

## 未来の電子図書館「孫悟空」

佐藤衛\*, 岸本重治\*

### 'SON-GO-KU' : a dream of automated library

SATO Mamoru, KISHIMOTO Juji

**[著者抄録]** 図書館を自動化する過程で、本を眺め見て検索することが見落とされている。テレマティーク図書館は、眺め見るプロセスをまねることによって、本の内容までサービスできる本の DBMS である。検索は、実際に人が本物の図書館で本を選ぶときのプロセスをまねた、グラフィックディスプレイに表示された映像で表される。1988年に試作した実験的検索システム「孫悟空」の特徴について述べる。

**[著者付与キーワード]** 図書検索, 開架式閲覧, コンピュータグラフィックス, 画像データベース, 原文献サービス, 表紙画像

**[Author Abstract]** In the process of automating libraries, the retrieval of books through the browsing of shelves is being overlooked. The telematic library is a document based DBMS which can deliver the content of books by simulating the browsing process. The retrieval actually simulates the process a person would use in selecting a book in a real library, where a visual presentation using a graphic display is substituted. The characteristics of prototype system "Son-Go-Ku" for such retrieval implemented in 1988 are mentioned.

**[Keywords by Author]** book retrieval, open shelf display, computer graphics, picture database, original text service, book cover

\* (株)テレマティーク国際研究所第2研究所 (〒107 港区南青山7-1-5) Tel. 03(498)7241

\* Telematique International Research Laboratories No. 2 Research Dept.

(1-5, Minami Aoyama 7-chome, Minato-ku, Tokyo 107)

## 1. はじめに

〔視覚の国, 日本〕

東京の繁華街にある喫茶店の前のショウケースには、日本土産として欧米で有名なサンプル・フーズ（蠟細工の料理見本）が置いてあることが多い。初めてそこで食事をしたりお茶を飲んだりする人は、たいがいショウケースの前で立ち止まり、サンプル・フーズを見ているようだ。

昨年の（1988年）11月21日から12月10日まで国立国会図書館において、㈱テレマティーク国際研究所は「電子図書検索実験システム」の公開実験を行った（図1）。本物を撮影したかのようにコンピュータ・グラフィックスで映像化された図書館の中を、閲覧者が歩き回るような感覚で、図書を検索するシステムである<sup>1)</sup>。公開実験の内容と実験システムを紹介し、研究の状況について述べる。

## 2. 書物の電子化

〔電子的蓄積〕

書名・著者名などのカタログ情報や書誌情報だけでなく、書物の1ページ1ページを電子的に保

存し、一般に提供する電子図書館は、未来の夢の一つであろう。人は、希望する書物をオフィスや家庭に居ながら、瞬時に読むことができるようになる。

いま行われている図書にかかわるサービスには、出版されている図書のカタログ情報をオンライン/オフラインで提供するものがある。今後は、探し出した書物の内容もその場で利用できるサービスが求められていくであろう。そんなシステムは、より多くの人たちの要求を満たし、多くの書物を提供できると考えられ、実現に向けて現在、盛んに研究が進められている。しかしそこには、まだまだ多くの技術的課題が残されている。

〔代替品からの脱却〕

そんな課題の一つに、書物をまるごと電子化して保存・提供することが挙げられる。しかし提供することに関して言えば、紙を使った書物に対する愛情は強く、ビデオ・ディスプレイ・ターミナル（以下VDTと略す）などの上で書物を読むのには、まだ抵抗があるようである。表示された文字の品質がよくない、本と違って持ち運べないなどの理由の他に、VDTを使う理由が消極的である、つまりその上に表示されるものが紙の書物の上のもの代替品でしかない、という理由が挙げられ

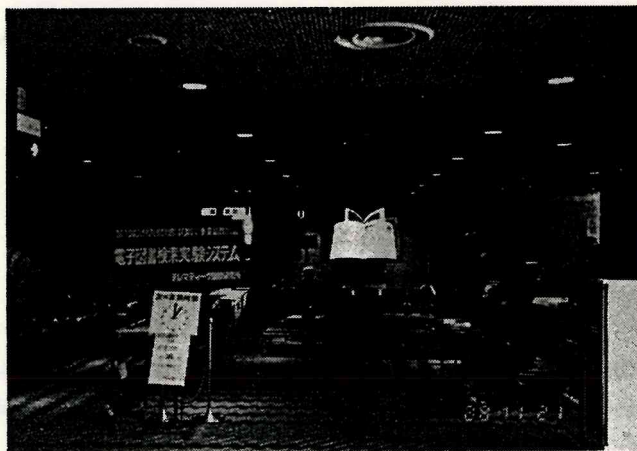


図1 公開実験の全景(端末装置)

はしないだろうか。

近年、ハイパメディア<sup>5)</sup>とかハイパテキスト<sup>2)</sup>とかの新しい情報の表現形態が取りざたされている。これは紙ではなく、VDTのような表示装置だからこそ人に提供できる情報だと言えよう。こと書物それ自身に関する限り、電子の本は紙の本を超える道を探し出しつつあると見受けられる。

一方、別の技術的課題である、書物を集めて管理している図書館の電子化についてはどうであろうか。電子図書館が実物の図書館を超える新しい方向は見いだされたのか。

我々は、本物の図書館を超えるための図書館の電子的表現を模索してきた。本稿では研究・実験中の「(電子図書館での)開架式検索」を説明する。

### 3. 図書館の電子化「電子開架検索」

図書館にまつわる重要なサービスの一つに、図書の検索サービスがある。検索サービスというと、伝統的な図書館での分類カードを用いた検索、書庫に利用者が入って書物を手にとって確かめる検索がある。しかし、こんにち、図書館を電子化する過程では、書棚を眺め見ることを通じて図書を検索することが、見落とされている。

未来の電子図書館といえば自然言語で検索できるサービスを思い起こしてしまうが、そこでは実物の図書館での本を探すトキメキを得ることができだろうか。未知の本に偶然出会ったときの喜びなどを奪われるのは悲しいことである。電子図書館での「開架式検索」は、それら「トキメキや喜び」を実現するサービスとして考えられた。実物の図書館における開架式サービスと区別するため「電子開架検索」と呼ぶことにする。

#### 〔CGで図書館を作る〕

図書はカタログ情報、書誌情報や内容(本文も図版・写真も含む)の他に、表紙画像でも特徴づけられている。「電子開架検索」ではその表紙画像を利用して、コンピュータ・グラフィックス(以下CGと略す)の力で「開架式閲覧室」を仮想的に

再現する。つまり、閲覧室には書架が並んでおり、書架には図書が表紙を手前に見せて置かれている、そんな情景がCG映像として再現される。

利用者はVDTを見ながら、現実の図書館でするのと同じように「書架に近寄る/離れる/別の書架の前に歩いていく」ことを端末を通して指示して、希望する書物の並んでいる書架の前に進む。「立ち読み」指示によって希望する書物をVDTの映像の上で手元に移動させ、その書物を「べらべら」めくって内容をVDTに表示して眺める。希望の本であることを確かめたらそのままVDTに詳細な頁表示をさせて閲覧する。

この「電子開架検索」はISDNなど高速な通信を用いれば、図書館まで出向かなくとも利用できるようになる。オフィスや家庭で、遠く離れた図書館のサービスが受けられるわけである。

#### 〔新しい図書館〕

人は、「電子開架検索」のどこが、本物の図書館でできないことなのか問うであろう。本物の図書館では、高々数冊しか同じ書物を所蔵していない。したがって開架型閲覧をサービスしていても、それはある限られた属性での並びに限られる。

しかし電子図書館では実用上、無限の種類並びが実現できる。そして新しい並びを作る機能によれば、利用者は自分の気に入った並びを作れるようになるであろう。自分の蔵書を他人と共有することも可能になる。書き込みをすることも自由になるし、それも共有できる。知識の幅が広がる。そしてなにより、独自の知識を持った数多い本物の図書館が、立地条件など物理的な制約を受けずに、その特色を伸ばしていくことができるようになる。

### 4. 「孫悟空」実験展示の概要

実験展示は、国立国会図書館の創立40周年事業の一つとして、「出版のあゆみ展」と共に丸3週間にわたり、国立国会図書館の閲覧者入口ホールで、9時から17時まで実験運用が行われた。

実験に用いたシステムは、遠隔地にある図書館にも一瞬のうちに往いて、仙術を駆使して電子図書館の中を飛びまわる様子にあやかって、「孫悟空」という愛称を付けられている（以下このシステムを「孫悟空」と記す）。

利用端末の前にすわると、その表示装置（ビデオプロジェクタ）にいくつかの図書館の外観の映像が表示される（図2）。一つの図書館の内部に入っていく映像が表示され（図3）、さらにいくつかの閲覧室のうちの一つに入っていくと、図書が開架展示されている閲覧室の映像が映し出される（図4）。書架に近寄った映像が表示され（図5）、1冊の図書が手前に移動してくる映像が表示される。その図書がべらべらとめくられる映像が表示される（図6）。利用者はこの図書を映像の上で即座に閲覧できる。このときの映像の頁には実物と同じ文章・図が、同じレイアウトで表示されている。さらに詳細に、ある頁の映像を高精細に表示する。普通の書物だけでなく、巻物を巻戻しながら

ながらめるような特殊な映像も表示することができる（図7）。

この実験は、あくまで電子図書館での検索サービスの概念を理解してもらうためのものであり、プログラムはデモンストレーション用のものであった。しかし、「孫悟空」はごく小規模であれば実際の「電子開架検索」が可能な構成である。

## 5. 実験システムの構成

「孫悟空」は二つのシステムに分かれている（図8）。センターと利用者端末である。さらにセンターは四つのサブシステムから構成されている。①動画画像作成サブシステム、②動画画像記憶サブシステム、③文字・画像記憶サブシステム、④音声サブシステム、である。①と③と④はLAN (Ether Net) で結合されており、②は①とシリアル通信 (RS 232 C) で接続されている。①の動画画像作成サブシステムは、⑤利用者端末からの指示によりセ

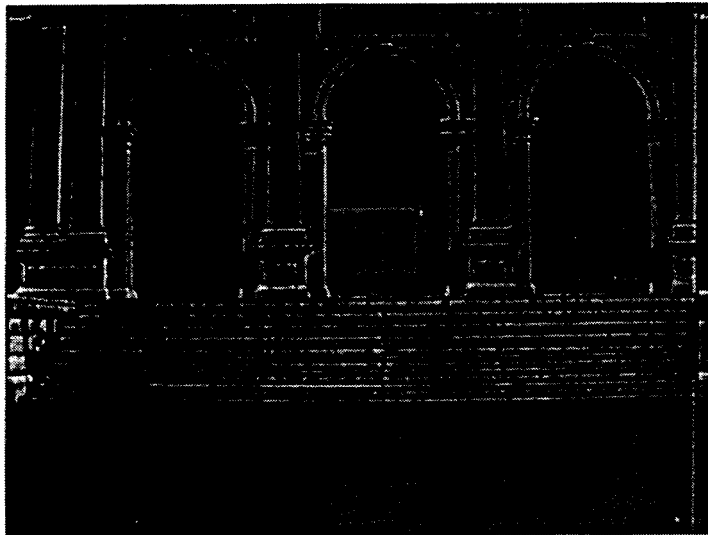


図2 ディスプレイのハードコピー1

利用端末の前にすわると、その表示装置（ビデオプロジェクタ）にいくつかの図書館の外観の映像が表示される。

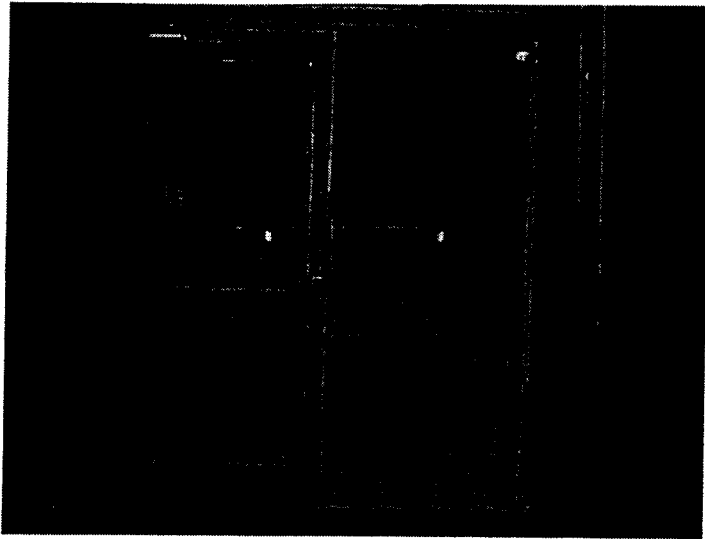


図3 ディスプレイのハードコピー2  
一つの図書館の内部に入っていく映像が表示される。

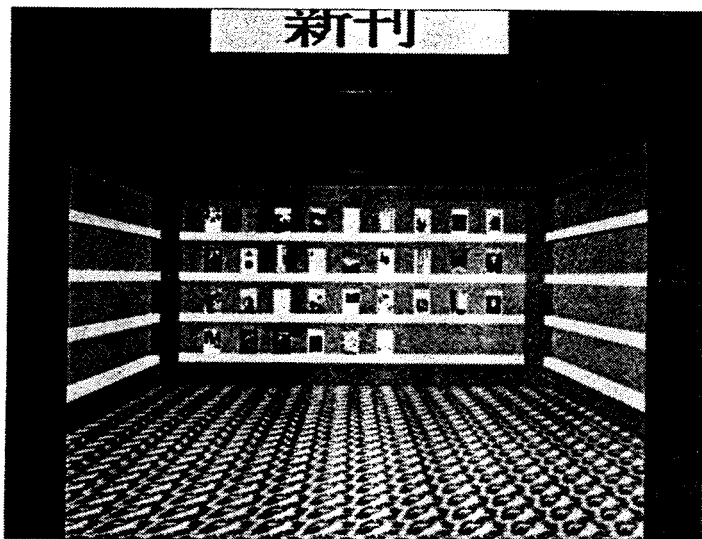


図4 ディスプレイのハードコピー3  
図書が開架展示されている閲覧室の映像が映し出される。

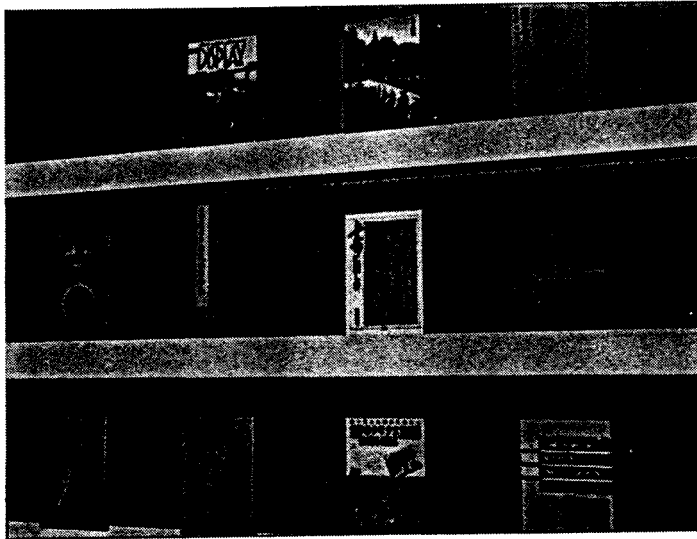


図5 ディスプレイのハードコピー4  
書架に近寄った映像が表示される。

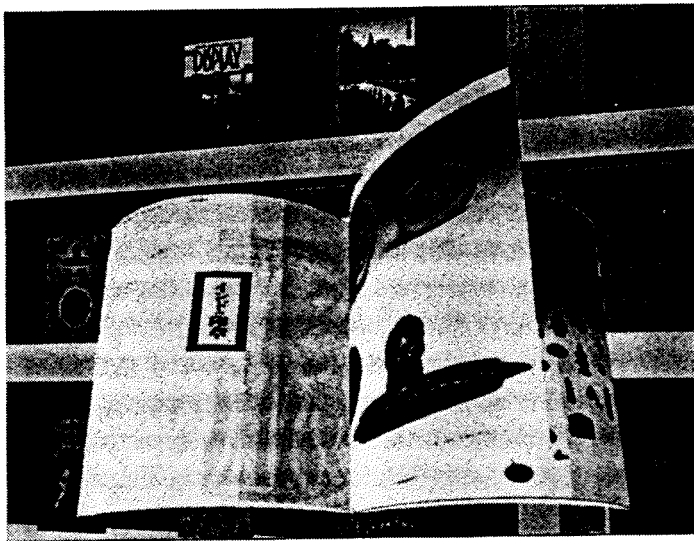


図6 ディスプレイのハードコピー5  
1冊の図書が手前に移動してくる映像が表示され、その図書がべらべらとめくれる映像が表示される。

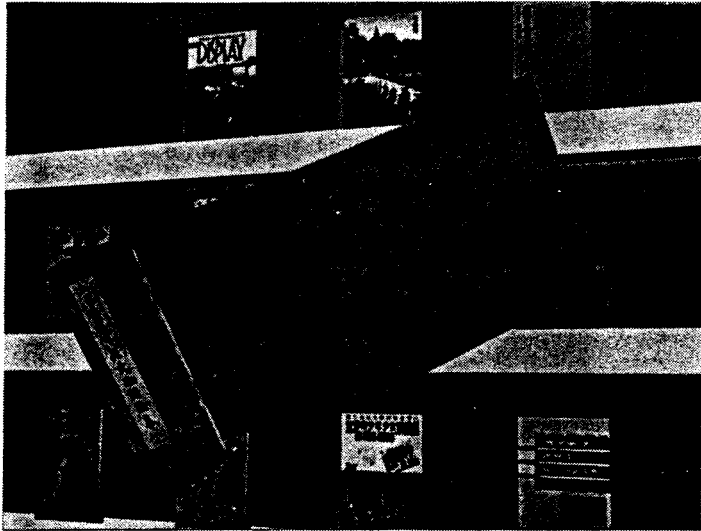


図7 ディスプレイのハードコピー6

巻物を巻戻しながらながめるような特殊な映像も表示することができる。

ンター全体を制御して、利用者端末上に動画・音声・高精細画像を発生する制御装置としても働く。

昨年の実験では、「孫悟空」のセンターは東京都港区にある㈱テレマティーク国際研究所に、利用者端末は東京都千代田区の国立国会図書館に置かれた。利用者端末は光ケーブル (TTNet) による動画・音声専用通信線と INS 64 (NTT) による制御線とでセンターと結合されていた。

図8は実験システムの構成図である。データ入力システムはセンターと同じテレマティーク国際研究所に置かれており、図書の文章入力、画像入力、図書館の外観の映像入力を行うことができる。本稿では、このシステムについての詳細ははぶく。

### 5.1 動画像作成サブシステム

〔CGと全体の制御〕

動画像作成サブシステムは、三次元CG作成ができるAI用コンピュータ (Symbolics製) と高速画像合成用コンピュータ (PIXAR製) から成って

いる。各々ビデオ出力可能なフレームメモリを持っている。AI用コンピュータの上で、電子図書館を構成する部品 (部屋、書架、表紙の白い本など) を定義し、それらを配置して図書館の映像をCGで作成する。

現在のところ、このAI用コンピュータによるCG映像の作成には時間がかかり、実時間で動画を生成できない。そこで、②の動画像記憶サブシステムに作成した映像を記録しておき、後で速く再生する方法か、図書館の部品を別々に映像化して取って置き、高速画像合成用コンピュータで構図を変えながら一つの場面に合成して動画表示する方法のいずれかの方法を選択することになっている。公開実験では動画像記憶サブシステムに記録させる方法だけを用いた。図書館の構造や、図書の分類・配列などの情報 (データベース) はこの制御装置 (AI用コンピュータ) の上に構築されている。

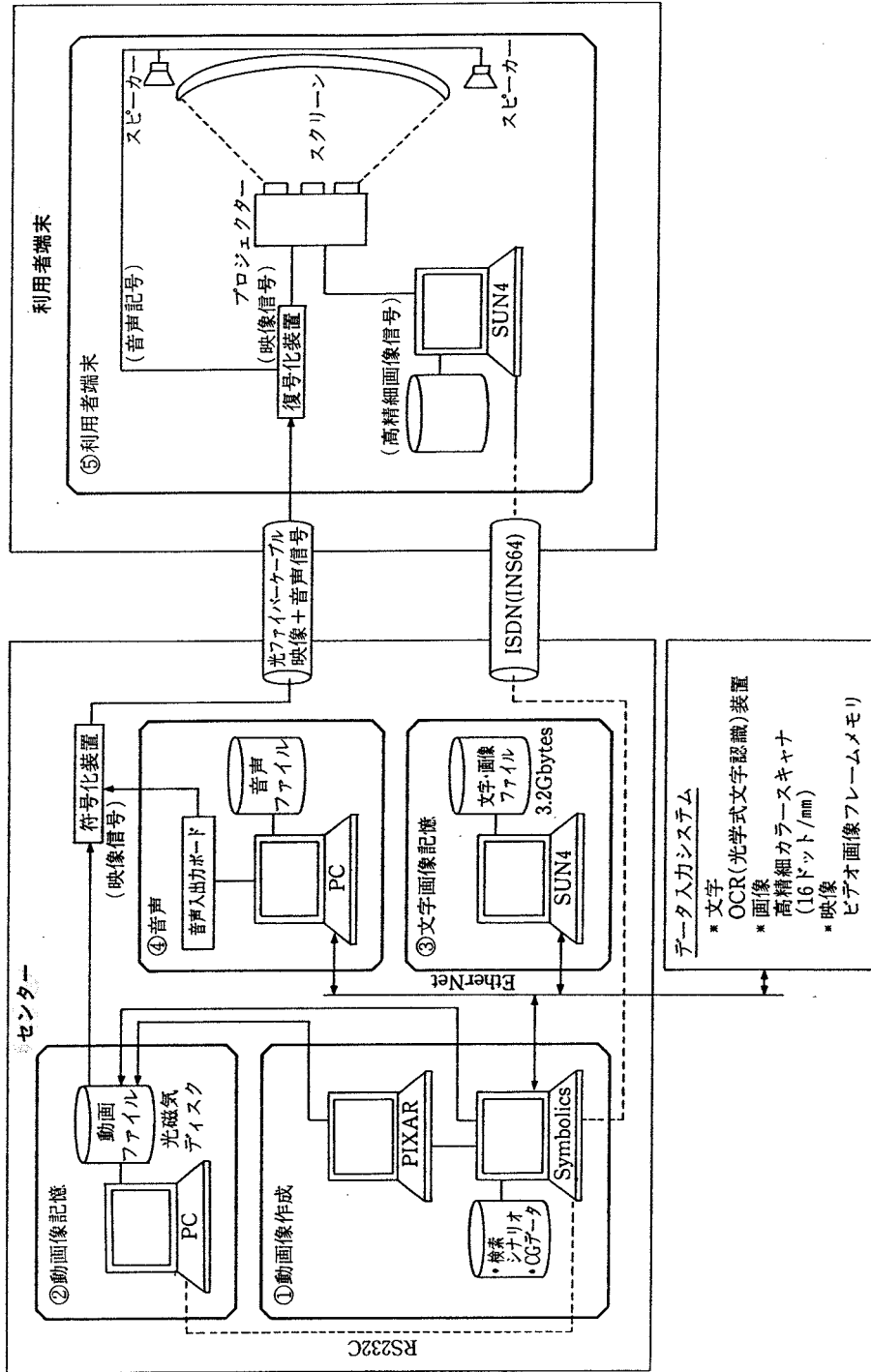


図 8 「孫悟空」実験システム  
(1988年11月)



## 5.2 動画像記憶サブシステム

〔ランダムアクセスビデオディスク〕

このシステムはランダムアクセス可能なビデオ画像記憶装置 (ASAKA 製) であり、デジタル信号で記憶されるので画像劣化は起こさない。ビデオ信号を A/D・D/A 変換する変換装置と、変換されたデジタル画像信号を記憶・再生する光磁気ビデオディスク装置とから成っている。

①動画像作成サブシステムで作成された映像は、アナログ信号で伝送されて、変換装置でデジタル化される。このデジタル信号は光磁気ディスク装置に記録される。光磁気ディスクは消去・記録が可能なので、サービスする書物が代わっても同じ媒体を使える。

検索サービスを行うときには、検索用の連続した CG 画像を①の制御装置の指示に従って再生する。この光磁気ディスクはビデオ画像を 7 枚/秒程度の速さで連続再生でき、かなり滑らかな動画再生が行える。またランダムアクセスが可能なので検索サービス時に利用者による映像の流れの変更があっても追従することができる。

## 5.3 文字・画像記憶サブシステム

〔大規模ディスクファイル〕

文字・画像記憶サブシステムは、文字を含む高精細画像を記憶するためのもの、汎用ワークステーション (SUN 製) に構築されている。動画像を作成するための図書の表紙の画像ファイル、書物の文章のファイル、内容の挿絵などの画像ファイル、図書のデザイン・レイアウトファイルが記憶されている。

図書の頁をディスプレイに高精細表示するため、文章ファイルや画像ファイルを文書整形ソフトウェアで処理し、結果の頁ファイルをも保存している。これは直接⑤の利用者端末に送られて利用者に提供される。このサブシステムには大容量のファイル装置が必要なため、3 台のワークステーションに分散しており、現在合計 3.2 G バイトのディスク装置を使用している。

## 5.4 音声サブシステム

〔音声サンプリング付きパソコン〕

音声サブシステムは、音声入出力装置 (A/D, D/A 装置) を備えたパソコン上に構築されている。音声データは図書や図書の集合 (書架や図書室) などの表現の一つとして用いる。文章の朗読をしたり、図書や図書の集合をよく表す音楽や音などを提供する。他に検索サービスのガイド音声としても用いている。

公開実験ではガイド音声として用いた。検索用の動画と同期して①の制御装置の指示により音声を発生する。音声は音声入出力装置 (A/D) を通じて PCM 録音し、パソコンのディスクに記録し、音声入出力装置 (D/A) で再生している。

このシステムは他に CD-ROM 装置とデジタルミキサーを持っており、音声と CD の音響など複数の音源を合成することができる。公開実験では、CD による音響は検索の映像を補って臨場感をだすのに利用した。

## 5.5 利用者端末

〔ディスプレイ+ワークステーション〕

利用者端末は汎用ワークステーション (SUN 製)、ビデオ・音声受信装置などとビデオ高精細画像がいずれも表示可能なビデオプロジェクタ (東芝製) とから成っている。

動画ビデオと音声はセンターで再生され、各々専用通信線を通して利用者端末へ送られてくる。汎用ワークステーションでは、高精細表示のソースとなる書物の頁ファイルをセンターより受け取る。それらはビデオプロジェクタに表示される。ビデオプロジェクタに何が表示されるかは①の制御装置によって制御される。利用者の指示はこの利用者端末から①の制御装置に送られて解釈される。

公開実験では、指示はワークステーションのキーボードのキーに割り当てられた。例えば、テンキーの「8」が映像上の利用者の「前進」、 「2」が「後退」などである。

## 6. 検索用映像作成

[完全には自動化できていない]

図書館の外観の映像(図2)は、実際の図書館をポータブルビデオで録画したものを画像処理して使っている。また図書館内部の映像(図3)は、ビデオ録画した画像とCG画像の合成である。図書が展示してある閲覧室の映像(図4, 図5)はCG画像である。書架の木目などはスキャナを用いて入力した画像をCGの物件にマッピングしている。図書は直方体の物体で表されていて、スキャナ入力した表紙の画像をマッピングした。これらの映像はあたかも利用者本人の視覚であるかのように、丁度人間が立った時の目の位置にある仮想カメラで撮影されるように考慮した。

映像はシナリオに従って自動録画させた。図書が手前に移動してくる映像と、その図書の頁がべらべらとめくられる映像(図6)は、あらかじめ何種類か作られた開いた本の形をしたCGの物体に、マッピングする表紙や頁の画像だけをかえて録画した。高精細な頁の映像は文書整形システムで表示した。巻物を巻戻す映像(図7)は巻物の写真から再生している。巻物の表面の写真のスキャナ入力し、巻物をCGの物体として作り、表面に画像をマッピングして作成する。巻物をほどく時の波うちは数値計算をし、その結果でCGの物体を波うたせて実現している。

以上の説明の中で用いたスキャナは、図8に記述したデータ入力システムに接続されたフルカラー・スキャナである。この入力のコピーをとるかのように行うことができる。

現在、「孫悟空」で見ることのできる図書の表紙の数は192冊分、内容の一部を見ることのできるものが11冊、高精細表示が64頁分、巻物が1巻である。

## 7. 「孫悟空」開発秘話

[実現しなかった機能]

「孫悟空」の開発が具体的に着手されたのは

1987年10月であった。以来数か月間机上での検討が行われた。その間話し合われた、実現したい機能はたくさんあった。抜粋して紹介する。

■開架式図書室の中をぶらぶら歩きながら、本を探す楽しみ

▲「茶道に関する本集まれ」と指令すると、新しい書架に集まる

■映像の上の本を指し示すと、その本がクローズアップされて内容が見られる

■目次の項目を指すと、その頁が開く

□全国どこの図書館の本も閲覧できる

■その図書館のある町の風景も楽しみたい

■現在のテレビの画像品質では字が読めないもので、有効な方法

□同好の友と同じ書架を持ち、本の内容について議論できる場にしたい

□図書の専門家ばかりでなく、利用する人たちが本の電子化に参加する

□表示された内容をプリンタでカラー印刷し、本として取り出す

□著作権を保護する電子的な管理

▲紙を超え、音楽・声・映像・画像が連動する表現方法

実現する手段についてなど挙げれば限りがないが、以上で大ざっぱには尽くせていると思う。上に挙げた機能のうち、実現できているのはごく一部である。ある程度実現できた項目には「■」印をつけ、まがりなりにも手をつけた項目は「▲」印を、手つかずで残っている項目には「□」印をつけた。重要度とは必ずしも一致していないが、「著作権云々」など実現には社会科学的な検討が重要なものや、「プリンタ云々」など製品開発的な項目は、手つかずで残っている。今後の研究に期待いただきたい。

## 8. 公開後の改造

### 8.1 新しい機能の追加

現在、設計時に話し合いながら実現できなかった項目を、順次実現すべく検討している。特に、

手をつけながら実現までは至らなかった2項目(前節「▲」印)を検討している。

### 8. 1. 1 図書の自動配列

複数種類の分類法で図書を配列することができなかったが、その原因は、用いた図書モデルと図書を配列する処理とがうまく合っていなかったからである。

まず手始めに、表紙画像や頁の画像で表される図書がカタログ情報と結合していなかった点を改良して、新しく追加する図書が書架に自動的に配列できるようにしたい。カタログといえば、JAPAN MARCなどがすぐにも利用できると思う。書誌情報やハイパテキストのような参照関係は、次の段階で扱っていききたい。自動的に索引語を抽出するような(人工知能的な?)機能が完成すれば取り入れるべきだろう。

### 8. 1. 2 ユーザインタフェース

世の中、AV(オーディオ・ビジュアル)時代である。いままではコンピュータ科学・技術が世の中を先導してきたが、これからはAVを駆使しないことには時代遅れ感が生まれ、魅力のないものになる。歩く、方向をかえる、本を取る、そして頁をめくるといった指示をコンピュータに伝えるには、どうするか。コンピュータが検索者に伝えたい情報を、どう表現したらいいのか。「孫悟空」はビジネスの効率アップのためだけのものではないのだから、検索者を楽しませる魅力が必要である。検索のAV化を検討していきたい。

## 8. 2 開発途中で明らかになった技術的課題

「孫悟空」の公開準備をする過程で苦労した部分は、解決されていない技術的課題を暗示している。特に実験用の映像を作る過程で自動化できなかった処理は、改良して自動化していくべきであろう。

### 8. 2. 1 文書整形

図書の頁をVDTに高精細に再現するため、頁ファイルを作成している。文書整形をして頁ファイルを作るときの文章ファイルへのコマンド挿入は、他の目的への文章ファイルの利用を妨げているし、通信や処理のスピードアップのため、頁の

映像を順次詳細化(はじめは粗く、徐々に細かく)できるようにしていきたいという要求とも合わない。新しい頁表現方式を設計したい。

### 8. 2. 2 画像符号化

文字・画像記憶サブシステムには、表紙の画像、頁の画像などの画像が記録されているが、実験で用いたすべての原データが保存されているわけではない。したがって検索した図書すべてを全文サービスできない。ディスク上の表紙の画像は縮小をしてあり、高精細表示では劣化のわかる画像となっている。一方、縮小されてはいても表紙データは映像合成に時間のかかる画像データである。CG処理に向いていて、かつ高精細表示もできるような画像符号化を検討中である。

「孫悟空」は、「電子開架検索」システムの具体例であり、以下のような特徴を持っている。

- ・ 3次元CG映像で表現した仮想図書館
- ・ ISDNによるテレマティーク・サービス
- ・ 一次文献サービス

この8章では、「3次元CG映像で表現した仮想図書館」にまつわる技術課題を挙げてきた。他の二つの特徴にまつわる課題には、ネットワークにのるデータの種類とその相互関係、紙などの形でしか残っていない図書の全頁入力などがある。それらに関していえば、「孫悟空」は図書検索で対話型のコンピュータ生成ビデオ(とオーディオ)を通信するという目標を示し、古文書などは入力画像を文字コードになおさずに、画像のまま保存して検索することへの可能性を示していると言える。

## 9. 「電子開架検索」の夢

(非整然・非論理)

現在行われている図書検索には「論理」に基づいたものと言えよう。誰にでも納得いくものである代わり、面白味がない。例えば、「書名はなにか」、「著者は誰か」、「著者のつけたキーワードの中に××が入っているか」、などの質問による検索

は、「論理」に基づいている。一方我々は(特に著者などは)一度読んだ本を何度も読みかえしたり、「著者のつけたキーワード」は適切でないと文句を言ったりする、「論理」だけでは説明しきれない生き物なのである。あまりに整然としていては息がつかまる。

電子図書館は ISDN などを用いて、オフィスや家庭でも使えるものを目指している。家庭で利用するようになれば、電子図書館は、今の実物の図書館より親しみのあるものになる必要があるのではなかろうか。例えば尊敬する人の蔵書、そのなかにある書き込みや本の並べ方の癖などが見られると、どんなにいいだろう。それは「論理」で表すのは難しいかも知れないが、「利用している人には意味のあるもの」であろう。

「論理」足りて「個性」を知る、とは言えないだろうか。自由に「何か(他人に説明できなくてもいいもの)」に関わる書架を作って共有できる電子図書館が作ればいいと思う。何しろ「論理」じゃない分類なのだからコンピュータは苦勞するだろうが、「電子開架検索」はそんな自由な電子図書館ができたとき、その検索に使えるべく研究を進めていきたい。

## 10. お わ り に

今回の実験公開は、基盤技術を研究しているものにとっては「お祭り」的なものがあった。みんなが技術を持ち寄って見せ合った。その無目的さが、研究をしている者には頼りなかったのだが、しょせんそんな「お祭り」からしか、新技術は生まれないのかも知れない。今後、基礎技術として既に認められている技術の研究もさることながら、人が楽しく便利に図書館を使うための電子技術を見つけ出す試みを、行っていきたいと考えている。

最後に、公開実験の機会を与えてくださり、かつ図書検索のキーについてなど多くの御示唆をいただいた国立国会図書館の方々、方式の提案の段階で議論をしてくれたアメリカ議会図書館のクライエスキ氏とフランス郵電省 CNET のベニー氏、本実験を理解し外部から支えてくださった郵政省技術開発企画課、基盤技術促進センターの方々、そして研究を支えてくれ、公開実験に協力してくれたテレマティーク国際研のメンバに誌上を借りて深く感謝の意を表す。

## 参 照 文 献

- 1) M. SATO et al. Open-shelf Inspection Service on Telematic Libraries. 4th IWT, Caen May 1988.
- 2) J. Conklin. Hypertext : An Introduction and Survey. Computer. Sep. 17-41 (1987)
- 3) G. Guillet. MIT Media Laboratory (video disk). the Media Laboretory.
- 4) 山田和夫 他. 電子図書館利用意識調査結果について. 電気学会通信研究会. CMN-89-6. 函館. 1989
- 5) 日経コンピュータ. ハイパーメディアの登場がマルチメディア時代の幕を開く. 日経コンピュータ. 1.2 32-50. (1989)

# アニメーションを使った電子図書検索

## —「孫悟空」図書システムの概要—

佐藤 衛	和田 政敏
谷脇 芳正	鷺沢 輝芳
良永 剛	小池 信彦
岩淵 保	岸本 重治
村主 行康	

### 1. はじめに

書名・著者名などのカタログ情報や書誌情報だけでなく図書のページを電子的に保存し、一般に提供するような電子図書館があれば、希望の図書をオフィスや家庭にしながら瞬時に利用する(読む)ことができる。家庭で利用するようになれば、電子図書館は今の実物の図書館より以上に親しみがもてるものになる必要があるだろう。今までの図書館にあった制約、時間的なものや地域的なもの、多くの人が1つの場所で共同利用することによるものなどが、通信技術やコンピュータ技術の進歩によって取り除かれるだろう。しかもそれは必ずしも無味乾燥に電子化された未来ではない。たとえば書棚の間を歩き回って得た「本をさがすトキメキ」や「未知の本に偶然出会ったときの喜び」などが電子図書館では今よりもっと自由に得ることができるようになる。1988年11月21日から12月10日まで、㈱テレマティーク国際研究所は以上のような考えに基づいた「電子図書検索実験システム」の公開実験をおこなった(写真1)。本稿では公開実験の概要を述べた後、用いた図書のデータ形式の説明など「ソフトウェア」について述べる。実験装置の構成など「ハードウェア」の詳しい説明は別の場所に発表した(参考文献2)ので参照願いたい。

Mamoru Sato (㈱テレマティーク国際研究所),  
Masatoshi Wada (同,主任研究員), Yoshimasa  
Taniwaki (同,主任研究員), Teruyoshi Washizawa  
(同), Takeshi Yoshinaga (同), Nobuhiko Koike (同),  
Tamotsu Iwabuchi (同,主任研究員), Juji Kishimoto  
(同,第二研究部長), Yukiyasu Suguri (同,研究  
本部長)

1989. 02. 16受理

### 2. 実験システム「孫悟空」の特徴

このシステムの公開は将来の電子図書館が図書の倉庫にならないようにする技術の公開実験であった。

それは効率だけを考えず、人々を楽しませるような電子図書館である。通信によって、家庭で図書館の映像が見られ、利用者は映像の書棚の中を歩いて検索する。映像の中の本を選んでビデオ・ディスプレイ端末(VDT)で閲覧もできる。映像はコンピュータ・グラフィクス(CG)で作られていて、現実にはない図書館も作れる。この実験システムは遠隔地にある図書館にも一瞬のうちにいき、その中をとびまわる様子を仙術を駆使する「孫悟空」になぞらえて、それを愛称にしている(以下このシステムを「孫悟空」と記す)。

最初に、「孫悟空」のねらっている所について述べたい。電子図書の検索といってもいろいろな方法が考えられるだろうが、分類についての知識を持っていない人のためには書棚の間を歩いて目標の図書を検索するのが便利である。それに、特別に目標の図書がない場合に書棚を眺めながら漠然としていた希望の図書を見つけ出して閲覧するのはとても楽しいことである。しかし、こんにち図書館を電子化する過程では、書棚を眺め見る事を通じて図書を検索することは見逃されている。「孫悟空」は「電子図書館に於ける開架検索<sup>(1)</sup>」として発表した、「トキメキや喜び」を提供する検索方式の実験的なシステムである。本物の図書館を撮影したかのようなCGの映像を表示して図書を選ばせる。「孫悟空」は以下の機能を有している。

- ・複数の図書館を再現し、VDTに表示する
- ・図書館の雰囲気(周りの景色など)を出す
- ・本物そっくりの本を書架に並べる
- ・「べらべらめくり\*」をする
- ・本文をVDTで読めるように表示する



写真1 公開実験の全景  
(端末装置)

- ・映像と同期した音声で案内をする
- ・指示を解析して表示する映像を選択する

注\*本頁を高速に次々と表示して利用者に見せることを示している。この表示を見て利用者は求める本であるかどうか、また求める頁がどれであるかあたりをつけることができる。立ち読み機能といかえてもよい。

### 3. システム構成・公開実験の内容

これらの機能は、動画像作成、動画ファイル、文字・静止画処理、音声処理の4つのコンピュータシステムを結合したセンタと利用者端末とで実現されている。動画および静止画表示は利用者端末のディスプレイ上になされる。音声はコンパクト・ディスク品質のステレオで利用者端末のスピーカから流される。利用者は利用者端末の「マウス」で映像の中を指し示して指示を与える。図1は「孫悟空」のシステム構成図である。詳細は参考文献<sup>(2)</sup>を参照願いたい。

このシステムを使って公開実験したデモンストレーション・プログラムは以下のようなものであった。

実験用のビデオプロジェクタ(写真1)にいくつかの図書館の外観の映像が表示される。その内の一つの内部に入っていく、さらに社会科学の閲覧室に入っていく。そこには図書が開架展示されており、書架を眺めながら閲覧室の中を歩く。書架に近寄って立ち止まる(写真2)と、民話の本が手前に移動してくる。その図書のカラー口絵がべらべらとめくられ、何頁かが本文の文字が読める高精細映像で表示される(図2)。目次を表示して頁を選んで高精細映像を表示したり、

絵巻物を巻戻しながら表示もした(写真3)。これらの映像と同期して音声による案内がなされた。

このとき、映像・文字・音声のデータベースすなわちセンタ機能は、東京都港区にある糺テレマティーク国際研究所に置かれていた。利用者端末を設置させていただいた東京都千代田区の国立国会図書館とは専用の光ケーブルとISDNを用いて通信を行った(図1)。遠隔地での利用も一応できるわけである。

### 4. 「孫悟空」の図書データ

「孫悟空」では映像を見せて、視覚的な記憶や印象を検索のキーに用いる。それには図書の表紙の画像を利用している。検索用映像の中の仮想的な閲覧室には書架が並んでおり、書架には図書が表紙を手前に見せて置かれている。図書はカタログ情報、書誌情報や内容(本文も図版・写真も含む)の他に表紙の絵でも特徴づけられている。

「孫悟空」では図書の基礎データとして、

- ・検索映像作成用画像データ(表紙、口絵など)
- ・高精細表示用内容データ(本文及び画像)
- ・カタログデータ

を用いている。それらについて説明して行きたい。

#### 4.1. 検索映像作成用画像データ

まず検索用の動画を作成するための画像データについて説明する。「孫悟空」の動画は家庭用のビデオと同じ信号(NTSC)を用いている。CG処理で640 x 480ドット、RGB3色各々256階調(フルカラー)の画像を生成し、すこしずつ動きを加えて動画にする。

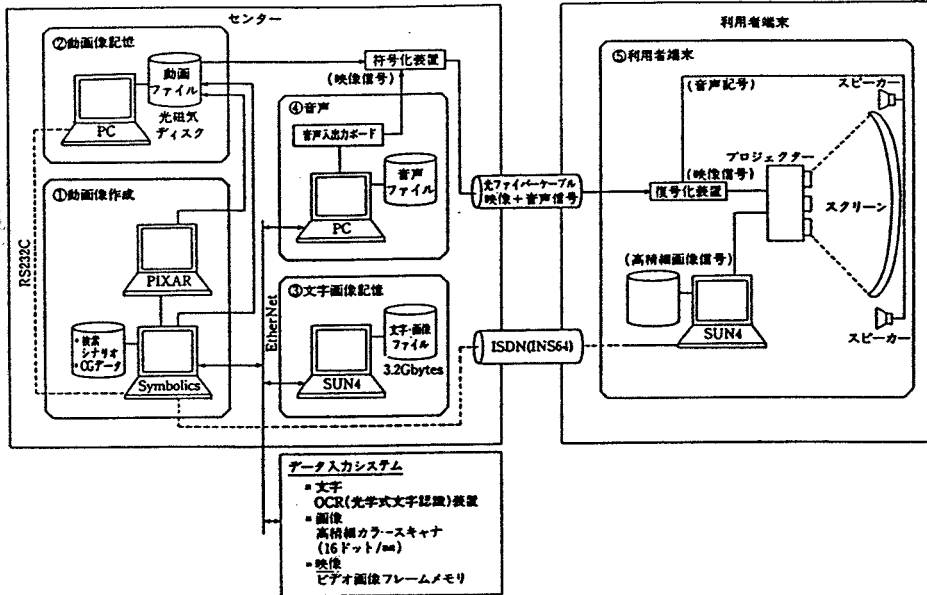


図1 「孫悟空」のシステム構成図 (情報管理, Vol 31, No.12, p. 8より転載)

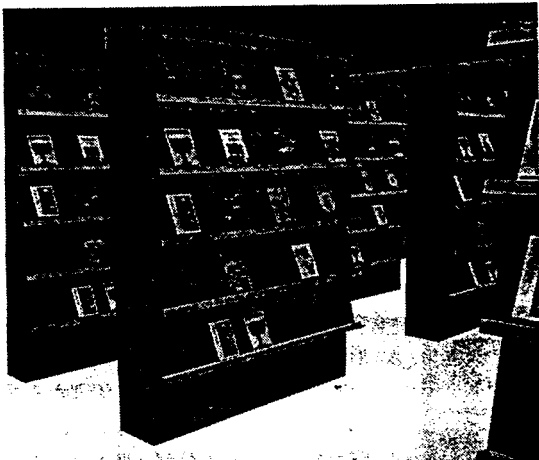


写真2 書架に近寄って立つ止まる

たとえば「べらべらめくり」を実現しているが、口絵や本文をそのまま取り込んで画像データにして少しずつ開き方の違う図書の映像上の頁に合成した。これを順次表示したのである。

現在取り込むことが可能な画像データははるかに高品位\*\*なのだが、3次元画像処理で遠近感も表現するため、きまった大きさに規格化された画像のほうが扱い易い。そこで動画作成用の画像はどれも横512ド

ット、縦512ドットのRGB3色各々256階調、すなわち768Kバイトに規格化している。画面全体でも横640ドット×縦480ドットのRGB3色各々256階調なので素材のデータとしてはこれで充分である。この画像データは1枚の画像を1つのファイルとして保存されている。公開実験で用いた民話の本はカラー頁が32頁あったので、この画像ファイルは表紙とあわせて33個、約25Mバイトとなった。

注\*\* 画像はカラー画像読み取り機で実物の図書から得た。もちいた画像読み取り装置では、図書の表紙や頁は1mmに16ドットの解像度、RGB3色各々256階調で取り込まれる。これは簡易印刷などの応用には充分使えるほどの品質である。しかし、このままではA4版の図書1頁約45Mバイトのデータ量であり、CD-ROMを使ってさえ10頁ぐらいしか保存できない。やはり美しいデータを保存しておきたいので、今後の画像圧縮符号化(これはテレマティーク国際研究所の重要なテーマとなっている)と記憶装置の高密度化に期待したい。

#### 4.2 高精細表示用内容データ

前節の画像データは家庭用のビデオ程度の品質を考えているので、紙に印刷された文字や画像の精細度とは程遠く、頁の内容に文字があっても読むのは難しい。

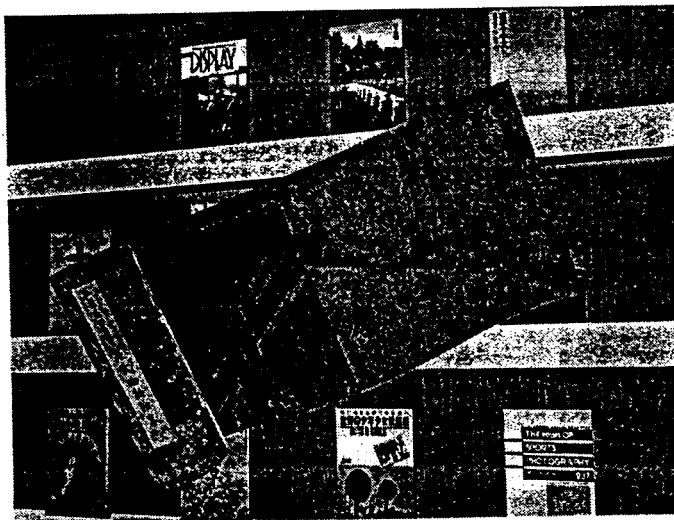
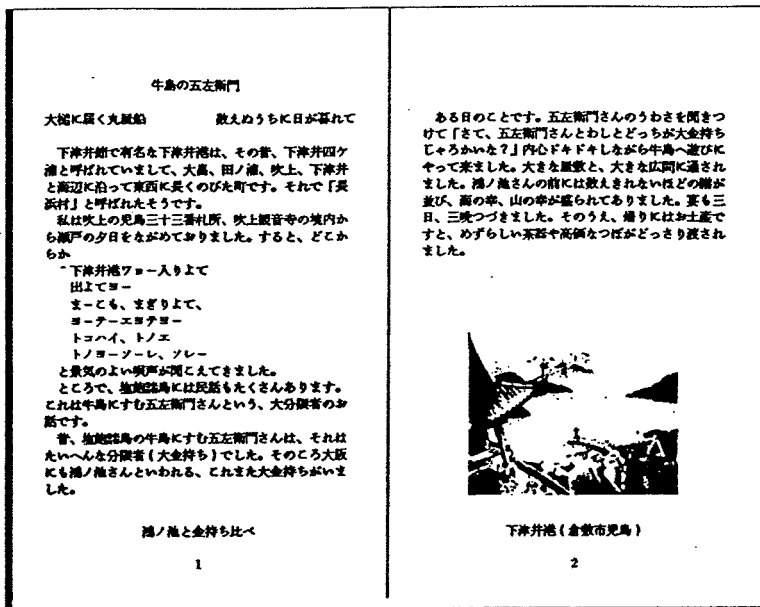


写真 3 絵巻物を巻戻す

本文を読むためには違ったデータの保存を考えなくてはならない。そこで「孫悟空」では読むための本文はできるだけ文字コードで保存している。文字コードで保存した方が記憶容量がちいさいし、画像として保存しては索引を作るなど記号処理をするとき不便だからである(まず文字認識をしなくてはならない)。内容データは、本文を文字コード(JIS)で表したも

図 2 高精細画像のハードコピーのときし絵の画像データから構成される。

#### 4.2.1. 本文

本文は文字コードで保存するが、文字コードであると、VDTに表示するときは文字の形を画像として作り出すことが必要である。「孫悟空」ではパソコン程度の表示ではなく、実物の頁さながらの表示にしたいので、文書整形システムとして有名なTeX<sup>(4)</sup>を用いている。TeXは元々紙に印刷する原稿などをコンピュータで作る目的で作成されたシステムだが、紙に出力する前に出来上りを確かめるためVDTに表示するプログラム(プレビューアと呼んでいる)を作ることができる。「孫悟空」ではさし絵などのカラー画像とカラー文字を扱えるように改造したプレビューアを用いている。TeXを用いると本文の文字データの中に、文字の大きさ指定やさし絵のための枠空け指定などのTeXに対する命令を挿入でき、

頁レイアウトが可能となる。

内容の本文データの例を図3に示す。下線の引いてある箇所がTeX用の命令であり、波線の引いてあるの



はさし絵画像ファイル名(次節参照)である。このデータを処理すると図2の頁画面を得る。この民話の本の場合、本文データは2頁分で平均2kバイトである。

#### 4.2.2 さし絵

内容の中にあるさし絵には4.1.で説明した動画用画像データのように規格化せず、大きさは自由で、きまった解像度のデータを用いている。これなら本文の表示と同じくらいの速度で表示ができるからである。解像度は用いているVDTの性能からきまった。「孫悟空」で用いたVDTは1mmに約3.2ドットの解像度で、フルカラー(1677万色)の内256色を表示できる。さし絵用の画像データの型はこの条件のものである。

しかし、他のVDTにも対応できるようにさし絵画像ファイルには画像データとその意味(画像の縦横のドット数、カラー情報、解像度など)が付加されている。画像のデータに引続き、データの大きさ、画像の縦ドット数、横ドット数、1ドットを表現するビット数と文字による説明(解像度などの注釈しておく)が1つのファイルになっている。図2の挿絵は316x250ドットで77kバイトである。

#### 4.3 カタログデータ

カタログデータは、検索途中でその図書についての一般的な知識を得たくなるときに書名、著者名などを知らせるのに使う。(表紙画像のない図書については、カタログと前節のTeXシステムを用いて文字からなる表紙を作ることもできる。)また、カタログは「孫悟空」図書館の構成を決めるときの重要な情報源である。

「孫悟空」ではJMARcを用いている。CD-ROM版のJMARcを扱えるパソコンがセンタ内のLANにつながっており、データを「孫悟空」にダウンロードしている。ダウンロードされたMARc情報は文字のまままとめてファイルに書かれている。ファイル内では1冊の図書は、図書の名前と1冊分のMARcで表される。1冊分のカタログデータは平均500バイト程度である。

#### 5 「孫悟空」の図書館を構築する

「孫悟空」は映像による図書館を作るので、陳列したい図書を集め、部屋や書棚に配列するため分類する。分類とは別に映像化するために図書館の特徴を設計する。たとえば書棚の大きさや図書を乗せる段の数、外

```
%
%
\loadjfontYsevendg=dg10
\magnification=Ymagstep0
\hsize=4.5cm \vsize=10.8cm
\parindent=0mm
\leftskip -1.7cm
\rightskip -1.7cm
\pageno=1

\headline={\ifodd\pageno
\Ysevendg\Yhfill 牛島の五左衛門 \Yhfill}
\Yfi}
\Ysevendg
\Ybigskip
大塚に属く丸屋船
\Yhfill {数えぬうちに日が暮れて} \Ypar
\Ybigskip
```

下津井節で有名な下津井港は、その昔、下津井四ヶ浦と呼ばれていて、大島、田ノ浦、吹上、下津井と海辺に沿って東西に長くのびた町です。それで「長浜村」と呼ばれたそうです。私は吹上の児島三十三番札所、吹上観音寺の境内から瀬戸の夕日をながめておりました。すると、どこからか

下津井港ウォー入りよて 出よてヨー まーこも、まぎりよて、 ヨーテーエヨテヨ トコハイ、トノエ トノヨーソーレ、ソレー と景気のよい明声が聞こえてきました。 ところで、惣持猪島には民話もたくさんあります。これは牛島にすむ五左衛門さんという、大分県のお

昔、惣持猪島の牛島にすむ五左衛門さんは、それたいへんな分限者(大金持ち)でした。そのころ大にも瀬ノ池さんといわれる、これまた大金持ちがい

ある日のことです。五左衛門さんのうわさを聞きつけて「さて、五左衛門さんとおしとどっちが じゃろかいな?」内心ドキドキしながら牛島へ遊びやってきました。大きな屋敷と、大きな広場に運びました。瀬ノ池さんの前には数えきれないほどの船が並び、海の幸、山の幸が盛られておりました。宴も三、三晩つきました。そのうえ、帰りにお土産すと、めずらしい楽器や高価なつぼがどっさり渡

```
\Yvfill
\Ycenterline{下津井港(倉敷市児島)}
\Yspecial{ohhashi1_ras216_100_480}
\Yeject
```

```
↓
\Yend
```

図3 本文データの例

親と周辺の映像などを決めている。今はまだ外観と内部の構造との整合性は取れていない。

### 5.1. 分類

「孫悟空」の1つの図書館はツリー構造をした分類になっている。たとえばこの分類は J MARC の中にある情報を用いて作られる。分類はさらに細目の分類を表すファイル名とその分類に直に含まれる図書の名前とからなるファイルで表されている。

「孫悟空」の分類用ファイルの例を図4に示す。「shakai」がこの分類の名前であり、「./seiji」、「./houritu」が細目の分類のファイル名、「ohhashi」は民話の本につけられた図書の名前である。公開実験では、日本十進分類法に似せた分類をしたが、類目で分類しただけである。その時は./seijiなど網目の分類用ファイルは空で、shakai という類目の分類用ファイルに図書の名前を記入している。もし、網目まで分類するならば、たとえば ohhashi という名前を ./fuuzoku という網目の分類ファイルに記入し、./fuuzoku という名前を shakai のファイルに記入する。

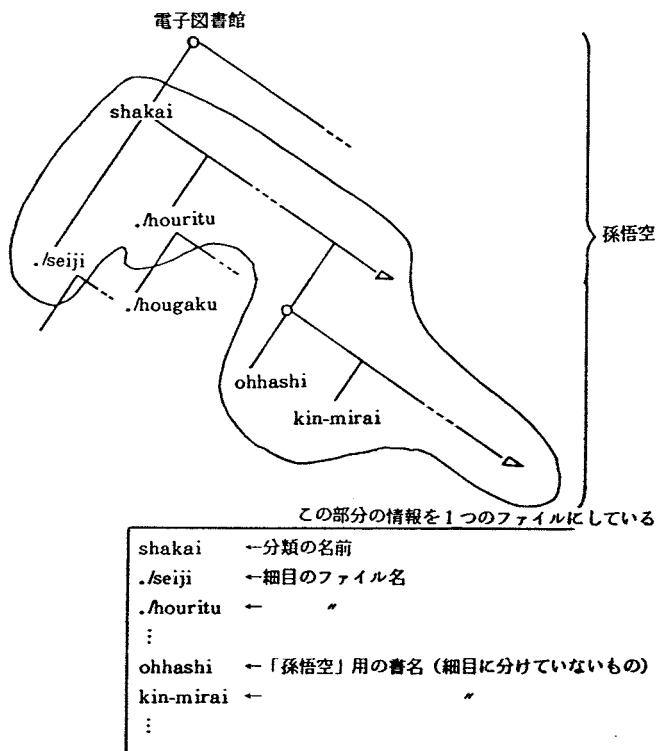


図4 分類のためのファイル

### 5.2. 図書館の映像

「孫悟空」は利用者に5.1で述べた分類で分けられた部屋などを持つ図書館を提供する。図書館の内部は5.1の分類によって設計される。公開実験では1つの分類は1つの部屋を与えられていた。そして6つの類目による分類があったので6つの部屋を作った。

図書館の周辺映像と外観の映像は実際に撮影してきたビデオを使っている。VTRで記録してきた映像を動画ファイル装置にコピーしている。このデータは動画ファイル装置のアドレスとフレーム数で指定される。

図書館の内部映像は動画表示を行っていたが、CGで検索映像を作りながら表示していたのではない。動画ファイル装置にあらかじめCGで作った検索用映像を何種類か録画して置き、利用者の指示によって再生順序を変えながら再生してあたかも意志通り動くようにした(超高速CGコンピュータがあれば苦労しないのだが……)。図書館内部では

- 部屋の入口まで他の部屋を眺めながら進む

- 画面に10冊程度(実際は12冊)の本がアップになるまで書棚に近づく
  - 本を一冊取って開く
  - 順方向に「べらべら」めくる(途中停止可)
- という映像を作っておき、
- 部屋を選ぶ
  - 近づく場所を選ぶ
  - 本を選ぶ
  - 高速めくり、逆めくりなど

を指示して目標の頁を見つける。図書の頁番号と動画ファイル装置のアドレスとは対応がついているので、「孫悟空」はいま何頁が表示されているか知っている。そこで指示があればその頁の高精細表示をすることができる。

### 5.3. 図書館の音声

図書館は静かなものであるが、「孫悟空」が家庭で使われるようになれば、他に遠慮するべき人もいないだろうから、音も利用できるようになる。図書の朗読

などいずれ可能になるだろうが、「孫悟空」では検索映像の補助として使っている。現在のシステムでは利用者が動作を指示できるのは、映像の限られた箇所である。その箇所に来るとき、音声による案内が流され、指示の入力を促進する。音声はデジタル化されており、音声ファイルとして保存されている。「孫悟空」は音声処理装置にファイル名を指示して再生をする。

## 6. 課題・終わりに

「孫悟空」で用いた図書・図書館モデルの現状について説明させていただいた。今後はデータを充実させ試験運用を繰り返しながら、より自由な形態の図書館を提供できるようにして行きたい。

より自由な形態としてまず分類の多様化を考えている。本物の図書館では高々数冊しか同じ図書は持たない。したがって開架型閲覧をサービスしていても、それはある限られた属性での並びに限られる。しかし電子図書館では事実上無限の種類と並びが実現できる。将来の「孫悟空」では並びの種類をふやしたい。その場で生成することもできるのではないか。しかし多くの種類の並びを実現して利用するには、利用者の興味や見地をプログラムする考察がいるだろう。そしてさらには利用者が新しい並びを作る機能を実現すれば、実際と同じに図書を書棚におけばいいようにできるだろう。ここまで可能になれば、「孫悟空」を使って筆者らの書斎（現実には残念ながら持っていないが）ぐらいは楽しく管理できるようになるのではないだろうか。

また、今の「孫悟空」はCGがリアルタイムにできないので代わりにあらかじめCGでつくり置いた動画ファイル即ちビデオを使っている。つまり「孫悟空」では図書館や書棚など分類された図書の塊は対話型のビデオであると考えることができる。さて、ビデオなら書棚に置くこともできる。「孫悟空」では階層的なツリー構造の分類をしていたが、そんな図書館を書棚に並べればもっと複雑な分類を表現できるようになるのではないだろうか。対話型ビデオなど、新しい形態の図書には電子図書館があって初めて提供可能になってくるものがある。逆に電子図書館はそれによって紙の図書のコピーの倉庫からぬけだし、独特の知識を作り出して行ける。どんな新しい形態の図書ができるかは我々技術者だけではわからない問題であるが、利用できそうな「メディア」に関する研究はこれから一層進めて行きたい。

㈱テレマティーク国際研究所は未来の図書館実現のための基礎技術、たとえば「孫悟空」、文字や音の認識入力技術、カラー画像圧縮符号化、自動抄録作成、通信ネットワークなどを研究している。まだまだ道は遠いのだが、独自の知識を持った現在の図書館が将来立地条件などの物理的な制約を受けずにその特色を思いきり伸ばしていけるような技術の完成を目指している。

## 7. 謝辞

「孫悟空」の公開実験の機会を与えてくださった国立国会図書館の方々、アイデアの段階で議論をいただいたアメリカ議会図書館のクライエスキ氏とフランス郵電省 cnet のベニー氏、本研究を理解し支えてくださった郵政省技術開発企画課、基盤技術促進センターの方々に紙上を借りて深く感謝いたします。

### 〔参考文献〕

- (1) M.SATO et al., "Open-shelf Inspection Service on Telematic Libraries," 4th IWT, Caen May 1988.
- (2) 佐藤衛, 岸本重治, 「未来の電子図書館『孫悟空』」  
情報管理, Vol. 31 No. 12  
平成元年3月
- (3) 山田和夫 他  
「電子図書館利用意識調査結果に付いて」  
電気学会通信研究会 CMN-89-6, 函館  
平成元年2月
- (4) D.E. Knuth, "The TeXbook"  
Addison-Wesley, 1984
- (5) ジャネット フィデリオ  
「連載講座ハイパーテキスト第1回」  
日経バイト January 1989  
pp. 247 - 260.

