

沈み込み帯への掘削計画JUDGE

(8)掘削試資料アーカイブに関する考察

宮崎 光旗* 富沢 憲之**

MIYAZAKI Teruki and TOMIZAWA Noriyuki (1997) JUDGE Project: A Continental Scientific Drilling into Plate Subduction Zone, (8) On archives of data and information of JUDGE. *Bull. Geol. Surv. Japan*, vol. 48 (3/4), p. 244-252, 4figs., 3tables.

Abstract: In this paper we propose data types and design of the concept of archives which are appropriate for data handling of the JUDGE project. The archives consist of three layers and four subspaces: the three layers are the public, participant, and management layers, and the four subspaces are the data creation, data archive, data process, and data reference subspaces. Using this concept, we have built a pilot system and loaded it with well-log, core image and other data to evaluate the validity of data archive and management system. The pilot system consisting of a workstation and application softwares shows good performance in data inquiry and presentation. It is also confirmed that the system can manipulate information of existence and in/out of real materials of data.

要 旨

JUDGE計画で必要とされるデータ管理システムをアーカイブ構築という観点で考察した。ここではデータアーカイブを、対象データをデータモデルという文法でコンピュータシステムに記述するものとして捉え、データとシステム機能の分析をとおして概念構築を試みた。次いで、実データと既存システムを用いたパイロットシステムにより評価を行った。その結果、試作したパイロットシステムに代表されるデータベースシステムは、我々の構築した3層4空間からなるアーカイブ概念をほぼ満足する形で実現することが可能であることが判明した。JUDGE計画のアーカイブシステムを構築する際には、具体的な研究・開発を念頭においた、データ処理解析空間を占めるアプリケーションのより緊密な結合、データモデルとデータ間関係の確立、さらにはアクセス管理の詳細化等運用方法を含めての設計が必要となってくるであろう。

8.1 はじめに

JUDGE計画により得られるであろう多種多様かつ膨大な試資料を一元管理するシステムを構築することは、得られる試資料の保全のみならず、それらの有効利用と効率的運用を促進するために必要不可欠である。このシステムには、関係者が研究および様々な仕事を遂行するために必要な全ての情報を効率よく提供することが要求

される。また、一般への情報公開を含めて様々なユーザがデータにアクセスすることが想定されることから、誰もがいつでもどこからでも効率よく情報を検索できるとともに、不用意なアクセスを防ぐ仕組みなどセキュリティをも考慮する必要がある。このような情報の保存と流通のシステムをMiyazaki *et al.* (1996) に従ってアーカイブと呼ぶ。このアーカイブは単にデータを保管するだけでなく、データ利用の手段などを含む情報に関する構築物 (architecture) でもある。そこでデータは格納保存されるだけでなく、探索・参照・操作・加工され、あるいは新たに付け加えられる。

アーカイブの現実の一つとしてデータベースがある。データベース・システムはデータの更新・追加・新規登録などを一元管理することができ、最新のデータを誰もが同時に共有することを可能とする。システムのアクセス制御は必要なユーザに必要な情報を正しく提供するとともに、不用意なアクセスからデータを保護することを可能とする。また、データベースをサーバとして一元管理し、ユーザがクライアントとしてそれにアクセスするクライアント/サーバ方式は、ネットワーク利用の際にいつでもどこからでも情報をアクセスできることを保証する。計画遂行あるいは研究面からは、ユーザは単一データによる一元的な評価だけに止まらず、多角的・重層的な見地から評価することが可能となり (Aminzadeh, 1996)、より総合的かつ確度の高い情報を基にした高度な研究を遂行できることになろう。

本報告ではJUDGE計画遂行の過程で生じるであろう試資料を想定し、これらの保存と管理・利用に関することをデータ・アーカイブ構築の観点から考察する。アーカイ

*地殻物理学部 (Geophysics Department, GSJ)

**シュルンベルジェ㈱ (Schlumberger K.K.; 27- Hamamatsucho 1-chome, Minato-ku, Tokyo, 105 Japan)

Keyword: well data, database, archive, JUDGE project

(8) 掘削試料アーカイブに関する考察 (宮崎・冨沢)

ブとは、1) 対象データ、2) データモデル、3) コンピュータシステムの3要素からなるものである。すなわち、対象データをデータモデルという文法でコンピュータシステムに記述したのがアーカイブである。ここでは既存のシステムをベースに、地質調査所の有する実データを用いて、JUDGE計画を想定したシステム構築の概念設計と評価を行う。

本研究の一部は地質調査所による「ボーリング資試料データベース概念設計」(地質調査所, 1996)として実施された。研究に際して伊藤久男氏(地殻熱部)の助言と協力に感謝する。なお、本文であげられている商品名等はそれぞれの社・組織の商標または登録商標であり、ここでは記載の便のために用いられているものでなんら地質調査所の推奨するものではない。

8.2 システム検討

対象データと操作の分析

システムの検討にあたっては、取り扱うデータ種別とその形式、データ操作と流れ、システムを具体化する方策などを想定する必要がある。これらを概念上で整理・分類して明確に定義された要素を再組立することにより、システム構築の概念設計は明瞭なものとなる。

JUDGE計画の中で生じるであろう地質試料や各種計

測データ、その他管理対象物(ドキュメントや図面等)、および計画管理で供されるであろうデータとして、以下のような内容が考えられる。

採取試料等：岩石コア、カッティングス、流体サンプル、…

計測データ等：探査記録、検層記録、掘削記録、長期観測記録、分析・解析記録、…

ドキュメント等：参考文献、技術文献、各種マニュアル、関連図書、…

プロジェクト派生物：仕様書、報告書、契約書、計画書、設計等図面、マップ、…

管理データ：工程表、組織図、アカウント(アクセス権)、…

ここで知れるように、システムが取り扱おうとしているデータは科学技術部門のみならず、支援部門・管理部門関連のデータをも含んでいる。また、デジタルデータのみならずコアサンプル等物理的実体物からなる資産も想定している。実際のプロジェクトにおけるデータはプロジェクトが採用する基本的戦略や方針、実施される開発・研究テーマ等に依存するものである。したがって、個々のデータ項目や内容等は当然異なる可能性があるが、データの整理・分類のスタイルとしての検討は十分意味あることである。ここでは幾つかのデータ項目を想定して、第8

第8-1表 データ分類 (一部)

Table 8-1 Classification of data (part)

Class A	Class B	Class C	Attribute 1	Attribute 2	Attribute 3	Media
[Primary Data]						
Core	All Core		Well#	Depth	Activity# ¹⁾	Core
	All Core Image		Well#	Depth	Activity#	CCD/CD-ROM
Pressure	Log-All		Well#	Activity#		DAT
	Log-Spot		Well#	Depth	Activity#	DAT
Well			Well#	Location	Others	def ²⁾
Seismic Line			Line#	Location	Others	def
FMI Log	Log Data		Well#	Activity#		DAT
	Field Note		Well#	Activity#		Paper
	Field Print		Well#	Activity#		Film
:						
[Deliverable]						
Judge Project			Document#			Paper/PDF
:						
[Projects]						
FMI-Core	Project Spec.		Document#			
	Input	FMI	Well#	Activity#		
		Core Image	Well#	Depth	Activity#	
	Process	StratLog				
	Results	StratLog DB	Well#	Activity#		
		Layor Image	Well#	Depth	Activity#	
		Results	Document#			
:						

1) Activity#は項目を一意に同定する属性。'Activity#' is the attribute that identifies the tuple (item) uniquely.

2) defは項目がシステムの中で定義されることを示す。'def' indicates that the tuple is defined in the system.

-1表のように整理・分類した。表中Classはデータ分類を表し、Attributes (属性) は項目の識別・付属情報を表す。それぞれのデータは分類に応じて、より詳細な管理が施されるであろう。

一般に、個々のデータは特別な様式に組織化されている。データモデル、狭くはフォーマットと呼ばれているものである。同じ内容のデータでもフォーマットの違いは管理方法を変えねばならないことがある。この意味で、フォーマットは重要な検討項目になりうる。しかしながら同一内容データに対しては通常フォーマット変換が可能であること、いくつかのデータではすでに実質標準 (de facto standard) が確立していることなどから、ここでは立ち入らない。ただし、計画実行段階ではそれぞれのデータに対して統一したフォーマットを採用する、あるいはデータモデルの変化に対応可能な記述を用意することなどが必要である。これは次に述べるデータ存在形態がアナログ、デジタルを問わず考慮されなければならない。

データを存在形態で区分すると、以下のようになろう。

- アナログ：物理的実体物 (コア試料等)、冊子 (文章、表)、図面 (マップ、チャート)、…
- デジタル：媒体 磁気テープ、CD-ROM、…
- 形式：テキスト、数値、画像、…

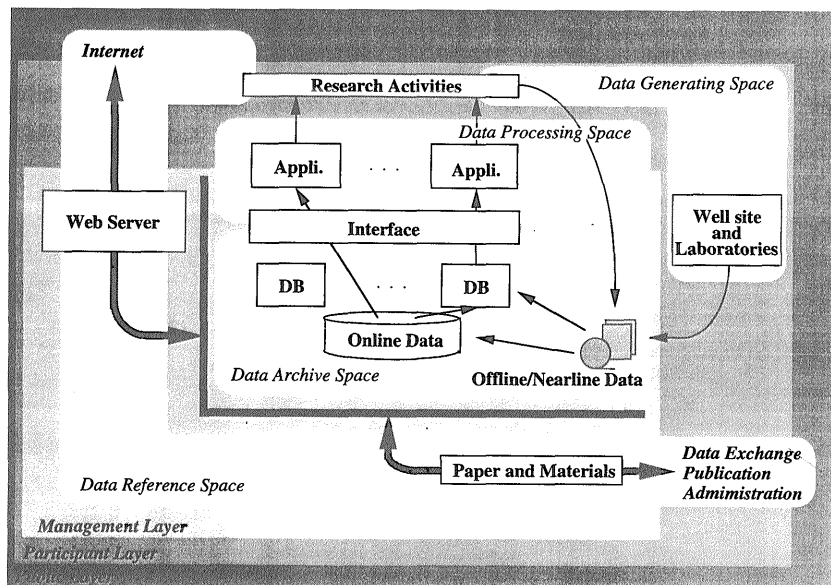
ここで注意すべきは、デジタルデータを存在せしめる磁気テープ等媒体も、それ自身はアナログの物理的実体物である、という点である。デジタルデータはいわゆるオンライン化されていない場合は、物としての性格を有している。また、アナログである地質図等の図面もスキャナーや所定の形式でデジタル化されれば等価的なデジタルデータに変換可能である。これはデータ管理を、物としての管理 (資産管理) とオンライン可能なデータの管理の2点で捉えなければならないことを示唆している。

アーカイブシステムの概念設計のために、想定したデータに対する操作 (格納、管理、利用等) を操作されるデータと操作するユーザの2面から分析する。データはJUDGE計画の研究・技術開発などの諸活動において発生し、保管・管理され、参照あるいは処理解析される。処理解析等の結果もまた新たなデータを生み出す。すなわちデータは、ここでデータ発生空間、データアーカイブ空間、データ処理・解析空間、データ参照空間と呼ぶことにする4空間中で滞在・流通する。ユーザは、データ操作の権限から、大きくシステム管理者、JUDGE計画関係者、その他に分類することができよう。ここでは、これらをマネジメント層、パーティシパント層、パブリック層と呼ぶことにする。システムは、それぞれの空間に必要なデータ操作機能を用意し、それぞれの層に適切な援助機能を提供しなければならない。

データ操作を概念化した3層4空間 (3-layer/4-space) を次節で記すシステムの基本的な構成・機能とともに第8-1図に示す。ここでマネジメント層はアーカイブ空間を覆い、他の空間に存在するユーザに対して各種インタフェースを用意する。JUDGE関係の研究者・技術者から成るパーティシパント層はデータに対するアクセス方法・形態によりデータ発生空間、データ処理・解析空間、あるいはデータ参照空間のどこかに位置する。パブリック層はいわゆる不特定多数と呼ばれているユーザ群に属し、システムはこの層に対してデータ参照空間でJUDGE計画のPublic Relationを用意する。これらの層は内包関係にある。

基本構成と機能

データは、第8-1表にもあるように、その内容や性質等により分類され、ある種の階層構造を形作る。同時にデ



第8-1図 システムの構成概念。
Fig.8-1 Schematic diagram of the system concept.

(8) 掘削試資料アーカイブに関する考察 (宮崎・富沢)

ータは、特に利用面からして、重複してグルーピングされたり、あるいは相互の関係のネットワークを形作ることがある。このようなデータの存在と利用の形態に対応するためには、リレーショナルデータベースによるデータ管理が適している。またデータアクセスとシステムの構築・維持の観点から、クライアント/サーバ方式の採用とデータ操作機能のコンポーネント化が望まれる。

システムは、リレーショナルデータベースとクライアント/サーバ方式という前提の基に、前節で区分した空間を作るために以下のような機能を有する必要がある。

- ・資産管理
- ・オンラインおよびニアライン管理
- ・統一的用户インタフェースと処理・表現
- ・インタネットに即したコミュニケーション

前2者はデータ発生・アーカイブ空間を作り、後2者はデータ処理解析・参照空間を作るものである。これら機能は第8-1図が示すように、例えば検層データを担当する処理解析機能コンポーネント (Appli.) と管理コンポーネント (DB)、地震探査データを担当するコンポーネント等々、さらに細分、要素化されたコンポーネント達によって実現されるであろう。

8.3 評価

パイロットシステム

検討された概念システムの一部を実際のデータセット (伊藤ほか, 1996) と既存のシステムを用いて評価した。使用した計算機システムとソフトウェア^{*)}は以下の通りである。

計算機システム: Sun SPARC10 (SunOS4.1.3)

ソフトウェア: Finder, AssetDB, StratLog, Oracle7

第8-2表にソフトウェアの機能を示す。これらの中で Finder, AssetDBおよびOracle7は主としてデータアー

第8-2表 使用したアプリケーションの機能

Table 8-2 Applications used in the study and their functions

Application	Functions
Finder	Management of project data - Well, Seismic, Map, ... - Surface evaluation, Cross-section correlation, ...
AssetDB	Record inventory management - Asset (materials, media, documents, ...) management - Data inquiry, Invoice management, ...
StratLog	Geology evaluation - Log, FMI/BHTV image, ... - Composite creation
Oracle7	Database engine - SQLPlus, OracleForm, OracleReport, SQLNet

カイブ空間に位置し、Finderは同空間とデータ処理解析空間や参照空間をつなぐインタフェースの役割も受け持つ。地層評価ソフトのStratLogは処理解析空間のコンポーネントの一例として今回用いた。

本システムでは、登録管理されたデータはリレーショナルデータベースエンジンのOracle上にデータモデルが構築され、それ上でデータの蓄積とアクセスがされる。またFinderにより、坑井データや地震探査データなどを一元的に管理して、データ処理解析空間にいるユーザに必要な情報を提供する。地震探査データなど大容量のデータの場合、必ずしもオンラインで存在するとは限らないが、このような場合でもデータを安全に管理し、要求に応じて所在情報の提示や迅速なオンライン化を可能としている (データのニアライン)。そしてユーザは必要とする情報を、Finderのマッピング機能を基としたグラフィックユーザーインタフェースとクライアント/サーバ方式に

第8-3表 資産分類 (一部)

Table 8-3 Classification of asset used in the pilot system (part)

Class A	Class B	Class C	Attribute 1	Attribute 2	Attribute 3	Media	Location ¹⁾
Project	Budget		Document#	Revision#		Binder	SP-A-1
	Action		Document#	Revision#		Binder	SP-A-2
Map	Topography		MapID	Revision#		Map on Paper	SM-A-1
	Geology		MapID	Revision#		Map on Paper	SM-A-2
Drilling	Program		SheetID	Revision#		Sheet	SM-B-1
	Daily Report		SheetID	Revision#		Sheet	SM-B-2
Logging	Field Note		SheetID			Sheet	SM-B-11
	Field Print		ChartID			Sheet	SM-B-12
Core	Sample		Well#	Depth	ID	Core	C-1
	Description		SheetID			Sheet	SM-B-18
	Image	CCD	Well#	Depth	ID	CD-ROM	TM-2-1
Xray		Well#	Depth	ID	CD-ROM	TM-2-2	
Report							

1) Locationは資産が存在する場所を表す。'Location' shows the storage location where the asset is.

Unpublished

Position Total

GoTo 1 16

Unpublished Summ.

Validation List Print Data

List PRINT

No	Origin	Name	Assetid
1	GSJ	96 BUDGET:01-JAN-96	10035
2	GSJ	96 Core Image k098:02-AUG-96	10099
3	GSJ	96 PLAN OF IMPLEMENTATION:02-JAN-96	10046
4	GSJ	96 Core Image k099:02-AUG-96	10100
5	GSJ	96 Core Image k096:24-JUL-96	10059
6	GSJ	96 Core Image k097:25-JUL-96	10080
7	GSJ	96 Core Image k100:02-AUG-96	10101
8	GSJ	96 Core Image k101:02-AUG-96	10102
9	GSJ	96 Core Image k102:02-AUG-96	10103
10	GSJ	96 Core Image k103:02-AUG-96	10104

Display Image

Disp. Image

Pages	Barcode	Media	Storage Location	Status
13	k100	CORE-FILE	/GQS/GSJ/CoreImage/K100	AVAILABLE

Query Commands

Enter Query Exec. Query

Cancel Query Count Hits

Navigation Commands

First Record Prev. Record

Last Record Next Record

Clear Block Exit Form View Item

Clear Exit View

Save Change Cancel Change

Save Revert

Schlumberger
GeoQuest

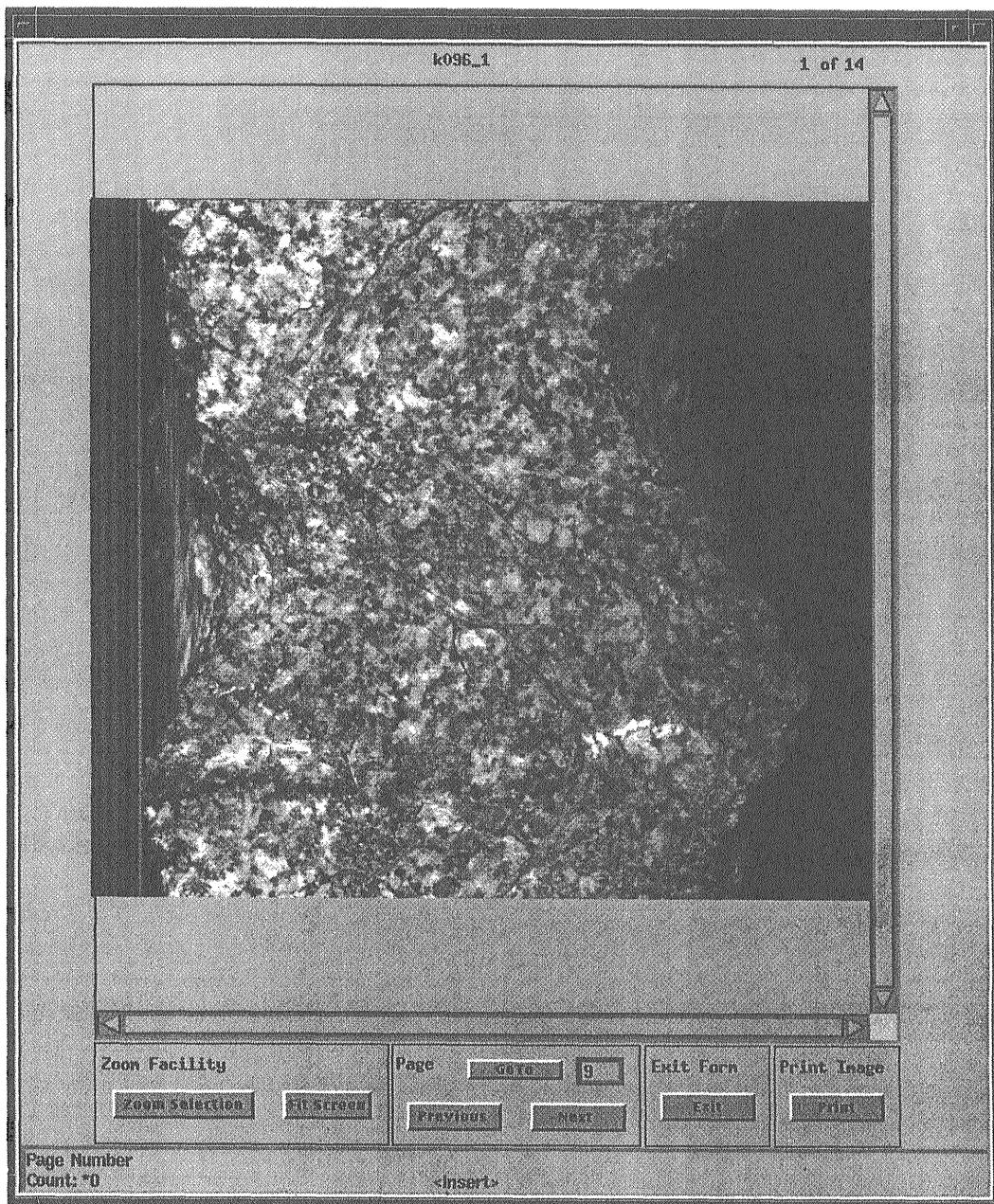
Originator
Count: *16 v <List><insert>

(a)

第8-2図 資産管理における(a)問い合わせフォーム例と(b)データ表示。登録されたデータや資産は第8-3表による種別ごとの表として見ることができ、オンライン化されている場合は表示することができる。

Fig.8-2 Examples of (a) Inquiry form, and (b) Data display of asset management. The management system shows the list of assets classified by subjects listed in Table 8-3, and can display the data if it is on-line.

(8) 掘削試資料アーカイブに関する考察 (宮崎・富沢)



(b)

より、データ種別や形態の違いを意識することなく、いつでもどこからでも容易に取り出すことができる。

以上、既存システムを用いたパイロットシステムはデータの保管・管理、ユーザへの適切な情報提供などの機能を用意している。

資産管理と表示

システム検討の項でも記したように、坑井データや関連探査データの記録は様々な形態で存在する。その中にはフィルム、報告書、磁気テープ、コアサンプルなど物理的実体物として存在し、倉庫や保管庫、あるいは研究室や実験室の棚などに保管されるものがある。このような多種多様な形態、媒体で存在するもの(資産)の管理を行うのがAssetDBである。資産管理としては、資産の登録、実体物の移動と現状把握を行う。管理対象の例としては、

- ・地震探査データや検層データ (の媒体)
- ・掘削報告書やマップ
- ・コア等サンプル

等があげられる。AssetDBもOracleをデータベースエンジンとして、クライアント/サーバ方式による情報の共有を実現している。本コンポーネントの基本モジュールは以下の通りである。

管理：保管場所、資産および保管項目の定義

検索：データ分類、キーワード、SQLによる検索

発注：バーコードによる納入出荷管理と状況把握

これらを通して、資産管理の一貫性を維持する。

今回の評価に用いた資産を分類したのが第8-3表である。表中のClassやAttributesは検索時に検索項目やキーワードなどで利用される。登録・管理された資産は所定の表示機能によりモニター画面上で検索/表示することが出来る。第8-2(a)図のような資産一覧フォームから必要なドキュメントを選択し、その中の一つのデータを指定するとデータそのものが表示される。第8-2(b)図はこのようにして表示された岩石コアイメージデータの例である。また管理されている物理的実体物に対して、入手可能なものは用意されている請求フォームにより請求し、実体物を入手、分析等の研究に利用していくこともできる。前者はデータアーカイブ空間からデータ参照空間へのデータの流れ、後者はアーカイブ空間と処理解析空間間の実体物を含むデータの流れと捉えることが出来る。

合成パネル-処理解析機能例

アーカイブシステムの使命は試資料の保存と円滑な流通にあるが、それは研究やプロジェクトの遂行に役立つことによって初めて生命を吹き込まれるものである。その点でデータ処理解析空間の機能は重要な意味を持つ。処理解析空間のコンポーネントの一例としてStratLogをパイロットシステムに組み込んだ。StratLogは、地質学的研究や資源開発などによる様々な情報による地層モデルをモニター画面に表現したり、データに対する各種操作により地層相関などを評価する際に用いるものであ

る。

StratLogはアーカイブに保管されているオンラインデータをFinderのインタフェース機能を通して取り込み、また別途資産管理されているニアラインデータなども同じようにして取り込む。第8-3図に例示するように、検層データとFMI[®] (Fullbore Formation MicroImager)、BHTV (BoreHole TeleViewer) のような共通な軸(ここでは深度軸)を有しているデータに対してはデータ種別を越えて合成パネルを作成、異種データ間の比較検討を可能にする。さらに解析結果等を同パネルに直接記載していく機能により、オンライン解析も可能にしている。

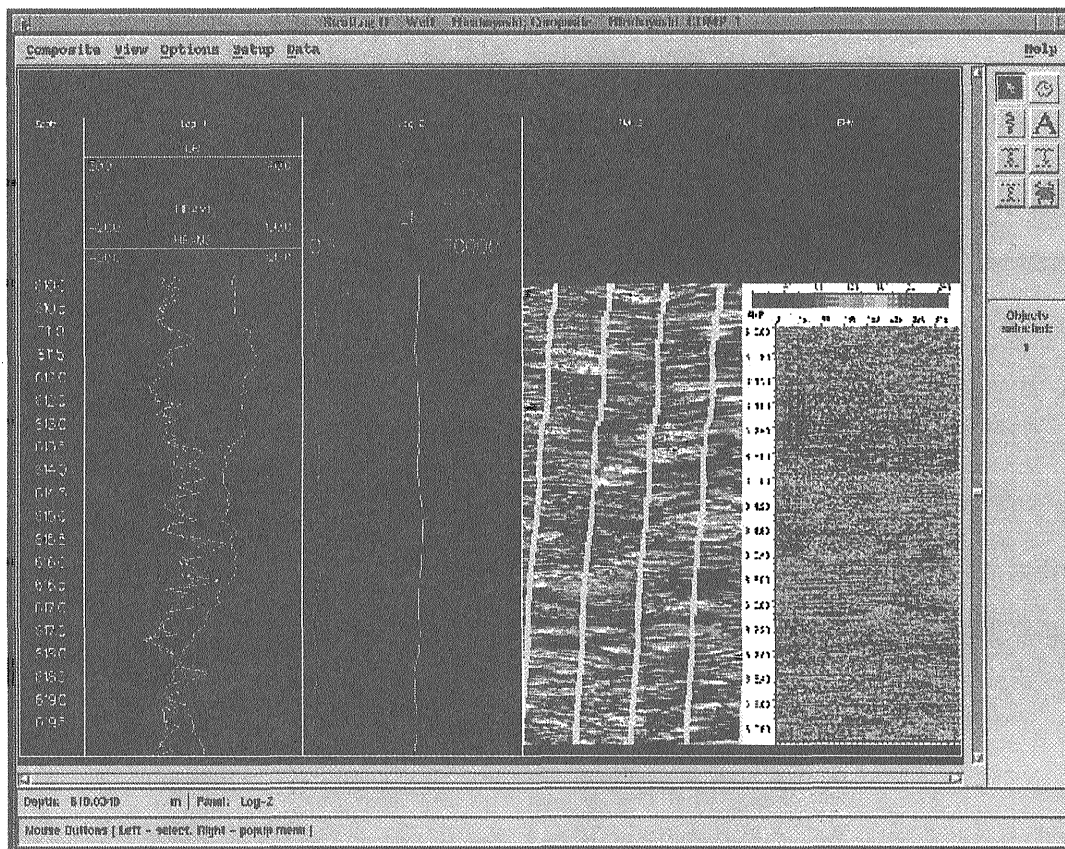
本コンポーネントのように異種データを共通の軸でまとめあげ、データ横断的な処理解析とそのレポート機能を有するコンポーネント群は、アーカイブシステムを本来の目的と使命に供するものとして極めて重要なものであろう。また、処理解析空間でのデータ操作は研究と密接に結びついているため、そこでのコンポーネント群のいくつかはパーティシパント層のユーザによって用意されることになる。システムは、ユーザが容易にコンポーネントを作成できるように、明確に記述されたデータモデルと各種データ間の関係の透明化を図らねばならない。

8.4 まとめと課題

観測と実験を基とする地球科学においてデータ保存の確実性と参照の利便性追求は欠かせない課題である。仕事時間の80%をデータの探索に消費すると言われている現在、それを短縮する重要性は言うまでもない。また、地球科学データの重要性と公共性 (National Research Council, 1988; 宮崎, 1992) からしても、その維持に十分な努力を払わねばならない。JUDGE計画のようなメガサイエンス (OECD, 1993) においては特に強調されるべきことである。

本報告ではデータアーカイブを、対象データをデータモデルという文法でコンピュータシステムに記述するものとして捉え、データとシステム構成・機能の分析をとおして概念構築を試みた。また、実データと既存システムを用いたパイロットシステムにより評価を行った。その結果、試作したパイロットシステムに代表されるデータベースシステムは、我々の構築した3層4空間からなるアーカイブ概念をほぼ満足する形で実現することが可能であることが判明した。JUDGE計画のアーカイブシステムを構築する際には、具体的な研究・開発を念頭においた、データ処理解析空間を占めるアプリケーションのより緊密な結合、データモデルとデータ間関係の確立、さらにはアクセス管理の詳細化等運用方法を含めての詳細設計が必要となってくるであろう。またパイロットシステムはスタンドアロンな構成であったため、ネットワーク機能の検証は出来なかった。しかしながら、用いたOracleをはじめ、多くのデータベースエンジンはWWW対応のネットワーク機能を用意しているの、それを利用したネットワーク機能の追加は困難ではない。インターネットを

(8) 掘削試資料アーカイブに関する考察 (宮崎・富沢)



第8-3図 地層評価のための合成パネル。左から右に、それぞれ密度検層、電気検層、FMI、およびBHTV記録を示す。

Fig.8-3 Example of composite panel for geology evaluation. From left to right, density log, electric log, FMI, and BHTV are shown.

利用したデータ参照空間の例はODP (<http://www.ideo.columbia.edu/BRG/database.html>) や KTB (<http://www.gfz-potsdam.de/ab5/ktb/ktbdata.htm>) 等にあり、これらを参考にJUDGE計画も全世界へ成果の普及に努めることになる。

JUDGE計画の全体像を考えると、計画は長期多重の位相を有し、かつ時間的にも位相的にも密接な関連性のある研究・開発・実行単位の集合である。そのような計画全体の遂行に関して、1980年代に米国国防総省が先鞭をつけ、現在産業界で設計開発生産等の活動基本フレームとして普及しつつあるCALs (生産・調達・運用支援統合情報システム) をアーカイブシステムに導入する事も考えられる。CALsは企画・立案から設計・開発にいたる工程をデジタルドキュメントの流れとして一貫して管理するものである。JUDGE計画の企画・立案から計画各ステップの実施フロー、あるいは個々の技術開発フローなどをCALsの考えで管理していくことは、アーカイブシステムにJUDGE計画の時間の流れを埋め込むことになる。掘削で得られる試資料や坑井利用の観測・実験データなどは、坑井の掘削履歴や開発される機器類の仕様、ある

いは実際に用いられる計測機器の使用状況などに依るところが多いからである。

文 献

- Aminzadeh, F. (1996) Future geophysical technology trends. TLE, vol. 15, 739-742.
- 地質調査所(1996) 深部掘削技術・観測技術およびボーリング試料データベース概念。設計。地質調査所研究資料集, no. 263, 218p.
- 伊藤久男・宮崎光旗・西澤修・栗原保人・木口努 (1996) 坑井内測定による地震断層の検出。物理探査学会第94回学術講演会講演論文集, 48-52.
- 宮崎光旗 (1992) 地球物理データが語る地質・地殻構造。月刊地球, vol. 14, 135-136.
- Miyazaki, T., Ito, H., Toda, T., and Tomizawa, N. (1996) FS on data archives and management for scientific drilling. Paper D, in Proceedings of 2nd Well Logging Symposium of Japan, Japan Chapter of SPWLA, 4p.
- National Research Council (1988) Geophysical data:

Policy Issues. National Academy Press, 40p,
Washington, D.C.

OECD(1993) Deep drilling. Megascience: The OECD
Forum, OECD, 97p.

注)

Finder, AssetDB, StratLogはGeoQuset社, Sun, SPARC,
SunOSはSun Microsystems Inc., Oracle7はOracle Cor-
poration, そしてFMIはSchlumberger社の(登録)商標で
す。

(受付: 1997年2月17日; 受理: 1997年2月18日)