブリッジは、LAN上の全てのフレームを受信し、その宛先アドレスを読み、ブリッジがもっているローカルアドレステーブルのアドレスと比較し、受信側ポートに接続されているステーション宛か判別する。これによって、1つのLANに閉じるデータは、他のLANに送出されない。この機能は、トラフィック量の多いLANを接続する時に有効である。ブリッジは、フィルタリング、フォワーディング、テーブル更新等の処理をリアルタイムで行う高い処理機能が要求される。

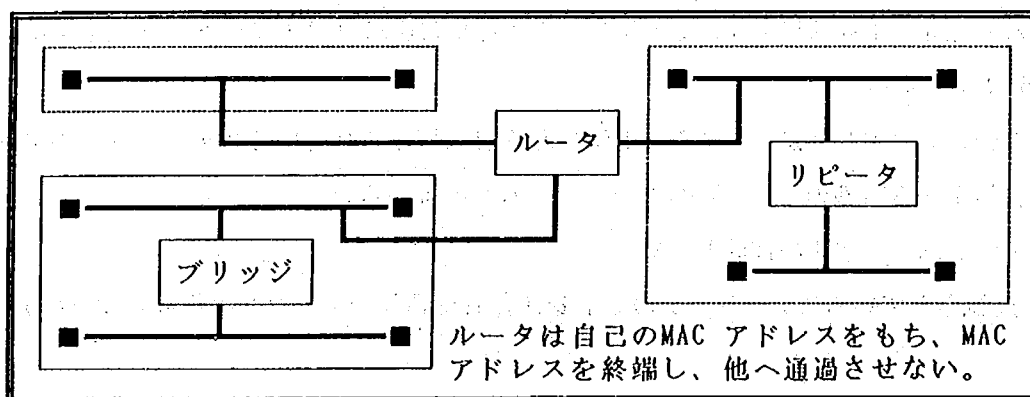
(1) リピータ接続



(2) ブリッジ接続



(3) ルータ接続



- : 伝送路の多重アクセス制御が共通な LAN
- : MAC アドレスが共通な体系の LAN
- : IPアドレスが共通な体系の LAN

図-4.5 LAN間接続の中継機能

4.5 ルータ

ルータは、ネットワーク層のプロトコルに基づいてパケットの中継、交換を行う。MAC方式や回線インタフェースなどのデータリンク層以下が異なっても中継が可能である。経路制御は、ネットワークを単位とするため、EthernetアドレスのようなMACアドレスは関係しない。TCP/IPプロトコルなどで多用されるMACレベルのブロードキャストパケットの通過を制御できる。このため幹線LANのノード装置、異種のLAN間接続、広域網接続、経路の二重化等の幅広い目的で利用出来る。ルータは外部ネットワーク向けに送出されたパケットが集まるノードであり、ゲートウェイに位置付けられることもある。

TCP/IPで使用されるIPルータは、次のように動作する。

- (1) まず発信ステーションは、自分と同一ネットワーク上に宛先ステーションが存在するかどうかを調べる。(宛先ステーションのIPアドレスのネットワーク部と自分のIPアドレスのネットワーク部を比較する。)
- (2) 異なるネットワークに宛先ステーションが存在すると判断した場合、そのIPアドレスに送るにはどのルータに送信すればよいかという経路情報を、自分のIPテーブルから入手する。
- (3) 発信ステーションは、送信するルータのIPアドレスに対応するEthernetアドレスをARP(Address Resolution Protocol)テーブルから入手する。もし、ルータのEthernetアドレスがARPテーブルにない場合は、ARPリクエストと呼ぶブロードキャストパケットを送出し、そのルータからの返答を待つ。
- (4) 発信ステーションは、ルータのアドレスを格納したEthernetフレームを伝送路に送出する。
- (5) ルータは、RIP(Routing Information Protocol)などで他のネットワークのアドレス情報を収集し、宛先アドレスから隣接ルータへのルートを選択してデータの中継する。
- (6) 各ルータが上記動作(5) (隣接ルータへの中継)を繰り返すことで、データは宛先ステーションまで中継される。

接続されるネットワークの規模が大きくなるとルーティングのためのアドレス管理と経路情報交換にともなう負荷が大きくなり、伝送効率が低下する。これを回避するために、IPアドレス中のホストアドレスの一部をサブネットアドレスとし、このアドレスを経路制御情報に組み込むことでアドレス資源を節約しながら大規模なネットワークを構成することができる。サブネットの採用は、同時に外部への経路情報を減らすことにつながり、経路選択の効率化が図られるというメリットもある(5.2参照)。

4.6 対象とするLAN間接続方式

表-4.2 に、LAN間接続機器に関する比較を示す。

MACアドレスは、建設省の組織とは全く関係なく付与されることになるため、把握が困難であり、また、障害時には、IPアドレスのパケットならモニタリングが容易だが、MACアドレスではネットワーク・アナライザを用い解析しないと障害原因を追求できない。このように、LAN接続機器が多くなるとMACアドレスによる管理が困難になるため、ブリッジはネットワークの規模が小さい事務所、出張所間などに適用することとする。

ルータはブリッジに比べ、前述の通り障害発生時の原因追及が容易なほか、回線上のトラヒックを低減できる。なぜなら、ルータはネットワーク層のアドレス（TCP/IPのIPアドレスなど）を見て、ルーティング・プロトコルに基づいて選択した経路にデータを転送することが可能であり、ブリッジよりもフィルタリングを細かく設定できるからである。また、ルータの低価格化がブリッジと大差ないところまで進行している。

以上の理由により、本局事務所間、事務所－事務所間等の広域的なLAN間接続はルータを基本とすることとして以降の検討を行った。

表-4.2 LAN間接続方式の比較

利用機器	中継機能	使用目的	利点	適用例
リピータ	リピータはビット単位での認識しか行わず、ビットレベルでの中継を行う。	○物理的な距離拡張 ○配線構造の柔軟化	○低コスト ○簡易な操作性 ○高速での中継 (全帯域の利用)	○部分的拡張 ○小規模構成 ○低トラフィック構成
ブリッジ	ブリッジは、MACアドレスによる中継を行う。このMACアドレスは、ブリッジを透過的に通過する。ブリッジ自体は、MACアドレスを持たない。	○ネットワークの分割 ○ネットワークの遠隔接続	○低コスト ○簡易な操作性 ○ラックの分離 ○プロセッサのバリエーション ○高いスループット ○ネットワークの信頼性向上 ・経路の二重化	○部分的拡張 ○中小規模構成 ○特定部分の負荷の集中の排除(ネットワーク分離) ○独自仕様プロトコル対応
ルータ	ルータはIPアドレスによる中継を行う。MACアドレスに関してはルータ自体のMACアドレスを持っており、そのMACアドレスをルータで終端(受信処理)させ、他へ通過させない。	○ネットワークの分離(サブネット化) ○ネットワークの遠隔接続 ○総合的なLAN交換網の構築	○ネットワークの高性能化 ・効率的なルーティング ・トラフィックの抑制 ・広域なネットワーク管理 ○ネットワークの信頼性向上 ・異常現象の局所化 ・ダイナミック ○上位レベルでの容易な拡張性	○多数のLAN間接続 ○広域なLAN間接続 ○異なるLAN方式間接続 ○異なる管理組織間の接続 ○中大規模構成

5 LANアドレス標準（案）の作成

5.1 概要

(1) LANアドレスの必要性

LANの有用性の認識により、LAN用途の拡大と接続機器の種類及び台数の増加、接続機器のマルチベンダ化などが進行している。LANは情報交換機能を持つ水平型ネットワークであり、メインフレームなどのホストコンピュータを中心とする専用線ベースの垂直型ネットワークとの対比では、集中制御する装置が存在しないため、通信の状況を把握しにくいネットワークと言える。

したがって、LANシステムの構築、利用、運用には十分な計画が必要であり、中でもアドレス管理は必要不可欠である。アドレス管理に不備があった場合には、当該システムが利用できないだけでなく、ブロードキャスト・ストームなどの障害が惹起され、メルトダウン（システム・ダウン）に至ることも有り得る。特に複数のLANが接続され利用される形態では、広域的に影響が生ずる。（ブロードキャスト・ストームとはブロードキャスト・パケットが大量に発生し、LANに接続されているホストやワークステーションの処理能力低下を引き起こす現象。また、別のタイプの障害として、LAN相互を接続する装置のルーティング・テーブルが更新されず誤った経路にパケットが中継された結果、中継先でそれらのパケットが全て廃棄され二度と出てこない現象（ブラック・ホール）がある。）

LANアドレスは、電話交換網における電話番号と対比して考えることができる。電話交換網の場合、局番を含めた電話番号は、電話交換網における端末（電話機）を識別する唯一の識別子である。そのため、全ての電話番号は、電話を掛ける際に相手を確定できるように電話交換網の中では全てユニークでなければならず、体系づけられた番号になっている。

LANでは、アドレスが電話番号に相当し、あるコンピュータから他のコンピュータへデータを送る場合、アプリケーションはアドレスを指定してデータを転送する。LAN上では、アドレスをもとにデータ転送先を探し、データを送信する。LAN上では、アドレスが相手を識別するための唯一の識別子であるため、全てのLAN上のコンピュータ、ルータ等の装置にユニークに割り当てられる必要があり、そのためある規則に則り体系づけられたものでなければならない。

(2) LANアドレスの作成

LANにおける通信では、OSI参照モデルに代表される機能別の各層間で行われるため、アドレスは基本的に各機能階層毎に持つ。

Ethernet、TCP/IPによるLANの場合、以下のようなアドレスを持つ。

機能階層	アドレス名
① データリンク層 (Ethernet)	MACアドレス
② ネットワーク層 (IP)	IPアドレス
③ トランスポート層 (TCP)	TCPアドレス (ポート番号)
④ アプリケーション層 (TELNET、FTP等)	ホスト名、ネットワーク名

LANに接続される機器は、上の各アドレスが各々ユニークである必要がある。

各アドレスを決定するために考慮すべき事項は次のとおりである。

1) MACアドレス

- ・ユニバーサルアドレスとローカルアドレスの選択
- ・ローカルアドレスの場合、アドレスの体系の作成

2) IPアドレス

- ・SRI-NICからのIPアドレス取得の適否
- ・アドレスクラスの決定 (Aクラス/Bクラス/Cクラス)
- ・サブネットマスク使用の有無
- ・独自に付与するアドレスの体系 (ユニーク性、理解性)

3) TCPアドレス (ポート番号)

(アプリケーション毎に決められており、特に利用時に決定する事項は無い。)

4) ホスト名、ネットワーク名

- ・名称体系 (ユニーク性、理解性)

これらを踏まえ、LANアドレス標準を作成した (付録に添付)。

5.2 TCP/IPにおけるLANアドレス

前述したように、LANによる分散処理型システムでは、LANに接続されるノード(ホスト、LAN間接続機器)に対してユニーク(唯一無二)なアドレスを付加してノードの識別を行う必要がある。

TCP/IPのプロトコル構成では、TCPアドレス、IPアドレス、MACアドレスの3種類が存在する。各アドレスは、それぞれTCPヘッダ、IPヘッダ、MACヘッダ部に格納されており、それぞれのプロトコル・レベルで通信相手を識別するために使用される (図-5.1 TCP/IPのプロトコルとアドレス)。

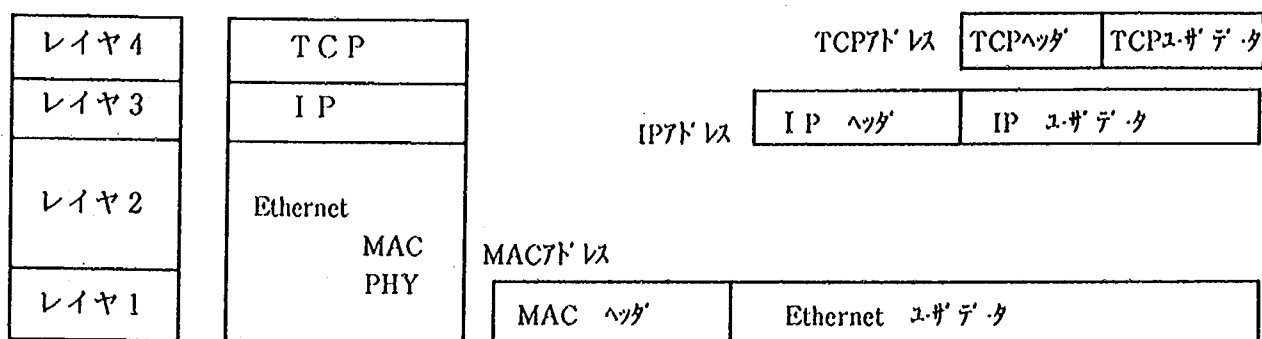


図-5.1 Ethernetのプロトコルとアドレス

但し、TCP ヘッダで定義されるTCP アドレスは、MAC アドレスやIPアドレスとは異なる。TCP プロトコルは発信元プロセスと送信先プロセス間の仮想通信路（TCP コネクション）上でデータ転送を行う。この時のTCP コネクションの両端のプロセスは、IPアドレスとポート番号の組合せからなるソケットで識別される。ソケットはプロセス間の通信を開始する前に生成されるプロセスの論理的な接続端子であり、そのポート番号はシステム（OS）が管理している。コネクション設定後のユーザデータの転送は、TCP ヘッダにこのポート番号を設定することによりプロセス間の通信が実現される。

従って、TCP アドレスに関してはシステムの設計時に考慮する必要はなく、MAC アドレス（データリンク層のアドレス）、IPアドレス（ネットワーク層のアドレス）について以下に記述する。

5.3 MACアドレス

(1) MACアドレスの概要

MAC アドレスは個々の機器を識別するための物理アドレスで48ビットで構成される。MAC アドレスは少なくともネットワーク内で個々の機器に対してユニークに割り振る必要がある。

MACアドレスには、IEEEが管理し全世界でユニークになっているユニバーサルアドレスと、メーカー又はユーザが管理するローカルアドレスがある。図-5.2にMACアドレスの構成を示す。

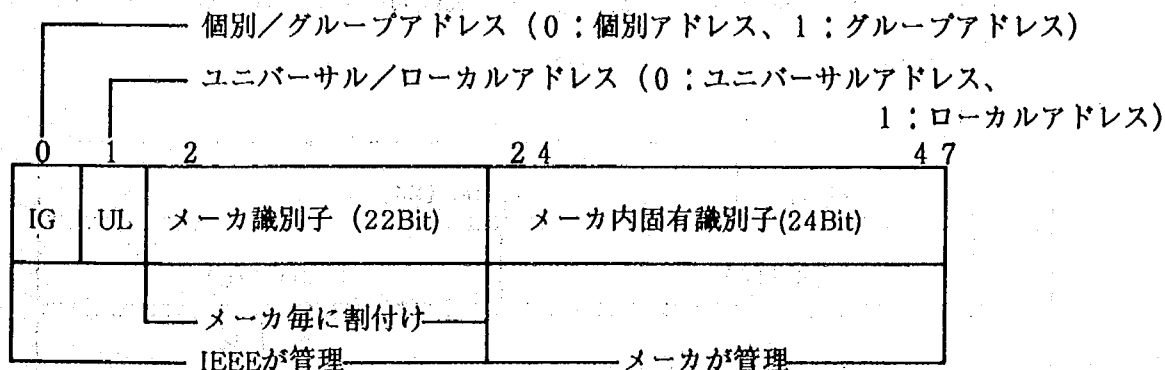


図-5.2 MACアドレスの構成
(ユニバーサルアドレス)

図において各アドレスは以下のとおりである。

- ・個別アドレス IG (0) は、特定の相手にパケット転送することを示す。
- ・グループアドレス IG (1) は、複数の相手からなる特定のグループに同報パケットを転送することを示す。
- ・ユニバーサルアドレスでは、第2ビット～第23ビットは、IEEEが申請したメーカーに割り当てたアドレスであり、第24～第47ビットはそのメーカーが割り当てるアドレスとなる。従って、IEEEに登録したメーカーの製品であれば、全世界でユニークなアドレスとなる。
- ・ローカルアドレスは、ユーザあるいはLANメーカーが第2ビット～第47ビットを独自の管理体系に合わせて割り当てることができる。

(2) MACアドレスの付与

MACアドレスの付与には、ユニバーサルアドレスを付与する方法とローカルアドレスを付与する方法がある。IPアドレスを利用したLANの体系的管理を行うため、MACアドレスはユニーク（一意）性が確保できれば良い。このため、MACアドレスはユニバーサルアドレスを採用した。

5.4 IPアドレス

5.4.1 IPアドレスの概要

IP (Internet Protocol) アドレスは、IPの通信相手を特定するためのアドレスであり、通常、各ホストに1つずつ割当てられた32ビットのインターネット・アドレスである。ゲートウェイなど、複数のネットワークに接続されるマシンは2つ以上のIPアドレスをもつ。IPアドレスは、ネットワークを識別するネットワーク番号 (netid) とネットワーク上のホストを識別するホスト番号 (hostid) から構成される。IPアドレスはSRI-NIC(Stanford Research International Information Center)が管理しており、申請により全世界でユニークなnetidが割当られ、hostidは申請者の管理によりそのユニーク性を確保することになる。IPアドレスは一般的に、そのネットワークの規模別にクラスA～Cがある。図-5.3にIPアドレスの構成を示す。

ビット	0	1	2	3	8	16	24	31	
クラス A	0	netid (7)			hostid (24)				
クラス B	10	netid (14)				hostid (16)			
クラス C	110	netid (21)					hostid (8)		

図-5.4 IPアドレスの構成

なお、IPアドレスは（32ビット）は、一般的に8ビットずつの4つの数値に分割しそれぞれを10進数で表現し、各区切りを“.”で表して表記している。

例) aaa.bbb.ccc.ddd

5.4.2 サブネットアドレス

接続されているホストの数が比較的少ないLANを多数接続するようなネットワークでは、ルーティングのための情報交換が増大しネットワークの効率の低下を招く場合もある。このような問題を解決するために、複数のネットワークに1つのnetidを割り振り、hostidの一部を使用してそれらを識別する方法がある。このアドレスをサブネットアドレスと言う。サブネットアドレスは通常ホストアドレスの上位の連続したビットを使用するが、サブネットとして使用するビットは、「ネットワーク部+サブネット部」の型のアドレス・マスクで指定する（図-5.5、5.6）。

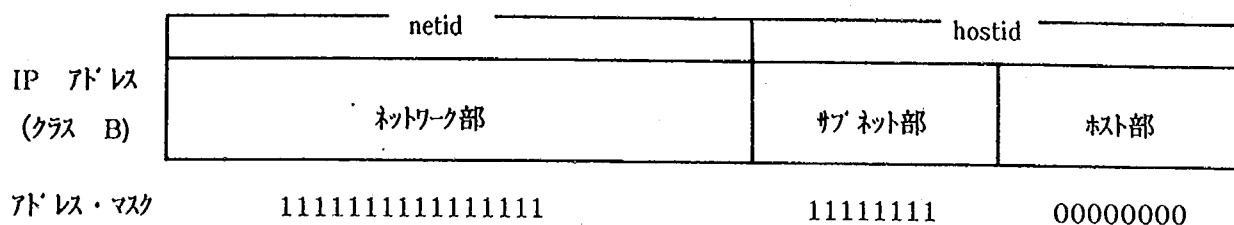


図-5.5 サブネットアドレス

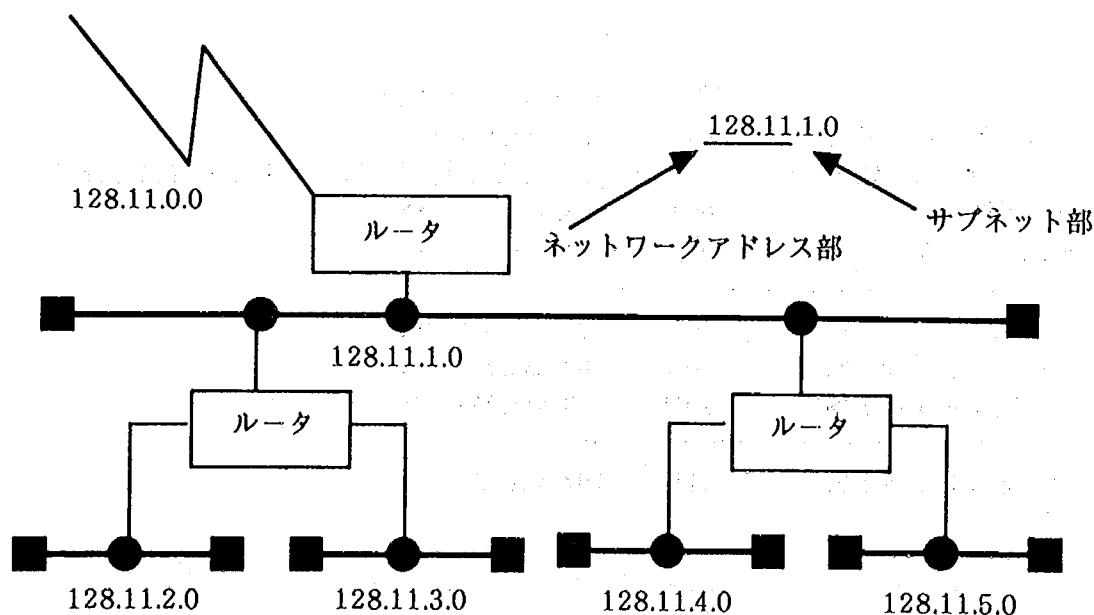


図-5.6 サブネットアドレス構成例

5.4.3 IPアドレスの付与

IPアドレスにも全世界でユニークに割り振られたアドレスがある。これはSRI-NIC (Stanford Research Institute International Network Information Center) に申請することにより得られるが、専用通信網に接続される機器全てに付与するには残りが少ないことと、番号が体系的に付与できないという問題がある。ちょうどNTTなどのコモンキャリアから付与される番号のようなものである。このため、SRIによるアドレスは外部のインターネットなどとのゲートウェイに使用する限られたマシンに付与することとし、省内の利用のため、独自の内線番号のような体系的なIPアドレスを作成した。

5.4.4 IPアドレスに必要な項目

建設省において体系的なIPアドレス管理を行うため、現在の専用通信網の内線番号体系に準じて次の項目を考慮した。これは、内線番号が組織を考慮した理解性に富むものであること、ユニーク性が保証されていることによる。

(1) エリア (地方建設局) 番号 (4ビット、16エリア/全国)

本省や各地方建設局などを大きなブロックとして分割する。これにより、全国の事務所を一元管理することに比べ、番号管理を容易にし、トラフィックを考慮したネットワーク設計を容易に行うことができる。

例	二進数	クラスC, タイプ0の場合
建設本省、付属機関 (土木研究所、建設研究所、国土地理院、建設大学校などは、事務所番号にて管理)	0000	192. XXX. XXX. XXX
北海道開発局、道	0001	193. XXX. XXX. XXX
東北地建、県	0010	194. XXX. XXX. XXX
.....		
九州地建、県	1001	201. XXX. XXX. XXX
沖縄総合事務局、県	1010	202. XXX. XXX. XXX
公団等に対する予備	1011	203. XXX. XXX. XXX
.....		
公団等に対する予備	1111	207. XXX. XXX. XXX

(2) 事務所番号 (8ビット、256事務所/エリア)

LAN機器の導入・利用・管理・障害の発生・波及を考慮して、事務所を一つの単位とし、1エリア当たり256事務所(拠点)を識別するため8ビットを割り当てる。基本的に専用通信網の局番に

準拠することによりユニーク性、判りやすさを実現できる。

さらに電話番号とは異なりコンピュータネットワークに特有の番号として次の項目を付与する。

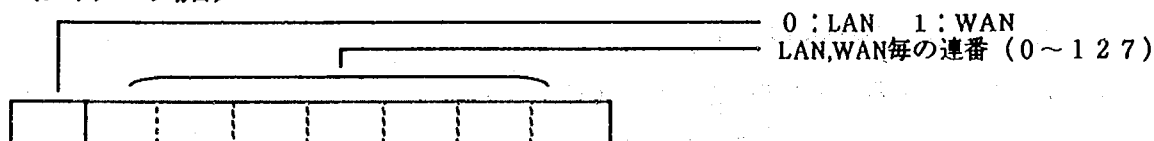
(3) システム種別 (4ビット、16システム種別)

異なるシステム毎にネットワークを構築した場合、他のシステムへ不要なトラフィックを流さぬよう設けた。ただし、必須項目ではない。複数システムが共用する場合は0000である。

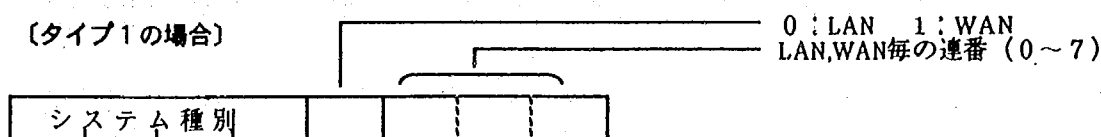
(4) LAN、WAN番号

エリア番号、事務所番号で特定される一機関で複数のLANを有する場合の識別にLAN番号が、また、LANは情報交換機能を持つことから電話交換機という方路選択に必要なWAN (LAN間接続回線) 番号が必要である。これらのビット数は機関の規模により異なる。一般的に、本局は各事務所と接続されるため、本局におけるWANの数は事務所数分程度となるが、これらを各事務所に所属するWANであると考えて、本局に所属するWANは本省向けあるいは他地建本局向けのみと考えると、エリア番号、事務所番号にて特定される拠点当たりのLAN、WANの数は、概ね10以内であると思われる。ただし、事務所に於いて各出張所にLANを整備し、更に出張所～事務所をルータ接続する場合などは、事務所配下のLAN、WANは、数10程度となるケースも考えられる。

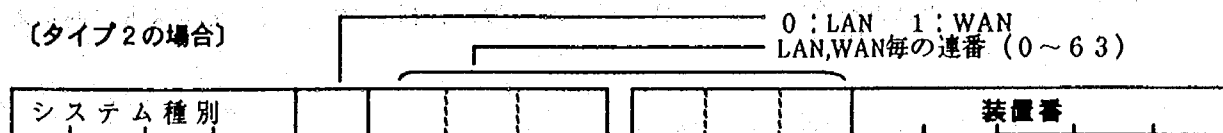
【タイプ0の場合】



【タイプ1の場合】



【タイプ2の場合】



(5) 装置番号 (8ビット、254 (オール0、1を除くため))

同一のネットワークアドレスを持つネットワーク (一事務所など) に接続された機器それぞれに付与し、内線番号のようなものである。

5.4.5 IPアドレスの構成

利用形態の異なる全国の機関で単一のアドレスを利用することは困難であるため、アドレス体系を6種作成し、これらを先頭の4ビットで識別し、ネットワーク毎に別の体系を使用するなど混在して運用することを可能とした。これらのアドレスフォーマットを図-5・7に示す。各項目のビット数は全国の地方建設局や事務所（開発建設部）、出張所数などを調査し、それらをカバーできる4ビットを単位して表現した。各アドレス体系は次の特徴を有する。

(1) 各種システムを一括管理する場合（タイプ0）

システム種別毎の管理は行わず、一括管理

機関毎にLAN, WANの合計が最大256

サブネット対応不可能な機器でも収容可能（クラスC）

管理される全機器がサブネット対応前提（クラスB）

出張所、支所などの出先機関が多く、またそれらとルータ接続する場合に適用する。

(2) システム毎に管理を行う場合（タイプ1）

システム種別毎の管理が可能

機関毎にLAN, WANの合計が最大16

サブネット対応不可能な機器でも収容可能（クラスC）

管理される全機器がサブネット対応前提（クラスB）

出張所、支所などの出先機関が少ないか、あるいはそれらとブリッジ接続する場合に適用する。

(3) 拡張版（タイプ2／タイプ3）

機関の規模（LAN, WANの数および各LANの装置台数）、利用形態に応じてホストアドレスの利用

方法（サブネット使用の有無、範囲など）を規定する。

河川や道路に点在する観測設備などを光ファイバを通じてTCP/IPプロトコルで管理、運用する場合などに適用する。

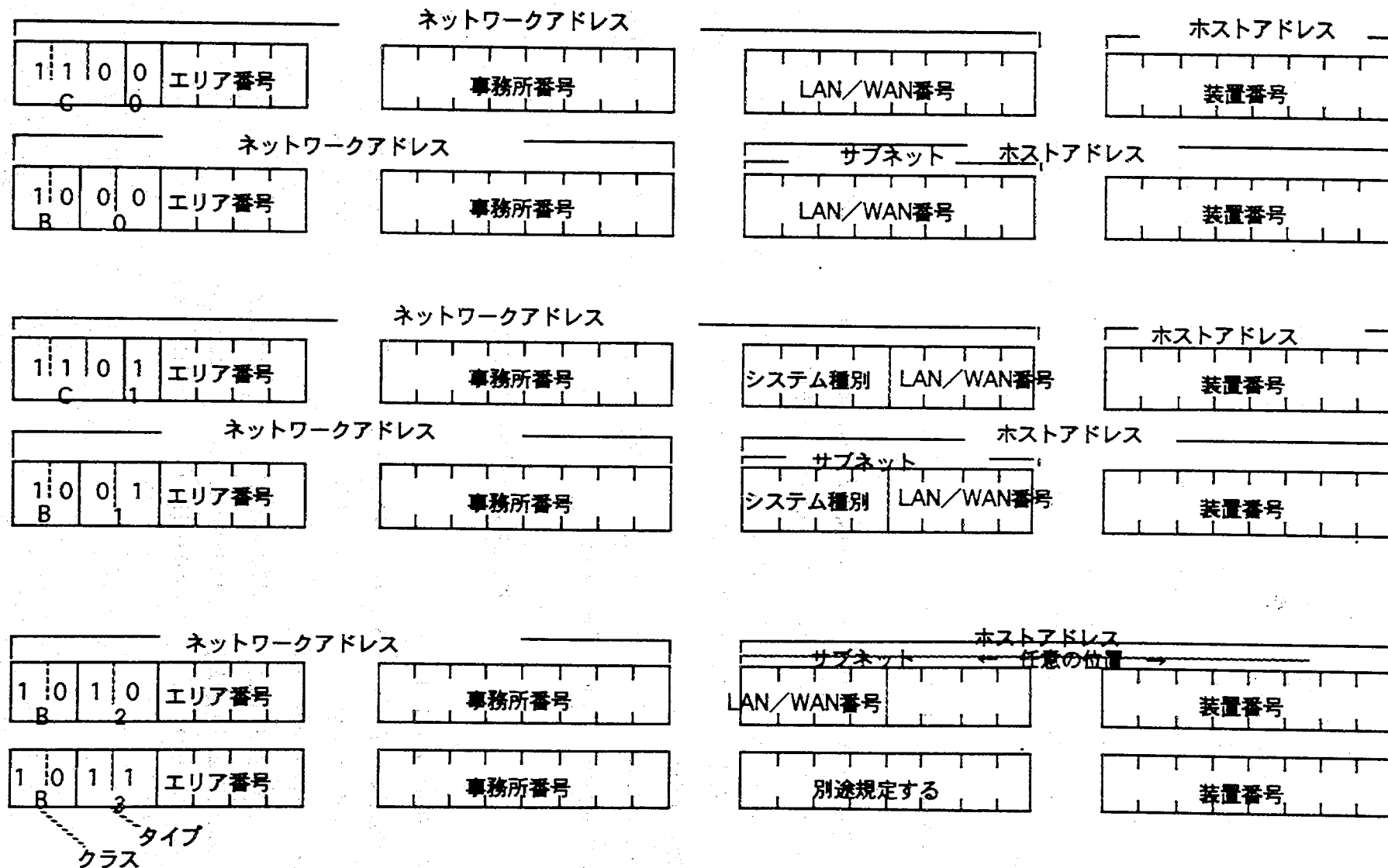


図-5.7 IPアドレスフォーマット

5.5 LAN間接続システムの構築例

先に述べたIPアドレスとルータ、ブリッジを用いたLAN間接続システムの構築例を図-5・8に示す。図では地方建設局本局にはクラスCを、事務所にはクラスBを適用した例を示している。また、WAN番号は対向する拠点の下位側（地建番号+事務所番号の大きい方）にWANが所属するものとして次の規則で付与している。

- ①ハイアラーキ上も上位／下位の回線（事務所→本局、本局→本省）についてWAN番号を0とする。
- ②ハイアラーキ上、同等レベル間の回線（斜回線）については1以上の任意の連番とする。
- ③拠点配下のLAN間のWAN（出張所→事務所など）については、LAN番号と同一の番号をWAN番号とする。

5.6 ホスト名称、ネットワーク名称

名称は各装置の定義ファイル（/etc/hosts, /etc/networks）に記述され、最長256byteでユニークでなくてはならない。ユーザが直接コマンド操作により仮想端末（telnet, rloginなど）やファイル転送（ftp, rcpなど）を行わない限り運用上これらの名称を意識する必要は無いが、設定や保守時におけるミスを少なくするためには、名称に対する理解のし易さ、一貫性の保持など通常のデータ管理と同等の考え方が望ましい。

このため、ホスト名、ネットワーク名は、「エリア名_事務所名_システム名_装置／ネットワーク名」の順にあらかじめ定めた略称で表現する。

ホスト名、ネットワーク名の例

/etc/hostsの記述例

192.001.016.001

IPアドレス

HS_honsyo_KS_SRV1

ホスト名

honsyoukasenserver1

ホスト別名

/etc/networksの記述例

QS_kyoku_DR_LAN

QS_kyoku_DR_WAN

ネットワーク名

217.000.048

217.000.056

ネットワークアドレス

DouroLAN

DouroWAN

ネットワーク別名

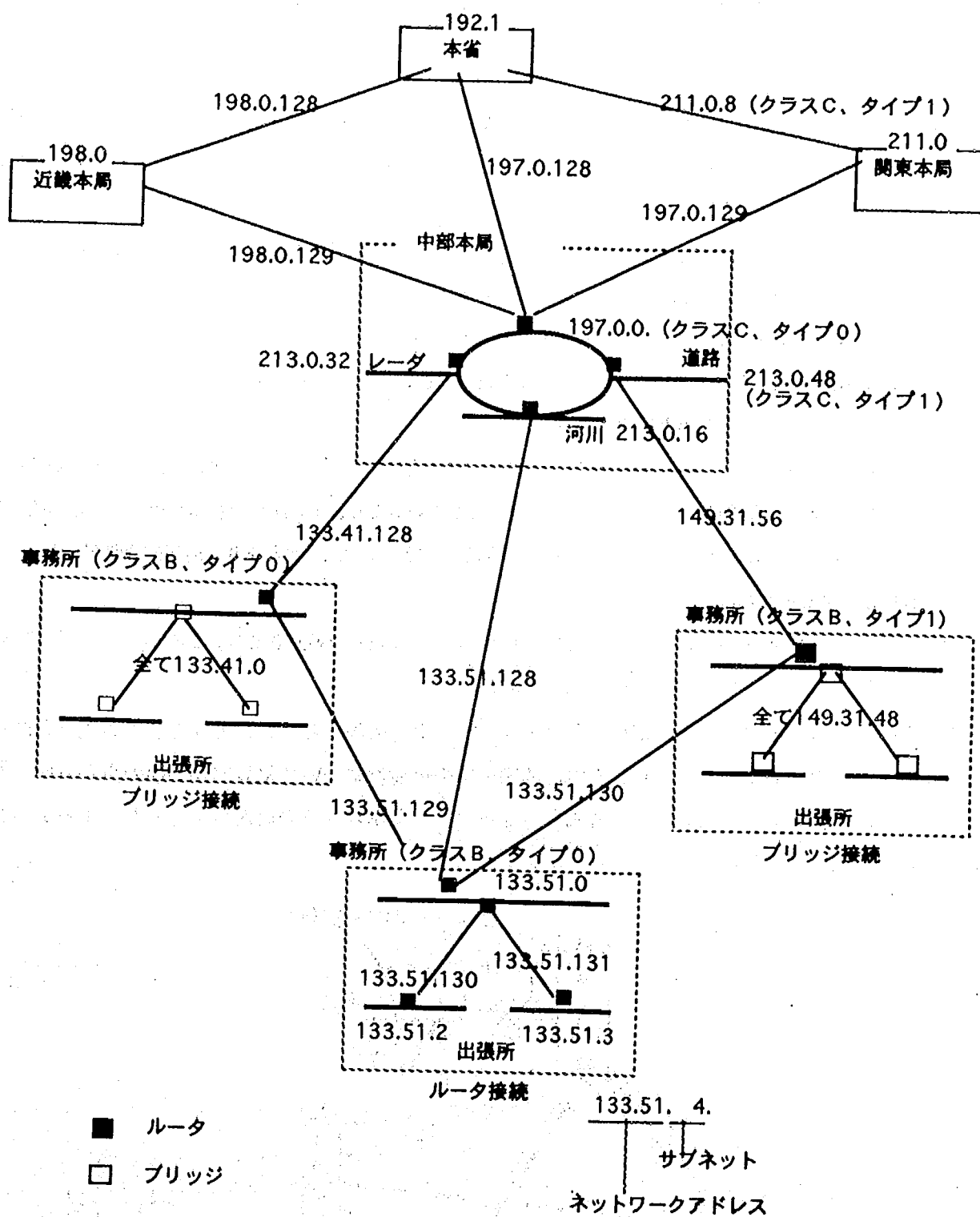


図5・8 IPアドレスの適用例

6 ネットワーク設計（トポロジー）

6.1 概要

前項までのLAN間接続方式及びLANアドレスに関する検討結果により、LAN間接続網の構築に対する各拠点の整備計画を立案することができる。これらを広域的に接続するには、さらに十分なネットワーク設計が必要である。

現在使用されている一般的なデータ通信路構成を図-6.1に示す。この構成は次の特徴を持つ。

- (1) トポロジーはツリー状である。（スター状に置き換えることができる。）
- (2) 各拠点はポイントツーポイントの専用線で結ばれている。
- (3) 信頼性を向上させるため、経路の異なる物理通信路により二重化を行っている。

この構成による問題点は次のとおりである。

- (1) 予備ルートは、主ルート正常時は利用されておらず、輸送されるデータ量に比して回線利用率が低い。
- (2) 物理的な通信路と論理的な通信路が1対1に対応しているため、事務所間を結ぶ横のデータ通信路（斜回線）の増設など論理的な接続の増加には、物理的な回線の増設が必要となり、開通に時間がかかり、管理労力が増大する。
- (3) 迂回ルートは危険分散を図るため、主ルートとは異なる中継点を通過させる。このため、常に物理ルートを意識したネットワーク設計を行う必要がある。

本調査の目的は、物理ルートに依存しないネットワークを構築することにより上記の問題点を解決しようとするものである。このため、まず、多段中継の可能性について接続遅延時間の点から検討を行った。次に主ルート、迂回ルートの構成をネットワークトポロジーの面から検討した。ルーティングについては次章に記した。

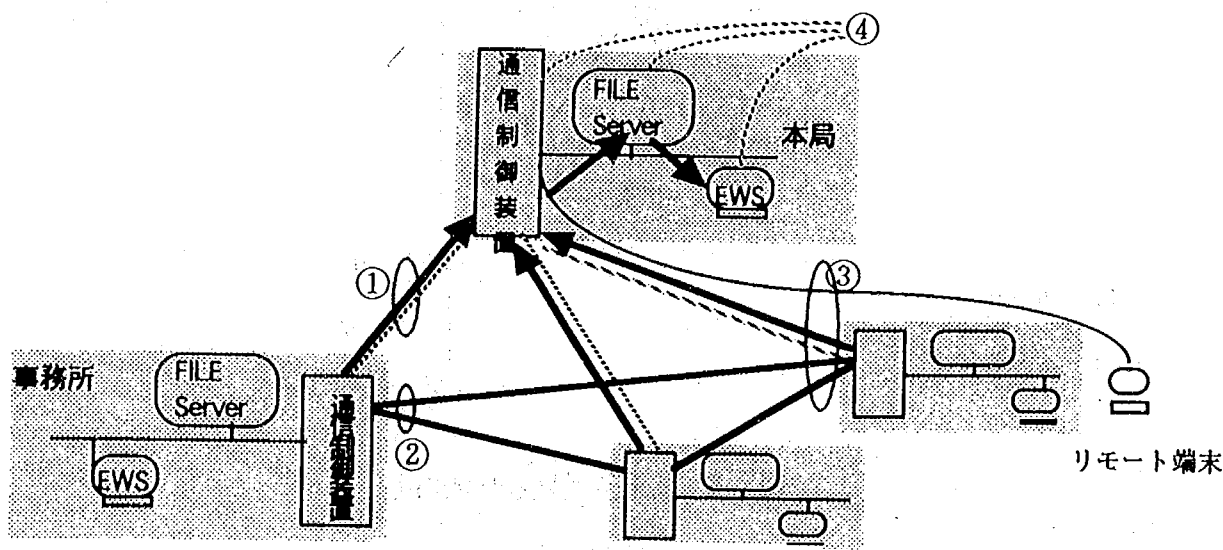


図-6.1 現在のデータ通信路

- ①コンピュータ間の通信のために宛先毎に専用線を準備（論理バス＝物理バス）
- ②広域的な管理に伴う斜回線の増加（回線数は $N \times (N - 1) / 2 \times \text{システム数} \times (\text{収集、配信、交換})$ ）
- ③1台のリモート端末のためにも大量のデータにも同じように64Kbps×1を利用
- ④データの増設に伴い、個別にプログラム開発やハードウェア増設が必要

6.2 遅延時間

6.2.1 遅延時間の概要

ユーザが遠隔地のコンピュータを利用する場合は勿論のこと、コンピュータ間通信においても定められたレスポンスを確保する必要がある。例えば、図-6.2のように、伝送速度の低い回線を用いて大量のデータ通信を行うことによりネットワークが正常に機能しなくなることを防ぐ為に、遅延時間を評価尺度とするネットワーク設計について調査した。

遅延時間は、メッセージやパケットの送信に要する時間である。遅延時間は、一方向遅延時間と往復遅延時間（ラウンドトリップ・タイム：Round-trip time）とに分けらる（図-6.3）。後者は応答時間（レスポンス・タイム：Response time）と呼ばれる場合もあるが、コンピュータ用語で応答時間は、メッセージが受信ホストで処理されてから戻ってくるまでの時間であり、ホスト処理時間も加わる為、狭義のネットワーク遅延とは異なっていることがある。

6.2.2 ルータのモデル

仮想的なルータの構成及び動作を次のようにモデル化した。

(1) ルータ内部構成

ルータは、図-6.4に示すように、2つ以上のネットワーク・インタフェース・カードとそれらをつなぐ交換部で構成される。ひとつのネットワーク・インタフェース・カードは、複数のネットワークの接続のため、複数のネットワーク・インタフェース・ポートを持つ。あるネットワーク・インタフェース・ポートから受信されたデータグラムは、フィルタリング^{＊1}処理が終了するとルーティング・テーブルを参照して次のホップが決められる。そのホップにつながるネットワーク・インタフェース・ポートが受信側のネットワーク・インタフェース・カード内にある場合は、交換部を通過する事無くそのまま指定されたインタフェース・ポートから出力する。また、そのポートが異なったインタフェース・カード上に有る場合は、交換部を通じて指定カードに送り、そこから指定のポートを通じて出力する。出力に当たってはデータリンク・アドレスを付加する必要がある。Ethernetなどでは、ARPなどを用いてデータリンク・アドレスを入手する。これは出力側のインタフェース・カードのプロセッサで行われる。

交換部には、バス型とスイッチ型のものがある。

＊1 インターネット接続機能は、各ローカル網からのトラヒックを通すことが本来の目的であるが、通してはいけないトラヒックかどうかの判断を行う必要もある。通してはいけないトラヒックの場合は、即座に廃棄する。この処理をフィルタリングと呼ぶ。

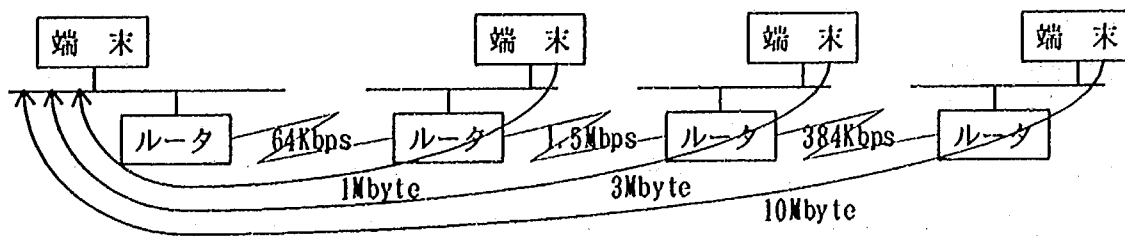


図-6.2 大きな遅延を生ずる例

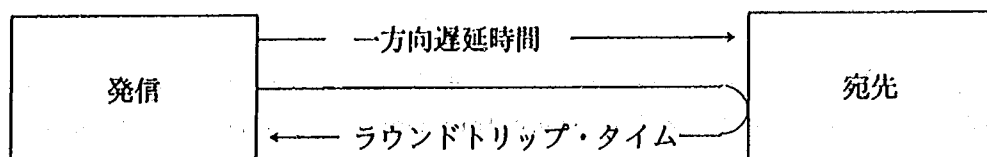
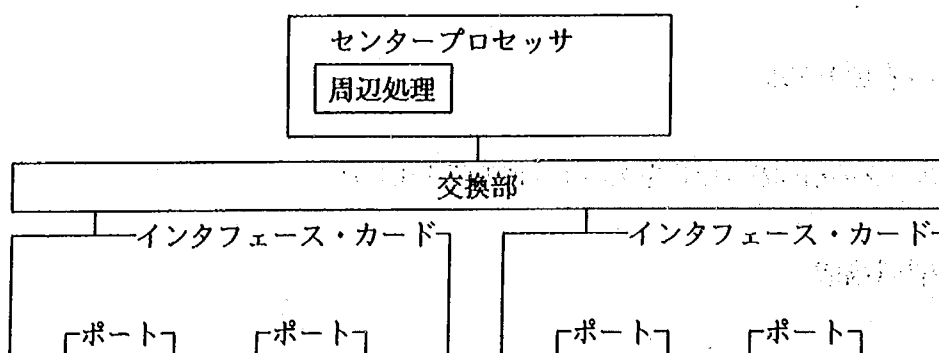
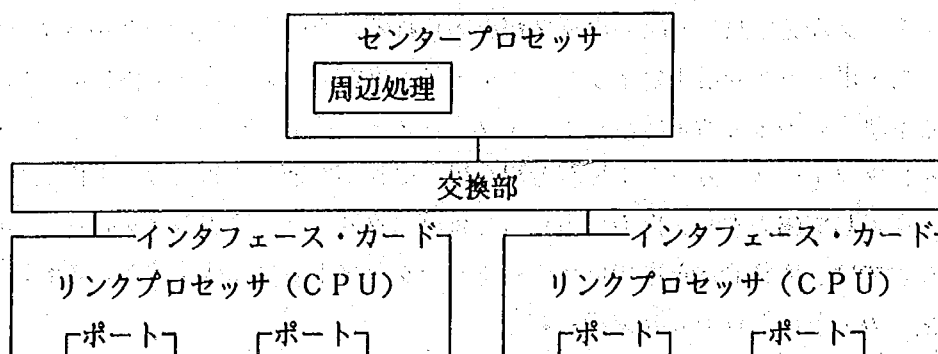


図-6.3 遅延時間の分類



センタープロセッサ (CPU) が全てのルーティング処理をする。

シングルプロセッサ型 (CPU共有)



各インタフェース・カードに (CPU) を搭載し、それぞれのカード上でルーティング処理をする。

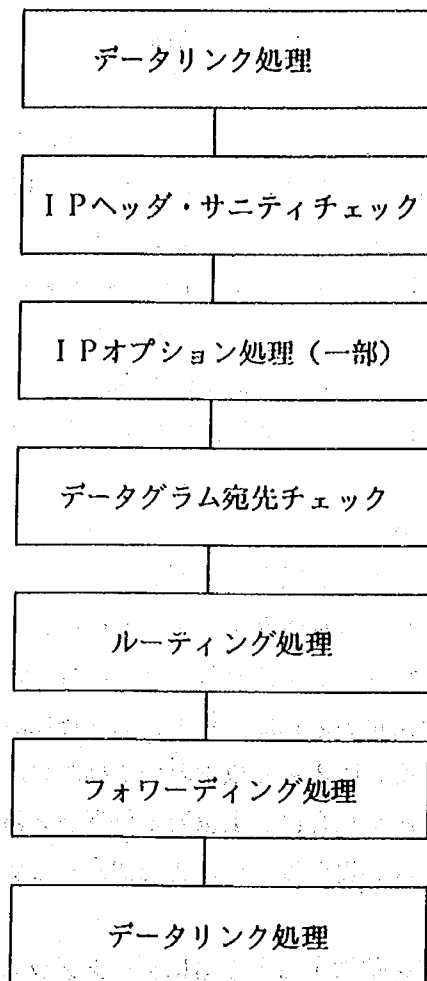
マルチプロセッサ型 (CPU分散)

図-6.4 ルータ内部構成図

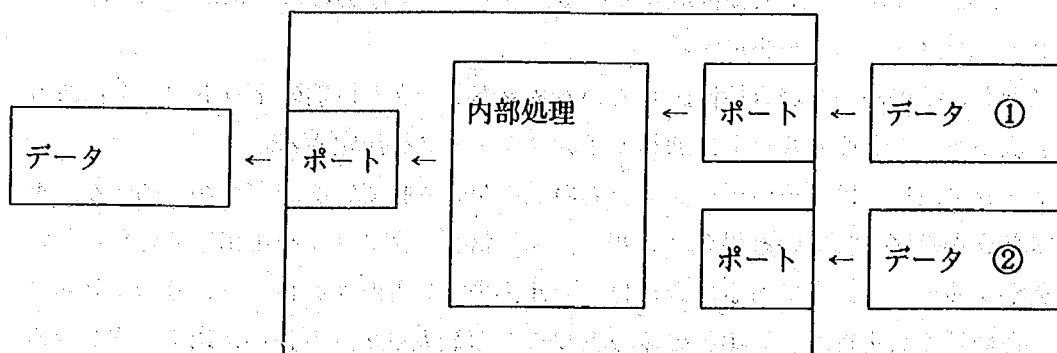
(2) ルータ内部処理

ルータの内部処理は、図-6.5 に示す流れに従って動作が行われる。

- ① ルータは、データリンク層からパケットを受信する。データリンク層からは、受信パケット以外に受信したインタフェース、受信時刻情報、データリンク層アドレスがブロードキャスト・アドレスであったかどうかといった情報も付けて渡される。
複数の経路からパケットを受信した場合は、経路毎の受信はするが②～⑧の処理は、先に受信した方から順番に行う。
- ② ルータは、次の点についてIPヘッダをチェックする。
 - 1) データリンク層から通知されたデータグラム長がIPデータグラムの最小(20オクテット)以上であるか
 - 2) IPチェックサムが正しいか
 - 3) IPヘッダーの長さフィールドが5以上であるか
 - 4) IPデータグラム長がヘッダーの長さフィールドで指定された値の4倍以上であるか
(データグラム長は、4オクテットを単位として記入されている)
- ③ データグラムにオプションの指定があれば、オプション処理が行われる。
- ④ データグラムの宛先を調べ、それによって以下のいずれかが選択される。
 - 1) データグラムがルータ宛である場合は、上位層の処理を要請する。
 - 2) データグラムがルータ宛でない場合は、送出先を決定する処理(ルーティング処理)に処理を依頼する。
 - 3) ルーティング処理に、処理を依頼するとともにデータグラムのコピーを上位層に渡す
- ⑤ ルーティング処理では、ルーティング・テーブルを参照してデータグラムの宛先アドレス情報などに基づいて、
 - 1) 宛先ホストが、そのルータが直接接続しているネットワークにあるときには、出力先のネットワーク・インタフェースを決定する。
 - 2) 宛先ホストが、そのルータが直接接続しているネットワークとは別のネットワークにあるときには、次のルータとそのルータに通じるインタフェースを決定する。
- ⑥ フォワーディング処理では、そのデータグラムの送出が許されているかどうかを調べる。不正なアドレスなどが指定されている場合は、ルータは受信データグラムを送出してはならない。また、宛先がマルチキャストである場合には、マルチキャスト処理を行い、残りのIPオプション処理があればそれを行う。送出先のネットワークの最大パケット長が送出データグラムのサイズより小さい場合は、分割処理を行う。
- ⑦ 次のルータに送る為に、データリンク・アドレスを決定する。どのようにして決定するかは、送出先のデータリンク層プロトコルに依存する(例えば、Ethernetのような媒体ではARP(Address Resolution Protocol)が使われる)。
- ⑧ データグラムをデータリンク層のフレームに組み込んで、選択されたインタフェースを通じて送出してもらうように送出待ち行列に並べ、送出する。



ルータ内部処理フロー



①からのパケットを処理している場合、②からのパケットは受信はするが内部処理を待たされる。

複数経路入力時の概略図

図-6.5 ルータ内部処理

6.2.3 遅延時間算出式

ネットワークを図-6.6のように簡易化して考え、一方向遅延時間、すなわち、発信側からメッセージを送信し、各ノードを通過して宛先まで到着する時間として以下の算出式を作成した。

(1) ノード（ルータ）処理時間

ノード（ルータ）処理時間とは、中継ノードでのプロトコル処理にかかる時間である。多段中継では、各ノードでのトラヒック負荷と処理能力に依存するが、実際には利用できるWAN回線がLANやルータ処理に比べ低速であり、WAN部分がボトルネックとなることから、始めのパケットがノードに到着してから送信する為、各ノードでの逐次1パケット分のプロトコル処理時間と、最後の1パケット分のプロトコル処理時間で表せる。

1パケット分のノード処理時間は、

$$\text{ノード処理時間(sec)} = N \times (1 \text{ (packet)} / \text{ルータ処理能力(pps:packet per second)})$$

N：中継ノード数を表す。

(2) リンク遅延時間

ある中継ノードでパケットを送る準備ができてから、そのパケットの最初のビットを送りだすまでの時間とそのパケットの最初のビットが次の中継ノード（次のホップと呼ぶ）に届いてから最後のビットが届くまでの時間。つまり、送る準備が出来たとしても送出リンクが使用中であることもあり、その場合は、リンク空き、そのパケットの送信の順番が来るまでは送信バッファで待たなければならない（リンク処理待ち時間）。これは、リンクの利用率、言い換えればトラヒックの負荷に依存する。また、最初のビットから最後のビットが届くまでの時間は、リンクの容量とパケット・サイズによる（リンク処理時間）。リンク遅延時間も図-6.6のネットワークを使うと、利用できるWAN回線がLANに比べ低速であり、WAN部分がボトルネックとなることから、LAN・WAN遅延時間に分ける。

① LAN遅延時間

図-6.6のネットワークより、LAN伝送路は、発信側と中継ノード1の間、中継ノードnと宛先側の間であり、LAN遅延時間は、始めのパケットが、中継ノード1に到着するまでにかかる1パケット伝送時間と、最後のパケットが、中継ノードnから宛先側に到着するまでにかかる1パケット伝送時間で表せる。

$$\text{LAN遅延時間(sec)} = (1 \text{ パケット(Byte)} \times 8 / (\text{リンク容量(bps)} \times \text{伝送効率}(\%) / 100)) \times 2$$

② WAN遅延時間

図-6.6のネットワークより、WAN伝送路は、中継ノード1から、中継ノードnとの間にある伝送路である。WAN遅延時間は、LAN遅延時間と同等な考え方で良いが、LANに比べ低速であることから、WAN遅延時間は、ネットワーク全体に掛かる遅延時間に占める割合が大きいことになり、以下のWAN遅延時間で表せる。

$$\text{WAN遅延時間(sec)} = (1 \text{ パケット(Byte)} \times 8 \text{ / (リンク容量(bps)} \times \text{伝送効率(\%)/100)}) \times (N-2) \\ + (1 \text{ パケット(Byte)} \times 8 \text{ / (リンク容量(bps)} \times \text{伝送効率(\%)/100)}) \times P$$

N：中継ノード数を表す。

P：全パケット数を表す。

ここで使用される「伝送効率」とは、単位時間あたり実際に回線上でやりとりされるデータ量に対するアプリケーションレベルのデータ量の割合を示す。すなわち、図-6.7の伝送フォーマットで示したように、データを送信する際には、必ずヘッダーが付加されている。また、アプリケーションレベルのデータ以外に、通信プロトコル各層においてデータ転送の確認や再送要求、オーバフロー制御といった、目的とするデータ伝送以外の送受が行われている。

このように、目的とするデータ量は、通常リンク容量を100%利用できない。

(3) 伝搬時間

ノードでパケットを送り始めてから最初のビットが到着するまでの時間。これは、純粹に電気信号の速度とノード間の距離で決まるものである。

(1)～(3)より遅延時間を下式のように表した。

$$\text{遅延時間(sec)} = \text{ノード処理時間} + \text{LAN遅延時間} + \text{WAN遅延時間} + \text{伝搬時間} \\ \approx \text{ノード処理時間} + \text{LAN遅延時間} + \text{WAN遅延時間}$$

の式が成り立つ。

※ 伝搬時間は、極僅かな時間であるため、算出式の項目より省いた。

※ ここでは、各LAN/WAN、各ノードともに同じスピード、処理能力を持つと仮定している。

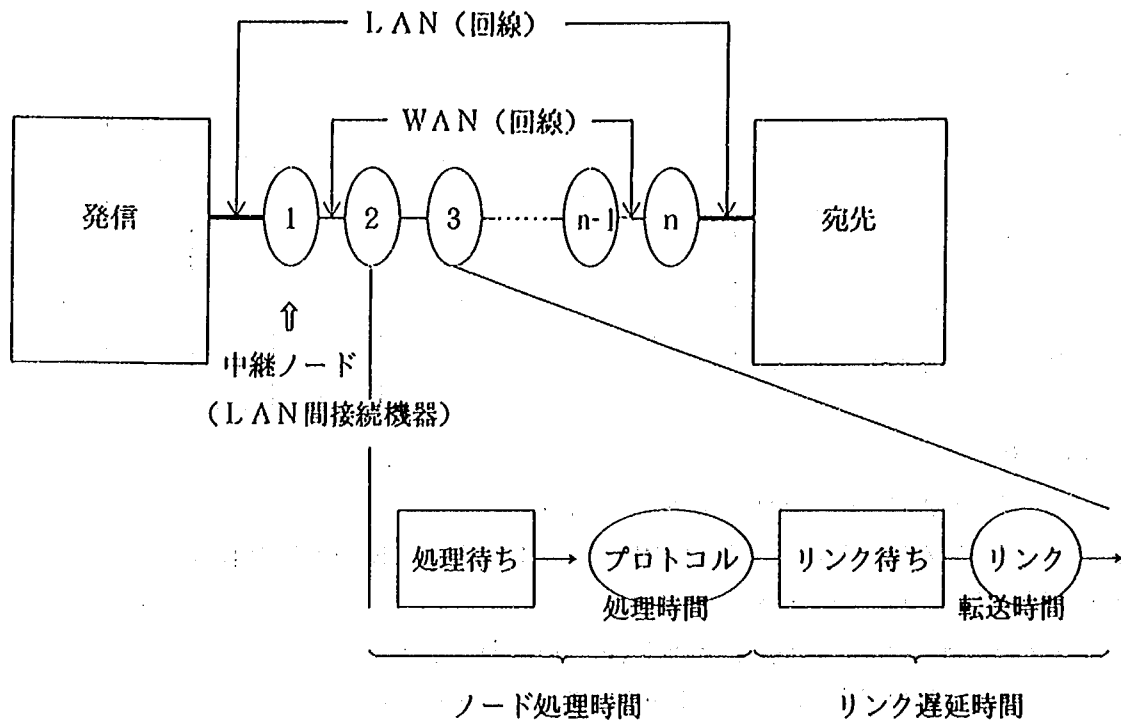


図-6.6 遅延時間

IEEE802.3

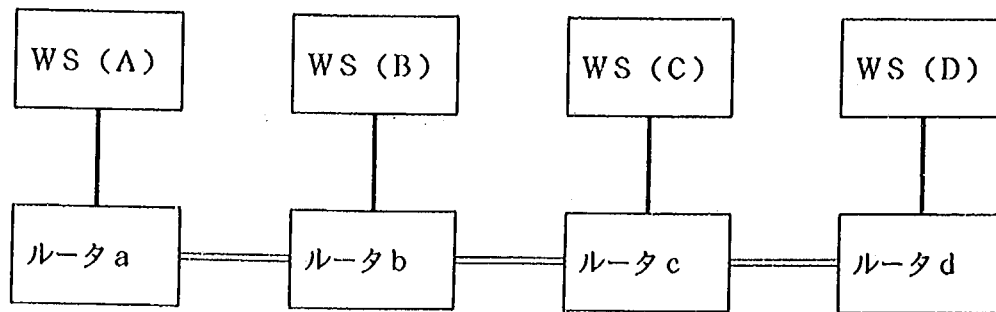
Preamble	SFD	DA	SA	L	データ	PAD	FCS
(バイト) 7	1	6	6	2	46 ~ 1500		4
					可変		
フレーム 64 ~ 1518 バイト							

- Preamble 同期を確立するために使用する
- SFD(Start Frame Delimiter) フレーム開始デリミタ
- DA (Destination Address) 宛て先アドレス。7+バイトの場合は"FFFFFF"
- SA (Source Address) 送信元アドレス
- L (Length) データ長。(0 ~ 1500バイト)
- PAD 最小データ長に足りない時に足す
- FCS(Frame Check Sequence)..... フレーム検査シーケンス

図-6.7 伝送フォーマット

6.2.4 試算例

(1) 構成モデル



前提条件

- は、LAN（伝送速度：10Mbps）を示す。
- == は、WANを示し伝送速度を64kbps、384kbps、1.5Mbpsの3種類とした。
- ・LAN規格は、IEEE802.3 とする。
- ・ルータの処理能力は、8000pps(packet per second)とする。
(ルータ内の処理方法は、パケット毎にするものとする。)
- ・END-ENDの処理時間は、考慮しない。
- ・各WS（ワークステーション）から発生するデータ量を、10Kbyte（20パケット（1パケット・サイズ=512Byte））とする。但し、データに付加されるヘッダー長を含む。
- ・伝送効率は、以下に示す。

	LAN		WAN	
回線容量	10 Mbps	64 Kbps	384 Kbps	1.5 Mbps
伝送効率	70 %			
実回線容量	7 Mbps	44.8 Kbps	268.8 Kbps	1.05 Mbps
1パケット遅延時間	0.00059 秒	0.09 秒	0.015秒	0.003秒

以上の示した前提条件で、3種類のケースについて論理遅延時間を求める。

- 1) ワークステーションAからワークステーションDへひとつのパケットを発生させた場合（但し、途中のワークステーションB、Cからはデータ発生はないものとする）。
- 2) ワークステーションAからワークステーションDへ全パケットを発生させた場合（但し、途中のワークステーションB、Cからはデータ発生はないものとする）。
- 3) ワークステーションA、B、CからワークステーションDへ同時にパケットを発生させた場合。

(2) 論理展迎時間ケース1

ワークステーションAからワークステーションDへひとつのパケット（1パケット・サイズ=512 Byte）を送る場合（但し、途中のワークステーションB、Cからはデータ発生はないものとする）を想定したとき、WS（A）から最初のパケットを送信した時間を0（秒）と仮定すると、図-6.8に示すタイムスケール概略となる。

ひとつのパケットを送出するのに掛かる遅延時間は、以下の算出式に表せられる。

$$\begin{aligned} \text{遅延時間 (秒)} &= \text{ノード処理時間} + \text{LAN遅延時間} + \text{WAN遅延時間} \\ &= N \times (1 (\text{packet}) / \text{ルータ処理能力} (\text{pps: packet per second})) \\ &\quad + (1 \text{ パケット (Byte)} \times 8 / (\text{リンク (LAN) 容量 (bps)} \times \text{伝送効率} (\%) / 100)) \times 2 \\ &\quad + (1 \text{ パケット (Byte)} \times 8 / (\text{リンク (WAN) 容量 (bps)} \times \text{伝送効率} (\%) / 100)) \times (N - 2) \\ &\quad + (1 \text{ パケット (Byte)} \times 8 / (\text{リンク (WAN) 容量 (bps)} \times \text{伝送効率} (\%) / 100)) \times P \end{aligned}$$

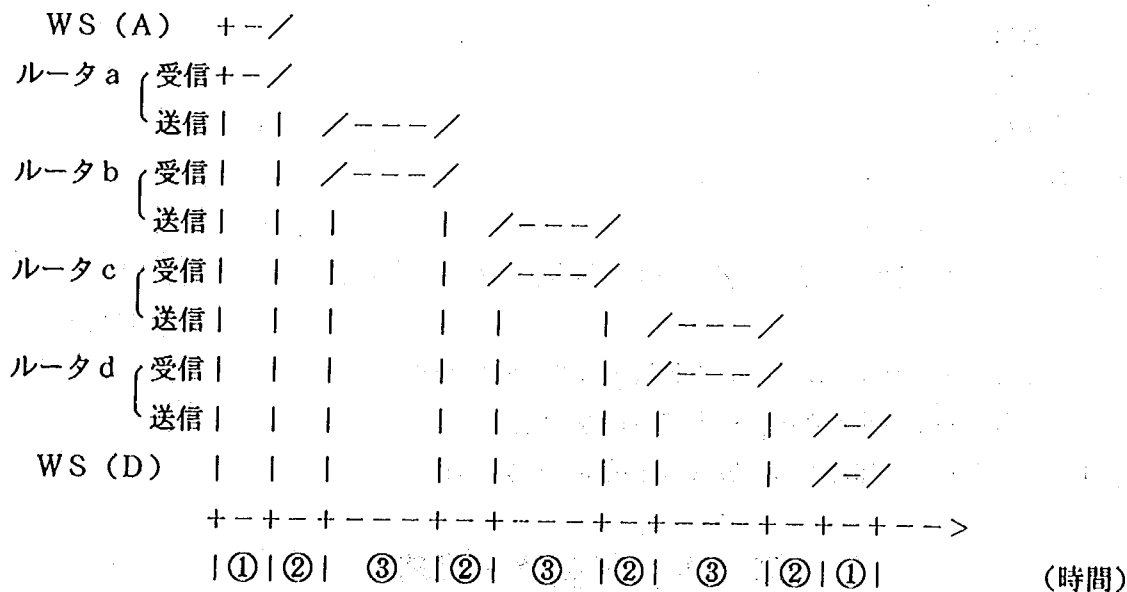
※N：中継ノード数を表す。

※P：全パケット数を表す。

前提条件上での遅延時間は、

WAN 容量 (bps)	64K	384K	1.5M
遲延時間 (秒)	0.27	0.05	0.01

となる。



- ①は、1パケットを送り届けた時のLAN伝送路でかかる時間。
②は、1パケットを中継する為のノードでかかる時間。
③は、1パケットを送り届けた時のWAN伝送路でかかる時間。

図-6.8 タイムスケール概略

(3) 論理屋延時間ケース2

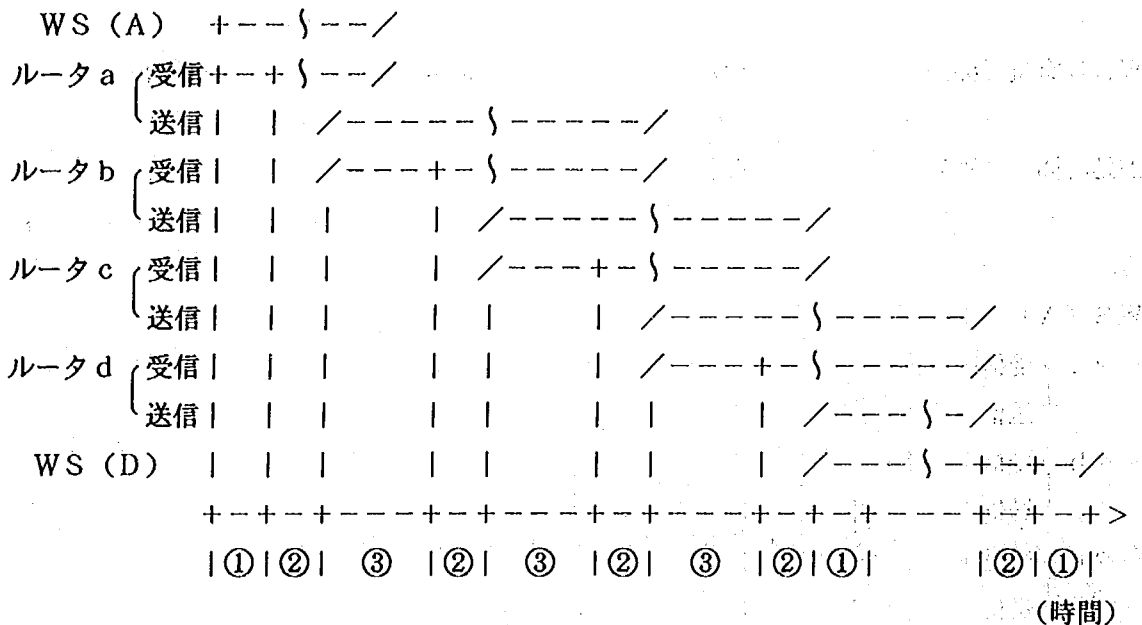
ワークステーションAからワークステーションDへ全パケット（20パケット（1パケット・サイズ=512Byte））を連続して送る場合（但し、途中のワークステーションB、Cからはデータ発生はないものとする）を想定したとき、WS（A）から最初のパケットを送信した時間を0（秒）と仮定すると、図-6.9 に示すタイムスケール概略となる。

全パケットを送出するのにかかる遅延時間は、論理遅延時間ケース1の算出式と同等の式で成り立ち、パケット数が多くなった分、他の処理時間（遅延時間）と重なる部分が出てくる。

前提条件上での遅延時間は、

WAN 容量 (bps)	64K	384K	1.5M
遲延時間 (秒)	1.98	0.33	0.66

となる。



- ①は、1パケットを送り届けた時のLAN伝送路でかかる時間。
②は、1パケットを中継する為のノードでかかる時間。
③は、1パケットを送り届けた時のWAN伝送路でかかる時間。

図-6.9 タイムスケール概略

(4) 論理型受取時間ケース 3

ワークステーションA、B、CからワークステーションDへ同時に全パケットが発生したと想定した場合の遅延時間を算出する。

先ず、ワークステーションA、B、Cから発生したパケットが、LAN伝送路を経て各ノード（ルータa、b、c）へ到達する。各ノードは、到達したパケットを逐次伝送路へ送る間に、もう一方の伝送路（WAN）からの割り込みパケットが発生することになるが、WANのリンク容量が低速な為、高速なLANからの受信中は、待ち状態になる。その為、発生元の速いパケットが一番最後に宛先へ届く事になる。

論理遅延時間ケース1、2より、全体の遅延時間に占めるWANの遅延時間は、ほぼ9割強占めることになる。(図-6.10参照)この事から言えるように、LAN、ノードの遅延時間は、WANに比べ高速であり、低速であるWANの遅延時間が、ネットワーク全体の遅延時間を大きく左右する事になる。実際には、LAN・WAN問わず伝送効率の問題が大きな影響を与える。LAN上では、他のアプリケーション等によるデータパケットの衝突が発生したり、WAN上では、ビット誤りによる再送や、フロー制御による送信待ちなどがあり、100%の伝送容量を使う事ができない。

このケースでは、伝送効率をLAN・WAN共に70%と定義しており、同一データ量が3箇所から一斉にパケットを発生したことより、約3倍の遅延時間（各データ量×3）になる。遅延時間は、以下の式により表せる。

$$\begin{aligned} \text{遅延時間 (秒)} &= \text{ノード処理時間} + \text{LAN遅延時間} + \text{WAN遅延時間} \\ &= (1 \text{ パケット(Byte)} \times 8 \text{ / (リンク(WAN)容量(bps)} \times \text{伝送効率(\%)/100}) \times P \end{aligned}$$

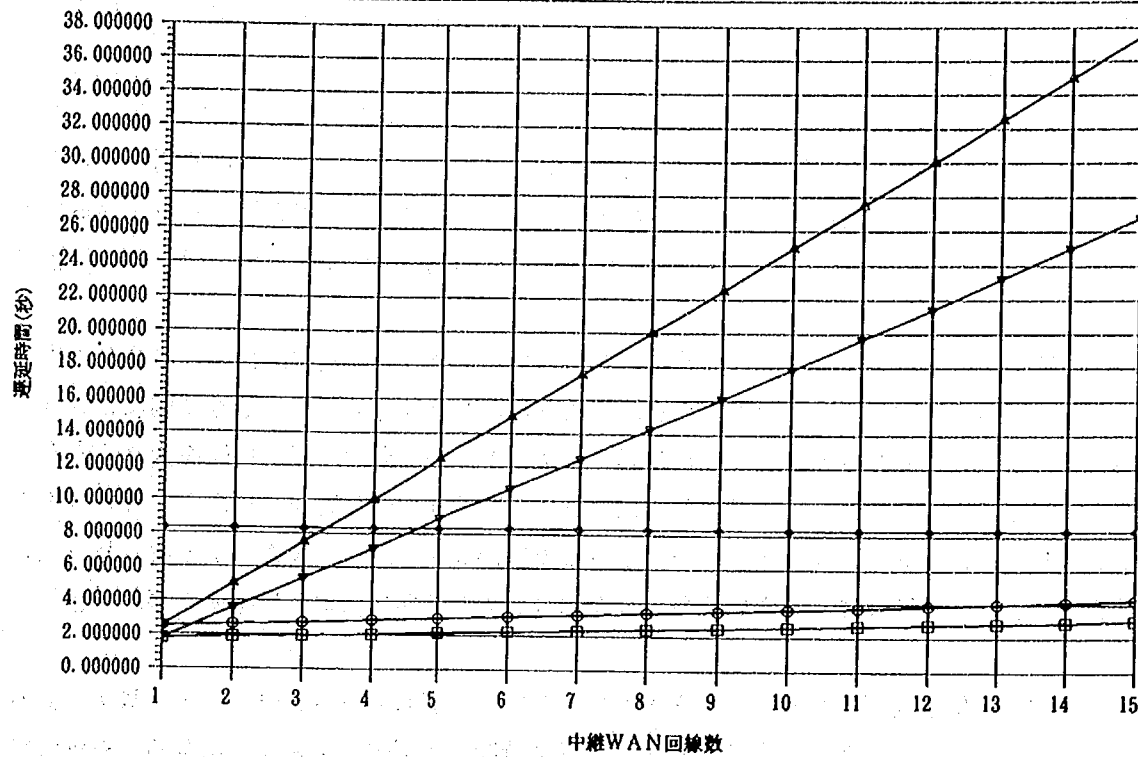
※P：発生パケット数を表す。

前提条件上での遅延時間は、

WAN 容量 (bps)	64K	384K	1.5M
遲延時間 (秒)	5.94	0.99	1.98

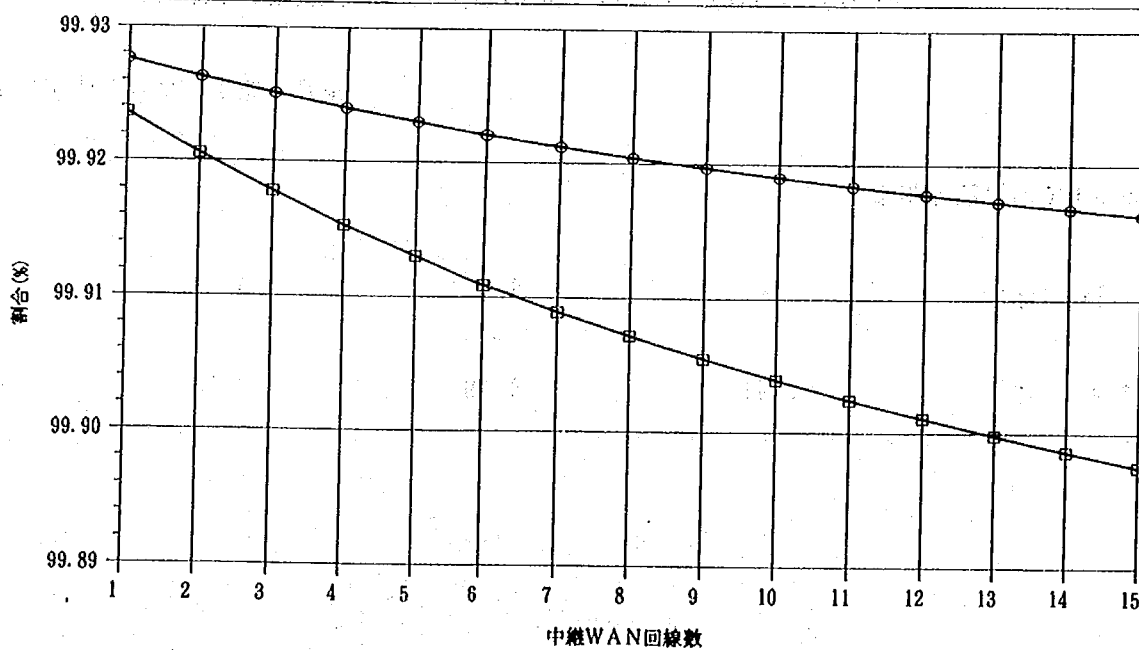
となる。

遅延時間と中継するWAN回線数の関係



○ 発信:宛先=1:1(伝送効率50%) △ 発信:宛先=n:1(伝送効率50%) ◇ 現状アナログ回線(9600bps)
 □ 発信:宛先=1:1(伝送効率70%) ▼ 発信:宛先=n:1(伝送効率70%)

ネットワーク遅延時間とWAN遅延時間の関係



○ WAN遅延時間(伝送効率50%) □ WAN遅延時間(伝送効率70%)

6.3 ネットワークトポロジー

6.3.1 トポロジーの評価項目

L A N間接続によるデータ通信網を構築する際には、新たなネットワークトポロジーを採用し、現行の問題を軽減することができる。本項では、河川情報システム、道路交通情報システムに適したL A N間接続網のトポロジーについて、次の観点から検討を行う。

- 1) 遅延時間； L A N間接続による遅延時間を算出し、専用線によるデータ通信の遅延時間と比較する。
- 2) 可用性； 論理バスと物理バスが等しいという条件の下で、採り得る迂回路数を尺度とする。但し、実際にはコストの制約から可用性を向上させるために中継局を新設することは少なく、主ルートのみ回線構成上必要な局を有効利用して迂回路構成を行っていることに注意すべきである（6.3.4参照）。
- 3) 回線利用率； 運ばれるデータ量／（チャンネル容量×スパン数）を評価尺度とする。
- 4) 物理回線の複雑さ（運用性、ネットワーク構築の容易性、コスト、管理労力）； 通常1本の論理バスは複数のスパン（局間回線）を經由して成り立っており、L A N間接続の運用性等は、論理バス数より、この物理的な側面に依存する（図-6.11）。例えば、物理回線の制約によりスター状回線はリング状よりも複雑な物理的回線構成となる（なお、論理的な管理の複雑さは除いている）。ここでは、物理回線の複雑さの評価尺度として下式を仮定した。

$$\text{物理回線の複雑さ} = \frac{\text{論理バス数}}{\sum \text{經由するスパン}}$$

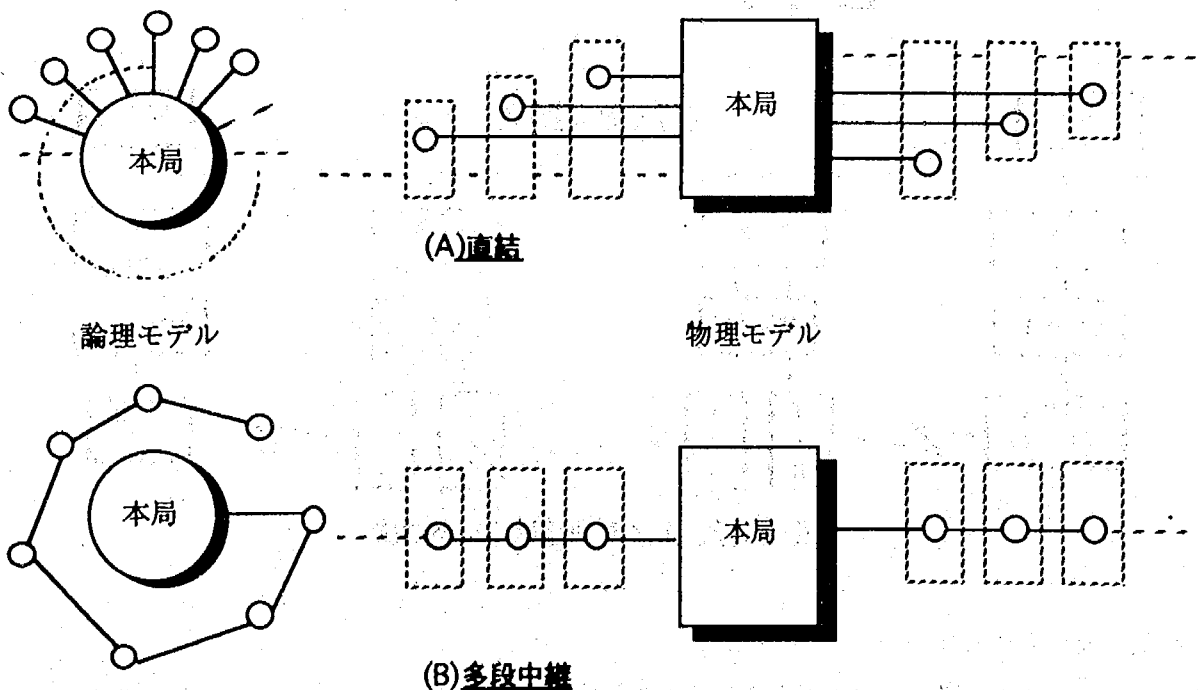


図-6.11 本局-事務所間の接続

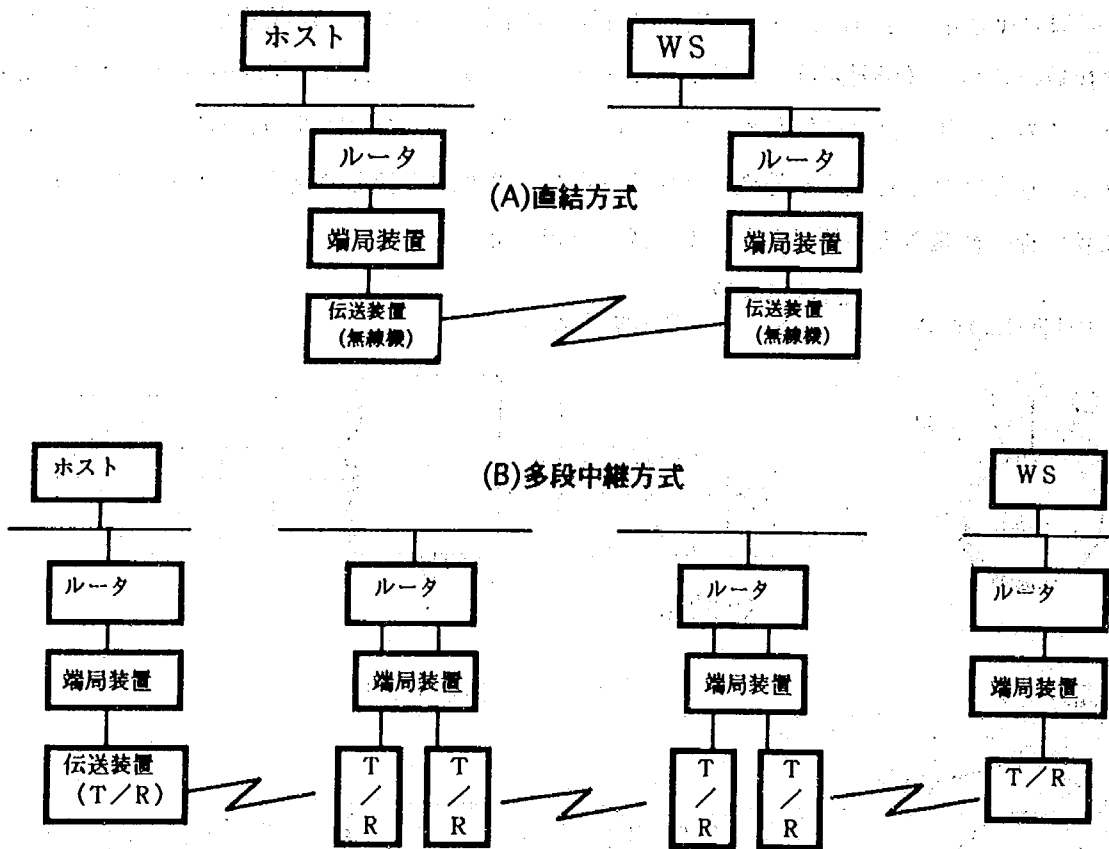
6.3.2 本局－事務所間の垂直主ルート

現在の本局－事務所間のネットワークは、図－6.11 (A) に示した直結されたスター状のトポロジーである。これらのルート（垂直主ルート）は、河川情報システム、道路交通情報システムにおいて最も重要な集配機能を担当しており、ほぼ完成された通信路を確保している。

多段中継を許容することは、回線効率、ネットワーク構築の容易性、コストの点で優れているものの、次に挙げる理由により、垂直主ルート間の通信は直結して行うこととし、その結果、スター状のトポロジーを踏襲することとする。

(1) 信頼性からの理由

直結構成によりLAN間接続を行った場合の機器構成は図－6.12 (A) である。これを多段中継で構成すると、同図 (B) となる。この場合、他局のルータに依存せずには通信が行えないこととなる。現在、ルータの設定やトラフィック対接続遅延、障害対策等での実績が不足しており、障害の波及可能性を最小限に止めるため、直結方式が望ましい。

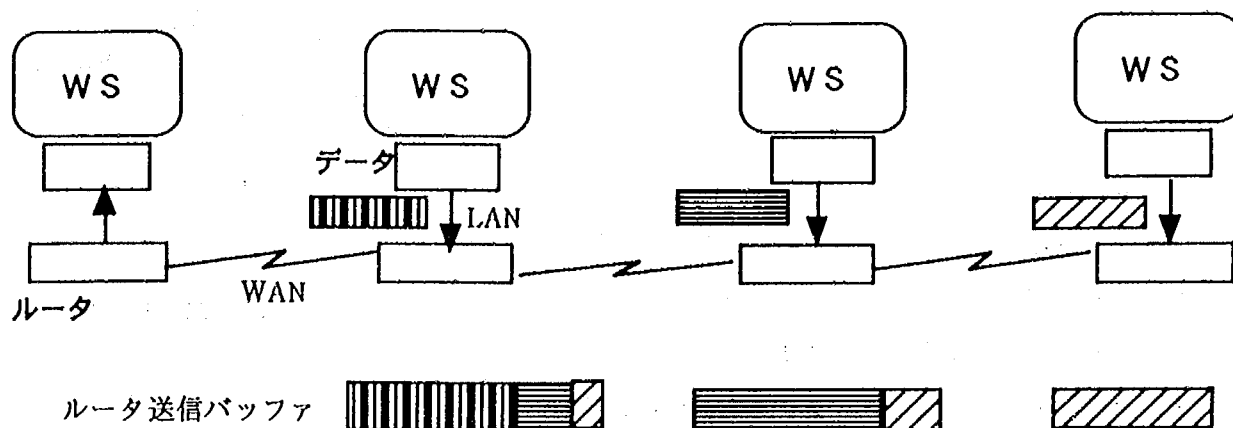


図－6.12 LAN間接続の機器構成

(2) 接続遅延からの理由

多段で接続すると、遠方局の遅延が大きくなる可能性がある（図－6.13）コンピュータ間通信の場合

合には許容値以内の遅延時間でも、ユーザが遠隔地のコンピュータを利用する場合には、ユーザインタフェースを損ね、新たな利用用途を制限することになりかねない。



ルータに送られる単位時間当たりのデータ量の違い（速度差）により、転送されるデータの割合が異なる。

図-6.13 遠方局の遅延

(3) 整備・移行計画からの理由

既存のデータ通信回線の構築状況を考慮し、これらを活用することが望ましい。

6.3.3 斜回線（水平ルート）及び迂回ルートの現状

(1) 事務所－事務所間の斜回線（水平ルート）

物理的な通信路と論理的な通信路が1対1に対応しているため、事務所間を結ぶ横のデータ通信路（斜回線）の増設など論理的な接続の増加には、物理的な回線の増設が必要となり、開通に時間がかかり、管理労力が増大する（図-6.14）。

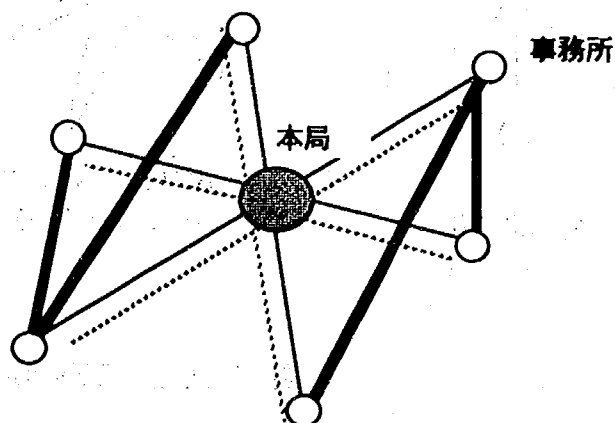


図-6.14 水平ルート

(2) 迂回ルートの構成

現在、主ルートに対する迂回ルートは物理的な二重化対策を採っているため、直結、スター状となっており（図-6.15）、次に挙げる問題点を有する。

- 1) 迂回ルートは100%予備のルートであり、主ルート正常時は利用されておらず、輸送されるデータ量に比して回線利用率が低い。
- 2) 迂回ルートは危険分散を図るため、主ルートとは異なる中継点を通過させる。このため、常に物理ルートを意識したネットワーク設計を行う必要がある。
- 3) 上記2点より、信頼度を向上させるためには物理回線を追加する必要があり、コストや管理が増大する。

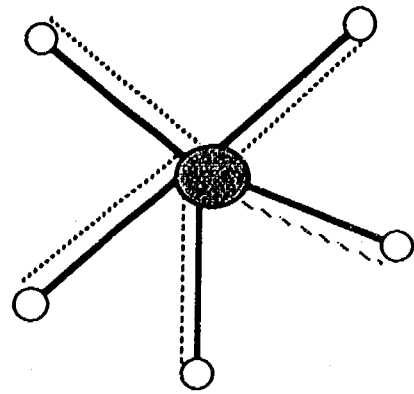


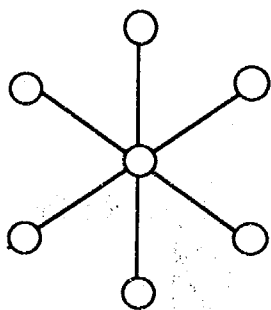
図-6.15 迂回ルート

(1) 検討対象

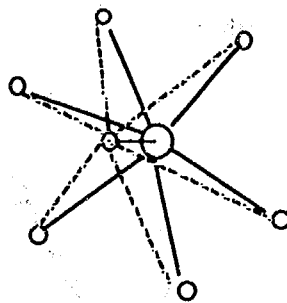
LAN間接続網に適用するトポロジーとして、垂直主ルートはスター状で構成することとした。更に従来水平ルートを利用していたトラフィックや迂回ルートを考慮して、上記のスター状トポロジーに次の2つの論理バスを組み合わせた場合について検討した。

①もう一つのスター状のバス（ダブルスター）（図-6.16B）

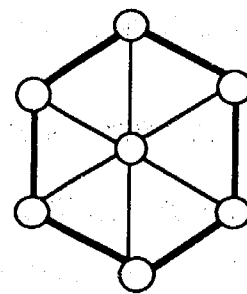
②リング状のバス（リング・スター）（図-6.16C）



A. スター状
(主ルート)



B. スター状+スター状
(ダブルスター)



C. スター状+リング状
(リング・スター)

主ルート+迂回ルート

図-6.16 検討の対象としたトポロジー

なお、メッシュ状その他のより複雑なトポロジーについては検討していない。これは、回線構築や接続中継段数などの物理的な様々な制約により、複雑なトポロジーをそのまま実回線に適用することは困難であり、現実的な制約のなかで組み合わせて用いられるであろう基本的トポロジーについて検討すべきと考えたからである。

(2) ダブルスターにおけるセンター局の位置

ダブルスターにおける本局以外のセンター局（第二本局）の採り得る形態は図-6.17の(A)～(C)である。

(A)は既存のデータ通信局以外に全く新しい局を新設する案である。実際には困難と思われる。

(B)は既存のデータ通信局の一つに仮想的なセンター局（第二本局）を設ける案であり、第二本局用とを接続する中継線は新設する。こうすることにより、迂回分の容量が別に計算できる。

(C)は既存のデータ通信局と中継線も共用するセンター局を設置する案である。共用局の中継線容量の考え方が他のデータ通信局と異なる。

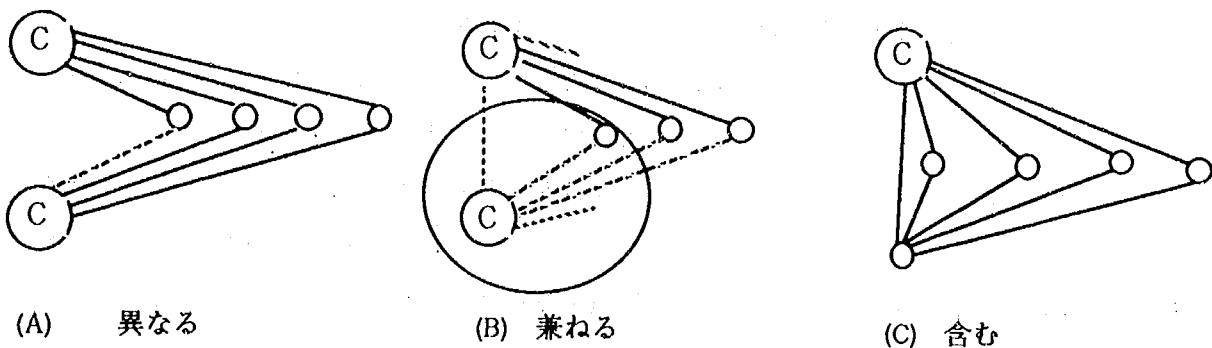


図-6.17 ダブルスターの仮想的なバックアップノードの位置

本検討においては実現性、第二本局が設置された局とその他との局との同一性の観点から(B)案で検討を行う。

ダブルスターにおいて、図6.18 (B) のようなホップカウント（後述）を設定すると、従来の垂直主ルートへの負荷は本局直通ルートを経由し、迂回及び水平ルートの負荷は第二本局を経由させることができる。これは、水平ルートの負荷が本局直通ルートに流れることを防ぐためである。

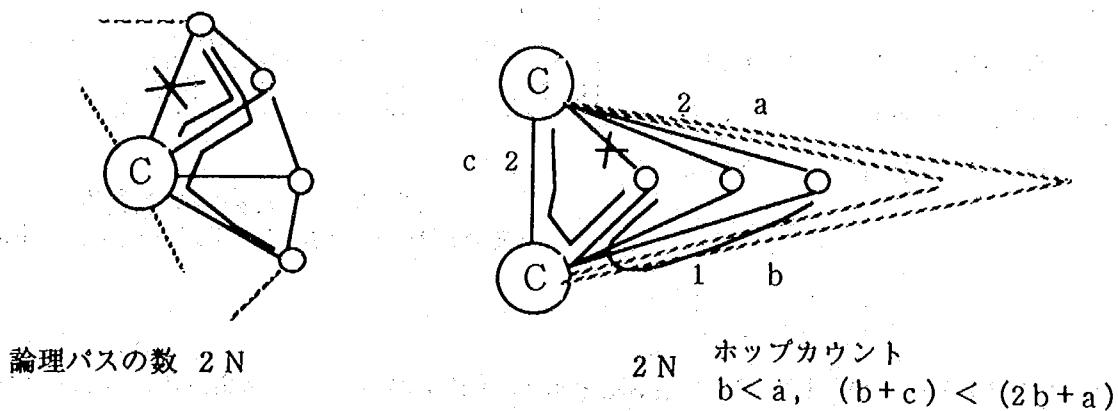


図-6.18 データの流れ

(3) データの流れ

図-6.18における障害時のデータの流れを整理すると下表のようになる。

用途		ダブルスター	リング・スター		
迂回	中継回線数	2	2		
	ルート	第二本局-局	事務所水平+他局主ルート		
交換	中継回線数	2	隣接2局は直通回線		
	ルート	1) .第二本局経由	次隣接の2局は水平回線または本局回線経由(2中継)		
		2) .本局経由	次隣接以遠はホップカウントが同じなら局経由の2中継		

(4) 評価

上表を基に簡単な比較をする。例えば、各回線の信頼度をPとすると、ダブルスターの場合には可用性 $=1-P^3$ 、リングスターの場合には $1-P^2$ となるほか、論理的にはダブルスターの方が優れているように見える。また、データ交換においてもダブルスターは常に同一のホップカウントなり、本局のトラフィックに影響を与えない。一方、ダブルスターのデータ交換はホップカウントに特段の調整機能を持たせなければ局を経由する場合が多い。しかし、ダブルスターは物理網に展開した時に構築運用が大変となるが、リングスターは簡単に接続できるところをつないで構成できる。このため、物理網と重ね合わせると、決してダブルスターが優れているわけではない。

6.3.4 論理網と物理モデルとの整合

前項までのトポロジーを物理回線網のモデルに当てはめる。物理回線には以下の仮定を与えた。これをもとに現実的なモデル、図6-19を考える。

- 1) 何等かのループを持つ(全くループを持たない物理網では迂回路構成は不可能であることによる)。
- 2) 同一局を通過する。(同一局を通過しない場合は、実際には少なく、また、この場合には論理モデルと同一になることによる。)

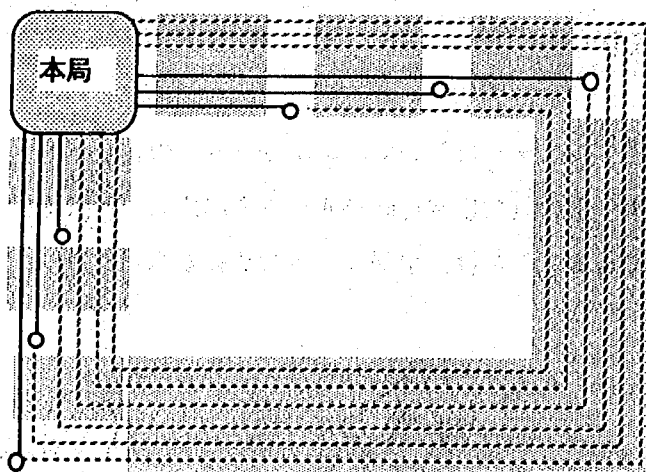
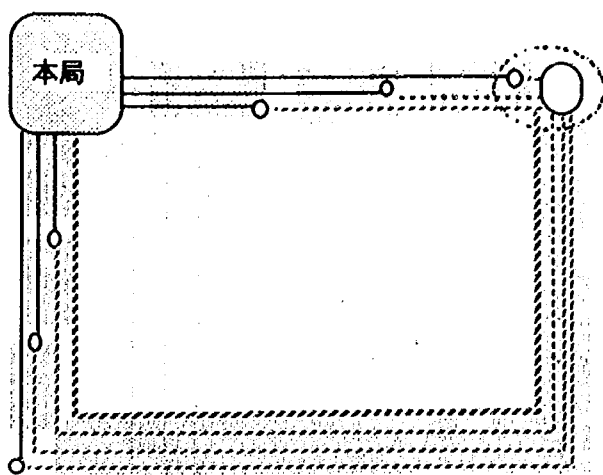
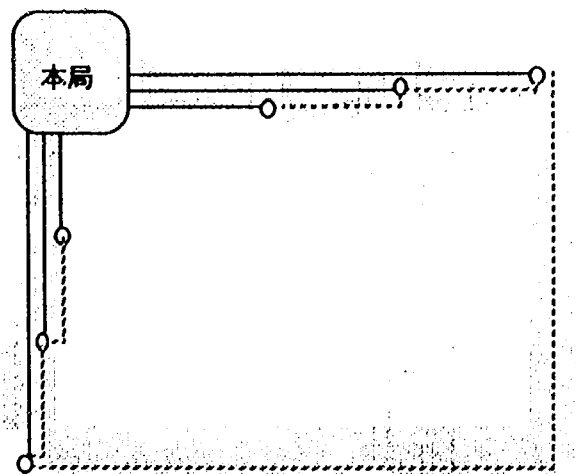


図-6.19 現実的なモデル
(物理回線の二重化によるデータ通信路構成)

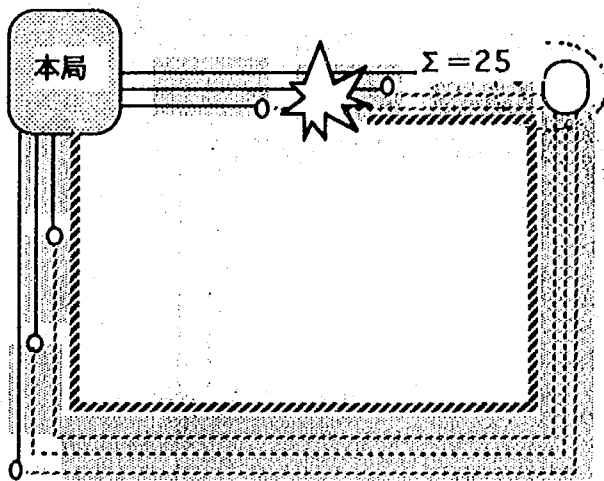
図-6.20にモデルケースのとしたデータ通信路を示す。図に示すように通信路構成の容易性や障害時のトラフィックの流れを考慮した通信路設計(容量他)を行う必要がある。



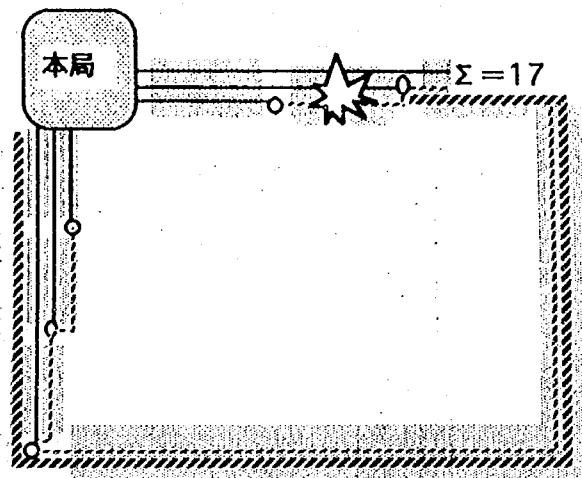
ダブルスターによるデータ通信路構成



リング・スターによるデータ通信路構成



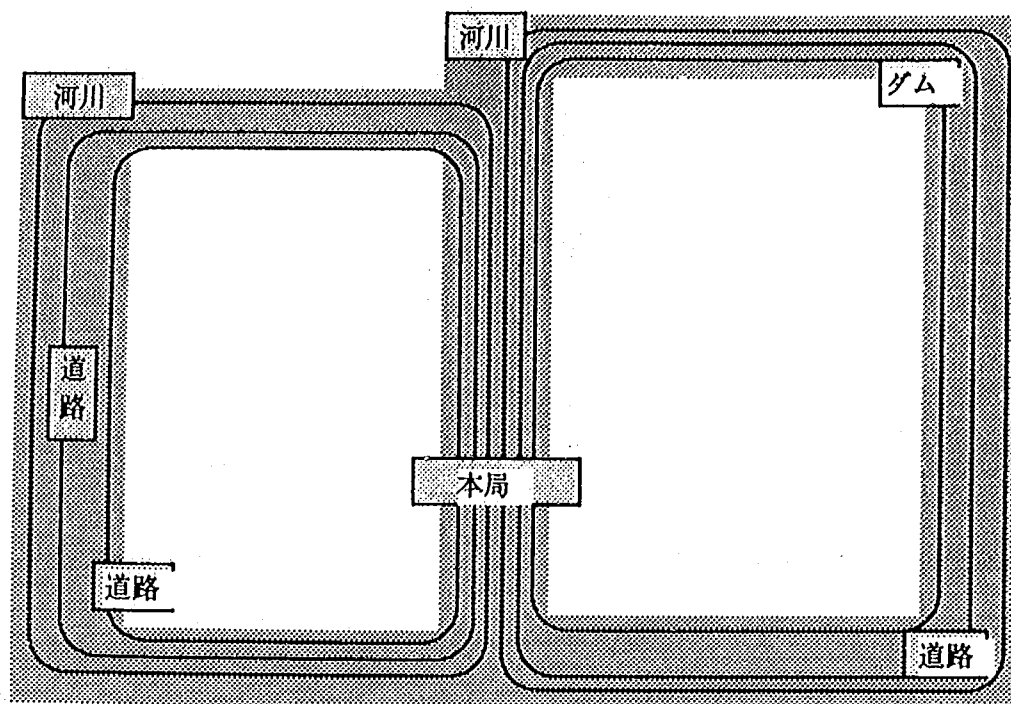
障害時



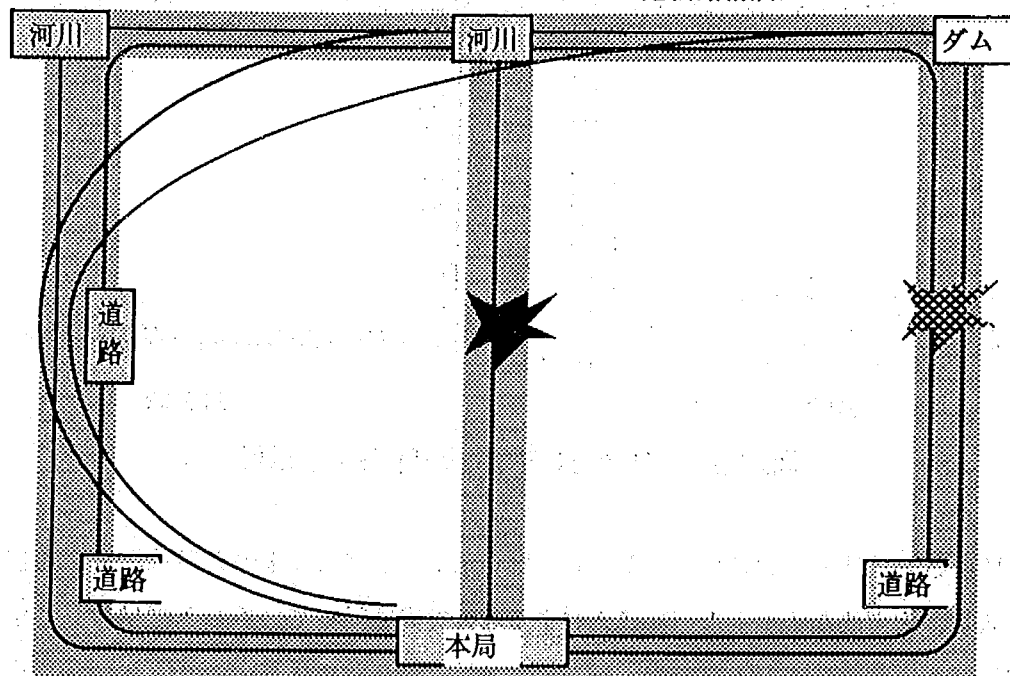
障害時

図-6.20 物理網を考慮した通信路の構成例

図-6.21にはさらに地方建設局をモデルにした例を示す。上図は従来の専用線による通信路構成の例であり、通常、物理的なチャネル切り替えによる障害対策を行っている。下図は同じトポロジの拠点、物理網に、ある簡単なルール（河川、道路毎にリングとした）に基づきLAN間通信を適用した場合である。この場合左図の網では不可能な2カ所の障害に対してもデータ通信が確保されるほか、物理的網構成の単純化、事務所間通信（斜回線）を容易に入手できるなどのメリットがある。現実的にはこのモデルほど単純な構成ではないので、例えば、トラフィックの多い隣接道路事務所間、ダム＋上下流河川工事事務所間をリング上に結び、本局との間に物理的な迂回路や大容量の回線構成可能な局にバイパスを張りミニスターを形成するなどの工夫が考えられる。



物理回線の二重化によるデータ通信路構成



道路、河川毎のリング・スターによるデータ通信路構成

図-6.21 地方建設局のデータ通信路の例

注意しなければならないのは、異なった物理モデルや異なった障害発生確率、評価尺度ではでは違った最適モデルが得られることである。また、実際の回線への適用に際しては、ルーティングプロトコルとしてRIPを利用した場合には16段が限界であるなど様々な制約がある。

7 ルーティング

7.1 ブリッジによるルーティング

幾つかのLANをブリッジで接続し、ステーション間に複数の経路が存在するような構成をとる場合は、経路選択（ルーティング）機能を考慮しなければならない。

このようなLAN接続をトランスペアレントブリッジで構築すると、ブロードキャストフレームや所在不明の宛先フレームなどがネットワークを巡回してしまい、ネットワークの正常な運用が出来なくなる。

ブリッジのルーティング方式には、主にIEEE802.3(CSMA/CD)に準拠したLAN間で使用されるスパニングツリー方式と、IEEE802.5(トークンリング)に準拠したLAN間で使用されるソースルーティング方式がある。

2種類のルーティングプロトコルは、それぞれ独立な関係にあるため、混在させてもうまく活用することはできない。IEEE802委員会では、標準すべきルーティングプロトコルはスパニングツリーアルゴリズムとし、ソースルーティングはオプションとしている。

(1) スパニングツリー方式

スパニングツリー方式の特長は、ルーティング処理はブリッジだけが関与するだけで、ステーションには特別なプログラムを必要としないことである。スパニングツリーをもつブリッジは、互いに制御メッセージ（ハローメッセージ）を交換して、使用する経路（アクティブルート）を1つにする。残りのブリッジは、待機ブリッジとし、アクティブルート（ブリッジやLAN）に障害が起きたときの代替ルートを提供する。このため、スパニングツリーを採用しているブリッジでLAN接続をしておけば、新しいブリッジを導入することで、予備のルートを確保することができ信頼性を高めることができる（図-7.1）。

(2) ソースルーティング

ソースルーティングは、どの経路を使用するかというルーティング情報を送信メッセージに格納して指示する方法である。ソースルーティングでは、送信を開始する前に相手先確認フレームを送出する。相手先確認フレームは、幾つかの経路で相手先に届く。この時、各ブリッジはルーティング情報（ブリッジとLANの識別子）を相手確認フレームに付加する。相手先端末には、経路の数だけ相手先確認フレームが着信するが、このうち最も早く着信した相手先フレームのルーティング情報を発信元に返送する。これによって、発信端末は最適な経路を知ることができ、以後はこのルーティング情報をデータフレームのRI(Routing Information)部に格納して送出する。図-7.2）。

ソースルーティング方式は、端末を含め、全ての構成機器がこのプロトコルを実装しなければならないが、スパニングツリー方式よりもブリッジの負荷を軽くできる。

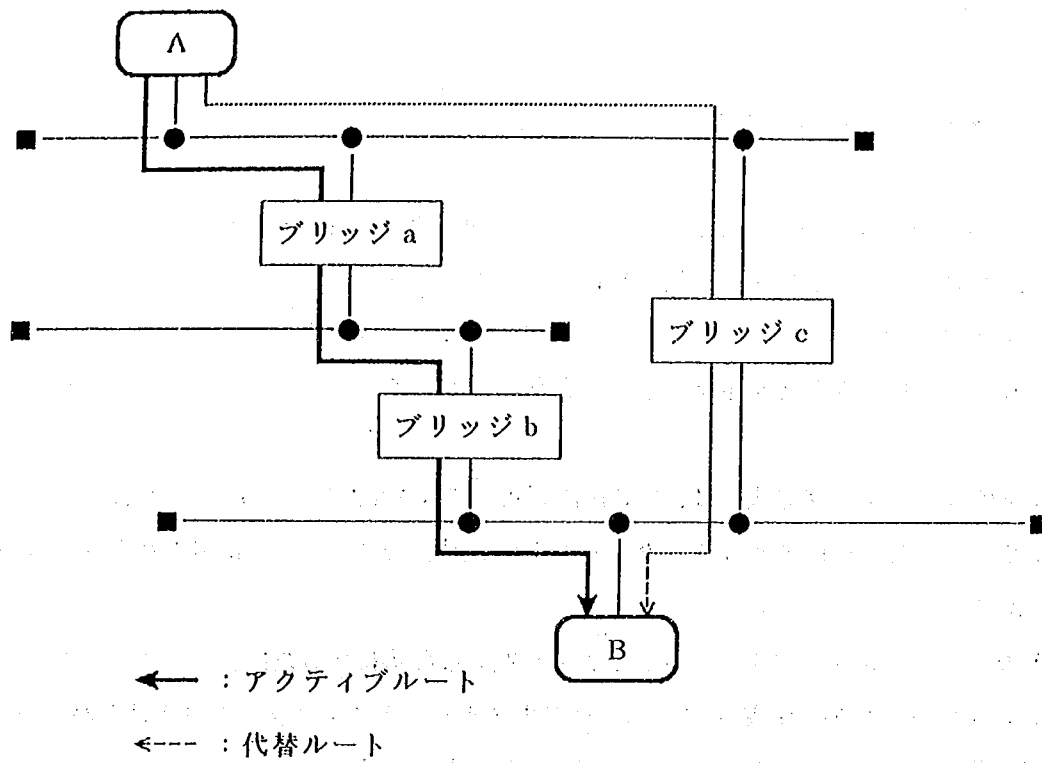


図-7.1 スパニングツリーによる経路の2重化

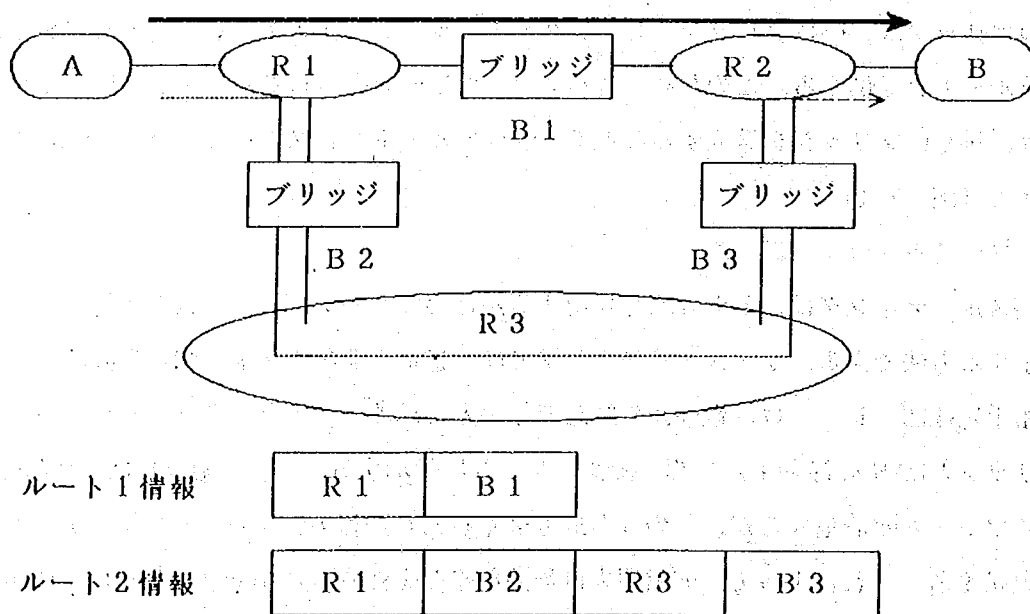


図-7.2 ソースルーティングの概念

7.2 ルータによるルーティング

7.2.1 ルータによるルーティングの概要

目的とする相手端末との経路が複数存在する場合、最適な経路を選択する必要がある。最適な経路は、ネットワークの故障や運用の状況、経路選択の基準（プライオリティ）などから決まる。

ルーティングアルゴリズムには、RIP に代表される距離ベクタ（Distance Vector）アルゴリズムと OSPF (Open Shortest Path First) に代表されるリンク状態 (Link-State) アルゴリズムの 2 種類がある。

- 1) 距離ベクタアルゴリズムでは、隣接するルータ間で隣接する経路情報を交換し、接続に要する中継の回数（ホップカウント情報）を経路選択の基準（コスト）とする。
- 2) リンク状態アルゴリズムは、個々のルータが全ルータの経路情報を持ち、全ネットワークを監視する方式であり、故障や構成の変更などの検出が可能でダイナミックに、正常なルーティングが行える。

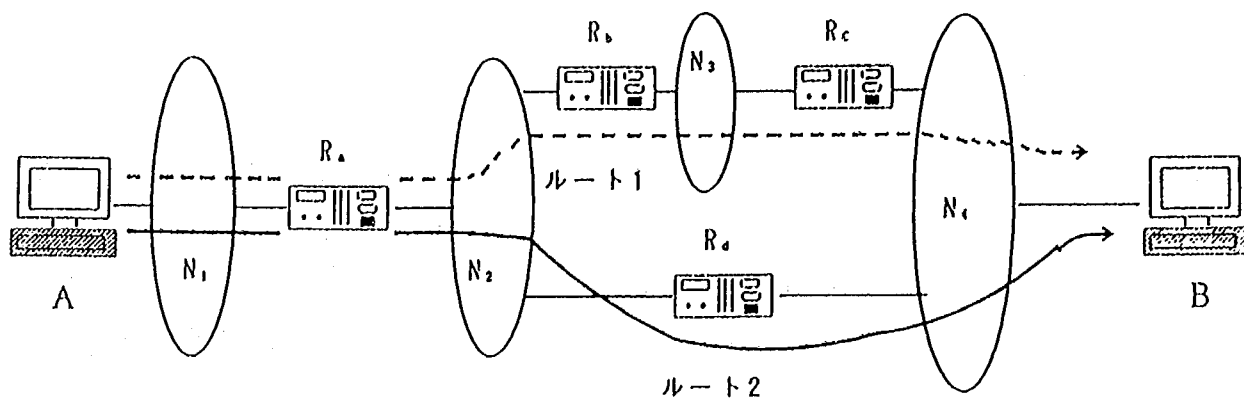
故障やネットワークの構成変更に対して即応できるダイナミックなルーティングを行うには、ルータ間の最新ステータスを情報交換したり、ステーションに外部情報を伝えるなどの仕組みが必要である。RIPでは、情報を隣接ルータに一定時間ごとに次々と伝えていく形となるため、大規模ではルータ間の伝達遅延が原因で整合性がとれなくなったり、中継数だけを比較することから低速回数を選択してしまうなどの欠点がある。これに対して、OSPFは速度や回線特性の遅延も経路選択の基準（コスト）として考慮できる。しかしながら、現時点ではOSPFを実装しているルータは少なく、以下、技術的にはほぼ確立しているRIPについて述べる。

7.2.2 RIP (Routing Information Protocol) の概要

(1) 動作概要

図7.3では、コンピュータAがコンピュータBにパケットを送る場合、ルート1とルート2の2通りのルートが存在する。RIPではホップ・カウント（中継数）が少ないことを理由にルート2が選択される。

ダイナミック・ルーティングを採用している場合はN₂とN₄間のルート（Rd）に故障が発生すると、データは自動的にN₃を経由したルート1に迂回される。これはルータRaがルータRdのトラブルをルータ間のルーティング情報から検出し、自動的にルータRdを使用するルートに切り替えるからである。もしルータRaが、N₂からN₄へのルートをスタック・ルーティング（固定ルート）に設定していた場合は、このような自動迂回は実行しない。迂回ルートを設定するには、ルータRaのN₄へのルートをルータRdあてに手動で変更する必要がある。このような動作を実現するため、次のようなプロトコルが実装されている。



R₁₋₄ : ルータ

N₁₋₄ : ネットワーク (LANや回線)

図-7.3 RIPルーティングの例

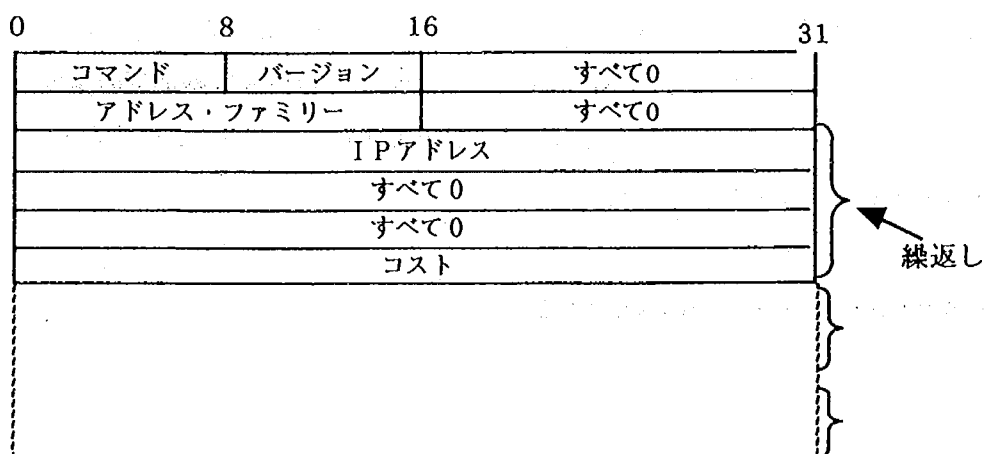


図-7.4 RIPパケットのフォーマット

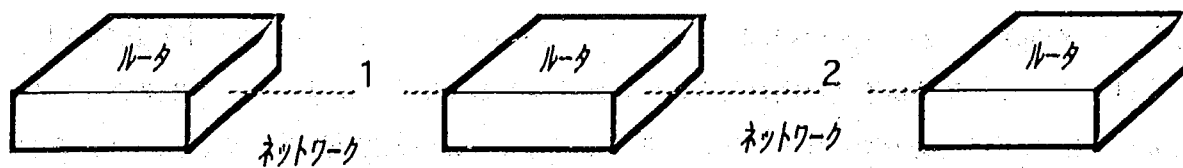


図-7.5 ルートのコスト

(2) プロトコル概要

RIPパケットのフォーマットを図7.4に示す。

1) コマンド

①: リクエスト

立ち上がったばかりのルータなどが、ルーティング情報を得るために隣のルータにルート情報を尋ねるためなどに使われる。

ある特定の宛先に対するルート情報を得る場合と、すべてのルート情報を得る場合と2つある。前者は、アドレス・ファミリーに続くアドレスのところにそのルート情報が入手したい宛先のアドレスを入れる。後者では、アドレス・ファミリーを0とする。

②: レスポンス

レスポンス・メッセージは、アドレスの部分に〈宛先アドレス、コスト〉の情報が入れられる。レスポンスは、次のいずれかの事象に基づいて隣のルータに送られる。

a. リクエストメッセージを受信

b. 定期的

リクエストが来なくても30秒に1回送付される。すべてのルータは、一定時間ルート情報が更新されないとルーティング・テーブルから削除される。このため、一定周期でルート情報は交換される必要がある。(この定期交換によって隣接ルータ、あるいは隣接ルータとのリンクの状態をチェックすることができ、定期連絡が来ないと異常があったものとしてルーティング・テーブルの更新作業が始まる)。

c. ルーティング・テーブルの内容に変更が生じたとき

ネットワーク構成の変更があったことを検出したルータは、他のルータに対して構成変更を知らせるために更新ルーティング・テーブルを通知する。構成変更があっても、ルーティング・テーブルに変更がない場合は通知する必要がない。

2) アドレス・ファミリー

アドレスの種類を表し、IPの場合は2が使われる。アドレス・ファミリーの後にルーティング情報が続く。

3) アドレス

宛先アドレスを表す。アドレスとしては、次の種々のタイプを含むことができる。

- ホスト・アドレス
- サブネット番号
- ネットワーク番号
- 0 (デフォルト・ルートを表す)

4) コスト (またはメトリック)

宛先アドレスに至るルートのコストを、1~16の整数で表す。ルートのコスト表現についてはプロ

トコル仕様上は記述されていないが、そのルータから宛先に至るまでに経由する各ローカル網の個数で表している。例えば、そのルータに直接つながっているネットワーク（あるいはそのネットワークに接続されているホスト）までのルートのコストは1とする。またコスト=16とは、その宛先に至るルートがないことを意味する（つまりルート・コストが無限大）（図7.5）。

（3） プロトコル処理

RIPのプロトコル処理（上記のルーティング・プログラム）は、①タイマー処理と、ルーティング情報の②入力処理、③出力処理に分けられる。

ここでは、ネットワークに対する負荷、及び、障害時の切り替え時間の点から、ルート情報の更新について述べる。

① タイマー処理

RIPには種々のタイマー処理が必要である。まず30秒ごとの出力処理であり、ルーティング・テーブル更新が行われなくても30秒ごとに隣接ルータ間で定期的にテーブル情報を交換し合う必要がある。すべてのルータが一斉に30秒ごとにRIPパケットの定期連絡を始めるとネットワークの負荷が瞬時的に大きくなるので、この30秒タイマーは乱数をふってスタート時点を各ルータの間でずらす必要がある。さらに、内部ルーティング・テーブルの各項目ごとの処理のために2つのタイマーが必要である。これらのタイマーは、それぞれの項目の削除プロセスと関連があるため、削除プロセスを説明しながらタイマーの動作を説明する。

削除プロセス

180秒間ルート情報の更新が行われないと（つまり6回続けて定期連絡がない）、そのルートは期限が切れたものとして削除プロセスが起動される。ルーティング・テーブルのルート情報の削除は、①タイマーが切れた、②コストが16にセットされた、のいずれかの理由によって行われる。いずれにしても削除プロセスでは、すぐにその項目をテーブルから消さずに次の処理を実行する。

I) 抹消タイマーを120秒にセットする

II) そのルートのコストを16とする

III) そのルート項目の内容が変更されたことを示すフラッグをセットし、出力プロセスにレスポンスを送る必要が生じたことを知らせる。

さらに抹消タイマーが切れる前に他のルートがあると分かると、そのルート情報を書き入れて抹消タイマーを切る。しかし抹消タイマーがタイムアウトになると、その項目をテーブルから抹消する。

③ 出力処理

出力処理は、ルーティング・テーブルの全部あるいは一部の情報を含んだレスポンス・メッセージ

を送る処理をするレスポンス・プロセスと、隣接ルータからルート情報を取得するためのリクエスト・プロセスより構成される。レスポンス・プロセスは、下記のいずれかによって起動される。

I) リクエスト・メッセージを受信して入力プロセスが起動された

II) 30秒ごとの定期的なテーブル情報の交換のためのタイマーが起動された

III) テーブル内のルート項目のコストが変更された

ここでIII)のケースは注意を要する。つまりルートのコストが変わったということは、ネットワークの構成になんらかの変化があったためであり、これはひとつのルータだけですむものではなく、その構成変化にかかわるすべてのルータで出力プロセスが同時に動き出す可能性がある。このため、それらのルータがレスポンス・メッセージを互いにやりとりし始めると、トラヒックが急激に増大してネットワークの混雑を招く恐れがある。またテーブルの中で項目の変更は複数に項目に及ぶことがあるため、その変更に時間差があったとき1項目の変更ごとにレスポンス・メッセージを出していたら、ひとつのルータから出力されるメッセージ数も大量になる。

このため、コスト変更によるレスポンス・メッセージを送るときには、できるだけメッセージ数を減らすような注意が必要になる。例えば、III)の原因でレスポンス・メッセージを送った後でタイマーを起動する

(1から5秒くらいの間)。そのタイマーが切れるまでは、コスト変更があったルート項目があったとしても、しばらくは待つ。そしてタイマーが切れたら、その間に起きたコスト変更のルート情報をすべて含んだレスポンス・メッセージをひとつだけ送る。もしタイマーが切れるまでにII)の定期連絡の事象が生じた場合は、その間に生じたコスト変更はこれによって知らせれるためIII)の処理はキャンセルする。またIII)によって引き起こされる出力プロセスのような場合、ルーティング・テーブルの全情報をレスポンス・メッセージに入れる必要はなく、変更があったルート情報だけを送るだけでよい。ネットワークが大規模になってくると、これらの工夫によってかなりトラヒックを削減することができる。

7.2.3 R I Pバージョン2 (RIP-2)

なお、R I Pバージョン2 (RIP-2) が標準化されている。これは、ルーティング・ドメインの考え方として、ひとつの物理ネットワーク上で、複数の独立したRIPを使う論理的に分離されたネットワークが構成できる。これによって、ひとつのネットワーク上で複数のRIPを動作させることができる。また、RIPパケットの交換に、ブロードキャストではなくマルチキャストを用いることができる。これによってブロードキャストによるトラヒック増大を防ぐことができる。そのほか、サブネットマスクなど、RIP-2ではRIP-1で得られた経験に基づいて種々の改善が施されている。

8 ネットワーク管理

(1) 概要

ネットワーク管理は運用と保守を含めたものであり、その目的は、ネットワークシステムの安全かつ円滑な運用を保証することである。ネットワーク管理に当たっては、各種の情報を一元管理し、ノウハウを蓄積するためのネットワーク管理者が必要である。管理項目として次の5項目が挙げられる。

1) 構成管理 (状態の把握、構成変更等)

ネットワーク上にどのようなノードが存在し、接続されているかを管理する。この管理を実現するにはドキュメント類 (機器接続図、室内配線図等) の整備が必須である。

2) 障害管理 (障害の検出、修復等)

障害時の対応や対処、障害履歴について管理する。

3) パフォーマンス (性能) 管理 (トラフィック分析等)

ネットワーク上のデータ流通に対するネットワークの負荷を適正量にするための管理。

4) ディレクトリ管理

ネットワークの目的の一つに情報の共有化が挙げられるが、情報はファイルとしてサーバに登録されている。このファイル管理の上位管理としてディレクトリ管理がある。OSI基準ではこの項目はなく課金管理となっている。

5) セキュリティ (機密) 管理 (アクセス制御等)

データのセキュリティ管理がメインとなっている。データばかりではなくユーザー管理、パスワード管理も含む。

(2) ネットワーク管理システムの基本構造

ネットワークシステムの中心は、NMS (Network Management System) ベースの技術 (国際標準/業界標準) である。

分散資源管理 (通信制御/資源管理)

管理プロトコル	資源情報ベース	モデリング	層管理インタフェース
CMIP/SNMP	管理オブジェクト群	動的/静的	アプリケーション / 物理デバイス

(CMIP : Common Management Information Protocol,
SNMP : Simple Network Management Protocol)

(3) ネットワークの標準化動向

SC 21/WG 4における国際標準化スケジュール (1993年7月) を下に示す。

項番	文書名 () 内は略称	文書番号	予定時期 (C D D I S I S)
0	管理の枠組み	IS7498 Part4	I S 化済 ('89/01)
1	システム管理概要 (S M O)	IS10040	I S 化済 ('91/08)
2	管理情報構造 (S M I)	IS10165	
5	システム管理機能 (S M F)	ISO/IEC 10164	

C D : Committee Draft、 D I S : Draft international Standard、 I S : International Standard

なお、オープンシステムへのアプローチを、ホスト系ベンダは情報系の分野から独自の規格と O S I (国際標準)で行ってきており、それ以外のベンダは通信系の分野から独自の規格、さらに T C P / I Pで行ってきた。オープンマネジメント (国際標準と業界標準の統合) の素材として、両者とも適用可能な I I M C (ISO/CCITT and TCP/IP Management Coexistence.) の検討が行われている。

9 課題

L A N間接続システムの構築、運用のためには、さらに次のような検討が必要である。

(1) 運用管理体制の確立、運用管理による設計へのフィードバック

障害を事前に防止するため、また障害の波及を阻止するため、S N M Pなどに準拠したL A N監視システムの導入及び運用体制が必要である。ルーティングが可能な網管理として従来電話交換網があったが、その方式は異なっており、構築・管理者のノウハウの蓄積が必要である。

(2) ネットワーク設計

ルータネットワークの大きな欠点の一つは専用線などに比べ、システム設計時にレスポンス・タイムを算出することが難しい上にレスポンスタイムを短縮するためのチューニング技術が確立していないことである。最適なネットワーク設計のためには、トラフィック量や回線速度による接続遅延時間、ルーティング方式について、さらに実験による検証が必要である。また、数学的に厳密な解を求めるネットワーク計画法（最短経路問題、最大フロー問題、最小コスト問題）もあるが、現状ではトラフィックが不明確である。このため、運用とのフィードバックにより適切なネットワークの制約条件が得られれば、将来的には、シミュレータや解析プログラムの作成も有用であろう。

(3) コンピュータシステム設計、通信制御装置やシステム全体を考慮した整備計画

L A N間接続網を現在のデータ通信のどの部分に適用するかによって、通信制御装置やデータサーバなどを中核とするコンピュータシステムの設計に大きな影響を与える。例えば、ルータを用いて通信制御装置を撤去し、導入コストを削減するなどの案が考えられる。このため、ネットワーク設計と整合性のあるコンピュータシステムの設計を行うべきである。



(4) フレームリレーやP P P (POINT TO POINT PROTOCOL) などの検討。

(5) 整備、移行計画

日本国内の状況を見ると、ベンダ、ユーザともに十分な実績があるとはいえず、比較的小規模なL A N間接続網から十分な慎重さを持って順次構築し、設計や管理についてノウハウを蓄積することが必要であろう。

第1編 データ管理 応答速度実験

実験結果データ

[illegible]

No.	RDBMS	データモデル	クライアント台数	DBテーブル数	DB件数	購出し件数	インデックス	メモリー	備考
1	Informix-Online	ダミー	0	1	固定(10万)	1~100000	有・無	15・32M	インデックスとメモリー、購出し件数の関係
2	Informix-Online	ダミー	0	1	1~100000	固定(1)	有・無	15・32M	インデックスとメモリー、DB件数の関係
3	Informix-Online	ダミー	0	1~7	固定(10万)	固定(1)	有・無	15・32M	インデックスとメモリー、検索テーブル数の関係
4	Informix-Online	ダミー	1	1	固定(10万)	1~10000	有・無	15・32M	クライアントからのインデックスとメモリー、購出し件数の関係

No.1 テーブルのデータ件数が10万件、1行が3列(日付、文字列、数値型により構成される)のテーブルより検索件数を1、10、100、...、100000件と変えながら、処理速度を計測。

データ購出件数	1	10	100	1000	10000	100000
index有り15M	0.656627	0.282042	0.638449	1.390015	8.500658	130.004101
index無し15M	45.836114	45.385106	45.270171	45.417088	48.585383	78.724261
index有り32M	0.505396	0.555411	0.540527	1.336500	8.738550	129.203527
index無し32M	46.444392	45.411136	45.294555	45.589737	48.777239	79.247145

No.2 テーブルのデータ件数を1、10、100、...、100000と変えながら、1件のデータを検索する時の処理速度を計測。

単位(秒)	1	10	100	1000	10000	100000
index有り15M	0.334157	0.595530	0.437207	0.534968	0.436545	0.532501
index無し15M	0.546311	0.389063	0.716120	0.850357	3.932117	44.594116
index有り32M	0.579480	0.364218	0.738869	0.366394	0.698099	0.409430
index無し32M	0.357123	0.808513	0.450409	0.990340	3.980211	46.403359

No.3 テーブル10万件×3列データのテーブルを最大7テーブルまで用意し、積層検索する時のテーブル数を変え、1件検索する時の処理速度を計測。

単位(秒)	1	2	3	4	5	6	7
index有り15M	0.584483	0.327710	0.685163	0.494968	0.389057	0.508091	0.537175
index無し15M	44.992374	155.833165	267.477307	375.125129	478.112032	584.958563	694.418039
index有り32M	0.351204	0.513413	0.422961	0.567134	0.606461	0.559611	0.523152
index無し32M	45.238412	157.256350	271.382787	378.898019	484.565828	591.010399	701.099420

No.4 テーブルのデータ件数が10万件、1行が3列(日付、文字列、数値型により構成される)のテーブルより検索件数を1、10、100、...、10000件と変えながら、クライアント側で計測。

単位(秒)	1	10	100	1000	10000
index有り15M	1.42	1.78	2.69	11.35	104.55
index無し15M	89.31	89.55	94.95	99.08	183.61
index有り32M	1.45	1.94	2.92	11.55	104.97
index無し32M	89.08	89.60	90.48	98.12	182.55

No.	RDBMS	データモデル	クライアント台数	DBテーブル数	DB件数	購出し件数	インデックス	メモリー	備考
5	Informix-OnLine	ダミー	1	1	1~100000	固定(1)	有・無	16・32M	クライアントからのインデックスとメモリー、DB件数の関係
6	Informix-OnLine	ダミー	1	1~7	固定(10万)	固定(1)	有・無	16・32M	クライアントからのインデックスとメモリー、検索テーブル数の関係
7	Informix-OnLine	ダミー	1~5	1	固定(10万)	1~10000	有	16M	クライアント台数を定めた場合のインデックスと購出し件数の関係
8	Informix-OnLine	ダミー	1~5	1	固定(10万)	1~10000	有	32M	クライアント台数を定めた場合のインデックスと購出し件数の関係

No.5 1テーブルのデータ件数を1,10,100,...100000と変え、1件のデータを検索する時のクライアント側の処理速度を計測。

単位(秒)	1	10	100	1000	10000	100000
index有り16M	1.81	1.62	1.59	1.60	1.60	1.58
index無し16M	1.59	1.61	1.69	2.11	8.05	94.25
index有り32M	1.36	1.39	1.41	1.44	1.41	1.41
index無し32M	1.52	1.45	1.51	1.85	8.11	89.19

No.6 1テーブル10万件×8列データのテーブルを最大7テーブルまで用意し、積層検索する時のテーブルを変え、1件検索する時のクライアント側の処理速度を計測。

単位(秒)	1	2	3	4	5	6	7
index有り16M	1.31	1.33	1.35	1.38	1.45	1.44	1.45
index無し16M	89.69	312.00	537.80	750.35	961.70	1181.32	1390.12
index有り32M	1.31	1.30	1.33	1.38	1.38	1.44	1.47
index無し32M	89.14	312.17	542.07	754.78	969.37	1187.95	1396.67

No.7 検索件数と多重度 (16Mシステム) (クライアントの多重度を1,2,...5台と変えながら計測。(検索内容同一))

単位(秒)	1	10	100	1000	10000
クライアント1台	1.42	1.76	2.69	11.35	104.56
クライアント2台	1.83	1.97	3.06	11.79	108.72
クライアント3台	1.65	1.81	3.04	11.59	107.20
クライアント4台	1.62	1.92	3.03	11.84	115.97
クライアント5台	1.65	1.71	2.91	12.33	118.67

No.8 検索件数と多重度 (32Mシステム) (クライアントの多重度を1,2,...5台と変えながら計測。(検索内容同一))

単位(秒)	1	10	100	1000	10000
クライアント1台	1.46	1.94	2.92	11.55	104.97
クライアント2台	1.63	1.80	3.16	11.58	104.93
クライアント3台	1.52	1.82	2.88	11.82	107.50
クライアント4台	1.55	1.93	2.93	12.25	112.90
クライアント5台	1.62	1.86	2.93	12.05	112.41

No.	ROBMS	データモデル	クライアント台数	DBテーブル数	DB件数	読み出し件数	インデックス	メモリー	備考
9	Informix-OnLine	ダミー	1~5	1	1~100000	固定(1)	有	16MB	クライアント台数を変えた場合のインデックスとDB件数の関係
10	Informix-OnLine	ダミー	1~5	1	1~100000	固定(1)	有	32MB	クライアント台数を変えた場合のインデックスとDB件数の関係
11	Informix-OnLine	ダミー	1~5	1~7	固定(10万)	固定(1)	有	16MB	クライアント台数を変えた場合のインデックスと検索テーブル数の関係
12	Informix-OnLine	ダミー	1~5	1~7	固定(10万)	固定(1)	有	32MB	クライアント台数を変えた場合のインデックスと検索テーブル数の関係

No.9 検索データ件数と多重度 (16MBシステム) (クライアントの多重度を1,2,...,5台と変えながら計測。〈検索内容同一〉)

単位(秒)	1	10	100	1000	10000
クライアント1台	1.61	1.62	1.59	1.60	1.60
クライアント2台	1.53	1.56	1.56	1.55	1.58
クライアント3台	1.56	1.56	1.57	1.57	1.56
クライアント4台	1.60	1.59	1.59	1.58	1.60
クライアント5台	1.65	1.62	1.61	1.66	1.61

No.10 検索データ件数と多重度 (32MBシステム) (クライアントの多重度を1,2,...,5台と変えながら計測。〈検索内容同一〉)

単位(秒)	1	10	100	1000	10000
クライアント1台	1.36	1.39	1.41	1.44	1.41
クライアント2台	1.64	1.64	1.63	1.65	1.62
クライアント3台	1.53	1.55	1.55	1.55	1.56
クライアント4台	1.58	1.60	1.62	1.61	1.59
クライアント5台	1.59	1.61	1.62	1.59	1.59

No.11 検索テーブル数と多重度 (16MBシステム) (クライアントの多重度を1,2,...,5台と変えながら計測。〈検索内容同一〉)

単位(秒)	1	2	3	4	5	6	7
クライアント1台	1.31	1.33	1.36	1.38	1.46	1.44	1.45
クライアント2台	1.31	1.34	1.38	1.39	1.43	1.45	1.49
クライアント3台	1.28	1.32	1.33	1.41	1.38	1.44	1.46
クライアント4台	1.29	1.36	1.39	1.44	1.43	1.47	1.51
クライアント5台	1.31	1.35	1.41	1.41	1.46	1.53	1.47

No.12 検索テーブル数と多重度 (32MBシステム) (クライアントの多重度を1,2,...,5台と変えながら計測。〈検索内容同一〉)

単位(秒)	1	2	3	4	5	6	7
クライアント1台	1.31	1.30	1.33	1.38	1.38	1.44	1.47
クライアント2台	1.37	1.39	1.42	1.43	1.59	1.48	1.54
クライアント3台	1.35	1.37	1.38	1.39	1.40	1.41	1.49
クライアント4台	1.32	1.35	1.36	1.38	1.49	1.50	1.54
クライアント5台	1.36	1.34	1.35	1.38	1.42	1.52	1.56

No.	RDBMS	データモデル	クライアント数	DBテーブル数	DB件数	読み出し件数	インデックス	メモリー	備考
13	Informix-OnLine	ダミー	1~5	1~5 (別テーブル)	固定(10万)	1~10000	有	16MB	クライアントの検索先を変えた場合の関係
14	Informix-OnLine	ダミー	1~5	1~5 (別テーブル)	固定(10万)	1~10000	有	32MB	クライアントの検索先を変えた場合の関係
15	Informix-OnLine	実	0	13	394560	20~720	複合・無	16MB	インデックスと読み出し件数の関係
15	Informix-OnLine	実	0	13	394560	20~720	複合・無	32MB	インデックスと読み出し件数の関係

No.13 検索件数と多重度 (16MBシステム) (クライアントの多重度を1,2...5台と変えながら計測。(検索内容異なる))

単位(秒)	1	10	100	1000	10000
クライアント1台	1.42	1.75	2.69	11.35	104.56
クライアント2台	1.55	1.72	2.78	11.69	108.85
クライアント3台	1.55	1.85	2.87	11.71	106.27
クライアント4台	1.56	1.70	2.92	12.03	117.55
クライアント5台	1.56	1.55	3.09	12.23	118.67

No.14 検索件数と多重度 (32MBシステム) (クライアントの多重度を1,2...5台と変えながら計測。(検索内容異なる))

単位(秒)	1	10	100	1000	10000
クライアント1台	1.46	1.94	2.92	11.55	104.97
クライアント2台	1.49	1.86	3.10	11.41	110.18
クライアント3台	1.61	1.78	2.88	11.86	110.20
クライアント4台	1.53	1.75	2.97	12.39	112.52
クライアント5台	1.55	1.91	2.87	11.63	123.61

No.15 水位調査画面表示の検索時間 (16MBシステム) (エンジン単体)

単位(秒)	水位状況表	水位日報	水位通報	水位月報	水位グラフ
	20量(20局×1日)	240量(10局×24日)	168量(1局×168日)	720量(1局×720日)	96量(1局×96日)
インデックス無し	45.010752	3823.369972	58.911938	60.333183	59.123728
日付・観測所コード	0.640412	3.121745	13.723404	89.620203	8.059656
観測所コード・日付	43.004662	3723.195806	1.230771	5.577893	1.236518

No.16 水位調査画面表示の検索時間 (32MBシステム) (エンジン単体)

単位(秒)	水位状況表	水位日報	水位通報	水位月報	水位グラフ
	20量(20局×1日)	240量(10局×24日)	168量(1局×168日)	720量(1局×720日)	96量(1局×96日)
インデックス無し	44.328931	3807.674715	58.764178	58.859179	57.701025
日付・観測所コード	0.587178	3.252438	13.260440	57.930578	8.123558
観測所コード・日付	44.447775	3807.805268	1.171290	4.533075	0.909978

No.	RDBMS	データモデル	クライアント台数	DBテーブル数	DB件数	購出し件数	インデックス	メモリー	備考
17	Informix-Online	実	0	13	394560	40~720	複合・無	16MB	インデックスと購出し件数の関係
18	Informix-Online	実	0	13	394560	40~720	複合・無	32MB	インデックスと購出し件数の関係
19	Informix-Online	実	1	13	394560	20~720	複合・無	15・32MB	クライアントからのインデックスとメモリー、購出し件数の関係
20	Informix-Online	実	1	13	394560	40~720	複合・無	15・32MB	クライアントからのインデックスとメモリー、購出し件数の関係

No.17 雨量関連画面表示の検索時間 (16MBシステム) (エンジン単体)

単位(秒)	雨量状況表	雨量日報	雨量週報	雨量月報	雨量グラフ
	40量<40局×1H>	240量<10局×24H>	168量<1局×168H>	720量<1局×720H>	96量<1局×96H>
インデックス無し	485.856343	3228.056114	387.073127	151.571418	394.296144
日付・観測所コード	1.816084	7.606358	34.335953	195.625302	20.565619
観測所コード・日付	3519.368377	7.476654	2.448905	44.978821	1.459217

No.18 雨量関連画面表示の検索時間 (32MBシステム) (エンジン単体)

単位(秒)	雨量状況表	雨量日報	雨量週報	雨量月報	雨量グラフ
	40量<40局×1H>	240量<10局×24H>	168量<1局×168H>	720量<1局×720H>	96量<1局×96H>
インデックス無し	484.007338	3308.247031	385.824237	159.355915	392.798983
日付・観測所コード	1.703014	7.207505	34.616881	198.404423	20.317751
観測所コード・日付	310.284027	7.928258	1.252843	4.150034	1.389507

No.19 水位関連画面表示の検索時間 (クライアント連携)

なお、データは全てインデックス(時間・局)を付加した状態。

単位(秒)	水位状況表	水位日報	水位週報	水位月報	水位グラフ
16MB	1.64	35.79	29.47	158.18	17.58
32MB	1.53	35.41	29.72	115.68	17.77

No.20 雨量関連画面表示の検索時間 (クライアント連携)

なお、データは全てインデックス(時間・局)を付加した状態。

単位(秒)	雨量状況表	雨量日報	雨量週報	雨量月報	雨量グラフ
16MB	5.02	53.32	74.37	380.69	41.56
32MB	5.15	65.02	72.53	374.40	43.13

No.	RDBMS	データモデル	クライアント台数	DBテーブル数	DB件数	購出し件数	インデックス	メモリー	備考
21	Informix-OnLine	表	1~5	2	86400	60	複合	16・32MB	クライアント台数を増えた場合のメモリーと購出し件数の関係
22	Informix-OnLine	表	1~5	3	86400	490	複合	16・32MB	クライアント台数を増えた場合のメモリーと購出し件数の関係
23	Informix-OnLine	表	1~5	2	86400	192	複合	16・32MB	クライアント台数を増えた場合のメモリーと購出し件数の関係
24	Informix-OnLine	表	1~5	2	86400	335	複合	16・32MB	クライアント台数を増えた場合のメモリーと購出し件数の関係
25	Informix-OnLine	表	1~5	2	86400	1440	複合	16・32MB	クライアント台数を増えた場合のメモリーと購出し件数の関係

No.21 クライアント多重度と処理時間（水位状況表）

単位(秒)	1	2	3	4	5
同一画面16MB	1.64	1.62	1.43	1.47	1.78
別画面 16MB	1.64	1.95	1.81	1.70	1.52
同一画面32MB	1.53	1.59	1.85	1.77	1.78
別画面 32MB	1.53	1.53	1.73	1.61	1.48

No.22 クライアント多重度と処理時間（水位日報）

単位(秒)	1	2	3	4	5
同一画面16MB	36.79	37.52	39.32	39.64	41.10
別画面 16MB	36.79	38.43	38.24	41.30	39.88
同一画面32MB	35.41	35.36	36.46	37.94	40.69
別画面 32MB	35.41	35.96	38.51	38.16	39.76

No.23 クライアント多重度と処理時間（水位グラフ）

単位(秒)	1	2	3	4	5
同一画面16MB	17.58	29.57	41.03	50.03	59.22
別画面 16MB	17.58	32.01	45.94	60.70	74.36
同一画面32MB	17.77	22.62	35.10	43.31	61.14
別画面 32MB	17.77	30.37	42.12	56.24	65.53

No.24 クライアント多重度と処理時間（水位通報）

単位(秒)	1	2	3	4	5
同一画面16MB	29.47	52.41	53.16	85.54	93.84
別画面 16MB	29.47	53.33	83.00	102.40	113.88
同一画面32MB	29.72	39.86	54.14	83.28	112.91
別画面 32MB	29.72	52.93	69.68	82.49	120.00

No.25 クライアント多重度と処理時間（水位月報）

単位(秒)	1	2	3	4	5
同一画面16MB	158.18	232.22	334.06	442.50	545.94
別画面 16MB	158.18	255.64	319.82	439.84	554.60
同一画面32MB	115.68	222.70	319.06	447.54	522.58
別画面 32MB	115.68	257.70	341.88	411.36	552.54

No.	RDBMS	データモデル	クライアント台数	DBテーブル数	DB件数	読み出し件数	インデックス	メモリー	備考
26	Informix-OnLine	実	0	15	2203200	24~720	有・無	16・32MB	インデックスとメモリー、読み出し件数の関係
27	Informix-OnLine	実	1	15	2203200	24~720	有	16・32MB	クライアントからのメモリーと読み出し件数の関係

No.26 道路交通情報システム関連画面表示の検索時間（エンジン単体）

なお、データは全てインデックス（時間・局）を付加した状態での測定。

単位(秒)	状況表	日報	週報	月報	グラフ
	36量(36所×1H)	96量(4局×24H)	168量(1局×168H)	720量(1局×720H)	24量(1局×24H)
インデックス無し16MB	152.110487	89.372611	157.167554	203.428050	23.599333
インデックス有り16MB	1.570578	1.044183	1.338321	10.318654	0.537322
インデックス無し32MB	155.576321	92.355089	169.305394	205.823707	23.684271
インデックス有り32MB	1.520959	1.045110	1.495424	10.658340	0.738224

No.27 道路交通情報システム関連画面表示の検索時間（クライアント選択）

なお、データは全てインデックス（時間・局）を付加した状態での測定。

単位(秒)	状況表	日報	週報	月報	グラフ
16MB	12.37	13.34	32.45	38.52	4.56
32MB	11.96	13.42	30.01	41.03	4.37

No.	RDBMS	データモデル	クライアント数	DBテーブル数	DB件数	購出し件数	インデックス	メモリー	備考
28	Informix-SE	ダミー	0	1	固定(10万)	1~100000	有・無	40MB	インデックスと購出し件数の関係
29	Informix-SE	ダミー	0	1	1~100000	固定(1)	有・無	40MB	インデックスとDB件数の関係
30	Informix-SE	ダミー	0	1~7	固定(10万)	固定(1)	有・無	40MB	インデックスと検索テーブル数の関係
31	Informix-SE	ダミー	0	1	固定(10万)	1~100000	有・無	40MB	インデックスと属性、購出し件数の関係

No. 28 1テーブルのデータ件数が10万件、1行が3列(日付、文字列、実数型により構成される)のテーブルより検索件数を1、10、100、...、100000件と変えながら、処理速度を計測。

データ購出し件数	1	10	100	1000	10000	100000
Indexなし(秒)	77.030	75.970	78.570	76.700	82.110	119.420
Indexあり(秒)	0.390	0.610	0.580	2.020	13.930	143.870

No. 29 1テーブルのデータ件数を1、10、100、...、100000と変えながら、1件のデータを検索する時の処理速度を計測。

テーブルデータ件数	1	10	100	1000	10000	100000
Indexなし(秒)	0.470	0.800	1.340	4.690	35.220	373.670
Indexあり(秒)	0.540	0.490	0.730	0.690	0.530	0.600

No. 30 1テーブル10万件×3列データのテーブルを最大7テーブルまで用意し、横断検索する時のテーブル数を変え、1件検索する時の処理速度を計測。

テーブル数	1	2	3	4	5	6	7
Indexなし(秒)	75.850	408.200	719.850	1077.310	1375.360	1718.200	2051.750
Indexあり(秒)	0.590	0.560	0.620	0.530	0.650	0.710	0.780

No. 31 1テーブル10万件(行)×7列(文字列、小桁実数、実数、小桁整数、整数、日付、10進数型により構成される)データのテーブルより検索件数を変え属性別に測定。

データ購出し件数	1	10	100	1000	10000	100000
Indexなし						
文字列型(秒)	58.060	57.880	57.060	57.040	84.150	115.090
整数型(秒)	65.100	65.390	66.990	66.330	72.450	127.110
実数型(秒)	70.980	71.990	75.630	77.240	81.360	135.830
日付型(秒)	79.740	81.000	79.340	80.120	87.000	137.670
10進数型(秒)	64.140	64.100	65.260	65.140	71.800	121.290
Indexあり						
文字列型(秒)	0.550	0.480	0.610	1.580	12.040	115.520
整数型(秒)	0.510	0.530	0.520	1.950	14.960	148.340
実数型(秒)	0.690	0.610	0.700	2.190	16.610	164.710
日付型(秒)	0.550	0.540	0.710	2.220	16.140	162.780
10進数型(秒)	0.570	0.600	0.650	1.890	13.830	143.010

No.	RDBMS	データモデル	クライアント台数	DBテーブル数	DB件数	読み出し件数	インデックス	メモリー	備考
32	専用ファイル	C							専用ファイルでの読み出し件数の関係
33	専用ファイル	D							専用ファイルでの読み出し件数の関係

No.32 現在運用している道路交通情報システムにおける専用ファイルの処理速度を求めた。

システム構成：ホスト集中形式

CPU：H-6130-H1A（マシンサイクル80ns）

※汎用機のアーキテクチャ上、クロックサイクルに相当するスペック値をマシンサイクル時間にて代替。

所要時間情報（ファイル処理速度、応答速度）

件数	35	110	182	254	302
検索速度(秒)	0.250	2.480	5.960	11.030	13.140
応答速度(秒)	4.460	10.890	25.090	37.720	38.380

No.33 現在運用している道路交通情報システムにおける専用ファイルの処理速度を測定。

システム構成：クライスタッドアロン形式

CPU：SPARC（40MHz）

情報検索情報（ファイル処理速度、応答速度）

件数	1	10	50	100
検索速度(秒)	0.090	0.150	0.390	0.540
応答速度(秒)	0.500	0.790	1.370	1.580

所要時間情報（正時観測情報）（ファイル処理速度）

件数	1	20	30	40	50
検索速度(秒)	0.245	0.245	0.245	0.247	0.259

所要時間情報（正時観測情報）（応答処理速度）

件数	1	2	3	4	5
検索速度(秒)	0.890	0.880	0.990	0.900	0.880

Nb.	RDBMS	データモデル	クライアント台数	DBテーブル数	DB件数	読出し件数	インデックス	メモリー	備考
34	専用ファイル	E							専用ファイルでの呼出し件数の関係
35	専用ファイル	F							専用ファイルでの呼出し件数の関係

No.34 現在運用している河川情報システムにおける専用ファイルの処理速度を求めた。

システム構成：クライアント／サーバー形式

CPU:mc 68040 (3.3MHz)

ファイル処理速度 (ディスク上のファイルアクセス)

件数	8	192	1344	5760	11904
検索速度(秒)	0.347	0.625	2.281	8.151	25.010

ファイル処理速度 (メモリ上のファイルアクセス)

件数	8	192	1344	5760	11904
検索速度(秒)	0.317	0.378	0.690	1.953	3.913

応答処理速度 (1件目は、ディスクをアクセスし、2件目以降は、メモリアクセス)

件数	20	192	576
応答速度(秒)	0.729	0.743	0.927

No.35 現在運用している河川情報システムにおける専用ファイルの処理速度を求めた。

システム構成：クライアント／サーバー形式

CPU:SPARC (4.0MHz)

1ファイルより多検索

件数	5	25	28	39	243
検索速度(秒)	0.245	0.488	0.553	0.770	4.890
応答速度(秒)	1.399	1.301	1.351	1.564	5.557

多ファイルより1検索

件数	5	14
検索速度(秒)	0.245	0.701
応答速度(秒)	1.399	1.514

第1編 データ管理 データモデル設計

資料集

河川概念ファイル一覧

ファイル番号	ファイル名称	ファイルタイプ
FD-D0100	水系	リソース
FD-D0200	流域	リソース
FD-D0300	河川	リソース
FD-D0400	水路・用水	リソース
FD-D0500	中核局	リソース
FD-D0600	集中局	リソース
FD-D0700	監視局	リソース
FD-D0800	観測所	リソース
FD-D0900	観測所別水位基準	リソース
FD-D1000	排水機場	リソース
FD-D1100	ダム、貯水池	リソース
FD-D1200	体制種別	リソース
FD-D1300	警報種別	リソース
FD-D1400	観測所別雨量	イベント
FD-D1500	観測所別降雪	イベント
FD-D1600	観測所別水位・流量	イベント
FD-D1700	水位・流量予測	イベント
FD-D1800	断面積計算	イベント
FD-D1900	観測所別水質	イベント

ファイル番号	ファイル名称	ファイルタイプ
FD-D2000	観測所別気象	イベント
FD-D2100	海象	イベント
FD-D2200	湖象	イベント
FD-D2300	砂防	イベント
FD-D2400	排水機諸量	イベント
FD-D2500	排水機ゲート放流	イベント
FD-D2600	ダム諸量	イベント
FD-D2700	ゲート放流	イベント
FD-D2800	水路別取水量	イベント
FD-D2900	警報	イベント
FD-D3000	ダム放流警報	イベント
FD-D3100	水系別雨量	サマリ
FD-D3200	流域別雨量	サマリ
FD-D3300	観測所別時間雨量	サマリ
FD-D3400	観測所別日雨量	サマリ
FD-D3500	観測所別月雨量	サマリ
FD-D3600	観測所別累加雨量	サマリ
FD-D3700	観測所別流況計算	サマリ
FD-D3800	観測所別日水位・流量	サマリ
FD-D3900	観測所別月水位・流量	サマリ

ファイル番号 FD-00100
 ファイル名称 水系
 ファイルタイプ リソース
 ファイル説明 水系を管理する。

構成データ項目	Key/R	構成データ項目	Key/R
DD-00100 水系コード	●K ○R ○K+J	DD-D	○K ○R ○K+J
DD-00101 水系名称	○K ○R ○K+J	DD-D	○K ○R ○K+J
DD-D	○K ○R ○K+J	DD-D	○K ○R ○K+J
DD-D	○K ○R ○K+J	DD-D	○K ○R ○K+J
DD-D	○K ○R ○K+J	DD-D	○K ○R ○K+J
DD-D	○K ○R ○K+J	DD-D	○K ○R ○K+J

ファイル番号 FD-00200
 ファイル名称 流域
 ファイルタイプ リソース
 ファイル説明 各管区で区分、管理している流域を管理する。

構成データ項目	Key/R	構成データ項目	Key/R
DD-00200 流域コード	●K ○R ○K+J	DD-D	○K ○R ○K+J
DD-00201 流域名称	○K ○R ○K+J	DD-D	○K ○R ○K+J
DD-00100 水系コード	○K ●R ○K+J	DD-D	○K ○R ○K+J
DD-D	○K ○R ○K+J	DD-D	○K ○R ○K+J
DD-D	○K ○R ○K+J	DD-D	○K ○R ○K+J
DD-D	○K ○R ○K+J	DD-D	○K ○R ○K+J

ファイル番号 FD-00300
 ファイル名称 河川
 ファイルタイプ リソース
 ファイル説明 河川の本質的属性（名称等）を管理する。

構成データ項目	Key/R	構成データ項目	Key/R
DD-00300 河川コード	●K ○R ○K+J	DD-D	○K ○R ○K+J
DD-00301 河川名称	○K ○R ○K+J	DD-D	○K ○R ○K+J
DD-00100 水系コード	○K ●R ○K+J	DD-D	○K ○R ○K+J
DD-D	○K ○R ○K+J	DD-D	○K ○R ○K+J
DD-D	○K ○R ○K+J	DD-D	○K ○R ○K+J
DD-D	○K ○R ○K+J	DD-D	○K ○R ○K+J

ファイル番号 FD-00400
 ファイル名称 水路・用水
 ファイルタイプ リソース
 ファイル説明 水路・用水を管理する。

構成データ項目	Key/R	構成データ項目	Key/R
DD-00400 水路コード	●K ○R ○K+J	DD-D	○K ○R ○K+J
DD-00401 水路名称	○K ○R ○K+J	DD-D	○K ○R ○K+J
DD-D	○K ○R ○K+J	DD-D	○K ○R ○K+J
DD-D	○K ○R ○K+J	DD-D	○K ○R ○K+J
DD-D	○K ○R ○K+J	DD-D	○K ○R ○K+J
DD-D	○K ○R ○K+J	DD-D	○K ○R ○K+J

ファイル番号 FD-00500
 ファイル名称 中経局
 ファイルタイプ リソース
 ファイル説明 総合河川情報システムにおいて高・中経局の上位に位置する、中経局の属性を管理する。

構成データ項目	Key/R	構成データ項目	Key/R
DD-00500 中経局コード	●K ○R ○K+J	DD-D	○K ○R ○K+J
DD-00501 中経局名	○K ○R ○K+J	DD-D	○K ○R ○K+J
DD-D	○K ○R ○K+J	DD-D	○K ○R ○K+J
DD-D	○K ○R ○K+J	DD-D	○K ○R ○K+J
DD-D	○K ○R ○K+J	DD-D	○K ○R ○K+J
DD-D	○K ○R ○K+J	DD-D	○K ○R ○K+J

ファイル番号 FD-00600
 ファイル名称 高経局
 ファイルタイプ リソース
 ファイル説明 総合河川情報システムにおける高・中経局の本質的属性を管理する。

構成データ項目	Key/R	構成データ項目	Key/R
DD-00600 高経局コード	●K ○R ○K+J	DD-D	○K ○R ○K+J
DD-00601 高経局名	○K ○R ○K+J	DD-D	○K ○R ○K+J
DD-00500 中経局コード	○K ●R ○K+J	DD-D	○K ○R ○K+J
DD-D	○K ○R ○K+J	DD-D	○K ○R ○K+J
DD-D	○K ○R ○K+J	DD-D	○K ○R ○K+J
DD-D	○K ○R ○K+J	DD-D	○K ○R ○K+J

ファイル番号 FD-00700 頁 1/1
 ファイル名称 監視局
 ファイルタイプ リソース
 ファイル説明 それぞれのダムを管理している、監視局の属性を管理する。

構成データ項目	Key/R	構成データ項目	Key/R
DD-00700 監視局コード	●X OR ○X+	DD-0	○X OR ○X+
DD-00701 監視局名	○X OR ○X+	DD-0	○X OR ○X+
DD-00600 集中局コード	○X ●X OR ○X+	DD-0	○X OR ○X+
DD-0	○X OR ○X+	DD-0	○X OR ○X+
DD-0	○X OR ○X+	DD-0	○X OR ○X+
DD-0	○X OR ○X+	DD-0	○X OR ○X+

ファイル番号 FD-00800 頁 1/1
 ファイル名称 観測所
 ファイルタイプ リソース
 ファイル説明 各観測所を管理する。
 観測所のサブタイプとして以下の9つがある。
 水位・流量、雨量、ダム、ダム、ダム、ダム、ダム、砂防、排水機場、観音

構成データ項目	Key/R	構成データ項目	Key/R
DD-00800 観測所コード	●X OR ○X+	DD-07 観度	○X OR ○X+
DD-00801 観測所名称	○X OR ○X+	DD-00200 流域コード	○X ●X OR ○X+
DD-00802 住所	○X OR ○X+	DD-00806 河口距離	○X OR ○X+
DD-00300 河川コード	○X ●X OR ○X+	DD-00807 流域面積	○X OR ○X+
DD-00803 標高	○X OR ○X+	DD-0	○X OR ○X+
DD-00804 経度	○X OR ○X+	DD-0	○X OR ○X+

ファイル番号 FD-00900 頁 1/1
 ファイル名称 観測所水位基準
 ファイルタイプ リソース
 ファイル説明 観測所別の河川水位・流量の基準を管理する。
 基準は各観測所で算出する。
 観測所における河川状況が変化した場合にこの基準は更新される。

構成データ項目	Key/R	構成データ項目	Key/R
DD-00800 観測所コード	○X OR ○X+	DD-07 推定水位開始年月日	○X OR ○X+
DD-00900 計量水位	○X OR ○X+	DD-00906 正常水位	○X OR ○X+
DD-00901 計量水位開始年月日	○X OR ○X+	DD-00907 正常水位開始年月日	○X OR ○X+
DD-00902 警戒水位	○X OR ○X+	DD-00908 H-Q定数	○X OR ○X+
DD-00903 警戒水位開始年月日	○X OR ○X+	DD-00909 H-Q定数開始年月日	○X OR ○X+
DD-00904 推定水位	○X OR ○X+	DD-0	○X OR ○X+

ファイル番号 FD-01000 頁 1/1
 ファイル名称 排水機場
 ファイルタイプ リソース
 ファイル説明 排水機場を管理する。

構成データ項目	Key/R	構成データ項目	Key/R
DD-01000 排水機場コード	●X OR ○X+	DD-0	○X OR ○X+
DD-01001 排水機場名称	○X OR ○X+	DD-0	○X OR ○X+
DD-00802 住所	○X OR ○X+	DD-0	○X OR ○X+
DD-0	○X OR ○X+	DD-0	○X OR ○X+
DD-0	○X OR ○X+	DD-0	○X OR ○X+
DD-0	○X OR ○X+	DD-0	○X OR ○X+

ファイル番号 FD-01100 頁 1/2
 ファイル名称 ダム、貯水池
 ファイルタイプ リソース
 ファイル説明 ダム、堤に関する本質的属性（大きさ等）を管理する。

構成データ項目	Key/R	構成データ項目	Key/R
DD-01100 ダムコード	●X OR ○X+	DD-07 実測水位	○X OR ○X+
DD-01101 ダム名称	○X OR ○X+	DD-01107 観測水位	○X OR ○X+
DD-01102 利水容量	○X OR ○X+	DD-01108 予備放流水位	○X OR ○X+
DD-01103 計画洪水流量	○X OR ○X+	DD-01109 最低水位	○X OR ○X+
DD-01104 洪水時洪水水位	○X OR ○X+	DD-01110 堰頂水位	○X OR ○X+
DD-01105 洪水量	○X OR ○X+	DD-01111 堰頂流量	○X OR ○X+

ファイル番号 FD-01200 頁 1/1
 ファイル名称 体制種別
 ファイルタイプ リソース
 ファイル説明 官報が発令された際にとられる体制の種別を管理する。

構成データ項目	Key/R	構成データ項目	Key/R
DD-01200 体制種別コード	●X OR ○X+	DD-0	○X OR ○X+
DD-01201 体制種別	○X OR ○X+	DD-0	○X OR ○X+
DD-0	○X OR ○X+	DD-0	○X OR ○X+
DD-0	○X OR ○X+	DD-0	○X OR ○X+
DD-0	○X OR ○X+	DD-0	○X OR ○X+
DD-0	○X OR ○X+	DD-0	○X OR ○X+

ファイル番号 FD-D1300 頁 1/1
 ファイル名称 警報種別
 ファイルタイプ リソース
 ファイル説明 観測河川情報システムにおいて発生される、警報の種別を管理するファイルである。

構成データ項目	Key/R	構成データ項目	Key/R
DD-D1300・警報種別コード	●K OR ●K-I	DD-D	○K OR ○K-I
DD-D1301・警報種別	○K OR ○K-I	DD-D	○K OR ○K-I
DD-D	○K OR ○K-I	DD-D	○K OR ○K-I
DD-D	○K OR ○K-I	DD-D	○K OR ○K-I
DD-D	○K OR ○K-I	DD-D	○K OR ○K-I
DD-D	○K OR ○K-I	DD-D	○K OR ○K-I

ファイル番号 FD-D1400 頁 1/1
 ファイル名称 観測所別雨量
 ファイルタイプ イベント
 ファイル説明 観測所別の雨量（地点雨量）を管理する。
 雨量は、その時刻におけるカウンター値累積で管理する。

構成データ項目	Key/R	構成データ項目	Key/R
DD-D0800・観測所コード	○K OR ●K-I	DD-D	○K OR ○K-I
DD-D1400・年月日時刻	●K OR ●K-I	DD-D	○K OR ○K-I
DD-D1401・雨量カウンター値	○K OR ○K-I	DD-D	○K OR ○K-I
DD-D	○K OR ○K-I	DD-D	○K OR ○K-I
DD-D	○K OR ○K-I	DD-D	○K OR ○K-I
DD-D	○K OR ○K-I	DD-D	○K OR ○K-I

ファイル番号 FD-D1500 頁 1/1
 ファイル名称 観測所別降雪
 ファイルタイプ イベント
 ファイル説明 観測所別の降雪状況を管理する。

構成データ項目	Key/R	構成データ項目	Key/R
DD-D0800・観測所コード	○K OR ●K-I	DD-D	○K OR ○K-I
DD-D1400・年月日時刻	●K OR ●K-I	DD-D	○K OR ○K-I
DD-D1500・降雪深	○K OR ○K-I	DD-D	○K OR ○K-I
DD-D	○K OR ○K-I	DD-D	○K OR ○K-I
DD-D	○K OR ○K-I	DD-D	○K OR ○K-I
DD-D	○K OR ○K-I	DD-D	○K OR ○K-I

ファイル番号 FD-D1600 頁 1/1
 ファイル名称 観測所別水位・流量
 ファイルタイプ イベント
 ファイル説明 観測所別の河川水位・流量を管理する。

構成データ項目	Key/R	構成データ項目	Key/R
DD-D0800・観測所コード	○K OR ●K-I	DD-D	○K OR ○K-I
DD-D1400・年月日時刻	●K OR ●K-I	DD-D	○K OR ○K-I
DD-D1600・河川水位	○K OR ○K-I	DD-D	○K OR ○K-I
DD-D1601・河川流量	○K OR ○K-I	DD-D	○K OR ○K-I
DD-D	○K OR ○K-I	DD-D	○K OR ○K-I
DD-D	○K OR ○K-I	DD-D	○K OR ○K-I

ファイル番号 FD-D1700 頁 1/1
 ファイル名称 水位・流量予測
 ファイルタイプ イベント
 ファイル説明 観測所別の河川の水位および流量の予測値を管理する。
 「観測所別雨量（FD-D1400）」で管理される雨量および「ダム流量（FD-D2600）」で管理される流量を入力として作成されるファイルである。

構成データ項目	Key/R	構成データ項目	Key/R
DD-D0800・観測所コード	○K OR ●K-I	DD-D	○K OR ○K-I
DD-D1400・年月日時刻	●K OR ●K-I	DD-D	○K OR ○K-I
DD-D1700・予測水位	○K OR ○K-I	DD-D	○K OR ○K-I
DD-D1701・予測流量	○K OR ○K-I	DD-D	○K OR ○K-I
DD-D	○K OR ○K-I	DD-D	○K OR ○K-I
DD-D	○K OR ○K-I	DD-D	○K OR ○K-I

ファイル番号 FD-D1800 頁 1/1
 ファイル名称 断面傾斜率
 ファイルタイプ イベント
 ファイル説明 観測所別の河川断面傾斜を管理する。
 「観測所別水位・流量（FD-D1600）」を基に作成されるファイルである。

構成データ項目	Key/R	構成データ項目	Key/R
DD-D0800・観測所コード	○K OR ●K-I	DD-D	○K OR ○K-I
DD-D1400・年月日時刻	●K OR ●K-I	DD-D	○K OR ○K-I
DD-D1800・水面巾	○K OR ○K-I	DD-D	○K OR ○K-I
DD-D1801・水面勾配	○K OR ○K-I	DD-D	○K OR ○K-I
DD-D1802・流速	○K OR ○K-I	DD-D	○K OR ○K-I
DD-D	○K OR ○K-I	DD-D	○K OR ○K-I

ファイル番号 FD-D1900
 ファイル名称 観測所別水質
 ファイルタイプ イベント
 ファイル説明 観測所別の河川水質の検査結果を管理する。

1/1

構成データ項目	Key/R	構成データ項目	Key/R
DD-D0800 観測所コード	OK OR OK+	DD-D7 電流イオン	OK OR OK+
DD-D1400 年月日時刻	OK OR OK+	DD-D1905 溶解酸素	OK OR OK+
DD-D1900 水質	OK OR OK+	DD-D1906 シアン	OK OR OK+
DD-D1901 温度	OK OR OK+	DD-D1907 アンモニア	OK OR OK+
DD-D1902 導電率	OK OR OK+	DD-D1908 水素イオン	OK OR OK+
DD-D1903 COD	OK OR OK+	DD-D1909 BOD	OK OR OK+

ファイル番号 FD-D2000
 ファイル名称 観測所別気象
 ファイルタイプ イベント
 ファイル説明 観測所における気象状況を管理する。

1/1

構成データ項目	Key/R	構成データ項目	Key/R
DD-D0800 観測所コード	OK OR OK+	DD-D	OK OR OK+
DD-D1400 年月日時刻	OK OR OK+	DD-D	OK OR OK+
DD-D2000 気象	OK OR OK+	DD-D	OK OR OK+
DD-D2001 風向	OK OR OK+	DD-D	OK OR OK+
DD-D2002 風速	OK OR OK+	DD-D	OK OR OK+
DD-D	OK OR OK+	DD-D	OK OR OK+

ファイル番号 FD-D2100
 ファイル名称 海象
 ファイルタイプ イベント
 ファイル説明 海象の状況を管理する。

1/1

構成データ項目	Key/R	構成データ項目	Key/R
DD-D0800 観測所コード	OK OR OK+	DD-D	OK OR OK+
DD-D1400 年月日時刻	OK OR OK+	DD-D	OK OR OK+
DD-D2100 潮位	OK OR OK+	DD-D	OK OR OK+
DD-D2101 波高	OK OR OK+	DD-D	OK OR OK+
DD-D2102 波周期	OK OR OK+	DD-D	OK OR OK+
DD-D	OK OR OK+	DD-D	OK OR OK+

ファイル番号 FD-D2200
 ファイル名称 潮象
 ファイルタイプ イベント
 ファイル説明 潮の状況を管理する。

1/1

構成データ項目	Key/R	構成データ項目	Key/R
DD-D0800 観測所コード	OK OR OK+	DD-D	OK OR OK+
DD-D1400 年月日時刻	OK OR OK+	DD-D	OK OR OK+
DD-D2100 潮位	OK OR OK+	DD-D	OK OR OK+
DD-D2101 波高	OK OR OK+	DD-D	OK OR OK+
DD-D2102 波周期	OK OR OK+	DD-D	OK OR OK+
DD-D	OK OR OK+	DD-D	OK OR OK+

ファイル番号 FD-D2300
 ファイル名称 砂防
 ファイルタイプ イベント
 ファイル説明 観測所別の砂防状況を管理する。

1/1

構成データ項目	Key/R	構成データ項目	Key/R
DD-D0800 観測所コード	OK OR OK+	DD-D	OK OR OK+
DD-D1400 年月日時刻	OK OR OK+	DD-D	OK OR OK+
DD-D2300 流砂量	OK OR OK+	DD-D	OK OR OK+
DD-D	OK OR OK+	DD-D	OK OR OK+
DD-D	OK OR OK+	DD-D	OK OR OK+
DD-D	OK OR OK+	DD-D	OK OR OK+

ファイル番号 FD-D2400
 ファイル名称 排水観測
 ファイルタイプ イベント
 ファイル説明 排水観測における河川状況を管理する。

1/1

構成データ項目	Key/R	構成データ項目	Key/R
DD-D0800 排水観測コード	OK OR OK+	DD-D7 貯水量	OK OR OK+
DD-D0800 観測所コード	OK OR OK+	DD-D	OK OR OK+
DD-D1400 年月日時刻	OK OR OK+	DD-D	OK OR OK+
DD-D2400 外水位	OK OR OK+	DD-D	OK OR OK+
DD-D2401 内水位	OK OR OK+	DD-D	OK OR OK+
DD-D2402 内外水位差	OK OR OK+	DD-D	OK OR OK+

ファイル番号 FD-02500 1/1

ファイル名称 排水機ゲート放流

ファイルタイプ イベント

ファイル説明 排水機ゲートからの放流量を管理する。
ゲートを開放し放流する都度ファイルが作成される。
ゲート開放の決定およびその放流量の決定は、「排水機放流量 (FD-02400)」 「排水機放流量 (FD-01000)」を基になされる。

構成データ項目	Key/R	構成データ項目	Key/R
DD-01000・排水機放流量コード	OK OR OK+	DD-D	OK OR OK+
DD-02800・観測所コード	OK OR OK+	DD-D	OK OR OK+
DD-02700・ゲート番号	OK OR OK+	DD-D	OK OR OK+
DD-01400・年月日時刻	OK OR OK+	DD-D	OK OR OK+
DD-02701・ゲート開度	OK OR OK+	DD-D	OK OR OK+
DD-02702・ゲート放流量	OK OR OK+	DD-D	OK OR OK+

ファイル番号 FD-02600 1/2

ファイル名称 ダム貯水

ファイルタイプ イベント

ファイル説明 ダムの貯水状況を管理する。
貯水状況により、放流、流入等の必要を決定するため、常に最新の貯水量が管理されなければならない。
従って、放流、流入等の発生都度ファイルが作成される。

構成データ項目	Key/R	構成データ項目	Key/R
DD-01100・ダムコード	OK OR OK+	DD-07 貯水量	OK OR OK+
DD-02800・観測所コード	OK OR OK+	DD-02605・取水	OK OR OK+
DD-01400・年月日時刻	OK OR OK+	DD-02606・分水量	OK OR OK+
DD-02601・上流水位	OK OR OK+	DD-02607・バブル放流量	OK OR OK+
DD-02602・下流水位	OK OR OK+	DD-02608・貯水位	OK OR OK+
DD-02603・流入量	OK OR OK+	DD-02609・貯水量	OK OR OK+

ファイル番号 FD-02700 1/1

ファイル名称 ゲート放流

ファイルタイプ イベント

ファイル説明 ダムゲートからの放流量を管理する。
ゲートを開放し放流する都度ファイルが作成される。
ゲート開放の決定およびその放流量の決定は、「ダム貯水池 (FD-01100)」で管理されるダムの貯水位と「ダム貯水 (FD-02600)」で管理するダムの貯水量を基になされる。

構成データ項目	Key/R	構成データ項目	Key/R
DD-01100・ダムコード	OK OR OK+	DD-D	OK OR OK+
DD-02800・観測所コード	OK OR OK+	DD-D	OK OR OK+
DD-02700・ゲート番号	OK OR OK+	DD-D	OK OR OK+
DD-01400・年月日時刻	OK OR OK+	DD-D	OK OR OK+
DD-02701・ゲート開度	OK OR OK+	DD-D	OK OR OK+
DD-02702・ゲート放流量	OK OR OK+	DD-D	OK OR OK+

ファイル番号 FD-02800 1/1

ファイル名称 水路取水

ファイルタイプ イベント

ファイル説明 水路・用水路にダムからの取水量を管理する。

構成データ項目	Key/R	構成データ項目	Key/R
DD-01100・ダムコード	OK OR OK+	DD-D	OK OR OK+
DD-02400・水路コード	OK OR OK+	DD-D	OK OR OK+
DD-01400・年月日時刻	OK OR OK+	DD-D	OK OR OK+
DD-02605・取水	OK OR OK+	DD-D	OK OR OK+
DD-D	OK OR OK+	DD-D	OK OR OK+
DD-D	OK OR OK+	DD-D	OK OR OK+

ファイル番号 FD-02900 1/1

ファイル名称 監視

ファイルタイプ イベント

ファイル説明 監視発令に伴い、テキストデータ(文書データ)を含む監視内容を管理する。ダム放流量を多く監視発令の都度作成される。作成の際に、監視発令から監視の種別を、体別種別からその監視の種別とされる体別を参照する。

構成データ項目	Key/R	構成データ項目	Key/R
DD-02900・監視発令コード	OK OR OK+	DD-07 文書	OK OR OK+
DD-02600・高水位コード	OK OR OK+	DD-D	OK OR OK+
DD-01300・監視種別コード	OK OR OK+	DD-D	OK OR OK+
DD-01200・体別種別コード	OK OR OK+	DD-D	OK OR OK+
DD-02901・発令年月日時刻	OK OR OK+	DD-D	OK OR OK+
DD-02902・解除年月日時刻	OK OR OK+	DD-D	OK OR OK+

ファイル番号 FD-03000 1/1

ファイル名称 ダム放流監視

ファイルタイプ イベント

ファイル説明 ダム放流の際に発生される監視の、テキストデータ(文書データ)を含む監視内容を管理するファイルであり、「監視 (FD-02900)」のサブタイプである。監視発令の都度作成される。作成の際に、「監視」と同時に監視種別から監視の種別を、体別種別からその監視の種別とされる体別を参照する。

構成データ項目	Key/R	構成データ項目	Key/R
DD-03000・ダム放流監視コード	OK OR OK+	DD-07 文書	OK OR OK+
DD-02700・監視局コード	OK OR OK+	DD-D	OK OR OK+
DD-01300・監視種別コード	OK OR OK+	DD-D	OK OR OK+
DD-01200・体別種別コード	OK OR OK+	DD-D	OK OR OK+
DD-02901・発令年月日時刻	OK OR OK+	DD-D	OK OR OK+
DD-02902・解除年月日時刻	OK OR OK+	DD-D	OK OR OK+

ファイル番号 FD-D3100
 ファイル名称 水素別高量
 ファイルタイプ サマリ
 ファイル説明 「観測所別時間高量 (FD-D3300)」を水素単位で集計することにより作成されるサマリ・ファイルである。

構成データ項目	Key/R	構成データ項目	Key/R
DD-D0100 水素コード	OK OR OK+	DD-D7 30分高量	OK OR OK+
DD-D1400 年月日時刻	OK OR OK+	DD-D	OK OR OK+
DD-D8102 60分高量	OK OR OK+	DD-D	OK OR OK+
DD-D8100 10分高量	OK OR OK+	DD-D	OK OR OK+
DD-D8104 24時間高量	OK OR OK+	DD-D	OK OR OK+
DD-D8103 3時間高量	OK OR OK+	DD-D	OK OR OK+

ファイル番号 FD-D3200
 ファイル名称 流域別高量
 ファイルタイプ サマリ
 ファイル説明 「観測所別時間高量 (FD-D3300)」を流域単位で集計することにより作成されるサマリ・ファイルである。

構成データ項目	Key/R	構成データ項目	Key/R
DD-D0200 流域コード	OK OR OK+	DD-D7 30分高量	OK OR OK+
DD-D1400 年月日時刻	OK OR OK+	DD-D	OK OR OK+
DD-D8102 60分高量	OK OR OK+	DD-D	OK OR OK+
DD-D8100 10分高量	OK OR OK+	DD-D	OK OR OK+
DD-D8104 24時間高量	OK OR OK+	DD-D	OK OR OK+
DD-D8103 3時間高量	OK OR OK+	DD-D	OK OR OK+

ファイル番号 FD-D3300
 ファイル名称 観測所別時間高量
 ファイルタイプ サマリ
 ファイル説明 「観測所別高量 (FD-D1400)」から作成されるサマリ・ファイルである。通常：時間間隔で作成されるが、大雨等による緊急時には10分間隔で作成されることとなる。

構成データ項目	Key/R	構成データ項目	Key/R
DD-D0800 観測所コード	OK OR OK+	DD-D7 30分高量	OK OR OK+
DD-D1400 年月日時刻	OK OR OK+	DD-D	OK OR OK+
DD-D8102 60分高量	OK OR OK+	DD-D	OK OR OK+
DD-D8100 10分高量	OK OR OK+	DD-D	OK OR OK+
DD-D8104 24時間高量	OK OR OK+	DD-D	OK OR OK+
DD-D8103 3時間高量	OK OR OK+	DD-D	OK OR OK+

ファイル番号 FD-D3400
 ファイル名称 観測所別日高量
 ファイルタイプ サマリ
 ファイル説明 「観測所別高量 (FD-D1400)」を基に日に一度作成されるサマリ・ファイルである。

構成データ項目	Key/R	構成データ項目	Key/R
DD-D0800 観測所コード	OK OR OK+	DD-D	OK OR OK+
DD-D1400 年月日	OK OR OK+	DD-D	OK OR OK+
DD-D8404 日最大3時間高量	OK OR OK+	DD-D	OK OR OK+
DD-D8401 日最大10分高量	OK OR OK+	DD-D	OK OR OK+
DD-D8403 日最大60分高量	OK OR OK+	DD-D	OK OR OK+
DD-D8402 日最大30分高量	OK OR OK+	DD-D	OK OR OK+

ファイル番号 FD-D3500
 ファイル名称 観測所別月高量
 ファイルタイプ サマリ
 ファイル説明 「観測所別高量 (FD-D1400)」を基に月に一度作成されるサマリ・ファイルである。

構成データ項目	Key/R	構成データ項目	Key/R
DD-D0800 観測所コード	OK OR OK+	DD-D7 月最大30分高量	OK OR OK+
DD-D8900 年月	OK OR OK+	DD-D	OK OR OK+
DD-D8503 月最大3時間高量	OK OR OK+	DD-D	OK OR OK+
DD-D8500 月最大10分高量	OK OR OK+	DD-D	OK OR OK+
DD-D8502 月最大60分高量	OK OR OK+	DD-D	OK OR OK+
DD-D8504 月最大24時間高量	OK OR OK+	DD-D	OK OR OK+

ファイル番号 FD-D3600
 ファイル名称 観測所別累加高量
 ファイルタイプ サマリ
 ファイル説明 累加高量を把握する場合、累加開始時刻を設定することにより作成される。「観測所別高量 (FD-D1400)」を基にしたサマリ・ファイルである。

構成データ項目	Key/R	構成データ項目	Key/R
DD-D0800 観測所コード	OK OR OK+	DD-D	OK OR OK+
DD-D8601 累加開始年月日時刻	OK OR OK+	DD-D	OK OR OK+
DD-D8602 累加終了年月日時刻	OK OR OK+	DD-D	OK OR OK+
DD-D8600 累加高量	OK OR OK+	DD-D	OK OR OK+
DD-D	OK OR OK+	DD-D	OK OR OK+
DD-D	OK OR OK+	DD-D	OK OR OK+

ファイル番号 FD-D3700 頁 1/1
 ファイル名称 観測所別況計算
 ファイルタイプ サマリ
 ファイル説明 「観測所別水位・流量 (FD-D1600)」および「観測所別日水位・流量 (FD-D3800)」を基に年に一度作成されるサマリ・ファイルである。

構成データ項目	Key/R	構成データ項目	Key/R
DD-D0800 観測所コード	OK OR OK+	DD-D7 年平均流量	OK OR OK+
DD-D0700 年度	OK OR OK+	DD-D3706 年最大流量	OK OR OK+
DD-D0701 最大流量	OK OR OK+	DD-D3707 年最小流量	OK OR OK+
DD-D0702 平均流量	OK OR OK+	DD-D3708 年総量	OK OR OK+
DD-D0703 低水流量	OK OR OK+	DD-D	OK OR OK+
DD-D0704 高水流量	OK OR OK+	DD-D	OK OR OK+

ファイル番号 FD-D3800 頁 1/1
 ファイル名称 観測所別日水位・流量
 ファイルタイプ サマリ
 ファイル説明 「観測所別水位・流量 (FD-D1600)」を基に日に一度作成されるサマリ・ファイルである。

構成データ項目	Key/R	構成データ項目	Key/R
DD-D0800 観測所コード	OK OR OK+	DD-D7 年平均流量	OK OR OK+
DD-D08400 年月日	OK OR OK+	DD-D	OK OR OK+
DD-D0800 日最高水位	OK OR OK+	DD-D	OK OR OK+
DD-D0801 日最低水位	OK OR OK+	DD-D	OK OR OK+
DD-D0802 日最高流量	OK OR OK+	DD-D	OK OR OK+
DD-D0803 日最低流量	OK OR OK+	DD-D	OK OR OK+

ファイル番号 FD-D3900 頁 1/1
 ファイル名称 観測所別月水位・流量
 ファイルタイプ サマリ
 ファイル説明 「観測所別日水位・流量 (FD-D3800)」を基に月に一度作成されるサマリ・ファイルである。

構成データ項目	Key/R	構成データ項目	Key/R
DD-D0800 観測所コード	OK OR OK+	DD-D	OK OR OK+
DD-D0900 年月	OK OR OK+	DD-D	OK OR OK+
DD-D0901 月最高水位	OK OR OK+	DD-D	OK OR OK+
DD-D0902 月最高流量	OK OR OK+	DD-D	OK OR OK+
DD-D0903 月最低水位	OK OR OK+	DD-D	OK OR OK+
DD-D0904 月最低流量	OK OR OK+	DD-D	OK OR OK+

DD番号	名称
DD- D0100	水系コード
DD- D0101	水系名称
DD- D0200	流域コード
DD- D0201	流域名称
DD- D0300	河川コード
DD- D0301	河川名称
DD- D0400	水路コード
DD- D0401	水路名称
DD- D0500	中程局コード
DD- D0501	中程局名
DD- D0600	集中局コード
DD- D0601	集中局名
DD- D0700	監視局コード
DD- D0701	監視局名
DD- D0800	観測所コード
DD- D0801	観測所名称
DD- D0802	住所
DD- D0803	標高
DD- D0804	経度
DD- D0805	緯度
DD- D0806	河口距離
DD- D0807	流域面積
DD- D0900	計画水位
DD- D0901	計画水位開始年月日
DD- D0902	警戒水位
DD- D0903	警戒水位開始年月日
DD- D0904	指定水位
DD- D0905	指定水位開始年月日
DD- D0906	正常水位
DD- D0907	正常水位開始年月日
DD- D0908	H-Q定数
DD- D0909	H-Q定数開始年月日
DD- D1000	排水機場コード
DD- D1001	排水機場名称
DD- D1100	ダムコード
DD- D1101	ダム名称
DD- D1102	利水容量
DD- D1103	計画洪水流量
DD- D1104	洪水時満水位
DD- D1105	洪水量
DD- D1106	常時満水位
DD- D1107	制限水位

DD- D1108	予備放流水位
DD- D1109	最低水位
DD- D1110	確保水位
DD- D1111	確保流量
DD- D1112	直接流域コード
DD- D1113	間接流域コード
DD- D1200	体制種別コード
DD- D1201	体制種別
DD- D1300	警報種別コード
DD- D1301	警報種別
DD- D1400	年月日時刻
DD- D1401	雨量カウンター値
DD- D1500	積雪深
DD- D1600	河川水位
DD- D1601	河川流量
DD- D1602	日合計河川流量
DD- D1603	日平均河川流量
DD- D1604	日最大河川流量
DD- D1605	日最小河川流量
DD- D1700	予測水位
DD- D1701	予測流量
DD- D1800	水面巾
DD- D1801	水面勾配
DD- D1802	流速
DD- D1900	水深
DD- D1901	満度
DD- D1902	落差率
DD- D1903	COD
DD- D1904	塩素イオン
DD- D1905	溶存酸素(DO)
DD- D1906	シアン
DD- D1907	アンモニア
DD- D1908	水素イオン(PH)
DD- D1909	BOD
DD- D2000	気温

DD- D2001	風向
DD- D2002	風速
DD- D2100	潮位
DD- D2101	波高
DD- D2102	波周期
DD- D2300	沈砂量
DD- D2400	外水位
DD- D2401	内水位
DD- D2402	内外水位差
DD- D2403	貯油量
DD- D2601	上流水位
DD- D2602	下流水位
DD- D2603	流入量
DD- D2604	注水量
DD- D2605	取水量
DD- D2606	分水量
DD- D2607	バルブ放流量
DD- D2608	貯水位
DD- D2609	貯水量
DD- D2610	空容量
DD- D2611	発電使用水量
DD- D2612	排水量
DD- D2613	利水放流量
DD- D2614	調整流量
DD- D2615	日合計流入量
DD- D2616	日平均流入量
DD- D2617	日最大流入量
DD- D2618	日最小流入量
DD- D2619	日合計取水量
DD- D2620	日平均取水量
DD- D2621	日最大取水量
DD- D2622	日最小取水量
DD- D2623	日平均貯水位
DD- D2624	日最大貯水位
DD- D2625	日最小貯水位
DD- D2626	日平均貯水量
DD- D2627	日最大貯水量
DD- D2628	日最小貯水量
DD- D2629	日平均空容量
DD- D2630	日最大空容量
DD- D2631	日最小空容量
DD- D2632	日平均発電使用水量

河川関係データ一覧

DD- D2633	日最大発電使用水量
DD- D2634	日最小発電使用水量
DD- D2700	ゲート番号
DD- D2701	ゲート開度
DD- D2702	ゲート放流量
DD- D2900	警報発令コード
DD- D2901	発令年月日時刻
DD- D2902	解除年月日時刻
DD- D2903	文書
DD- D3000	ダム放流発令コード
DD- D3100	10分雨量
DD- D3101	30分雨量
DD- D3102	60分雨量
DD- D3103	3時間雨量
DD- D3104	24時間雨量
DD- D3105	日平均雨量
DD- D3106	時間雨量
DD- D3107	流域平均3時間雨量 (算出式1.)
DD- D3108	流域平均3時間雨量 (算出式2.)
DD- D3400	年月日
DD- D3401	日最大10分雨量
DD- D3402	日最大30分雨量
DD- D3403	日最大60分雨量
DD- D3404	日最大3時間雨量
DD- D3500	月最大10分雨量
DD- D3501	月最大30分雨量
DD- D3502	月最大60分雨量
DD- D3503	月最大3時間雨量
DD- D3504	月最大24時間雨量
DD- D3600	累加雨量
DD- D3601	累加開始年月日時刻
DD- D3602	累加終了年月日時刻
DD- D3603	流域平均累加雨量
DD- D3700	年度
DD- D3701	費水流量

DD番号	名称
DD- D3702	平水流量
DD- D3703	低水流量
DD- D3704	過水流量
DD- D3705	年平均流量
DD- D3706	年最大流量
DD- D3707	年最小流量
DD- D3708	年総量
DD- D3800	日最高水位
DD- D3801	日最低水位
DD- D3802	日最高流量
DD- D3803	日最低流量
DD- D3900	年月
DD- D3901	月最高水位
DD- D3902	月最高流量
DD- D3903	月最低水位
DD- D3904	月最低流量

DD-D0908	H-Q定数	加工	エフ・エフ・エフ
観測された水位 (H) と流量 (Q) との関係を示す直線式水位流量定数 (H-Q定数) という。これによって示される値をH-Q定数という。			
DD-D1108	予備放流水位	基本	エフ・エフ・エフ
一定水位維持制御方式として予備放流制御方式があり、この時の維持目標水位である。			
DD-D1109	最低水位	加工	エフ・エフ・エフ
貯水可能な最も低い水位。観測期間中の水位の最低値。 算出式: $H(t) = H_r + (H_c - H_m)$ $H(t)$: 水位 H_r : 観測水位 H_m : マイナス水位設定値			
DD-D1601	河川流量	加工	エフ・エフ・エフ
河川水位対流量関係式から算出される流量。 $Q(t) = A \times (H(t) + B_1)(H(t) + B_2) \quad (H(t) \leq H_1)$ $Q(t) = A \times (H(t) + B_1)(H(t) + B_2) \quad (H_1 < H(t) \leq H_2)$ $Q(t) = A \times (H(t) + B_1)(H(t) + B_2) \quad (H_2 < H(t) \leq H_3)$ $Q(t) = A \times (H(t) + B_1)(H(t) + B_2) \quad (H_3 < H(t) \leq H_4)$ $Q(t) = A \times (H(t) + B_1)(H(t) + B_2) \quad (H_4 < H(t) \leq H_5)$ $Q(t) = A \times (H(t) + B_1)(H(t) + B_2) \quad (H_5 < H(t) \leq H_6)$ $Q(t) = A \times (H(t) + B_1)(H(t) + B_2) \quad (H_6 < H(t) \leq H_7)$ $Q(t) = A \times (H(t) + B_1)(H(t) + B_2) \quad (H_7 < H(t) \leq H_8)$ $Q(t) = A \times (H(t) + B_1)(H(t) + B_2) \quad (H_8 < H(t) \leq H_9)$ $Q(t) = A \times (H(t) + B_1)(H(t) + B_2) \quad (H_9 < H(t) \leq H_{10})$ $Q(t) = A \times (H(t) + B_1)(H(t) + B_2) \quad (H_{10} < H(t) \leq H_{11})$ $Q(t) = A \times (H(t) + B_1)(H(t) + B_2) \quad (H_{11} < H(t) \leq H_{12})$ $Q(t) = A \times (H(t) + B_1)(H(t) + B_2) \quad (H_{12} < H(t) \leq H_{13})$ $Q(t) = A \times (H(t) + B_1)(H(t) + B_2) \quad (H_{13} < H(t) \leq H_{14})$ $Q(t) = A \times (H(t) + B_1)(H(t) + B_2) \quad (H_{14} < H(t) \leq H_{15})$ $Q(t) = A \times (H(t) + B_1)(H(t) + B_2) \quad (H_{15} < H(t) \leq H_{16})$ $Q(t) = A \times (H(t) + B_1)(H(t) + B_2) \quad (H_{16} < H(t) \leq H_{17})$ $Q(t) = A \times (H(t) + B_1)(H(t) + B_2) \quad (H_{17} < H(t) \leq H_{18})$ $Q(t) = A \times (H(t) + B_1)(H(t) + B_2) \quad (H_{18} < H(t) \leq H_{19})$ $Q(t) = A \times (H(t) + B_1)(H(t) + B_2) \quad (H_{19} < H(t) \leq H_{20})$ $Q(t) = A \times (H(t) + B_1)(H(t) + B_2) \quad (H_{20} < H(t) \leq H_{21})$ $Q(t) = A \times (H(t) + B_1)(H(t) + B_2) \quad (H_{21} < H(t) \leq H_{22})$ $Q(t) = A \times (H(t) + B_1)(H(t) + B_2) \quad (H_{22} < H(t) \leq H_{23})$ $Q(t) = A \times (H(t) + B_1)(H(t) + B_2) \quad (H_{23} < H(t) \leq H_{24})$ $Q(t) = A \times (H(t) + B_1)(H(t) + B_2) \quad (H_{24} < H(t) \leq H_{25})$ $Q(t) = A \times (H(t) + B_1)(H(t) + B_2) \quad (H_{25} < H(t) \leq H_{26})$ $Q(t) = A \times (H(t) + B_1)(H(t) + B_2) \quad (H_{26} < H(t) \leq H_{27})$ $Q(t) = A \times (H(t) + B_1)(H(t) + B_2) \quad (H_{27} < H(t) \leq H_{28})$ $Q(t) = A \times (H(t) + B_1)(H(t) + B_2) \quad (H_{28} < H(t) \leq H_{29})$ $Q(t) = A \times (H(t) + B_1)(H(t) + B_2) \quad (H_{29} < H(t) \leq H_{30})$ $Q(t) = A \times (H(t) + B_1)(H(t) + B_2) \quad (H_{30} < H(t) \leq H_{31})$ $Q(t) = A \times (H(t) + B_1)(H(t) + B_2) \quad (H_{31} < H(t) \leq H_{32})$ $Q(t) = A \times (H(t) + B_1)(H(t) + B_2) \quad (H_{32} < H(t) \leq H_{33})$ $Q(t) = A \times (H(t) + B_1)(H(t) + B_2) \quad (H_{33} < H(t) \leq H_{34})$ $Q(t) = A \times (H(t) + B_1)(H(t) + B_2) \quad (H_{34} < H(t) \leq H_{35})$ $Q(t) = A \times (H(t) + B_1)(H(t) + B_2) \quad (H_{35} < H(t) \leq H_{36})$ $Q(t) = A \times (H(t) + B_1)(H(t) + B_2) \quad (H_{36} < H(t) \leq H_{37})$ $Q(t) = A \times (H(t) + B_1)(H(t) + B_2) \quad (H_{37} < H(t) \leq H_{38})$ $Q(t) = A \times (H(t) + B_1)(H(t) + B_2) \quad (H_{38} < H(t) \leq H_{39})$ $Q(t) = A \times (H(t) + B_1)(H(t) + B_2) \quad (H_{39} < H(t) \leq H_{40})$ $Q(t) = A \times (H(t) + B_1)(H(t) + B_2) \quad (H_{40} < H(t) \leq H_{41})$ $Q(t) = A \times (H(t) + B_1)(H(t) + B_2) \quad (H_{41} < H(t) \leq H_{42})$ $Q(t) = A \times (H(t) + B_1)(H(t) + B_2) \quad (H_{42} < H(t) \leq H_{43})$ $Q(t) = A \times (H(t) + B_1)(H(t) + B_2) \quad (H_{43} < H(t) \leq H_{44})$ $Q(t) = A \times (H(t) + B_1)(H(t) + B_2) \quad (H_{44} < H(t) \leq H_{45})$ $Q(t) = A \times (H(t) + B_1)(H(t) + B_2) \quad (H_{45} < H(t) \leq H_{46})$ $Q(t) = A \times (H(t) + B_1)(H(t) + B_2) \quad (H_{46} < H(t) \leq H_{47})$ $Q(t) = A \times (H(t) + B_1)(H(t) + B_2) \quad (H_{47} < H(t) \leq H_{48})$ $Q(t) = A \times (H(t) + B_1)(H(t) + B_2) \quad (H_{48} < H(t) \leq H_{49})$ $Q(t) = A \times (H(t) + B_1)(H(t) + B_2) \quad (H_{49} < H(t) \leq H_{50})$ $Q(t) = A \times (H(t) + B_1)(H(t) + B_2) \quad (H_{50} < H(t) \leq H_{51})$ $Q(t) = A \times (H(t) + B_1)(H(t) + B_2) \quad (H_{51} < H(t) \leq H_{52})$ $Q(t) = A \times (H(t) + B_1)(H(t) + B_2) \quad (H_{52} < H(t) \leq H_{53})$ $Q(t) = A \times (H(t) + B_1)(H(t) + B_2) \quad (H_{53} < H(t) \leq H_{54})$ $Q(t) = A \times (H(t) + B_1)(H(t) + B_2) \quad (H_{54} < H(t) \leq H_{55})$ $Q(t) = A \times (H(t) + B_1)(H(t) + B_2) \quad (H_{55} < H(t) \leq H_{56})$ $Q(t) = A \times (H(t) + B_1)(H(t) + B_2) \quad (H_{56} < H(t) \leq H_{57})$ $Q(t) = A \times (H(t) + B_1)(H(t) + B_2) \quad (H_{57} < H(t) \leq H_{58})$ $Q(t) = A \times (H(t) + B_1)(H(t) + B_2) \quad (H_{58} < H(t) \leq H_{59})$ $Q(t) = A \times (H(t) + B_1)(H(t) + B_2) \quad (H_{59} < H(t) \leq H_{60})$ $Q(t) = A \times (H(t) + B_1)(H(t) + B_2) \quad (H_{60} < H(t) \leq H_{61})$ $Q(t) = A \times (H(t) + B_1)(H(t) + B_2) \quad (H_{61} < H(t) \leq H_{62})$ $Q(t) = A \times (H(t) + B_1)(H(t) + B_2) \quad (H_{62} < H(t) \leq H_{63})$ $Q(t) = A \times (H(t) + B_1)(H(t) + B_2) \quad (H_{63} < H(t) \leq H_{64})$ $Q(t) = A \times (H(t) + B_1)(H(t) + B_2) \quad (H_{64} < H(t) \leq H_{65})$ $Q(t) = A \times (H(t) + B_1)(H(t) + B_2) \quad (H_{65} < H(t) \leq H_{66})$ $Q(t) = A \times (H(t) + B_1)(H(t) + B_2) \quad (H_{66} < H(t) \leq H_{67})$ <			

DD-D1900	水温	加工	2147
水の温度。 算出式: $Yt=a-Xt+b$ Yt : 水温値 (スケール変換結果) Xt : 入力観測値 a, b : スケール変換定数			
DD-D1901	濁度	加工	2148
水の濁りの割合。 算出式: $Yt=a-Xt+b$ Yt : 濁度値 (スケール変換結果) Xt : 入力観測値 a, b : スケール変換定数 *入力値が無い時、及び欠測の時は欠測とする。			
DD-D1902	導電率	加工	2149
水中を電気が通ずる割合。25度に保って測定するのが望ましい。 算出式: $Yt=a-Xt+b$ Yt : 導電率 (スケール変換結果) Xt : 入力観測値 a, b : スケール変換定数 *入力値が無い時、及び欠測の時は欠測とする。			
DD-D1903	COD	加工	2150
化学的酸素要求量。 算出式: $Yt=a-Xt+b$ Yt : COD値 (スケール変換結果) Xt : 入力観測値 a, b : スケール変換定数 *入力値が無い時、及び欠測の時は欠測とする。			
DD-D1904	塩素イオン	加工	2151
水質調査の調査項目の一つ。排水、事業用川における水質調査で測定される。 算出式: $Yt=a-Xt+b$ Yt : 塩素イオン値 (スケール変換結果) Xt : 入力観測値 a, b : スケール変換定数 *入力値が無い時、及び欠測の時は欠測とする。			
DD-D1905	溶存酸素(DO)	加工	2152
溶存酸素量。 算出式: $Yt=a-Xt+b$ Yt : DO値 (スケール変換結果) Xt : 入力観測値 a, b : スケール変換定数 *入力値が無い時、及び欠測の時は欠測とする。			
DD-D1906	シアン	加工	2153
炭素と窒素の化合物。 算出式: $Yt=a-Xt+b$ Yt : シアン値 (スケール変換結果) Xt : 入力観測値 a, b : スケール変換定数 *入力値が無い時、及び欠測の時は欠測とする。			
DD-D1907	アンモニア	加工	2154
水素と窒素の化合物。 算出式: $Yt=a-Xt+b$ Yt : アンモニア値 (スケール変換結果) Xt : 入力観測値 a, b : スケール変換定数 *入力値が無い時、及び欠測の時は欠測とする。			

DD- D1908	水質イオン(PH)	加工	スリット(ビ-エナ)
水質イオン濃度。 算出式: $Y_t = a + X_t + b$ Y_t : PH値 (スケール変換結果) X_t : 入力観測値 a, b : スケール変換定数 *入力値が無い時、及び欠測の時は欠測とする。			
DD- D1909	BOD	加工	ビ-エナ
生化学的酸素要求量。 算出式: $Y_t = a + X_t + b$ Y_t : BOD値 (スケール変換結果) X_t : 入力観測値 a, b : スケール変換定数 *入力値が無い時、及び欠測の時は欠測とする。			
DD- D2300	流砂量	加工	スリット(ビ-エナ)
湧水における流量と同じ意味のものである。ただし、現在のところ湧水において観測して把握する方法が確立されていない。推定式も算出化されたものではない。又、これをもって砂防計画を編み立てることは現在行われていない。単位となる時間の長さによって次のように区分される。 1. 流砂量: (立方メートル/秒) 2. 1洪水流出土砂量(立方メートル/flood) 3. 1年間流出土砂量(立方メートル/year)			
DD- D2400	外水位	加工	スリット(ビ-エナ)
湧水圏域に対して外側の水位。 W_d : 外水位			
DD- D2601	上流水位	加工	スリット(ビ-エナ)
ある地点に対して上流の水位。 算出式: $H(t) = H_r$ ($H_r < H_m$) $H(t)$: 水位 $H(t) = H_r - 1000(H_r - H_m) \times 3$ 折 H_r : 観測水位 $H(t) = H_r - 10000(H_r - H_m) \times 4$ 折 H_m : マイナス水位設定値 * H_r が欠測の時、欠測とする。			
DD- D2602	下流水位	加工	スリット(ビ-エナ)
ある地点に対して下流の水位。 算出式: $H(t) = H_r$ ($H_r < H_m$) $H(t)$: 水位 $H(t) = H_r - 1000(H_r - H_m) \times 3$ 折 H_r : 観測水位 $H(t) = H_r - 10000(H_r - H_m) \times 4$ 折 H_m : マイナス水位設定値 * H_r が欠測の時、欠測とする。			
DD- D2615	日合計流入量	加工	スリット(ビ-エナ)
貯水池に直接流域から流入する前日10時から当日9時までの合計流量。 算出式: $Q_{tot} = Q_{ave} \times 24 \times 3.6$ Q_{ave} : 日平均流入量 Q_{tot} : 日合計流入量 * Q_{ave} が欠測の時は欠測とする。			
DD- D2616	日平均流入量	加工	スリット(ビ-エナ)
貯水池に直接流域から流入する流量の前日10時から当日9時までの観測値の平均値。 算出式: $Q_{ave} = \frac{\sum_{t=10}^9 Q_t}{n}$ Q_{ave} : 日平均流入量 Q_t : t時の流入量 n : 有効データ数			

DD番号	名称	区分	カナ名
DD- D2618	日最小流入量	加工	スリット(ビ-エナ)
貯水池に直接流域から流入する前日10時から当日9時までの流量の最小値。 Q_{min} : 日最小流入量			
DD- D2619	日合計取水量	加工	スリット(ビ-エナ)
発電、農業及び都市用水等の直接取水の合計量の、前日10時から当日9時までの合計。 算出式: $Q_{tot} = Q_{ave} \times 24 \times 3.6$ Q_{ave} : 日平均取水量 Q_{tot} : 日合計取水量 * Q_{ave} が欠測の時は欠測とする。			
DD- D2620	日平均取水量	加工	スリット(ビ-エナ)
発電、農業及び都市用水等の直接取水の合計量の、前日10時から当日9時までの平均値。 算出式: $Q_{ave} = \frac{\sum_{t=10}^9 Q_t}{n}$ Q_{ave} : 日平均取水量 Q_t : t時の取水量 n : 有効データ数			
DD- D2621	日最大取水量	加工	スリット(ビ-エナ)
発電、農業及び都市用水等の直接取水の合計量の、前日10時から当日9時までの最大値。 Q_{max} : 日最大取水量			
DD- D2622	日最小取水量	加工	スリット(ビ-エナ)
発電、農業及び都市用水等の直接取水の合計量の、前日10時から当日9時までの最小値。 Q_{min} : 日最小取水量			
DD- D2623	日平均貯水位	加工	スリット(ビ-エナ)
前日10時から当日9時までの貯水位の平均値。 算出式: $Q_{rad} = \frac{\sum_{t=10}^9 Q_t}{n}$ Q_{rad} : 日平均貯水位 Q_t : t時の貯水位 n : 有効データ数			
DD- D2624	日最大貯水位	加工	スリット(ビ-エナ)
前日10時から当日9時までの貯水位の最大値。 H_{dmax} : 日最大貯水位 *1. 欠測データは抜いて算出する。 2. 同じ値が2つ以上あるときは、午前9時に近い方とする。			
DD- D2625	日最小貯水位	加工	スリット(ビ-エナ)
前日10時から当日9時までの貯水位の最小値。 H_{dmin} : 日最小貯水位 *1. 欠測データは抜いて算出する。 2. 同じ値が2つ以上あるときは、午前9時に近い方とする。			

DD-02626	日平均貯水量	加工	22417212112
前日10時から当日9時までの貯水量の平均値。 $Q_{rad} = \frac{\sum_{t=10}^9 Q_t}{n}$ 算出式: $Q_{rad} = \frac{\sum_{t=10}^9 Q_t}{n}$ Q_t: t時の貯水量 n: 有効データ数			
DD-02627	日最大貯水量	加工	22417212112
前日10時から当日9時までの貯水量の最大値。 $Hdmax$: 日最大貯水量 *1.欠測データは除いて算出する。 2.同じ値が2以上あるときは、午前9時に近い方とする。			
DD-02628	日最小貯水量	加工	22417212112
前日10時から当日9時までの貯水量の最小値。 $Hdmin$: 日最小貯水量 *1.欠測データは除いて算出する。 2.同じ値が2以上あるときは、午前9時に近い方とする。			
DD-02629	日平均空容量	加工	22417212112
前日10時から当日9時までの空容量の平均値。 $Q_{ad} = \frac{\sum_{t=10}^9 Q_t}{n}$ 算出式: $Q_{ad} = \frac{\sum_{t=10}^9 Q_t}{n}$ Q_t: t時の空容量 n: 有効データ数			
DD-02630	日最大空容量	加工	22417212112
前日10時から当日9時までの空容量の最大値。 $Hdmax$: 日最大空容量 *1.欠測データは除いて算出する。 2.同じ値が2以上あるときは、午前9時に近い方とする。			
DD-02631	日最小空容量	加工	22417212112
前日10時から当日9時までの空容量の最小値。 $Hdmin$: 日最小空容量 *1.欠測データは除いて算出する。 2.同じ値が2以上あるときは、午前9時に近い方とする。			
DD-02632	日平均発電使用水量	加工	22417212112
前日10時から当日9時までの発電使用水量の平均値。 $Q_{ave} = \frac{\sum_{t=10}^9 Q_{ot}}{n}$ 算出式: $Q_{ave} = \frac{\sum_{t=10}^9 Q_{ot}}{n}$ Q_{ot}: t時の発電使用水量 n: 有効データ数			
DD-02633	日最大発電使用水量	加工	22417212112
前日10時から当日9時までの発電使用水量の最大値。 $Qomax$: 日最大空容量 *1.欠測データは除いて算出する。 2.同じ値が2以上あるときは、午前9時に近い方とする。			

DD-02634	日最小発電使用水量	加工	22417212112
前日10時から当日9時までの発電使用水量の最小値。 $Qomin$: 日最大空容量 *1.欠測データは除いて算出する。 2.同じ値が2以上あるときは、午前9時に近い方とする。			
DD-03103	3時間雨量	加工	224172112
3時間単位で観測された雨量。 1.観測雨量がある時、$Rh3(t) = R(t) - R(t-3)$ $Rh3(t)$: 3時間雨量 $R(t)$: 今回正時における観測雨量 2.雨量データが入力された場合、$Rh3(t) = \sum_{i=0}^{n-1} Rh(t-3)$ $R(t-3)$: (t-3)の観測雨量			
DD-03106	時間雨量	加工	224172112
1時間単位で観測された雨量。河川計画・管理のためには通常1時間単位の雨量と日単位の雨量が重要とされる。 1.観測雨量がある時、$Rh(t) = R(t) - R(t-1)$ $Rh(t)$: 時間雨量 $R(t)$: (t)の観測雨量 $R(t-1)$: (t-1)の観測雨量 *$R(t)$または$R(t-1)$が欠測の時、欠測とする。正時のときは、$R(t)$は時間雨量、その他は時間雨量。 2.雨量データが入力される場合(時間雨量入力)、$Rh(t) = R(t)$、演算は行わない。 $R(t)$: 入力雨量			
DD-03107	流域平均3時間雨量 (算出式1)	加工	22417212112
流域の3時間当たりの平均雨量。 1.流域平均時間雨量を入力する場合、$Rhs3(t) = \sum_{i=1}^3 Rhs(t-i)$ $Rhs3(t)$: 流域平均3時間雨量 $Rhs(t-i)$: 時間流域平均時間雨量			
DD-03108	流域平均3時間雨量 (算出式2)	加工	22417212112
流域の3時間当たりの平均雨量。 2.3時間雨量がある場合、$Rhs3(t) = \frac{\sum_{i=1}^n (al - Rh3it)}{\sum_{i=1}^n al}$ $Rhs3(t)$: 流域平均3時間雨量 al: 流域内雨量観測所数 $Rh3it$: i箇の流域占有高			
DD-03600	累加雨量	加工	224172112
1.観測雨量がある時、$Ro(t) = R(t) - R(t-1)$ $Ro(t)$: 累加雨量 $R(t)$: 今回観測雨量 $R(t-1)$: 前日観測雨量 *$R(t)$または$R(t-1)$が欠測の時、欠測とする。$R(t-1)$は観測雨量が観測された最新の観測値を使用する。 2.演算結果の時間雨量は無い場合、$Ro(t) = Rh(t) - Ro(t-1)$ $Ro(t)$: 累加雨量 $Rh(t)$: 時間雨量 $Ro(t-1)$: 前日累加雨量 *$Rh(t)$が欠測の時、欠測とする。			
DD-03602	累加雨量年月日時別		追加
DD-03603	流域平均累加雨量	加工	22417212112
流域平均雨量の累加値。 算出式: $Ros(t) = Rhs(t) + Ros(t-1)$ $Ros(t)$: 流域平均累加雨量 $Rhs(t)$: 流域平均時間雨量 $Ros(t-1)$: 前日流域平均累加雨量			

道路概念ファイル一覧

ファイル番号 ファイル名称

ファイル・タイプ

FD-D0100	事務所	リソース
FD-D0200	管轄	リソース
FD-D0300	事務所施設	リソース
FD-D0400	道路種別	リソース
FD-D0500	路線	リソース
FD-D0600	トンネル	リソース
FD-D0700	道路観測所	リソース
FD-D0800	地点	リソース
FD-D0900	走行区分	リソース
FD-D1000	感知器機種	リソース
FD-D1100	感知器設置	リソース
FD-D1200	機器ステータス内容	リソース
FD-D1300	情報板機種	リソース
FD-D1400	情報板設置	リソース
FD-D1500	規制内容	リソース
FD-D1600	規制理由	リソース
FD-D1700	警戒／注意報	リソース
FD-D1800	表示内容	リソース
FD-D1900	警戒体制	リソース
FD-D2000	災害種別	リソース
FD-D2100	体制理由	リソース
FD-D2200	气象台	リソース

FD-D2300	送達雨量基準	リソース
FD-D2400	路面状態	リソース
FD-D2500	施設状況	イベント
FD-D2600	管轄体制	イベント
FD-D2700	感知器ステータス	イベント
FD-D2800	情報板ステータス	イベント
FD-D2900	地点渋滞監視	イベント
FD-D3000	地点常時監視	イベント
FD-D3100	道路規制	イベント
FD-D3200	道路規制明細	イベント
FD-D3300	放送状況	イベント
FD-D3400	放送明細	イベント
FD-D3500	気象警報	イベント
FD-D3600	道路気温／路温	イベント
FD-D3700	道路風向／風速	イベント
FD-D3800	道路CO・VI値	イベント
FD-D3900	道路地震	イベント
FD-D4000	道路波高	イベント
FD-D4100	道路連続雨量	サマリ
FD-D4200	道路時間雨量	サマリ
FD-D4300	道路時間積雪	サマリ
FD-D4400	道路累加積雪	サマリ

ファイル番号 FD-00100
 ファイル名称 事務所
 ファイルタイプ リソース
 ファイル説明 建設省のシステムネットワーク内にある、工事事務所の本質的属性(名称等)を管理するファイルである。

構成データ項目	Key/R	構成データ項目	Key/R
00-00100・事務所コード	●K OR OK+	DD-D	OK OR OK+
00-00101・事務所名	OK OR OK+	DD-D	OK OR OK+
00-00102・住所	OK OR OK+	DD-D	OK OR OK+
00-00200・管区コード	OK OR OK+	DD-D	OK OR OK+
DD-D	OK OR OK+	DD-D	OK OR OK+
DD-D	OK OR OK+	DD-D	OK OR OK+

ファイル番号 FD-00200
 ファイル名称 管区
 ファイルタイプ リソース
 ファイル説明 工事事務所が統制や統制を担っている管理範囲の単位である管区を管理するファイルである。

構成データ項目	Key/R	構成データ項目	Key/R
00-00200・管区コード	●K OR OK+	DD-D	OK OR OK+
00-00201・管区名	OK OR OK+	DD-D	OK OR OK+
DD-D	OK OR OK+	DD-D	OK OR OK+
DD-D	OK OR OK+	DD-D	OK OR OK+
DD-D	OK OR OK+	DD-D	OK OR OK+
DD-D	OK OR OK+	DD-D	OK OR OK+

ファイル番号 FD-00300
 ファイル名称 事務所施設
 ファイルタイプ リソース
 ファイル説明 事務所の管理下にある施設を管理するファイルである。
 例) 測量パイプ、ロードヒーター、共同溝、トンネル 等

構成データ項目	Key/R	構成データ項目	Key/R
00-00300・施設コード	●K OR OK+	DD-D	OK OR OK+
00-00301・施設名	OK OR OK+	DD-D	OK OR OK+
00-00100・事務所コード	OK OR OK+	DD-D	OK OR OK+
DD-D	OK OR OK+	DD-D	OK OR OK+
DD-D	OK OR OK+	DD-D	OK OR OK+
DD-D	OK OR OK+	DD-D	OK OR OK+

ファイル番号 FD-00400
 ファイル名称 道路種別
 ファイルタイプ リソース
 ファイル説明 道路の種類を管理するファイルである。種類としては、高速道や一般道、国道、県道などがある。

構成データ項目	Key/R	構成データ項目	Key/R
00-00400・道路種別コード	●K OR OK+	DD-D	OK OR OK+
00-00401・道路種別名	OK OR OK+	DD-D	OK OR OK+
DD-D	OK OR OK+	DD-D	OK OR OK+
DD-D	OK OR OK+	DD-D	OK OR OK+
DD-D	OK OR OK+	DD-D	OK OR OK+
DD-D	OK OR OK+	DD-D	OK OR OK+

ファイル番号 FD-00500
 ファイル名称 路線
 ファイルタイプ リソース
 ファイル説明 本線、後続などの路線に関する本質的属性を管理するファイルである。

構成データ項目	Key/R	構成データ項目	Key/R
00-00500・路線番号	●K OR OK+	DD-D	OK OR OK+
00-00501・後続区分	●K OR OK+	DD-D	OK OR OK+
00-00502・路線名	OK OR OK+	DD-D	OK OR OK+
00-00400・道路種別コード	OK OR OK+	DD-D	OK OR OK+
DD-D	OK OR OK+	DD-D	OK OR OK+
DD-D	OK OR OK+	DD-D	OK OR OK+

ファイル番号 FD-00600
 ファイル名称 トンネル
 ファイルタイプ リソース
 ファイル説明 トンネルに関する本質的属性(名称、路線等)を管理するファイルである。

構成データ項目	Key/R	構成データ項目	Key/R
00-00600・トンネルコード	●K OR OK+	DD-D	OK OR OK+
00-00601・トンネル番号	OK OR OK+	DD-D	OK OR OK+
00-00602・トンネル名	OK OR OK+	DD-D	OK OR OK+
DD-D	OK OR OK+	DD-D	OK OR OK+
DD-D	OK OR OK+	DD-D	OK OR OK+
DD-D	OK OR OK+	DD-D	OK OR OK+

道路概念ファイル説明書

ファイル番号 FD-00700
 ファイル名称 道路観測所
 ファイルタイプ リソース
 ファイル説明 道路観測所の本質的属性を管理する。
 道路交通情報ネットワークに必要な観測・交通情報を入手し、車庫所に送信する機能である。

構成データ項目	Key/R	構成データ項目	Key/R
00-00700 観測所コード	0X 0R 0X 1	00-0	0X 0R 0X 1
00-00701 観測所名	0X 0R 0X 1	00-0	0X 0R 0X 1
00-00800 地点コード	0X 0R 0X 1	00-0	0X 0R 0X 1
00-0	0X 0R 0X 1	00-0	0X 0R 0X 1
00-0	0X 0R 0X 1	00-0	0X 0R 0X 1
00-0	0X 0R 0X 1	00-0	0X 0R 0X 1

ファイル番号 FD-00800
 ファイル名称 地点
 ファイルタイプ リソース
 ファイル説明 本システムの対象範囲となる地点を管理するファイルである。本システムでは、車庫所を越くほとんどの交通は道路沿いに存在するため、道路の基点からの距離で場所を管理している。

構成データ項目	Key/R	構成データ項目	Key/R
00-00800 地点コード	0X 0R 0X 1	00-0	0X 0R 0X 1
00-00801 地点名	0X 0R 0X 1	00-0	0X 0R 0X 1
00-00900 トンネルコード	0X 0R 0X 1	00-0	0X 0R 0X 1
00-00900 道路番号	0X 0R 0X 1	00-0	0X 0R 0X 1
00-00901 道路区分	0X 0R 0X 1	00-0	0X 0R 0X 1
00-00100 車庫所コード	0X 0R 0X 1	00-0	0X 0R 0X 1

ファイル番号 FD-00100
 ファイル名称 車庫所
 ファイルタイプ リソース
 ファイル説明 国政省のシステムネットワーク内にある、工事車庫所の本質的属性(名称等)を管理するファイルである。

構成データ項目	Key/R	構成データ項目	Key/R
00-00100 車庫所コード	0X 0R 0X 1	00-0	0X 0R 0X 1
00-00101 車庫所名	0X 0R 0X 1	00-0	0X 0R 0X 1
00-00102 住所	0X 0R 0X 1	00-0	0X 0R 0X 1
00-00200 管轄コード	0X 0R 0X 1	00-0	0X 0R 0X 1
00-0	0X 0R 0X 1	00-0	0X 0R 0X 1
00-0	0X 0R 0X 1	00-0	0X 0R 0X 1

ファイル番号 FD-00200
 ファイル名称 管轄
 ファイルタイプ リソース
 ファイル説明 工事車庫所が観測や観測を提出している管轄範囲の単位である管轄を管理するファイルである。

構成データ項目	Key/R	構成データ項目	Key/R
00-00200 管轄コード	0X 0R 0X 1	00-0	0X 0R 0X 1
00-00201 管轄名	0X 0R 0X 1	00-0	0X 0R 0X 1
00-0	0X 0R 0X 1	00-0	0X 0R 0X 1
00-0	0X 0R 0X 1	00-0	0X 0R 0X 1
00-0	0X 0R 0X 1	00-0	0X 0R 0X 1
00-0	0X 0R 0X 1	00-0	0X 0R 0X 1

ファイル番号 FD-00300
 ファイル名称 車庫所施設
 ファイルタイプ リソース
 ファイル説明 車庫所の管理下にある施設を管理するファイルである。
 例) 道路パイプ、ロードヒーター、共同溝、トンネル 等

構成データ項目	Key/R	構成データ項目	Key/R
00-00300 施設コード	0X 0R 0X 1	00-0	0X 0R 0X 1
00-00301 施設名	0X 0R 0X 1	00-0	0X 0R 0X 1
00-00100 車庫所コード	0X 0R 0X 1	00-0	0X 0R 0X 1
00-0	0X 0R 0X 1	00-0	0X 0R 0X 1
00-0	0X 0R 0X 1	00-0	0X 0R 0X 1
00-0	0X 0R 0X 1	00-0	0X 0R 0X 1

ファイル番号 FD-00400
 ファイル名称 道路種別
 ファイルタイプ リソース
 ファイル説明 道路の種別を管理するファイルである。種別としては、高速道や一般道、国道、市道などがある。

構成データ項目	Key/R	構成データ項目	Key/R
00-00400 道路種別コード	0X 0R 0X 1	00-0	0X 0R 0X 1
00-00401 道路種別名	0X 0R 0X 1	00-0	0X 0R 0X 1
00-0	0X 0R 0X 1	00-0	0X 0R 0X 1
00-0	0X 0R 0X 1	00-0	0X 0R 0X 1
00-0	0X 0R 0X 1	00-0	0X 0R 0X 1
00-0	0X 0R 0X 1	00-0	0X 0R 0X 1

ファイル番号 FD-00500
 ファイル名称 路線
 ファイルタイプ リソース
 ファイル説明 本線、支線などの路線に関する本質的属性を管理するファイルである。

構成データ項目	Key/R	構成データ項目	Key/R
DD-00500・路線番号	●X OR OK-F	DD-D	OK OR OK-F
DD-00501・路線区分	●X OR OK-F	DD-D	OK OR OK-F
DD-00502・路線名	OK OR OK-F	DD-D	OK OR OK-F
DD-00400・道路種別コード	OK ●R OK-F	DD-D	OK OR OK-F
DD-D	OK OR OK-F	DD-D	OK OR OK-F
DD-D	OK OR OK-F	DD-D	OK OR OK-F

ファイル番号 FD-00600
 ファイル名称 トンネル
 ファイルタイプ リソース
 ファイル説明 トンネルに関する本質的属性(名称、路線等)を管理するファイルである。

構成データ項目	Key/R	構成データ項目	Key/R
DD-00600・トンネルコード	●X OR OK-F	DD-D	OK OR OK-F
DD-00500・路線番号	OK ●R OK-F	DD-D	OK OR OK-F
DD-00601・トンネル名	OK OR OK-F	DD-D	OK OR OK-F
DD-D	OK OR OK-F	DD-D	OK OR OK-F
DD-D	OK OR OK-F	DD-D	OK OR OK-F
DD-D	OK OR OK-F	DD-D	OK OR OK-F

ファイル番号 FD-00700
 ファイル名称 道路観測所
 ファイルタイプ リソース
 ファイル説明 道路観測所の本質的属性を管理する。
 道路交通情報ネットワークに必要な気象・交通情報を入力し、事務所に送信する経緯である。

構成データ項目	Key/R	構成データ項目	Key/R
DD-00700・観測所コード	●X OR OK-F	DD-D	OK OR OK-F
DD-00701・観測所名	OK OR OK-F	DD-D	OK OR OK-F
DD-00800・地点コード	OK ●R OK-F	DD-D	OK OR OK-F
DD-D	OK OR OK-F	DD-D	OK OR OK-F
DD-D	OK OR OK-F	DD-D	OK OR OK-F
DD-D	OK OR OK-F	DD-D	OK OR OK-F

ファイル番号 FD-00800
 ファイル名称 地点
 ファイルタイプ リソース
 ファイル説明 本システムの対象範囲となる地点を管理するファイルである。本システムでは、事務所を越くほとんどの資源は道路沿いに存在するため、道路の基点からの距離で場所を管理している。

構成データ項目	Key/R	構成データ項目	Key/R
DD-00800・地点コード	●X OR OK-F	DD-D	OK OR OK-F
DD-00801・地点名	OK OR OK-F	DD-D	OK OR OK-F
DD-00600・トンネルコード	OK OR OK-F	DD-D	OK OR OK-F
DD-00500・路線番号	OK ●R OK-F	DD-D	OK OR OK-F
DD-00501・路線区分	OK ●R OK-F	DD-D	OK OR OK-F
DD-00100・事務所コード	OK ●R OK-F	DD-D	OK OR OK-F

ファイル番号 FD-00900
 ファイル名称 走行区分
 ファイルタイプ リソース
 ファイル説明 車両が走行する走行帯の区分を管理するファイルである。
 区分の内容としては、上り、下り、走行車線、逆走し車線がある。

構成データ項目	Key/R	構成データ項目	Key/R
DD-00900・走行区分コード	●X OR OK-F	DD-D	OK OR OK-F
DD-00901・走行区分	OK OR OK-F	DD-D	OK OR OK-F
DD-D	OK OR OK-F	DD-D	OK OR OK-F
DD-D	OK OR OK-F	DD-D	OK OR OK-F
DD-D	OK OR OK-F	DD-D	OK OR OK-F
DD-D	OK OR OK-F	DD-D	OK OR OK-F

ファイル番号 FD-01000
 ファイル名称 感知器観測
 ファイルタイプ リソース
 ファイル説明 道路の交通状況、渋滞情報を観測する感知器の観測を管理するファイルである。

構成データ項目	Key/R	構成データ項目	Key/R
DD-01000・観測コード	●X OR OK-F	DD-D	OK OR OK-F
DD-01001・観測名	OK OR OK-F	DD-D	OK OR OK-F
DD-01002・感度	OK OR OK-F	DD-D	OK OR OK-F
DD-D	OK OR OK-F	DD-D	OK OR OK-F
DD-D	OK OR OK-F	DD-D	OK OR OK-F
DD-D	OK OR OK-F	DD-D	OK OR OK-F

道路概念ファイル説明書

ファイル番号 FD-D1100
 ファイル名称 通知設置
 ファイルタイプ リソース
 ファイル説明 各通知の設置場所を管理するファイルである。設置場所は地点で表現される。交通量等を測定するため、設置された各通知の属性(種類、設置場所等)を管理する。

構成データ項目	Key/R	構成データ項目	Key/R
DD-D1100 通知コード	●× ○× ○×+	DD-D	○× ○× ○×+
DD-D1000 種別コード	○× ●× ○×+	DD-D	○× ○× ○×+
DD-D0800 地点コード	○× ●× ○×+	DD-D	○× ○× ○×+
DD-D1101 設置年月日	○× ○× ○×+	DD-D	○× ○× ○×+
DD-D0900 走行区分コード	○× ●× ○×+	DD-D	○× ○× ○×+
DD-D	○× ○× ○×+	DD-D	○× ○× ○×+

ファイル番号 FD-D1200
 ファイル名称 施設ステータス内容
 ファイルタイプ リソース
 ファイル説明 道路交通情報システムの監視施設の稼働内容を管理するファイルである。「放送明細」を作成する際に参照される。

構成データ項目	Key/R	構成データ項目	Key/R
DD-D1200 監視内容コード	●× ○× ○×+	DD-D	○× ○× ○×+
DD-D1201 監視内容	○× ○× ○×+	DD-D	○× ○× ○×+
DD-D	○× ○× ○×+	DD-D	○× ○× ○×+
DD-D	○× ○× ○×+	DD-D	○× ○× ○×+
DD-D	○× ○× ○×+	DD-D	○× ○× ○×+
DD-D	○× ○× ○×+	DD-D	○× ○× ○×+

ファイル番号 FD-D1300
 ファイル名称 情報板種別
 ファイルタイプ リソース
 ファイル説明 路線上に設置され、交通状況などの情報を表示する情報板の種別を管理するファイルである。

構成データ項目	Key/R	構成データ項目	Key/R
DD-D1300 情報板種別コード	●× ○× ○×+	DD-D	○× ○× ○×+
DD-D1301 情報板種別名	○× ○× ○×+	DD-D	○× ○× ○×+
DD-D1002 価格	○× ○× ○×+	DD-D	○× ○× ○×+
DD-D	○× ○× ○×+	DD-D	○× ○× ○×+
DD-D	○× ○× ○×+	DD-D	○× ○× ○×+
DD-D	○× ○× ○×+	DD-D	○× ○× ○×+

ファイル番号 FD-D1400
 ファイル名称 情報板設置
 ファイルタイプ リソース
 ファイル説明 各情報板の設置場所を管理するファイルである。設置場所は地点で表現される。交通量、気象、災害情報等を放送するため、設置された各情報板の属性(種類、設置場所等)を管理する。

構成データ項目	Key/R	構成データ項目	Key/R
DD-D1400 情報板コード	●× ○× ○×+	DD-D	○× ○× ○×+
DD-D1300 情報板種別コード	○× ●× ○×+	DD-D	○× ○× ○×+
DD-D1101 設置年月日	○× ○× ○×+	DD-D	○× ○× ○×+
DD-D0800 地点コード	○× ●× ○×+	DD-D	○× ○× ○×+
DD-D0900 走行区分コード	○× ●× ○×+	DD-D	○× ○× ○×+
DD-D	○× ○× ○×+	DD-D	○× ○× ○×+

ファイル番号 FD-D1500
 ファイル名称 規制内容
 ファイルタイプ リソース
 ファイル説明 道路の通行規制の内容について管理するファイルである。「放送明細」を作成する際に参照される。
 例) 片側車線通行止め 等

構成データ項目	Key/R	構成データ項目	Key/R
DD-D1500 規制内容コード	●× ○× ○×+	DD-D	○× ○× ○×+
DD-D1501 規制内容	○× ○× ○×+	DD-D	○× ○× ○×+
DD-D	○× ○× ○×+	DD-D	○× ○× ○×+
DD-D	○× ○× ○×+	DD-D	○× ○× ○×+
DD-D	○× ○× ○×+	DD-D	○× ○× ○×+
DD-D	○× ○× ○×+	DD-D	○× ○× ○×+

ファイル番号 FD-D1600
 ファイル名称 規制理由
 ファイルタイプ リソース
 ファイル説明 道路の通行規制の理由について管理するファイルである。「放送明細」を作成する際に参照される。
 例) 路面凍結、水害工事 等

構成データ項目	Key/R	構成データ項目	Key/R
DD-D1600 規制理由コード	●× ○× ○×+	DD-D	○× ○× ○×+
DD-D1601 規制理由	○× ○× ○×+	DD-D	○× ○× ○×+
DD-D	○× ○× ○×+	DD-D	○× ○× ○×+
DD-D	○× ○× ○×+	DD-D	○× ○× ○×+
DD-D	○× ○× ○×+	DD-D	○× ○× ○×+
DD-D	○× ○× ○×+	DD-D	○× ○× ○×+

ファイル番号 FD-D1700
 ファイル名称 警戒/注意報
 ファイルタイプ リソース
 ファイル説明 気象情報に該当する注意・警戒の内容を管理するファイルである。

構成データ項目	Key/R	構成データ項目	Key/R
DD-D1700*警戒/注意報コード	0X 0R 0X+1	DD-D	0X 0R 0X+1
DD-D1701*警戒/注意報名	0X 0R 0X+1	DD-D	0X 0R 0X+1
DD-D	0X 0R 0X+1	DD-D	0X 0R 0X+1
DD-D	0X 0R 0X+1	DD-D	0X 0R 0X+1
DD-D	0X 0R 0X+1	DD-D	0X 0R 0X+1
DD-D	0X 0R 0X+1	DD-D	0X 0R 0X+1

ファイル番号 FD-D1800
 ファイル名称 表示内容
 ファイルタイプ リソース
 ファイル説明 道路情報版に表示される内容を管理するファイルである。「放送明確」を作成する際に参照される。

構成データ項目	Key/R	構成データ項目	Key/R
DD-D1800*表示内容コード	0X 0R 0X+1	DD-D	0X 0R 0X+1
DD-D1801*表示内容	0X 0R 0X+1	DD-D	0X 0R 0X+1
DD-D	0X 0R 0X+1	DD-D	0X 0R 0X+1
DD-D	0X 0R 0X+1	DD-D	0X 0R 0X+1
DD-D	0X 0R 0X+1	DD-D	0X 0R 0X+1
DD-D	0X 0R 0X+1	DD-D	0X 0R 0X+1

ファイル番号 FD-D1900
 ファイル名称 警戒体制
 ファイルタイプ リソース
 ファイル説明 各種警戒体制を管理するファイルである。「警戒体制」ファイルを作成する際に参照される。

構成データ項目	Key/R	構成データ項目	Key/R
DD-D1900*警戒コード	0X 0R 0X+1	DD-D	0X 0R 0X+1
DD-D1901*体制	0X 0R 0X+1	DD-D	0X 0R 0X+1
DD-D	0X 0R 0X+1	DD-D	0X 0R 0X+1
DD-D	0X 0R 0X+1	DD-D	0X 0R 0X+1
DD-D	0X 0R 0X+1	DD-D	0X 0R 0X+1
DD-D	0X 0R 0X+1	DD-D	0X 0R 0X+1

ファイル番号 FD-D2000
 ファイル名称 気象情報
 ファイルタイプ リソース
 ファイル説明 気象情報を管理するファイルである。「気象情報」ファイルを作成する際に参照される。

構成データ項目	Key/R	構成データ項目	Key/R
DD-D2000*気象情報コード	0X 0R 0X+1	DD-D	0X 0R 0X+1
DD-D2001*気象情報	0X 0R 0X+1	DD-D	0X 0R 0X+1
DD-D	0X 0R 0X+1	DD-D	0X 0R 0X+1
DD-D	0X 0R 0X+1	DD-D	0X 0R 0X+1
DD-D	0X 0R 0X+1	DD-D	0X 0R 0X+1
DD-D	0X 0R 0X+1	DD-D	0X 0R 0X+1

ファイル番号 FD-D2100
 ファイル名称 体制理由
 ファイルタイプ リソース
 ファイル説明 体制理由を管理するファイルである。「警戒体制」ファイルを作成する際に参照される。

構成データ項目	Key/R	構成データ項目	Key/R
DD-D2100*体制理由コード	0X 0R 0X+1	DD-D	0X 0R 0X+1
DD-D2101*体制理由	0X 0R 0X+1	DD-D	0X 0R 0X+1
DD-D	0X 0R 0X+1	DD-D	0X 0R 0X+1
DD-D	0X 0R 0X+1	DD-D	0X 0R 0X+1
DD-D	0X 0R 0X+1	DD-D	0X 0R 0X+1
DD-D	0X 0R 0X+1	DD-D	0X 0R 0X+1

ファイル番号 FD-D2200
 ファイル名称 気象台
 ファイルタイプ リソース
 ファイル説明 気象観測を行い、注意・警戒などの気象情報を各事業所に報告する、気象台を管理するファイルである。

構成データ項目	Key/R	構成データ項目	Key/R
DD-D2200*気象台コード	0X 0R 0X+1	DD-D	0X 0R 0X+1
DD-D2201*気象台名	0X 0R 0X+1	DD-D	0X 0R 0X+1
DD-D2202*事業所コード	0X 0R 0X+1	DD-D	0X 0R 0X+1
DD-D	0X 0R 0X+1	DD-D	0X 0R 0X+1
DD-D	0X 0R 0X+1	DD-D	0X 0R 0X+1
DD-D	0X 0R 0X+1	DD-D	0X 0R 0X+1

道路概念ファイル説明書

ファイル番号 FD-02300
 ファイル名称 道路雨量基準
 ファイルタイプ リソース
 ファイル説明 道路雨量に関する注意値や警戒値の基準を管理するために作成される。道路雨量に
 関係する、注意値や警戒値の基準が作成/変更される度に作成/更新される。

構成データ項目	Key/R	構成データ項目	Key/R
DD-00700 観測所コード	OK OR OK-I	DD-0	OK OR OK-I
DD-02300 時間注意値	OK OR OK-I	DD-0	OK OR OK-I
DD-02301 時間警戒値	OK OR OK-I	DD-0	OK OR OK-I
DD-02302 連続注意値	OK OR OK-I	DD-0	OK OR OK-I
DD-02303 連続警戒値	OK OR OK-I	DD-0	OK OR OK-I
DD-0	OK OR OK-I	DD-0	OK OR OK-I

ファイル番号 FD-02400
 ファイル名称 路面状態
 ファイルタイプ リソース
 ファイル説明 道路の路面の状態情報を管理するファイルである。
 「道路復旧/閉塞」を作成する際に参照される。

構成データ項目	Key/R	構成データ項目	Key/R
DD-02400 路面状態コード	OK OR OK-I	DD-0	OK OR OK-I
DD-02401 路面状態	OK OR OK-I	DD-0	OK OR OK-I
DD-0	OK OR OK-I	DD-0	OK OR OK-I
DD-0	OK OR OK-I	DD-0	OK OR OK-I
DD-0	OK OR OK-I	DD-0	OK OR OK-I
DD-0	OK OR OK-I	DD-0	OK OR OK-I

ファイル番号 FD-02500
 ファイル名称 施設状況
 ファイルタイプ イベント
 ファイル説明 事所の管理下にある施設の状況を管理するファイルである。状況の変化の都度作成
 される。

構成データ項目	Key/R	構成データ項目	Key/R
DD-00300 施設コード	OK OR OK-I	DD-0	OK OR OK-I
DD-02500 年月日時刻	OK OR OK-I	DD-0	OK OR OK-I
DD-02501 ステータス	OK OR OK-I	DD-0	OK OR OK-I
DD-0	OK OR OK-I	DD-0	OK OR OK-I
DD-0	OK OR OK-I	DD-0	OK OR OK-I
DD-0	OK OR OK-I	DD-0	OK OR OK-I

ファイル番号 FD-02600
 ファイル名称 管理体制
 ファイルタイプ イベント
 ファイル説明 管内内でとられた管理体制、災害体制を管理するファイルである。
 体制が発令される都度作成される。

構成データ項目	Key/R	構成データ項目	Key/R
DD-02600 体制発生コード	OK OR OK-I	DD-07 体制解除時刻	OK OR OK-I
DD-00100 事務所コード	OK OR OK-I	DD-00500 路線番号	OK OR OK-I
DD-01900 体制コード	OK OR OK-I	DD-00501 観測区分	OK OR OK-I
DD-02100 体制発生コード	OK OR OK-I	DD-0	OK OR OK-I
DD-02601 体制発生時刻	OK OR OK-I	DD-0	OK OR OK-I
DD-02000 災害種別コード	OK OR OK-I	DD-0	OK OR OK-I

ファイル番号 FD-02700
 ファイル名称 通知群ステータス
 ファイルタイプ イベント
 ファイル説明 監視範囲の稼働状況を管理するファイルである。

構成データ項目	Key/R	構成データ項目	Key/R
DD-01100 通知群コード	OK OR OK-I	DD-0	OK OR OK-I
DD-02500 年月日時刻	OK OR OK-I	DD-0	OK OR OK-I
DD-01200 監視内容コード	OK OR OK-I	DD-0	OK OR OK-I
DD-0	OK OR OK-I	DD-0	OK OR OK-I
DD-0	OK OR OK-I	DD-0	OK OR OK-I
DD-0	OK OR OK-I	DD-0	OK OR OK-I

ファイル番号 FD-02800
 ファイル名称 情報板ステータス
 ファイルタイプ イベント
 ファイル説明 路線沿いに設置される情報板の稼働状況を管理するファイルである。

構成データ項目	Key/R	構成データ項目	Key/R
DD-01400 情報板コード	OK OR OK-I	DD-0	OK OR OK-I
DD-02500 年月日時刻	OK OR OK-I	DD-0	OK OR OK-I
DD-01200 監視内容コード	OK OR OK-I	DD-0	OK OR OK-I
DD-0	OK OR OK-I	DD-0	OK OR OK-I
DD-0	OK OR OK-I	DD-0	OK OR OK-I
DD-0	OK OR OK-I	DD-0	OK OR OK-I

ファイル番号 FD-D2900
 ファイル名称 地点渋滞監視
 ファイルタイプ イベント
 ファイル説明 道路上のある地点で観測される渋滞状況を管理するために作成されるファイルである。渋滞長、一定時間内の交通量、道路占有率、平均速度、渋滞長(度)を観測する。

構成データ項目	Key/R	構成データ項目	Key/R
DD-01100: 感知器コード	OK OR OK-F	DD-0	OK OR OK-F
DD-02500: 年月日時刻	OK OR OK-F	DD-0	OK OR OK-F
DD-02900: 渋滞長	OK OR OK-F	DD-0	OK OR OK-F
DD-02901: 時間交通量	OK OR OK-F	DD-0	OK OR OK-F
DD-02902: 占有率	OK OR OK-F	DD-0	OK OR OK-F
DD-02903: 平均速度	OK OR OK-F	DD-0	OK OR OK-F

ファイル番号 FD-D3000
 ファイル名称 地点交通監視
 ファイルタイプ イベント
 ファイル説明 道路上のある地点で観測される道路交通状況を管理するファイルである。交通状況把握のため、データの収集は正誤観測と交差観測があり、観測所ごとに観測の事項に合わせて行われ、ファイルはその観測作成される。

構成データ項目	Key/R	構成データ項目	Key/R
DD-01100: 感知器コード	OK OR OK-F	DD-07: バス時間交通量	OK OR OK-F
DD-02500: 年月日時刻	OK OR OK-F	DD-03003: 小型貨物時間交通量	OK OR OK-F
DD-02901: 時間交通量	OK OR OK-F	DD-03002: 農用車時間交通量	OK OR OK-F
DD-02902: 占有率	OK OR OK-F	DD-0	OK OR OK-F
DD-02903: 平均速度	OK OR OK-F	DD-0	OK OR OK-F
DD-03000: 大型貨物時間交通量	OK OR OK-F	DD-0	OK OR OK-F

ファイル番号 FD-D3100
 ファイル名称 道路規制
 ファイルタイプ イベント
 ファイル説明 道路の通行規制状況について管理するファイルである。なんらかの理由で道路の通行規制を行う際に作成する。

構成データ項目	Key/R	構成データ項目	Key/R
DD-03100: 監視番号	OK OR OK-F	DD-07: 規制終了年月日時刻	OK OR OK-F
DD-03101: 時間	OK OR OK-F	DD-0	OK OR OK-F
DD-00900: 走行区分コード	OK OR OK-F	DD-0	OK OR OK-F
DD-03102: 規制開始地点コード	OK OR OK-F	DD-0	OK OR OK-F
DD-03103: 規制終了地点コード	OK OR OK-F	DD-0	OK OR OK-F
DD-03104: 規制開始年月日時刻	OK OR OK-F	DD-0	OK OR OK-F

ファイル番号 FD-D3200
 ファイル名称 道路規制詳細
 ファイルタイプ イベント
 ファイル説明 規制状態にある道路の通行規制の理由と、規制内容について管理するファイルである。

構成データ項目	Key/R	構成データ項目	Key/R
DD-03100: 監視番号	OK OR OK-F	DD-0	OK OR OK-F
DD-01600: 規制理由コード	OK OR OK-F	DD-0	OK OR OK-F
DD-01500: 規制内容コード	OK OR OK-F	DD-0	OK OR OK-F
DD-0	OK OR OK-F	DD-0	OK OR OK-F
DD-0	OK OR OK-F	DD-0	OK OR OK-F
DD-0	OK OR OK-F	DD-0	OK OR OK-F

ファイル番号 FD-D3300
 ファイル名称 放送状況
 ファイルタイプ イベント
 ファイル説明 情報板の情報表示状況を管理するファイルである。情報板に情報を表示する必要がある度に作成される。

構成データ項目	Key/R	構成データ項目	Key/R
DD-03300: 放送番号	OK OR OK-F	DD-0	OK OR OK-F
DD-01400: 情報板コード	OK OR OK-F	DD-0	OK OR OK-F
DD-03301: 年月日	OK OR OK-F	DD-0	OK OR OK-F
DD-03302: 放送開始時刻	OK OR OK-F	DD-0	OK OR OK-F
DD-03303: 放送終了時刻	OK OR OK-F	DD-0	OK OR OK-F
DD-0	OK OR OK-F	DD-0	OK OR OK-F

ファイル番号 FD-D3400
 ファイル名称 放送詳細
 ファイルタイプ イベント
 ファイル説明 それぞれの情報板に表示された内容を管理するファイルである。情報板に情報を表示する必要がある度に作成される。ひとつの情報板における、表示内容1項目ごとにファイルが作成される。従って、1箇の放送で複数の表示内容が表示される場合、その表示内容ごとにファイル(レコード)が作成される。各ファイルは、放送番号とその位置とをいえるライン番号によってユニークに識別される。

構成データ項目	Key/R	構成データ項目	Key/R
DD-03300: 放送番号	OK OR OK-F	DD-0	OK OR OK-F
DD-03400: ライン番号	OK OR OK-F	DD-0	OK OR OK-F
DD-01800: 表示内容コード	OK OR OK-F	DD-0	OK OR OK-F
DD-01600: 規制理由コード	OK OR OK-F	DD-0	OK OR OK-F
DD-01500: 規制内容コード	OK OR OK-F	DD-0	OK OR OK-F
DD-0	OK OR OK-F	DD-0	OK OR OK-F

ファイル番号 FD-03500
 ファイル名称 気象情報
 ファイルタイプ イベント
 ファイル説明 気象台が発令する注意・警報内容进行管理する。

構成データ項目	Key/R	構成データ項目	Key/R
00-03500 気象情報警報番号	OK OR OK+1	00-0	OK OR OK+1
00-01700 警報/注意報コード	OK OR OK+1	00-0	OK OR OK+1
00-03501 発令/解除区分	OK OR OK+1	00-0	OK OR OK+1
00-03502 発令/解除時刻	OK OR OK+1	00-0	OK OR OK+1
00-02200 気象台コード	OK OR OK+1	00-0	OK OR OK+1
00-0	OK OR OK+1	00-0	OK OR OK+1

ファイル番号 FD-03600
 ファイル名称 道路気温/路面
 ファイルタイプ イベント
 ファイル説明 路面の状態を管理するために作成されるファイルである。観測路によって、路面の温度、気温の観測の温度、作成される。

構成データ項目	Key/R	構成データ項目	Key/R
00-00700 観測所コード	OK OR OK+1	00-0	OK OR OK+1
00-02500 年月日時刻	OK OR OK+1	00-0	OK OR OK+1
00-03600 気温	OK OR OK+1	00-0	OK OR OK+1
00-03601 路面	OK OR OK+1	00-0	OK OR OK+1
00-02400 路面状態コード	OK OR OK+1	00-0	OK OR OK+1
00-0	OK OR OK+1	00-0	OK OR OK+1

ファイル番号 FD-03700
 ファイル名称 道路風向/風速
 ファイルタイプ イベント
 ファイル説明 風向/風速を管理するファイルである。原則として1時間ごとに作成される。

構成データ項目	Key/R	構成データ項目	Key/R
00-00700 観測所コード	OK OR OK+1	00-0	OK OR OK+1
00-02500 年月日時刻	OK OR OK+1	00-0	OK OR OK+1
00-03700 風速	OK OR OK+1	00-0	OK OR OK+1
00-03701 風向	OK OR OK+1	00-0	OK OR OK+1
00-0	OK OR OK+1	00-0	OK OR OK+1
00-0	OK OR OK+1	00-0	OK OR OK+1

ファイル番号 FD-03800
 ファイル名称 道路CO・VI値
 ファイルタイプ イベント
 ファイル説明 トンネル内のCO値(一酸化炭素)・VI値(道路通過率)の状態を管理するファイルである。5分ごとに作成される。

構成データ項目	Key/R	構成データ項目	Key/R
00-00700 観測所コード	OK OR OK+1	00-0	OK OR OK+1
00-02500 年月日時刻	OK OR OK+1	00-0	OK OR OK+1
00-03800 CO値	OK OR OK+1	00-0	OK OR OK+1
00-03801 VI値	OK OR OK+1	00-0	OK OR OK+1
00-0	OK OR OK+1	00-0	OK OR OK+1
00-0	OK OR OK+1	00-0	OK OR OK+1

ファイル番号 FD-03900
 ファイル名称 道路地震
 ファイルタイプ イベント
 ファイル説明 地震を管理するファイルである。発生順に作成される。

構成データ項目	Key/R	構成データ項目	Key/R
00-00700 観測所コード	OK OR OK+1	00-0	OK OR OK+1
00-02500 年月日時刻	OK OR OK+1	00-0	OK OR OK+1
00-03900 震度	OK OR OK+1	00-0	OK OR OK+1
00-03901 震度	OK OR OK+1	00-0	OK OR OK+1
00-0	OK OR OK+1	00-0	OK OR OK+1
00-0	OK OR OK+1	00-0	OK OR OK+1

ファイル番号 FD-04000
 ファイル名称 道路降雪
 ファイルタイプ イベント
 ファイル説明 降雪を管理するファイルである。原則として1時間ごとに作成される。

構成データ項目	Key/R	構成データ項目	Key/R
00-00700 観測所コード	OK OR OK+1	00-0	OK OR OK+1
00-02500 年月日時刻	OK OR OK+1	00-0	OK OR OK+1
00-04000 降雪	OK OR OK+1	00-0	OK OR OK+1
00-0	OK OR OK+1	00-0	OK OR OK+1
00-0	OK OR OK+1	00-0	OK OR OK+1
00-0	OK OR OK+1	00-0	OK OR OK+1

ファイル番号 FD-04100
 ファイル名称 道路連続雨量
 ファイルタイプ サマリ
 ファイル説明 連続して道路に降り注いだ雨量のサマリファイルである。降雨が観測された際に作成する。

構成データ項目	Key/R	構成データ項目	Key/R
DD-00700 観測所コード	OK OR OK-F	DD-D	OK OR OK-F
DD-02500 年月日時刻	OK OR OK-F	DD-D	OK OR OK-F
DD-04100 降雨開始時刻	OK OR OK-F	DD-D	OK OR OK-F
DD-04101 連続雨量	OK OR OK-F	DD-D	OK OR OK-F
DD-D	OK OR OK-F	DD-D	OK OR OK-F
DD-D	OK OR OK-F	DD-D	OK OR OK-F

ファイル番号 FD-D4200
 ファイル名称 道路時間雨量
 ファイルタイプ サマリ
 ファイル説明 道路に降り注いだ1時間当りの雨量を管理するサマリファイルである。降雨が観測された際に作成する。

構成データ項目	Key/R	構成データ項目	Key/R
DD-00700 観測所コード	OK OR OK-F	DD-D	OK OR OK-F
DD-02500 年月日時刻	OK OR OK-F	DD-D	OK OR OK-F
DD-04200 時間雨量	OK OR OK-F	DD-D	OK OR OK-F
DD-D	OK OR OK-F	DD-D	OK OR OK-F
DD-D	OK OR OK-F	DD-D	OK OR OK-F
DD-D	OK OR OK-F	DD-D	OK OR OK-F

ファイル番号 FD-D4300
 ファイル名称 道路時間積雪
 ファイルタイプ サマリ
 ファイル説明 道路の積雪の1時間当りの積雪量管理するために作成される、サマリファイルである。積雪が観測された際に作成する。

構成データ項目	Key/R	構成データ項目	Key/R
DD-00700 観測所コード	OK OR OK-F	DD-D	OK OR OK-F
DD-02500 年月日時刻	OK OR OK-F	DD-D	OK OR OK-F
DD-04300 積雪深	OK OR OK-F	DD-D	OK OR OK-F
DD-D	OK OR OK-F	DD-D	OK OR OK-F
DD-D	OK OR OK-F	DD-D	OK OR OK-F
DD-D	OK OR OK-F	DD-D	OK OR OK-F

ファイル番号 FD-D4400
 ファイル名称 道路累加積雪
 ファイルタイプ サマリ
 ファイル説明 道路の積雪の、ある時間までの累加積雪量を管理するために作成される、サマリファイルである。

構成データ項目	Key/R	構成データ項目	Key/R
DD-00700 観測所コード	OK OR OK-F	DD-D	OK OR OK-F
DD-02500 年月日時刻	OK OR OK-F	DD-D	OK OR OK-F
DD-04400 積雪開始時刻	OK OR OK-F	DD-D	OK OR OK-F
DD-04401 累加積雪深	OK OR OK-F	DD-D	OK OR OK-F
DD-D	OK OR OK-F	DD-D	OK OR OK-F
DD-D	OK OR OK-F	DD-D	OK OR OK-F

道路概念ファイル説明書

DD番号 名称

DD D010	事務所コード
DD D010	事務所名
DD D010	住所
DD D020	管轄コード
DD D020	管轄名
DD D030	施設コード
DD D030	施設名
DD D040	道路種別コード
DD D040	道路種別名
DD D050	路線番号
DD D050	複線区分
DD D050	路線名
DD D060	トンネルコード
DD D060	トンネル名
DD D070	観測所コード
DD D070	観測所名
DD D080	地点コード
DD D080	地点名
DD D090	走行区分コード
DD D090	走行区分
DD D100	機種コード
DD D100	機種名
DD D100	価格
DD D110	感知器コード
DD D110	設置年月日
DD D120	監視内容コード
DD D120	監視内容

DD D130	情報板機種コード
DD D130	情報板機種名
DD D140	情報板コード
DD D150	規制内容コード
DD D150	規制内容
DD D160	規制理由コード
DD D160	規制理由
DD D170	警戒／注意報コード
DD D170	警戒／注意報名
DD D180	表示内容コード
DD D180	表示内容
DD D190	体制コード
DD D190	体制
DD D200	災害種別コード
DD D200	災害種別
DD D210	体制理由コード
DD D210	体制理由
DD D220	気象台コード
DD D220	気象台名
DD D230	時間注意値
DD D230	時間警戒値
DD D230	連続注意値
DD D230	連続警戒値
DD D240	路面状態コード
DD D240	路面状態
DD D250	年月日時刻
DD D250	ステータス

DD D260	体制発令コード
DD D260	体制発令時刻
DD D260	体制解除時刻
DD D290	渋滞長
DD D290	時間交通量
DD D290	占有率

道路関係データ一覧

DD番号 名称

DD-D290	平均速度
DD-D300	大型貨物時間交通量
DD-D300	バス時間交通量
DD-D300	乗用車時間交通量
DD-D300	小型貨物時間交通量
DD-D310	登録番号
DD-D310	時間帯
DD-D310	規制開始地点コード
DD-D310	規制終了地点コード
DD-D310	規制開始年月日時刻
DD-D310	規制終了年月日時刻
DD-D330	放送番号
DD-D330	年月日
DD-D330	放送開始時刻
DD-D330	放送終了時刻
DD-D340	ライン番号
DD-D350	気象警報登録番号
DD-D350	発令／解除区分
DD-D350	発令／解除時刻
DD-D360	気温
DD-D360	路温
DD-D370	風速

DD-D370	風向
DD-D380	CO値
DD-D380	VI値
DD-D390	強度
DD-D390	震度
DD-D400	波高
DD-D410	降雨開始時刻
DD-D410	連続雨量
DD-D420	時間雨量
DD-D430	積雪深
DD-D440	積雪開始時刻
DD-D440	累加積雪深

道路関係データ一覧

道路関係主要コード一覧

DD番号	名称	カナ名
DD-D0100	事務所コード	ジキョウコード
任意の番号で、事務所毎に1つの番号が割り当てられる。 事務所毎にシーケンシャルに割り当てる4桁のコードである。		
DD-D0101	事務所名	ジキョウメイ
事務所の名前、名称。		
DD-D0102	住所	ジキョウジ
観測所、事務所等が設置されている土地の呼称。		
DD-D0200	管轄コード	カンガツコード
任意の番号で、管轄毎に1つの番号が割り当てられる。 観測、規制、情報表示等を担当している区間、地域を一意に示すコードである。		
DD-D0201	管轄名	カンガツメイ
観測、規制、情報表示等を担当している区間、地域の名称。		
DD-D0300	施設コード	シセコード
任意の番号で、道路施設毎に1つの番号が割り当てられる。 道路施設のを一意に認識するために付されたコードである。		
DD-D0301	施設名	シセメイ
道路施設の名称。		
DD-D0400	道路種別コード	ドウシユベキコード
道路の種類を示すコード。高速自動車国道は1、一般国道は2、都市高速道は3、主要地方道は4、一般都道府県道は5、指定市道は6、市町村道は7と分類される。 走行方法別に道路の種類を規定したBCD2桁のコードである。		

道路関係主要コード一覧

DD番号	名称	カナ名
DD-D0600	トンネルコード	トンネルコード
任意の番号で、トンネル毎に1つの番号が割り当てられる。トンネルを特定するために付けられた一意なコードである。		
DD-D0601	トンネル名	トンネル名
トンネルの名称、名称。		
DD-D0700	観測所コード	観測所コード
任意の番号で、観測所毎に1つの番号が割り当てられる。雨量、積雪、雪況、路温等の観測所を一意に認識するために付されたコードである。		
DD-D0701	観測所名	観測所名
雨量、積雪、雪況、路温等の観測所に付けられた名称。		
DD-D0800	地点コード	地点コード
雨量、気象、交通量、施設の各観測所、情報板設置地点を特定するために割り振られた一意なコード。		
DD-D0801	地点名	地点名
情報板が設置されている地点の名称、地名。		
DD-D0900	走行区分コード	走行区分コード
道路の走行区分を示すコード。上り走行車線は10、追越車線は20、下り走行車線は30、追越車線は40、上り合計量は50、下り合計量は60、上下合計量は70と分類される。走行/追越車線を更に細分化するときはコードの1桁を使用する。 車両が走る道路上の区分を規定するBCD2桁のコードである。		
DD-D1100	感知器コード	感知器コード
任意の番号で、感知器毎に1つの番号が割り当てられる。感知器につけられた機器を特定するための事務所内において一意なコードである。		

道路関係主要コード一覧

DD番号	名称	九土名
DD-D1101	設置年月日	ツツリガツ
機器の設置を行なった日付。		
DD-D1200	監視内容コード	カシイコト
任意の番号で、監視項目毎に1つの番号が割り当てられる。 機器状態監視の監視項目を定義したコードである。		
DD-D1201	監視内容	カシイコ
車両監視、施設監視、システム監視等何に対して監視を行なうかを位置付ける情報。		
DD-D1300	情報板機種コード	ジヨウバンシヨウ
任意の番号で、情報板機種毎に1つの番号が割り当てられる。 路線上に何の交通状況に関する情報の表示を行なう機器であるかの種類に対するコードである。		
DD-D1301	情報板機種名	ジヨウバンシヨウ
路線上に何の交通状況に関する情報の表示を行なう機器であるかの種類に対する名称。		
DD-D1400	情報板コード	ジヨウバンコード
任意の番号で、情報板毎に1つの番号が割り当てられる。 情報板に事務所内で一意に割り振られたコードで機器状況確認に使われる。		

道路関係主要コード一覧

DD番号 名称

カナ名

DD-D1500	規制内容コード	きじりいぶコード
どのような通行規制を行なうものかを示すコード。通行止は1、車両通行止は2、時間通行止は3、大型通行止4、片道通行止は5、片道交互通行は6、対面通行は7、車線規制は8、幅員減少は9、チェーン規制は11、左折禁止は12、右折禁止は13、速度規制は14、重量規制は15、その他は99と分類される。 道路に対して行なう規制の内容を規定したBCD2桁のコードである。		
DD-D1501	規制内容	きじりいぶ
規制を行なう内容。		
DD-D1600	規制理由コード	きじりりゆうコード
どのような理由で規制を行なうのかを示すコード。現道拡張は1、局部改良は2、等と分類される。 道路規制を行なう理由について規定したBCD2桁のコードである。		
DD-D1601	規制理由	きじりりゆう
通行規制を行なう理由。規制原因。規制要因。		
DD-D1700	警戒／注意報コード	けいけい/ちういほうコード
任意の番号で、警戒／注意報毎に1つの番号が割り当てられる。 警戒／注意報に割り当てるコードである。		
DD-D1800	表示内容コード	ひょうじないぶコード
任意の番号で、表示項目毎に1つの番号が割り当てられる。 情報板に表示する内容を定義したコードである。		
DD-D1801	表示内容	ひょうじないぶ
情報板に情報の表示を行なう内容。		
DD-D1900	体制コード	たいせいコード
体制状態を表すコード。平常体制は1、準備体制は2、第一警戒体制は3、第二警戒体制は4、非常警戒体制は5と分類される。 体制の段階を規定したBCD2桁のコードである。		

建設省 LAN アドレス標準

平成 6 年 2 月

建設省

第1章 総則

1. 適用

「建設省LANアドレス標準」（以下「本標準」という。）は、建設省専用通信網に接続される全てのLAN（LANに接続される全ての装置、LAN間接続パス（WAN）を含む）のアドレス、ネットワーク名称、ホスト名称（以下「アドレス」という。）の付与に適用する。

2. 記載事項

本標準に記載した事項は次のとおりである。

MACアドレス

IPアドレス

ネットワーク名称

ホスト名称

3. 適用方法

上記のLANにおけるアドレスは、本標準に基づき、本省においては電気通信室長、各地方建設局にあっては電気通信課長（北海道開発局にあっては電気通信官、沖縄総合事務局にあっては電気通信係長、以下同じ）が付与する。また、全国的障害波及の防止、建設省専用通信網の効率的な利用のため、各地方建設局電気通信課長はLANアドレス付与の状況を様式－1にて本省電気通信室長に報告するものとする。

4. 外部ネットワークとの接続

公団などの関連機関を除く一般の外部のネットワークとの接続は、本省、関連研究機関等において設置するSRI－NIC管理のアドレスを取得したゲートウェイを経由して対応する。図1にその概念を示す。

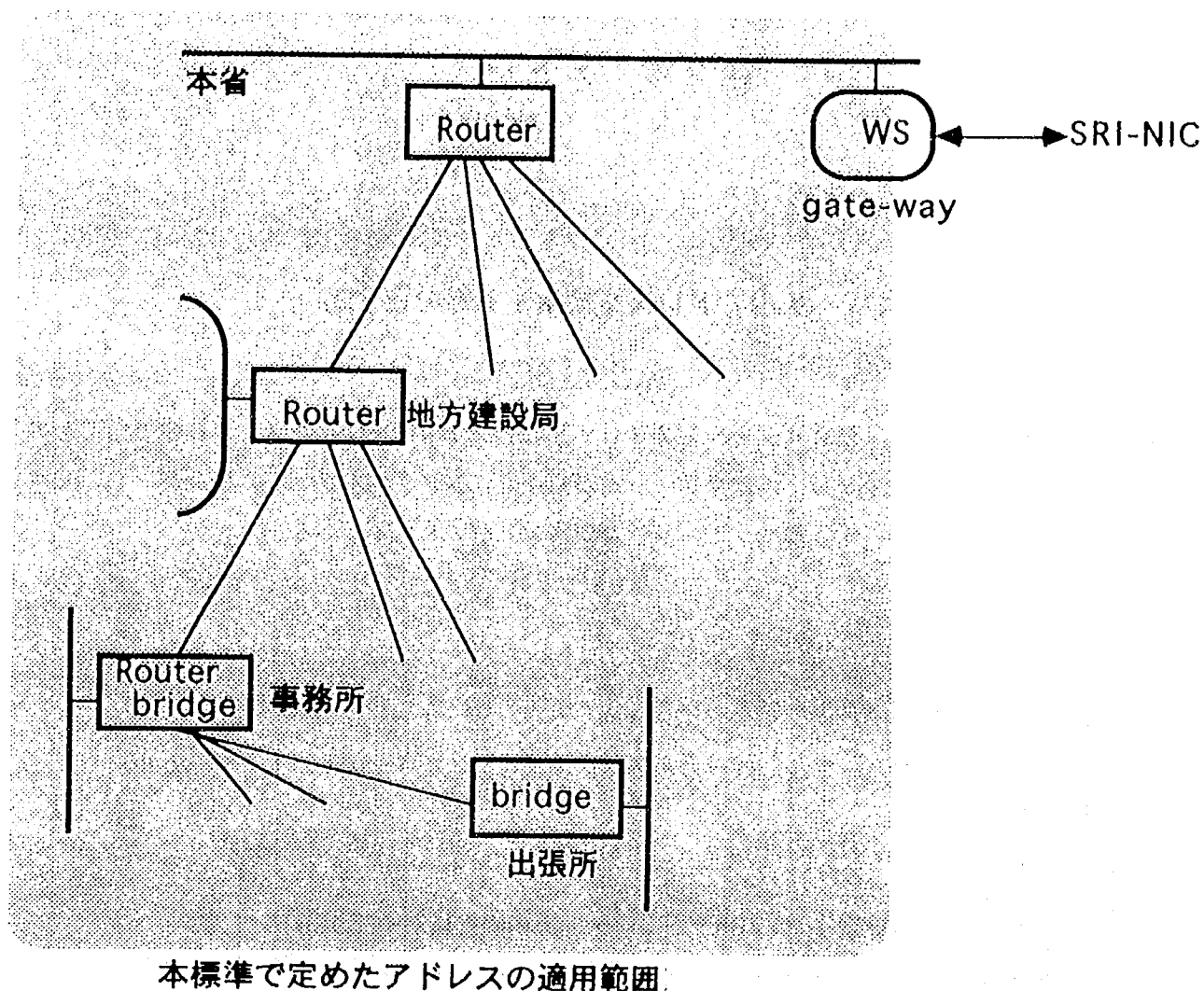


図1 外部ネットワークとの接続（例）

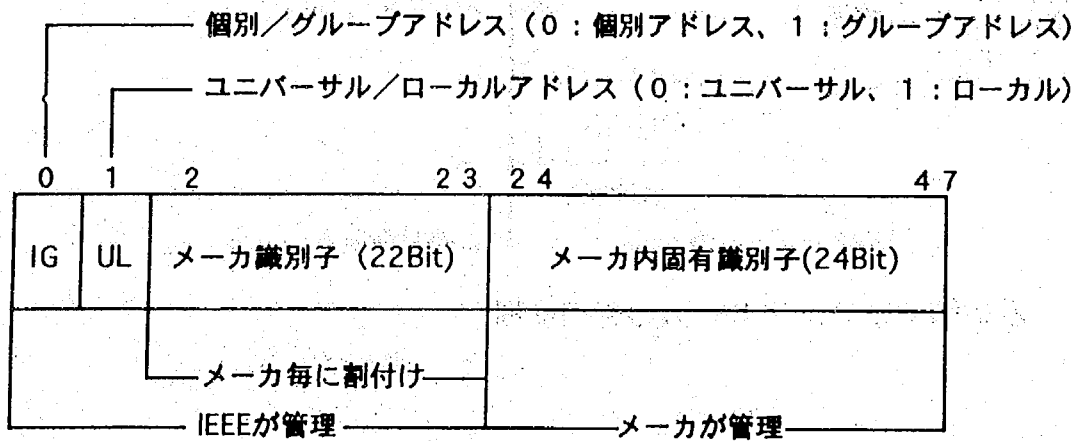
第2章 アドレス

2.1 MACアドレス

MACアドレスは、ユニバーサルアドレスを使用するものとする。

解説

ユニバーサルアドレスでは、第2ビット～第23ビットはIEEEが申請を受けたメーカーに割り当てたアドレスであり、第24ビット～第47ビットは当該メーカーが割り当てたアドレスである。したがって、IEEEに登録したメーカーの製品であれば、全世界でユニーク性が保証されたアドレスとなる。



2.2 I Pアドレス

2.2.1 I Pアドレス体系とクラス、タイプ

以下に示すアドレス体系より各拠点（本省、本局、事務所）が選択する。なお、システム毎に別の体系を使用するなど混在して運用することが可能である。

（１）各種システムを一括管理する場合（タイプ０）

システム種別毎の管理は行わず、一括管理

機関毎にLAN、WANの合計が最大256

サブネット対応不可能な機器でも収容可能（クラスC）

管理される全機器がサブネット対応前提（クラスB）

出張所、支所などの出先機関が多く、またそれらとルータ接続する場合に適用する。

（２）システム毎に管理を行う場合（タイプ１）

システム種別毎の管理が可能

機関毎にLAN、WANの合計が最大16

サブネット対応不可能な機器でも収容可能（クラスC）

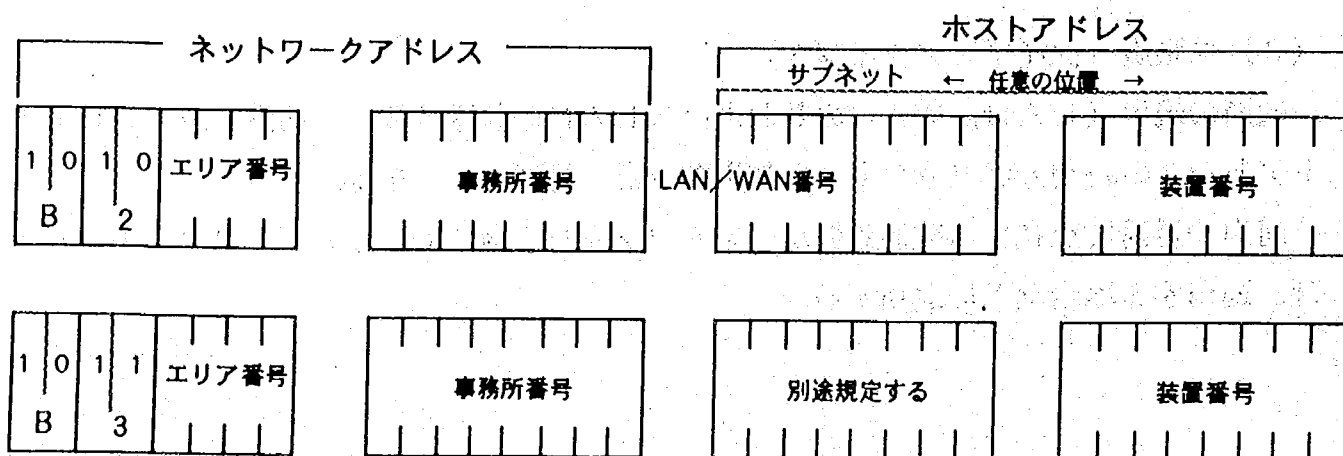
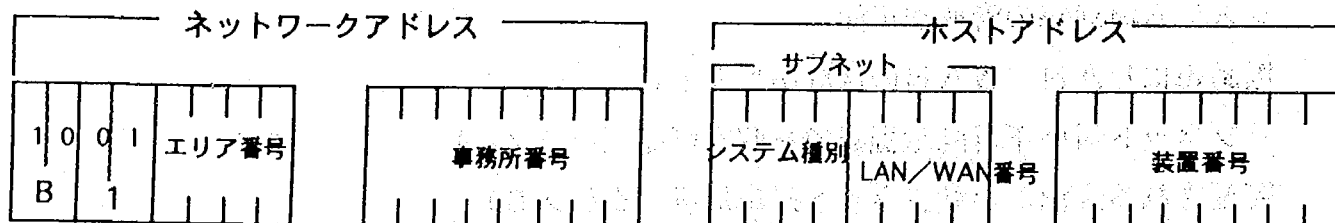
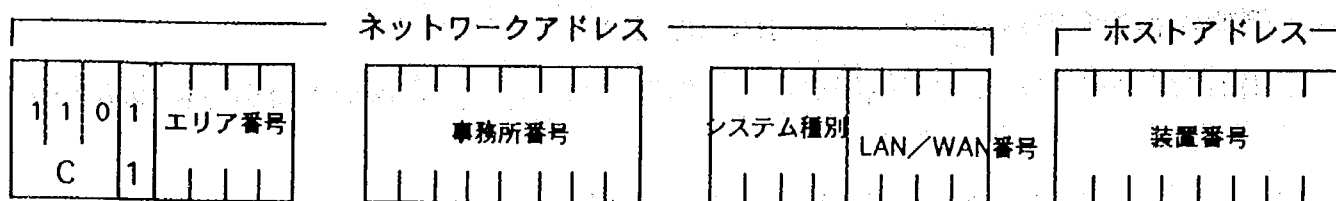
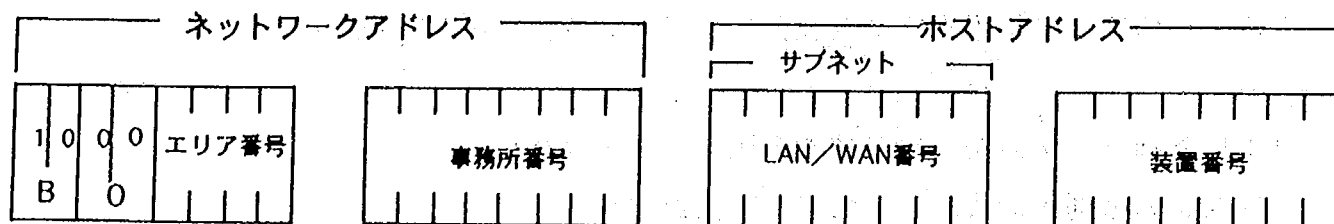
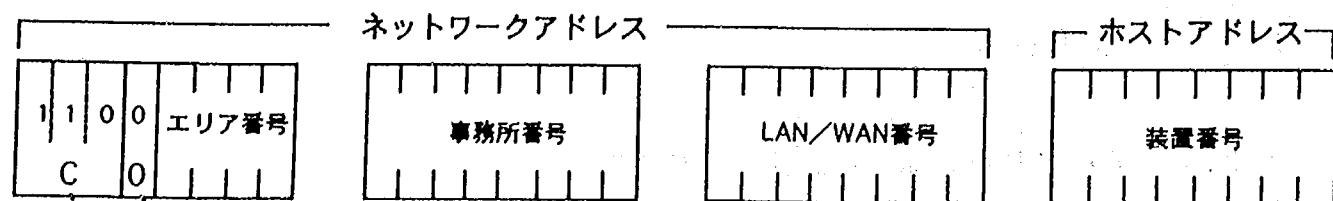
管理される全機器がサブネット対応前提（クラスB）

出張所、支所などの出先機関が少ないか、あるいはそれらとブリッジ接続する場合に適用する。

（３）拡張版（タイプ２／タイプ３）

機関の規模（LAN、WANの数および各LANの装置台数）、利用形態に応じてホストアドレスの利用方法（サブネット使用の有無、範囲など）を規定する。

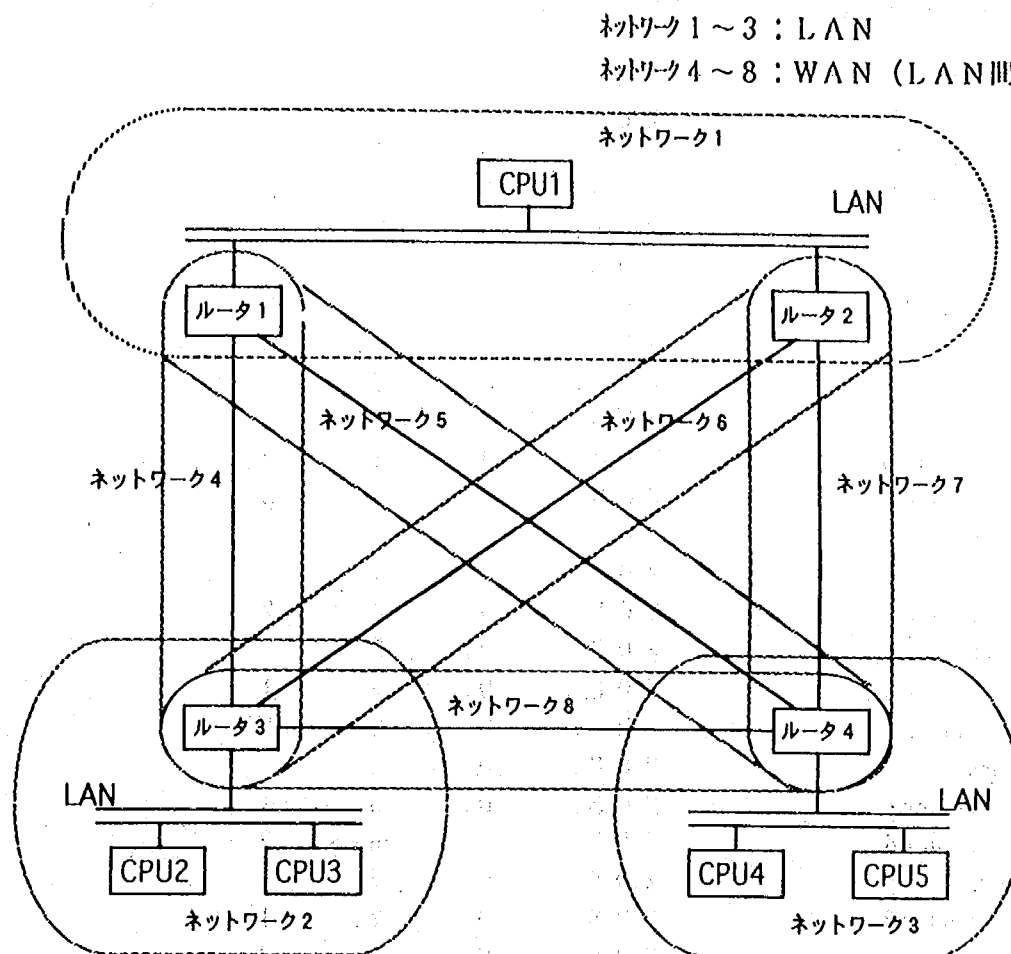
河川や道路に点在する観測設備などを光ファイバを通じてTCP/IPプロトコルで管理、運用する場合などに適用する。



解説

(1) LAN間接続網におけるIPアドレス

LAN間接続されたネットワークにおいて、どのようにIPアドレスが付与されるかを以下に簡単なモデルにより説明する。



IPアドレスは、ネットワークアドレス部とホストアドレス部から構成され、ネットワークアドレスはネットワーク（論理的に独立なネットワーク、モデルの場合1～8のLANおよびWAN）の識別に用いられ、ホストアドレスはそれぞれのネットワーク内で接続される装置（モデルの場合CPU1, ..., ルータ1, ...）を識別するために用いられる。

モデルの場合ネットワークアドレスは、点線で示した8つのネットワークに対してそれぞれ付与され、全体でユニークでなければならない。一方ホストアドレスは、それぞれのLAN, WAN内でユニークであれば良い。

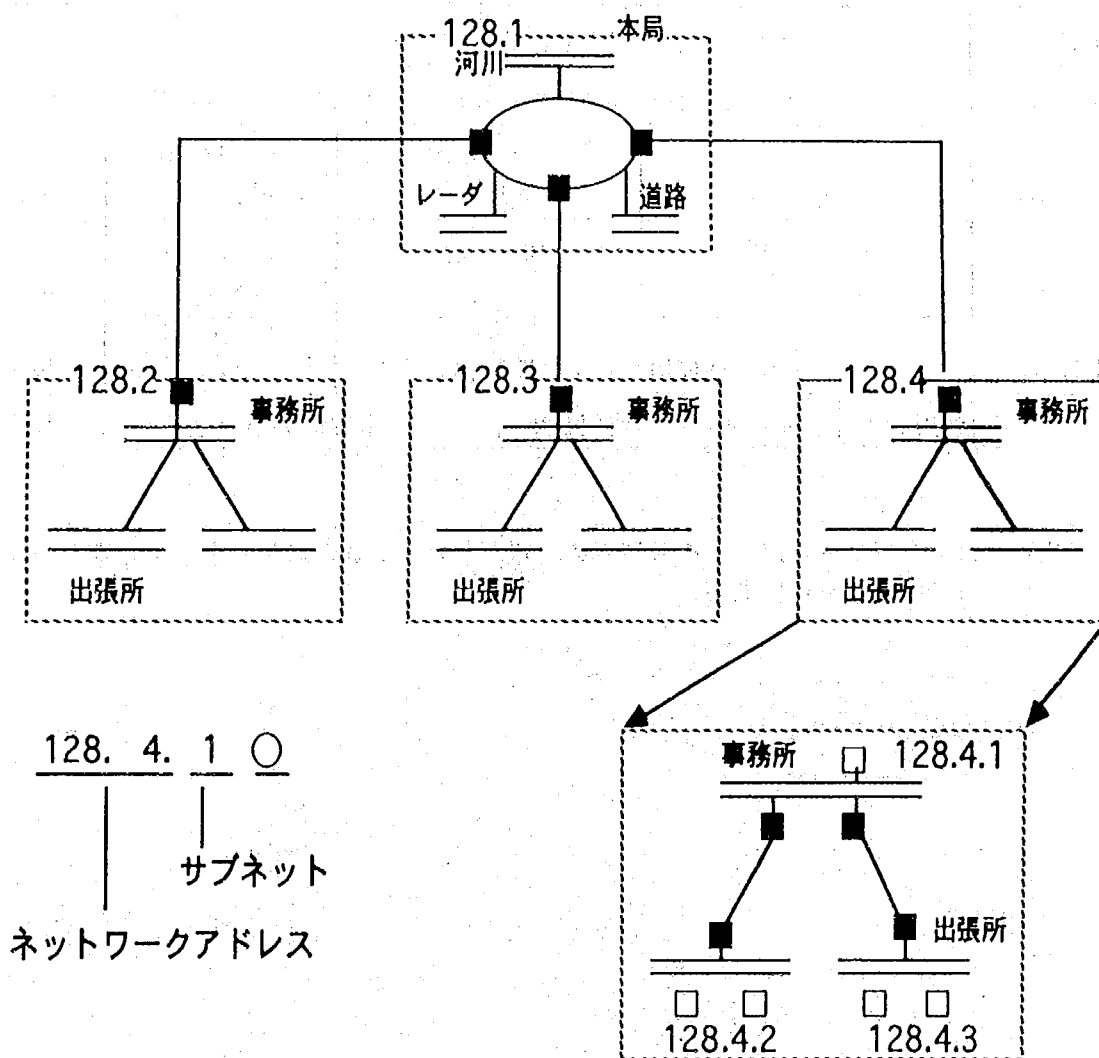
また、CPUはそれぞれ1つのLANに所属しているが、ルータは複数のLAN, WANに所属し、それらに対応して複数のIPアドレスを持つことになる。IPアドレスの付与の例を以下に示す。

net-name	<u>208. 0. X</u>			
ネットワーク名	ネットワークアドレス			
hostname	<u>208. 0. X. Y</u>			
ホスト名	ネットワークアドレス		ホストアドレス	
network1	208.	0.	1	
CPU 1	208.	0.	1.	1
router 1	208.	0.	1.	2
router 2	208.	0.	1.	3
network2	208.	0.	2	
CPU 2	208.	0.	2.	1
CPU 3	208.	0.	2.	2
router 3	208.	0.	2.	3
network3	208.	0.	3	
CPU 4	208.	0.	3.	1
CPU 5	208.	0.	3.	2
router 4	208.	0.	3.	3
network4	208.	0.	4	
router 1	208.	0.	4.	1
router 3	208.	0.	4.	2
network5	208.	0.	5	
router 2	208.	0.	5.	1
router 3	208.	0.	5.	2
network6	208.	0.	6	
router 1	208.	0.	6.	1
router 4	208.	0.	6.	2
network7	208.	0.	7	
router 2	208.	0.	7.	1
router 4	208.	0.	7.	2
network8	208.	0.	8	
router 3	208.	0.	8.	1
router 4	208.	0.	8.	2

IPアドレスの付与例

(2) サブネット

事務所配下の出張所、管理施設などのLANに対するルーティングを単純化するため、サブネットによりグループ化できる。



クラスBにてサブネットを使用した例

(3) アドレス体系の比較

アドレス体系の比較

タイプ	タイプ0		タイプ1		タイプ2	タイプ3
クラス	クラスC	クラスB	クラスC	クラスB	クラス B	
エリア番号	4ビット使用（16区分まで可能）					
事務所番号	8ビット使用（地建当たり最大256事務所まで可能）					
システム種別	なし		4ビット使用 最大16		4ビット使用 最大16	規定せず
LAN,WAN番号	8ビット使用 最大 256		4ビット使用 最大 16		1・10ビット 2・1024	規定せず
装置番号（注）	8ビット使用 最大254				11・2ビット 2046・2	規定せず
サブネットの使用	使用せず	全装置必須	使用せず	全装置必須		規定せず

装置番号(注) は、全ビット1が全ての装置への同報、全ビット0が自装置を示す特殊な用途に予約されており、これらの番号は使用不可である。

2.2.2 エリア番号 (4ビット、16種類)

エリア番号は、建設本省（土木研究所、建築研究所、国土地理院などの付属機関を含む）、北海道開発局、東北～九州の各地方建設局、沖縄総合事務局などの広域的な区分を示すものであり、公団等との接続も考慮し4ビット（16区分）を割り当てる。割り当ては次のとおり。

エリア名	二進数
建設本省、付属機関 ^{注1}	0 0 0 0
北海道開発局、道 ^{注2}	0 0 0 1
東北地建、県	0 0 1 0
関東地建、都県	0 0 1 1
北陸地建、県	0 1 0 0
中部地建、県	0 1 0 1
近畿地建、府県	0 1 1 0
中国地建、県	0 1 1 1
四国地建、県	1 0 0 0
九州地建、県	1 0 0 1
沖縄総合事務局、県	1 0 1 0
公団等に対する予備 ^{注3}	1 0 1 1
公団等に対する予備	1 1 0 0
公団等に対する予備	1 1 0 1
公団等に対する予備	1 1 1 0
公団等に対する予備	1 1 1 1

^{注1} 土木研究所、建設研究所、国土地理院、建設大学校などは、次項の事務所番号にて管理する。

^{注2} 都道府県庁については、地方建設局内の事務所扱いとする。

^{注3} 公団等は、本番号1011～1111番に対応する場合、相互接続にあたって、ゲートウェイは不要である。

2.2.3 事務所番号 (8ビット、256種類)

事務所番号は、同一エリア内における本省、本局、(工事)事務所、ダム管理所、各都道府県庁などの識別を表わすものである。

本番号は建設省専用通信網の電話局番に準拠し、次のように定める

建設本省、付属機関 80、93などの局番号
 地建本局 0
 事務所など 電話番号の7XX、8XXの下位2桁に準じた番号

解説

各地方建設局などの事務所および出張所数を下表に示す。

地 建 名	事務所 相当		出張所 支所等	合計	備考
	事務所	県庁			
北海道開発局	14	1	96	111	開発建設部を事務所相当
東北地方建設局	41	6	87	134	
関東地方建設局	59	8	128	195	
北陸地方建設局	28	4	66	98	
中部地方建設局	37	4	89	130	
近畿地方建設局	37	7	76	120	
中国地方建設局	31	5	54	90	
四国地方建設局	20	4	31	55	
九州地方建設局	40	7	82	129	
沖縄総合事務局	9	1	13	23	

関東地建の番号例を下に示す。

電話番号		クラスC、タイプ1の場合	
関東地方建設局		211.	0. XXX.XXX
東京国道	701	211.	1 XXX.XXX
東京都	702	211.	2 XXX.XXX
埼玉県	703	211.	3 XXX.XXX
千葉県	704	211.	4 XXX.XXX
武蔵丘陵	705	211.	5 XXX.XXX
利根川上流工事	711	211.	11 XXX.XXX
渡良瀬工事	712	211.	12 XXX.XXX
下館工事	713	211.	13 XXX.XXX
二瀬ダム	714	211.	14 XXX.XXX
河川情報センタ	718	211.	18 XXX.XXX
利根川下流工事	721	211.	21 XXX.XXX
霞ヶ浦工事	722	211.	22 XXX.XXX

常陸工事	7 2 3	2 1 1. 2 3	XXX.XXX
常陸 (水戸)	7 2 4	2 1 1. 2 4	XXX.XXX
霞ヶ浦導水	7 2 5	2 1 1. 2 5	XXX.XXX
江戸川工事	7 3 1	2 1 1. 3 1	XXX.XXX
荒川上流工事	7 3 2	2 1 1. 3 2	XXX.XXX
荒川下流工事	7 3 3	2 1 1. 3 3	XXX.XXX
大宮国道	7 3 4	2 1 1. 3 4	XXX.XXX
利根川ダム統管	7 4 1	2 1 1. 4 1	XXX.XXX
利根川砂防	7 4 2	2 1 1. 4 2	XXX.XXX
八ッ場ダム	7 4 3	2 1 1. 4 3	XXX.XXX
品本ダム	7 4 4	2 1 1. 4 4	XXX.XXX
高崎工事	7 4 5	2 1 1. 4 5	XXX.XXX
群馬県	7 4 6	2 1 1. 4 6	XXX.XXX
川古ダム	7 4 7	2 1 1. 4 7	XXX.XXX
鬼怒川ダム統管	7 6 1	2 1 1. 6 1	XXX.XXX
日光砂防	7 6 2	2 1 1. 6 2	XXX.XXX
宇都宮国道	7 6 3	2 1 1. 6 3	XXX.XXX
湯西川ダム	7 6 4	2 1 1. 6 4	XXX.XXX
茨城県	7 6 5	2 1 1. 6 5	XXX.XXX
横浜国道	7 7 1	2 1 1. 7 1	XXX.XXX
京浜工事	7 7 2	2 1 1. 7 2	XXX.XXX
宮ヶ瀬ダム	7 7 3	2 1 1. 7 3	XXX.XXX
川崎国道	7 7 4	2 1 1. 7 4	XXX.XXX
相武国道	7 7 5	2 1 1. 7 5	XXX.XXX
昭和記念公園	7 7 6	2 1 1. 7 6	XXX.XXX
神奈川県	7 7 7	2 1 1. 7 7	XXX.XXX
長野国道	7 8 1	2 1 1. 8 1	XXX.XXX
山梨県庁	7 8 6	2 1 1. 8 6	XXX.XXX
甲府工事	7 8 7	2 1 1. 8 7	XXX.XXX
富士川砂防	7 8 8	2 1 1. 8 8	XXX.XXX
関東技術	7 9 1	2 1 1. 9 1	XXX.XXX
北首都国道	7 9 2	2 1 1. 9 2	XXX.XXX
首都国道	7 9 3	2 1 1. 9 3	XXX.XXX
千葉国道	7 9 4	2 1 1. 9 4	XXX.XXX
湾岸道路	7 9 5	2 1 1. 9 5	XXX.XXX

2.2.4 システム種別（4ビット、16種類）

システム毎にLAN、WANを分離、構築する場合には、電算情報システム、河川情報システム、道路交通情報システム、レーダ雨量計システムなどの区分を示す4ビット（16区分）を割り当てる。割り当ては次のとおり。

	二進数
複数システムの共用	0 0 0 0
河川情報システム	0 0 0 1
レーダ雨量システム	0 0 1 0
道路交通情報システム	0 0 1 1
電算情報システム	0 1 0 0
予備	0 1 0 1
⋮	⋮
予備	1 1 1 1

2.2.5 LAN/WAN番号

エリア番号、事務所番号にて特定される拠点（本省、本局、事務所など）配下の複数のLAN、WANを特定する番号である。

（1） LAN番号の付与ルール

拠点内およびその出先機関（出張所、支所など）に複数LANが有る場合には、各拠点の（各システム種別毎の）管理者が付与するものとする。LAN/WAN番号の付与方法は次のとおりとする。

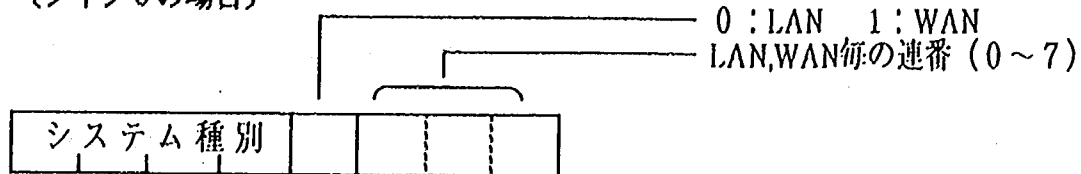
（2） WAN番号の付与ルール

対向する拠点の下位側（地建番号＋事務所番号の大きい方）にWANが所属するものと仮定して付与する^{注4}。

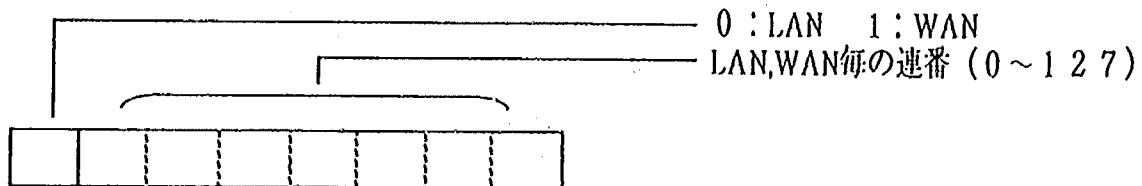
- ①ハイアラーキ上、上位／下位が分かれるもの（事務所→本局、本局→本省）のWAN番号を0とする。
- ②ハイアラーキ上、同等レベル間の回線（斜回線）については1以上の任意の連番とする。
- ③拠点配下のLAN間のWAN（出張所→事務所など）については、LAN、WAN識別番号を除く同一番号をWAN番号とする。

^{注4} 本局を各事務所と接続する場合、本局におけるWAN（LAN間接続回線）の数は事務所数分程度となるが、これらを各事務所に所属するWANであると考え、同様に本省と地建を結ぶWANは地建に所属するものと考え、WANが集中する拠点におけるWANの数を減ずるものである。

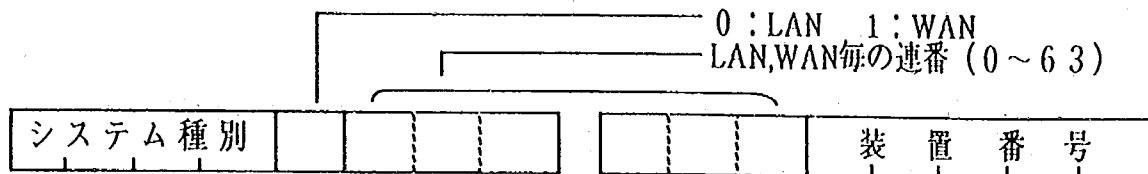
〔タイプ0の場合〕



〔タイプ1の場合〕



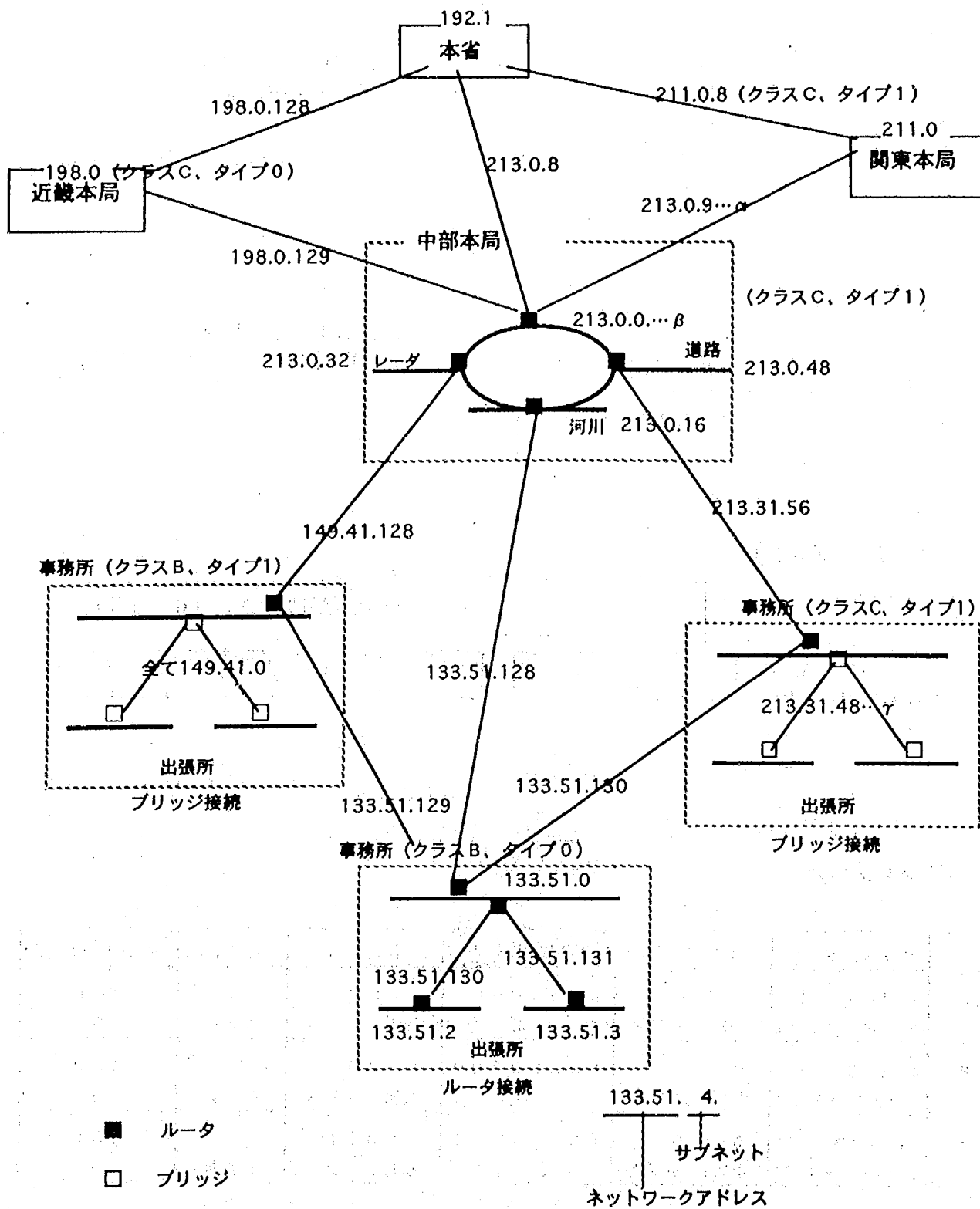
〔タイプ2の場合〕



解説

IPアドレスの適用例

	クラス、タイプ	エリア番号	事務所番号	システム	LAN/WAN	LAN・WAN No
α	1 1 0 1 クラスC タイプ1	0 1 0 1 中部地方建設局	0 0 0 0 0 0 0 0 本局	0 0 0 0 共用システム	1 WAN	0 0 0 0
β	1 1 0 1 クラスC タイプ1	0 1 0 1 中部地方建設局	0 0 0 0 0 0 0 0 本局	0 0 0 0 共用システム	0 LAN	0 0 0 0
γ	1 1 0 1 クラスC タイプ1	0 1 0 1 中部地方建設局	0 0 0 1 1 1 1 1 事務所局番	0 0 1 1 道路システム	0 LAN	0 0 0 0



2.3 ホスト名称、ネットワーク名称

ホスト名称、ネットワーク名称は、次の順にあらかじめ定めた略称で表現する。

エリア名__事務所名__システム名__装置／ネットワーク名

地建略称

HS (建設本省), HK (北海道開発局), TH (東北地方建設局),
KT (関東地方建設局), HR (北陸地建建設局), CB (中部地方建設局),
KK (近畿地方建設局), CG (中国地建建設局), SK (四国地方建設局),
QS (九州地方建設局), ON (沖縄総合事務局)

事務所略称

各地建毎に独自に定めるものとする。

システム略称

KY (複数システムの共用), KS (河川情報システム),
DR (道路交通情報システム),
RD (レーダ雨量計システム), GP (電算システム)

装置略称 (略称の後に事務所毎に連番を付ける)

SRV (サーバ装置), CCP (通信制御装置), WS (ワークステーション),
PC (パーソナルコンピュータ), RTR (ルータ)

ネットワーク分類 (略称の後に事務所毎に連番を付ける)

LAN (構内網), WAN (LAN間接続網)

解説

名称は各装置の定義ファイル (/etc/hosts, /etc/networks) に記述され、最長256byteでユニークでなくてはならない。ユーザが直接コマンド操作により仮想端末 (telnet, rlogin など) やファイル転送 (ftp, rcp など) を行わない限り運用上これらの名称を意識する必要は無いが、設定や保守時におけるミスを少なくするためには、名称に対する理解のし易さ、一貫性の保持など通常のデータ管理と同等の考え方が望ましい。

ここでは、次の二案の中から名称に対する理解のし易さ、独立したデータとしての取り扱いの有利さのメリットから②案とした。

① IPアドレスを流用する。

SRV195000016001-----ホスト名称 (サーバ)

RTR195011024001-----ホスト名称 (ルータ)

LAN195000016-----ネットワーク名称

②地建名__事務所名__システム名__装置／ネットワーク名とする。

HS__XXXXXXXX__DR__SRV1-----ホスト名称

KK__XXXXXXXX__KS__RTR1-----ホスト名称（ルータ）

QS__XXXXXXXX__RD__LAN1-----ネットワーク名称

ホスト名、ネットワーク名の例を以下に示す。

/etc/hostsの記述例

<u>192.001.016.001</u>	<u>HS_honsyo KS SRV1</u>	<u>honsyoukasenserver1</u>
IPアドレス	ホスト名	ホスト別名

/etc/networksの記述例

<u>QS_kyoku DR LAN</u>	<u>217.000.048</u>	<u>DouroLAN</u>
<u>QS_kyoku DR WAN</u>	<u>217.000.056</u>	<u>DouroWAN</u>
ネットワーク名	ネットワークアドレス	ネットワーク別名

(様式－１)

別記 LANアドレス報告様式

199 年 月 日

運用管理担当 _____

第一オクテット (バイト)

クラス ... ☐ クラス B (128) ☐ クラス C (192)

タイプ ... ☐ タイプ 0 (0) ☐ タイプ 1 (16)

エリア名 ... ☐ 建設本省、付属機関	(0) H S
☐ 北海道開発局、道	(1) H K
☐ 東北地建、県	(2) T H
☐ 関東地建、都県	(3) K T
☐ 北陸地建、県	(4) H R
☐ 中部地建、県	(5) C B
☐ 近畿地建、府県	(6) K K
☐ 中国地建、県	(7) C G
☐ 四国地建、県	(8) S K
☐ 九州地建、県	(9) Q S
☐ 沖縄総合事務局、県	(10) O N
☐	(11)
☐	(12)
☐	(13)
☐	(14)
☐	(15)

第二オクテット (バイト)

設置組織 ... 番号 () 名称 「 _____ 」

第三オクテット (バイト)

システム種別 … ☐なし (クラス0)

- | | | |
|-----------------------------|-------------------------------------|----------|
| ☐ あり | ☐ 複数システムの共用 | (0) K Y |
| (クラス1) | ☐ 河川情報システム | (16) K S |
| | ☐ レーダ雨量システム | (32) R D |
| | ☐ 道路交通情報システム | (48) D R |
| | ☐ 電算情報システム | (64) G P |
| | ☐ | (80) |
| | ☐ | (96) |
| | ☐ | (112) |
| | ☐ | (128) |
| | ☐ | (144) |
| | ☐ | (160) |
| | ☐ | (176) |
| | ☐ | (192) |
| | ☐ | (208) |
| | ☐ | (224) |
| | ☐ | (240) |

LAN/WAN種別 …

☐LAN (0) ネットワーク番号 (____)

☐WAN ☐ (タイプ0…128) / ☐ (タイプ1…8) ネットワーク番号 (____)
相手先 (____)

第四オクテット (バイト)

… 装置番号 (____)

- | | |
|--------------------------------------|-------|
| ☐ サーバ装置 | (SRV) |
| ☐ 通信制御装置 | (CCP) |
| ☐ ワークステーション | (WS) |
| ☐ パーソナルコンピュータ | (PC) |
| ☐ ルータ | (RTR) |

情報通信システムの設計合理化
に関する試験調査

ISSN 0386-5878
土木研究所資料第 3261 号
平成 6 年 3 月 (1994)

要 旨

小林 亘, 菊池克男, 西田和彦

河川情報システム, 道路交通情報システムの拡充にともない, 各システムの機能や信頼性を維持・向上させつつ, 同時に開発・維持コストを抑制することが, 従来に増して大きな課題となっている。
この課題に応えるため, これら情報通信システムを機能ユニットに分離し, その最適な機能設計について調査を行った結果をとりまとめたものである。(1)データ管理, (2)データアクセスについてはデータ中心アプローチ及び DBMS を中心とする設計について, (3)データ通信については LAN 間接続によるネットワーク設計について, (4)ユーザインタフェースについては認知理論に基づくユーザインタフェースの改善及びそれらを構成するソフトウェアのモジュール化による改善について述べたものである。

キーワード: 河川情報システム, 道路交通情報システム, データベース, データ通信, LAN, ユーザインタフェース, 河川管理, 道路管理

郵便はがき

切手をはって
下さい

305-□□

茨城県つくば市大字旭一番地

建設省土木研究所

システム課 行

No. _____

No. _____

配布先氏名

○

配布先住所

土木研究所資料第 3261 号 部

上記のとおり受領しました。

所 属 (住所)

氏 名

印