

# ネットワークを介した分散型エンジニアリングデータベースシステムの開発（第2報）

大野 尚則 窪田 直樹

## A Distributed Engineering Database System using HORB( )

Naonori OHNO, Naoki KUBOTA

あらまし 製品開発の高速化や効率化のためにデジタルデータの蓄積及び再利用の必要性が高まっている。本報告では、中小零細企業が実現可能なコストで、設計から生産までの工程をネットワーク上で連携して開発を進めていくための方法について述べる。この方法は、生産活動の各作業工程に利用されている既存の CAD システムや加工機などの設備と、小規模なオブジェクト指向データベースシステムを一对一に融合あるいは連携させ、更にその上位の階層に位置するデータベースにより、これら複数のデータベースを階層的に管理する方法である。今回、実際にこの方法を少量生産の工業用部品であるカム製品の開発に適用し、共同研究機関5機関と実験的に運用した結果を報告する。

キーワード 分散データベース、生産システム、エンジニアリングデータ、分散オブジェクト

### 1. まえがき

近年、ユーザのニーズの多様化により、今後更に多品種少量生産や受注生産が増加することが予想され、過去に設計したデータの管理や企業間の技術情報の交換が益々重要となっている。

本研究では、県内企業の情報化支援を目的として、中小零細企業が導入・運用可能な情報管理システムの実現を目指している。現在、大企業で利用されている情報基盤システムは高機能ではあるが高価なシステムとなっており、中小企業にとって導入が困難であることが多い。

多品種少量生産や受注生産の省力化のためにはデジタル化された技術データであるエンジニアリングデータの蓄積・再利用技術が重要なキーワードであることは明らかである。したがって、本研究では利用対象を中小企業に絞り、主に小規模データベースを介したネットワーク連携機能（図1）とデータの蓄積・管理機能を持つ低価

格で実現可能で且つ容易に利用できる情報管理システムの開発を進めている。

現在、平成11年度より中小企業庁の中小企業産学官連携促進事業補助金により、産業総合技術研究所 機械技術研究所、大分県産業科学技術センター、広島市工業技術センター、高知県工業技術センター、山口県産業技術センターと共同で研究を進めており、実証実験を行っている[1]。

本報告では、平成11年度に試作したネットワーク対応

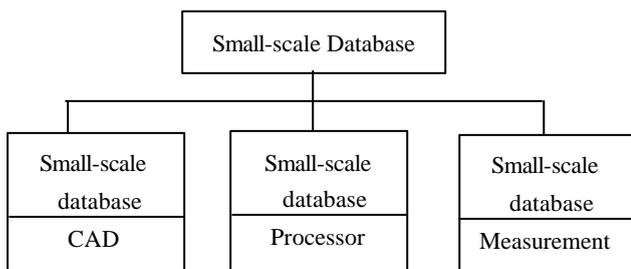


図1 分散型データベースによるネットワーク連携  
Fig.1 Network cooperation using a distributed database.

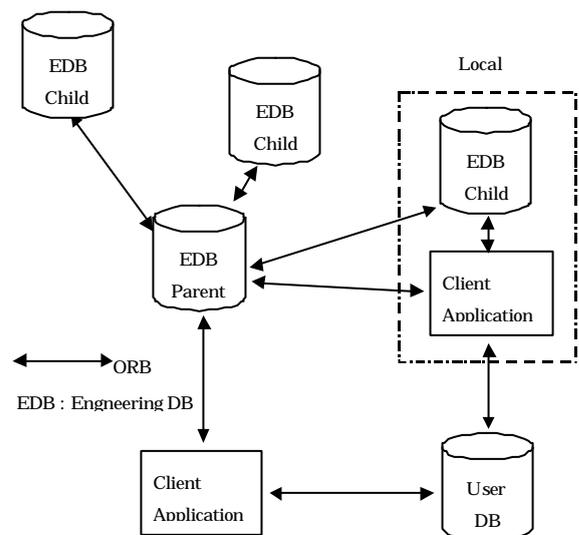


図2 分散型データベース概要  
Fig.2 Summary of the distributed database.

型の分散型データベースシステムを改良したものを開発支援システムに応用し、実際に機械部品であるカム部品の開発に適用した事例について述べる。

## 2. 分散型エンジニアリングデータベースシステム

### 2.1 概要

図2に分散型エンジニアリングデータベース（以降 EDB: Engineering DataBase）の概略図を示す[2]。EDBは各々、各作業工程に必要なデータのみを格納しており、小規模で低コストで運用できるため、作業に必要な工作機械やCAD（Computer Aided Design）などが生成したデータやそのシステムに特化したデータをアプリケーションが導入されているコンピュータごとやLAN（Local Area Network）ごとにEDBの設置が可能である。このため作成されたデータやファイルを高速にデータベースに蓄積でき、データの頻繁な更新も実現できる。

ユーザがクライアントアプリケーション（図中: Client Application）を起動するとORB（Object Request Broker）により、ユーザ管理用のUser DBに接続し、ログインしようとしているユーザの認証を行った後で、そのユーザの属性情報を取得する。その情報に基づいて各EDBへのアクセス権や使用環境が設定され、サービスが開始する。

最初に、最上位階層の図中のEDB Parentに接続し、下位のEDB Childの情報を取得し、ユーザが要求するデータへと誘導される。実際、データの取得や格納は目的のデータが存在するEDBと直接データの送受信を行う。データを格納する場合には適当なEDB Childに格納された後に、その属性や管理情報はネットワークを介してEDB Parentに格納される。

### 2.2 EDBのアーキテクチャ

EDBのアーキテクチャを図3に示す。本研究で扱うデータベースはすべて図3に示すEDBと同様のアーキテ

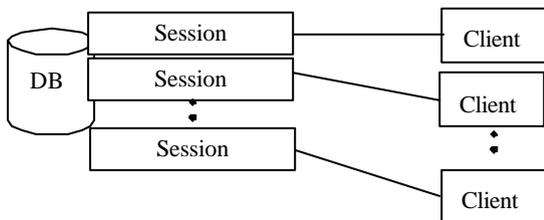


図3 EDBの構造

Fig.3 Architecture of EDB.

クチャで構成されている。データベースにはオブジェクト指向型データベース（以下 OODB: Object Oriented DataBase）を用い、市販ライブラリとして ObjectStore PSE pro Ver 6.0（米エクセロン社製、以下 PSE pro）を用いている[3]。各クライアントからの接続に対し、Sessionを生成することによりマルチクライアント対応となっている。Sessionとはデータベースに接続するためのシステム資源を意味し、PSE proは複数のSessionを扱うことができるが、一つのSessionから複数のデータベースにはアクセスできない。またSessionはシステムリソースを浪費するため、多くは生成できないが、本システムでは同時に接続されることが予想されるため、Session数の上限は設定していない。

またPSE proのトランザクションの種類は更新用と読み出し専用があり、同時書き込みや書き込み中の読み出しは行うことができない。

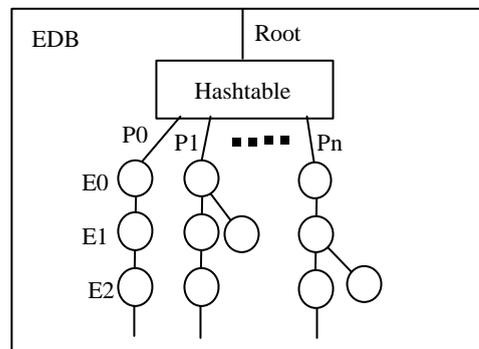
## 3. 開発支援システムへの応用

2章で概説したEDBの集合である分散型エンジニアリングデータベースシステムを開発支援システムに応用する。複数の中小企業が連携して製品を開発する場合を想定し、インターネット上でのデータ管理や進捗の確認機能を具備する開発支援システムへ応用する。

### 3.1 データ管理機能

データ管理方法は、EDB Parentをプロジェクト管理用のデータベースとして扱うことにより行うこととした。ここで扱われるプロジェクトデータとは、開発対象ごとの付属情報（発注者や納期など）や開発に必要な工程ごとに出力されるエンジニアリングデータの付属情報（所在情報や更新情報など）、またEDB Childの情報を所有している。

また各エンジニアリングデータは、プロジェクトごと



P: Project number

E: Engineering Data (version)

図4 データベースシステム構造

Fig.4 Structure of database.

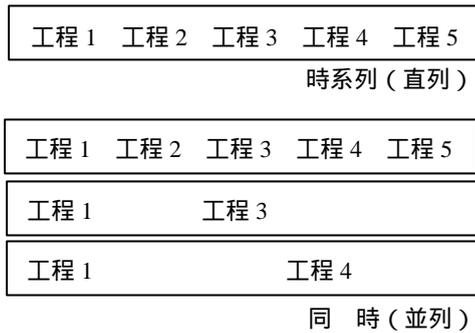


図 5 進捗管理方法

Fig.5 Progress management by this system.

ID	名称	仕様	設計	解析
0	板カム 1	完了	作業中	着手不可
1	並進カム 1	作業中	着手不可	着手不可
2	特殊カム 1	完了	開始可	着手不可

図 6 進捗管理画面の一部

Fig.6 Part view of progress management.

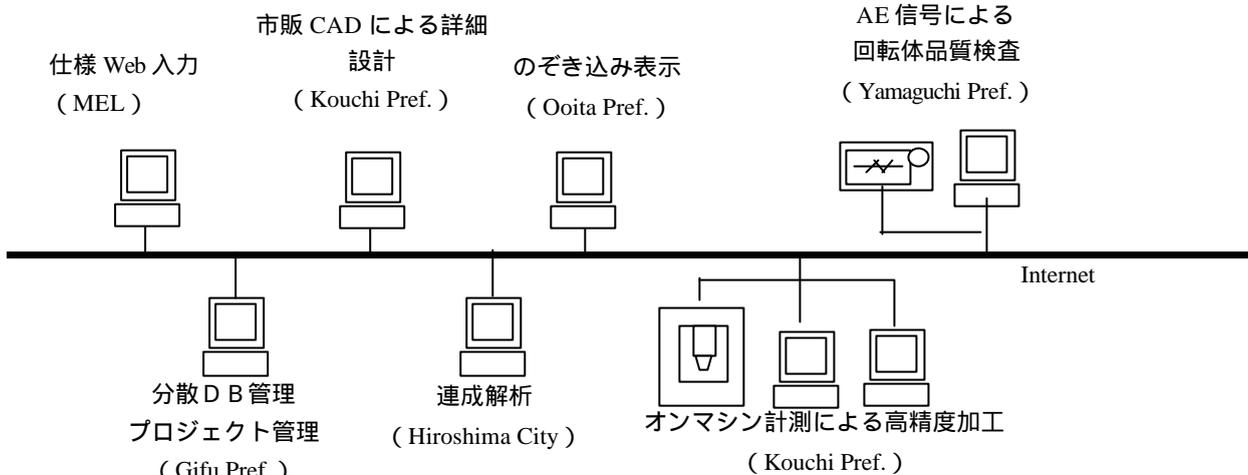


図 7 カム開発実証実験体制

Fig.7 Shared job in averification test.

に管理され、図 4 のような木構造グラフにてデータベースに格納される。したがって、このグラフ情報によってバージョン管理も可能である。

### 3.2 進捗管理機能

新しい工程の作業を行う場合、前工程のデータ生成が終了しており、且つ最新のデータであることを必ず確認する必要がある。本システムでは、前工程の最新データを取得して初めて実際の設計作業を開始できる仕組みとなっている。しかしながら、一連の工程において作業が時系列になることを意味するものではなく、データ作成が終了していれば、どの工程からも自由にデータを取得することが可能であり、コンカレントな作業開始が可能である(図 5)。図 6 は進捗管理の画面の一部である。

## 4 実証実験

### 4.1 ネットワーク連携の流れ

現在、機械部品であるカム部品の開発を対象に、応用開発した開発支援システムを用いて、仕様入力から設計、

加工、評価までの一連の工程をインターネット上で実証実験を行っている(図 7)。

作業の流れとして、

1) Web 上でカム設計に必要なタイミング線図などの仕様データを入力する。入力されたデータは XML 形式で出力され、データベースに登録される。その後、管理情報が上層のデータベースに自動的に登録される。(担当機関：産業技術総合研究所 機械技術研究所)

2) 詳細設計部門に、データが登録されたというメールが送られる。詳細設計部門は、そのデータを市販のカム専用 CAD に入力し、仕様情報からカムや機構など形状データや加工用データを生成する(担当機関：高知県工業技術センター)。

3-1) 形状データを用いて応力と熱の連成解析を行い、検証する。但し、境界条件やマテリアル情報は手作業で入力する(担当機関：広島市工業技術センター)。

3-2) 同時に加工を行う。加工用データを用いて、加工された形状を計測機で測定し、その情報を基に再度、加工用データを修正し、更に高精度な加工を行う。(担当機関：高知県工業技術センター)

4) 試作品について品質評価を行う。AE 信号を用いることにより、実際に部品を回転させつつ、動的に品質評価を行う（担当機関：山口県産業技術センター）。

5) 一連の作業で利用・生成・出力された情報を、すべてデータベースに登録することにより情報が蓄積され、閲覧できる。特に形状など3次元情報を持つデータは、CCD カメラにより利用者の頭の位置を検出し、その頭の位置に応じて表示を変化させることにより、擬似的に立体的に閲覧することができる。

（担当機関：大分県産業科学技術センター）

今後、図7の各工程にはそれぞれ小規模な分散データベースを配置する計画であるが、現時点でサーバを設置することが不可能な機関があるため、岐阜県には管理用（プロジェクト ユーザ、データベースサーバ）解析用、評価用の5つのサーバ、高知県には仕様用、設計用、加工用の3つのサーバを設置して実験を行っている。

#### 4.2 各工程用サーバ

EDB サーバの詳細図を図8に示す。また、ここで利用しているソフトウェアを表1に示す。図中の User Application が各工程に必要な CAD や加工機のコントローラに該当する。ORB には現時点で最も高速な HORB (Hirano's ORB) [4]を用いており、通常、Firewall が存在する場合には、HORB プロトコルによる通信が困難であることが多い。この問題は HORB のエクステンションパッケージである horbx.http を用いることにより Fire wall を HTTP (Hyper Text Transfer Protocol) で通過させることで解決できる。図中の HttpGateway はこのパッケージの一部であり、動作として HORB サーバと HORB プロトコルと HTTP の相互変換を行い、HTTP で受信したデー

タを HORB プロトコルに変換し HORB server へ発信し、またその逆も行う。これを行う方法として Servlet[5]による方法と CGI (Common Gateway Interface) による方法の2種類があるが、今回は後者を選択し、httpGateway と Web server を配置した。

データの流れについて説明すると、まず DataView を介して必要なデータを他の EDB から取得する。その後、User Application で作業し、発生したデータファイルを EDB に登録する。そのデータファイルに関する属性情報のオブジェクトは HORB によって送受信され、データファイル自身は HTTP と CGI を用いてファイル転送され、共に EDB に格納される。データファイルを登録すると同時に上位の EDB に管理情報が登録される。

#### 4.3 管理用サーバ群

管理部分を図9に示す。両 DB とも管理用情報を格納する。Project EDB は各エンジニアリングデータを含む開発対象ごとのプロジェクト管理情報、User DB はユーザ管理用の情報を格納している。データファイルを格納することは無く、ここで扱うデータはすべてオブジェクト

表1 実験環境

Table 1 The test environment

JavaVM	version 1.3
EDB, UserEDB	PSE pro Ver.6.0
ORB	HORB 2.01 http 1.0a3
Web server	apache1.3.14 Active Perl 5.6
OS	Windows98,2000

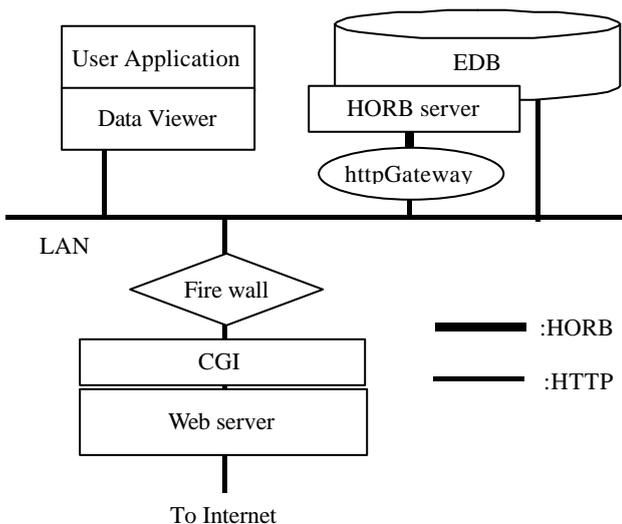


図8 各工程用サーバ構成

Fig.8 The detail component in each process.

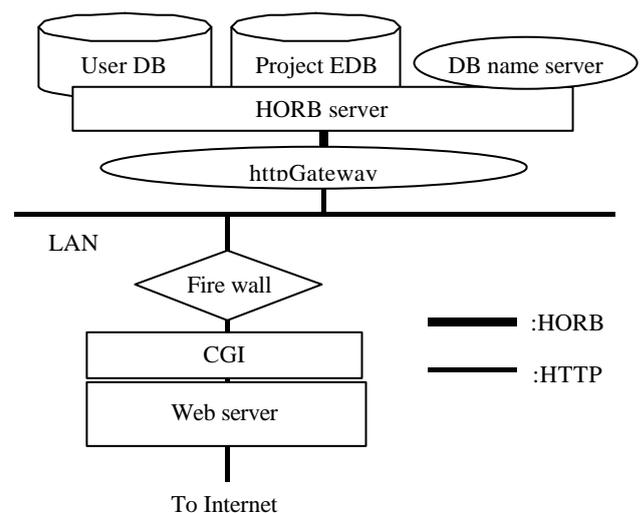


図9 管理用詳細構成

Fig.9 The management site.

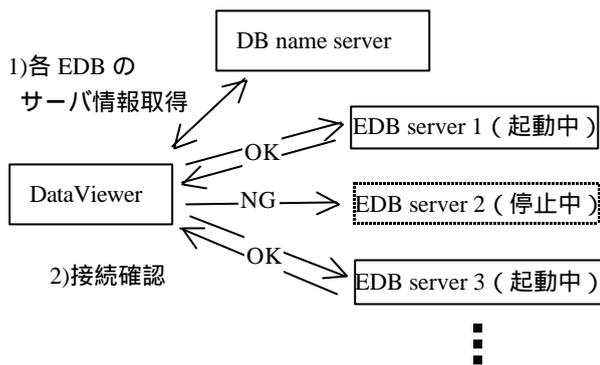


図 10 サーバとの接続  
Fig.10 Connection to the servers.

であり HORB によりオブジェクトの送受信を行っている。

また動的に各工程のサーバ情報を更新・変更することを可能とする DB name server を開発した。これにより、現在、連携しているデータベースの最新情報が得られだけでなく、プロジェクトが進行中の場合においても、任意の工程のサーバを別のコンピュータに移設することも可能になる。DB name server の情報は各サーバが立ち上がったときに更新され、クライアントは DataViewer の起動時にその情報を取得し、各サーバの状態を確認することができる。したがって、あるサーバが起動されていない状態の場合には、そのサーバに関連する処理はクライアント側で自動的に実施されないように設定される (図 10)。

#### 4.4 クライアントアプリケーション

クライアントアプリケーション DataViewer は、データファイルの登録・取得機能の他、進捗状況の一覧 (プロジェクト管理機能)、バージョン管理 (簡易 PDM 機能)、Java と CGI を用いた HTTP によるファイル転送機能を持つ。したがって、本アプリケーションを通してユーザはネットワーク連携を行う。

実行環境については、グローバル IP アドレスを持つコンピュータからの接続は可能であるが、利用している ORB の制限上、プライベート IP アドレスからの接続ができない [6]。

図 11～14 に GUI を示す。

#### 4.5 関連付けアプリケーション

データファイルによっては、関連アプリケーションを Java の Runtime クラスを用いて拡張子で関連づけ、DataViewer から立ち上がるようになっている。図 14 は DXF 閲覧ソフトウェアが起動している例である。この実験で利用する User Application を表 2 にその一覧を示す。

表 2 User Application 一覧

Table 2 List of user application

用途	製品名	会社名
DXF閲覧	VoloViz Java3 Dアプリ	Autodesk 試作
表計算	MS-Excel	Microsoft
カム設計	CAMCAD	テクファ
3D空間共有	UnrealED	ケーネットシステムズ
カム仕様入力	Webアプリ	外注
解析ソフト	IDEAS	SDRC
AE信号計測	TYPE7600	エヌエフ回路設計ブロック
振動測定装置	TYPE2635	B & K
加工機	MCV4 10 YBM6 40	大阪機工 安田工業
頭の位置計測	C++Lib	アウストラダ

現在は標注の DXF 閲覧ソフトウェア VoloViz (米オートデスク社製) のみが関連付けられているが、今後、利用者がソフトウェアの関連付けができるようなカスタマイズツールを開発する予定である。

#### 4.6 実証実験結果

前節までに記述した構成で、発注者を想定して、Web による仕様設計を行ってもらい、実際に品質評価されたカムが発注者に届くまでの流れを本システムを用いて実験的に行った。通常、データの受渡しやそれに伴うバージョン管理など面倒な作業を省くことができ、またデータの蓄積もでき、更に現場のシステムとの連携も容易となったことから、受注してから品質評価までの期間の短縮にもつながった。

#### 5. おわりに

試作した分散型データベースを開発支援システムへ応用し、実際にカムの開発に用いて実証実験を行った結果、ネットワーク連携とエンジニアリングデータの管理が半自動的に可能となったことで省力化が実現でき、コンカレントな開発を進めることにより、期間短縮効果も確認できた。

今後、更に実証実験を進め、より使いやすいシステムを目指す。そのための課題として、現在、カム開発専用のシステムに近い形となったが、カスタマイズコストが高いため、ユーザの使用目的、開発製品などに適した自動カスタマイズ機能の開発をする必要がある。

謝辞 本研究を遂行するにあたり、産業総合技術研究所 機械技術研究所 物理情報部 小島部長をはじめ、本事業に携わっている研究員の皆様には、貴重なご意見を頂きました。ここに記して感謝の意を表します。

## 文 献

- [1]窪田直樹, 大野尚則, 棚橋英樹, “ ネットワークを介した分散型エンジニアリングデータベースシステムの開発 ”, 2000 精密工学会秋期大会, 2000
- [2]N. Ohno, N.Kubota and H. Tanahashi, “Development of a Distributed Database System for Network Engineering ”, proceedings of VSMM2000, 2000.
- [3]日本エクセロン(株), “ OBJECTSTORE PSE/PSE Pro for JAVA API ユーザガイド リリース 3.0 ”, 1998
- [4] S.HIRANO, Y.YASU and H.IGARASHI, 'Performance evaluation of popular distributed object technologies for

Java', Concurrency: Pract. Exper., Vol.10, pp.927-940, (1998)

- [5] Sun Microsystems Computer Corporation, “JavaTM Servlet 2.3 and JavaServer PagesTM 1.2 Specifications”, 2000.
- [6]大野尚則, 窪田直樹, “ HORB を用いた分散型エンジニアリングデータベースシステムの開発 ”, 第 4 回 H ORB シンポジウム予稿集, 2001

ID	名称	仕様	設計	施工	詳細	加工	詳細	VR
0	親体	完了	設計	設計中				
1	左体	完了	設計	設計中				
2	特殊左体	完了	設計	設計中				
3	特殊右体	完了	設計	設計中				
4	親体	完了	設計	設計中				

図 11 管理情報一覧 (進捗状況)  
Fig.11 List of management information.

ID	名称	仕様	設計	施工	詳細	加工	詳細	VR
0	親体	完了	設計中	設計中	設計中	設計中	設計中	
1	左体	完了	設計中	設計中	設計中	設計中	設計中	
2	特殊左体	完了	設計中	設計中	設計中	設計中	設計中	
3	特殊右体	完了	設計中	設計中	設計中	設計中	設計中	
4	親体	完了	設計中	設計中	設計中	設計中	設計中	

図 12 エンジニアリングデータ一覧  
Fig.12 List of engineering data.

ID	名称	仕様	設計	施工	詳細	加工	詳細	VR
0	親体	完了	設計中	設計中	設計中	設計中	設計中	
1	左体	完了	設計中	設計中	設計中	設計中	設計中	
2	特殊左体	完了	設計中	設計中	設計中	設計中	設計中	
3	特殊右体	完了	設計中	設計中	設計中	設計中	設計中	
4	親体	完了	設計中	設計中	設計中	設計中	設計中	

図 13 エンジニアリングデータ表示  
Fig.13 Engineering data.

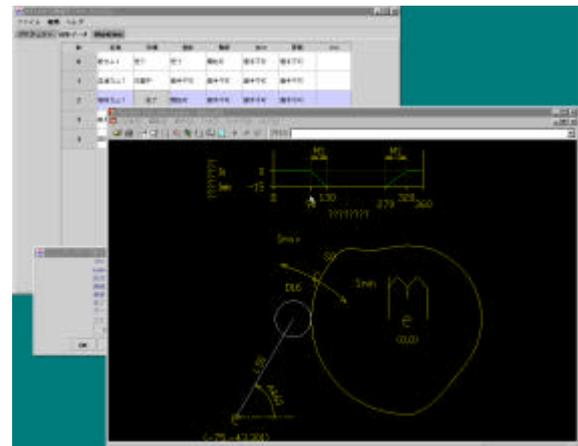


図 14 ファイルデータ表示  
Fig.14 File data.