

---

# 電子図書館におけるデータ管理フレームワーク

A Data Management Framework for Digital Libraries

金崎 克己\* 関 暁薇\* 白田 由香利\*

Katsumi KANASAKI Xiaowei KAN Yukari SHIROTA

---

## 要 旨

電子図書館ではさまざまな資料を電子化する必要があるが、これを統一的に扱えるデータ管理のフレームワークを提案する。このフレームワークは、全文が電子化された資料から全く電子化されていない資料まで一貫性を持って管理でき、その差を意識せずに検索することを可能とする。また、資料の電子化の際に重要な課題となる知的所有権の保護のため、アクセス制御やアクセス記録が可能となっている。

このフレームワークのもとで資料の目録情報、目次情報、およびコンテンツデータが管理されるが、これらの情報を入力、検索するための負荷分散可能なアーキテクチャーについても論ずる。検索インターフェースにはWorld-Wide Webを使用し、インターネットから広く利用可能にしている。

## ABSTRACT

Of the work involved in building a digital library is to bring the library materials in a paper format on-line. In the process, the contents of each material may be in a different stage of digitization - fully on line, only partially on line, or not at all. In this paper, we propose a framework for data management that allows unified treatment of library materials with various degrees of digitization. With the use of this framework, users can search all materials in a unified manner, regardless the digitization differences. Also, the framework supports access control and logging for intellectual property rights protection, one of the most important requirements in managing on-line materials.

We describe how catalogs, table of contents, and contents of library materials are managed in the proposed framework, and distributed architecture for managing input and search. For the user interface for search, we use the World-Wide Web, which allows access from the Internet.

---

\* 研究開発本部 ソフトウェア研究所  
Software Research Center, Research and Development Group

## 1. 背景と目的

インターネット上の重要なアプリケーションとして電子図書館が注目されている。米国ではカーネギーメロン大学、カリフォルニア大学バークレー校、同サンタバーバラ校、イリノイ大学、ミシガン大学、スタンフォード大学が参加してDigital Library Initiative<sup>1)</sup>が組織され、各大学で研究が進められているほか、議会図書館<sup>2)</sup>をはじめとする各所でプロジェクトが進められている。日本でも、京都大学<sup>3)</sup>、学術情報センター<sup>4)</sup>、国立国会図書館<sup>5)</sup>、奈良先端科学技術大学院大学<sup>6)</sup> <sup>7)</sup>などで電子図書館が構築されている。

電子図書館とは、図書館の果たすべきサービスをネットワーク上で享受できるようにするシステムということができる。ここで図書館の果たすべきサービスとして何を考えるかにより、人によって解釈がまちまちとなるが、保存されている資料の内容にネットワークから直接アクセスできることが基本的な要件と考えられる。これは、図書館の閲覧のサービスをオンライン化したものと位置づけることができる。

現実の図書館で資料を電子化する場合、大きな問題となる点が次のようにいくつかある。

第一には、情報を整理する体系が整備されていないことである。World-Wide Webの急速な普及に伴い、図書館からインターネットへ情報発信する例も多くなっている。しかし、図書館における図書の目録や配架が体系化されているのに対して、電子化情報の提示方法は体系化されておらず、個々のケースごとに試行錯誤している状態である。

第二に、入力作業の業務量が大きいことである。既存の資料を電子化する場合、たとえば図書の全ページをイメージスキャナーで入力することになるが、その業務量は大きく、従来の業務を圧迫することにもなる。今後電子的に作成される資料を収集することを考えても、その収集作業を体系化することは容易でない。結局、短期間で大量に電子化することは難しいため、従来の形態での資料と一部の電子化資料を合わせてサービスする必要がある。

第三に、知的所有権の処理が容易でないことである。著作権や著作権といった権利が電子図書館においてどのように保護されるべきかという問題は未解決である。このため、現在図書館で電子化が進められているのは、図書館で作成する資料および古い資料が中心となっている。このほかの資料では、著作権者や出版社と交渉したうえでアクセス制御を行う必要がある。今後の方向として課金も考えられるが、従来の図書館は無料が原則であったことから、実現にはなお紆余曲折が予想される。

これらの点に鑑み、われわれは非電子化資料と電子化

資料の混在が可能で、知的所有権の保護も可能であるような、電子図書館における情報組織化の枠組を提供することを目的として研究を行った。

## 2. 技術

電子図書館の閲覧機能に対する要求を述べ、それを満足させる技術として、目録とコンテンツの統合フレームワーク、知的所有権の保護、およびアーキテクチャーについて論ずる。

### 2-1 電子図書館への要求

電子図書館の閲覧機能に対しては、利用者と図書館の両方からさまざまな要求がある。

- (1) 電子図書館はどこからでもいつでも誰でも利用できること

研究室のワークステーションで別の仕事をしつつ、電子図書館にアクセスして閲覧や検索ができることが期待されている。電子図書館が従来の図書館と最も異なる点は、図書館の建物まで行く必要がないというところであり、つぎに休日や夜間でも利用できるというところである。一方、従来の図書館が公開されていたのと同じように電子図書館も基本的には公開されたものであり、誰でも使える必要がある。

- (2) 画像などのマルチメディア情報にアクセスできること

図書館には図書や雑誌に加えて、視聴覚資料やCD-ROMも所蔵されている。こういった多種多様な情報の利用が期待されている。テキストが主体の図書や雑誌についても、イメージスキャナーなどで入力した画像を保存し、それを表示できる必要がある。

- (3) 一貫性のあるユーザーインターフェースをもつこと

電子図書館で電子化される資料はさまざまであり、その性質によって最適なユーザーインターフェースが異なってくることも考えられる。しかし、横断的に検索したいことがあることから見ても、同じ種類の機能は統一されたインターフェースで提供されていることが望ましい。

- (4) 従来の図書館サービスと電子図書館サービスが統合されていること

これには2つの意味がある。利用者から見た場合、たとえば従来の目録と電子図書館の目録の両方を検索しなければならないのでは不便である。図書館から見た場合、たとえば電子図書館システムで資料を電子化するにあたって、従来の図書館システムで作られた目録が使えなければ無駄な業務が発生してしまう。

- (5) 部分的な運用が可能であること  
これは前項と関連するが、電子図書館サービスは業務量や知的所有権の問題がクリアできたものから順次運用できる必要がある。たとえば全文は入力しないが目次までは入力するといった段階が考えられる。また、電子化された資料と電子化されていない資料は混在していることになる。
- (6) 知的所有権を保護する機能を持つこと  
知的所有権の問題は、電子図書館において従来の図書館より一層難しいものとなっている<sup>9)</sup>。現状では電子図書館での扱いについてのコンセンサスが得られておらず、個々のケースについて著作権者と交渉しているという状況である。少なくとも、著作権者が要求する各種のアクセス制御を実現できる必要がある。
- (7) 規模の拡大やサービスの種類の拡大が容易であること  
電子図書館は今後も継続して拡張されるので、その拡張に耐え得るアーキテクチャーが求められている。大量のデータを扱うので、負荷分散も重要である。

2-2 目録とコンテンツの統合フレームワーク

一貫性のあるユーザーインターフェースを実現するには、電子図書館で管理すべきデータについて、一貫性のあるフレームワークが必要となる。このフレームワークは電子化された資料と電子化されていない資料を扱える必要がある。

ここでは、電子図書館で扱うオブジェクトをFig.1に示すようにモデル化することを提案する。三角形のつ

いたリンクはクラス階層を表している。他のリンクはオブジェクト間の関係を示している。リンク端の黒丸の有無は、1対多関係と多対多関係の区別を示している。

通常目録システムは図書(単行資料と呼ぶのが正確である。視聴覚資料も含む)と雑誌(逐次刊行物)の書誌と所蔵データに加え、雑誌については巻号単位のデータを管理している。電子図書館では、他にもオブジェクトが多数必要となる。図書ないし雑誌の巻号を出版物と総称するとして、出版物には目次がついている。目次の各項目は、個別の著作とみなすことのできる記事と、そのほかの見出しとに分類される。

一方、出版物のコンテンツは要素の集合体と考える。冊子体で出版されたものでは、ページを要素とすることができる。最初から電子的に作成されたものでは、ファイルを要素とすることができる。記事は要素の集合に対応づけられており、たとえばそのいずれかの要素に含まれる文字列から記事を検索することができる。これに対し、見出しはある要素へのリンクとして機能する。なお、1要素に複数の記事や見出しが対応していることもある。

このフレームワークにまとめることにより、新しい種類の電子化の都度、検索対象の種類が増えてしまうといった事態は避けられる。しかし、少なくとも、図書書誌、雑誌書誌、雑誌巻号、および記事は検索対象となるため、検索のインターフェースでは工夫が必要となる。実際、通常目録検索においても、年鑑を探したいときに図書と雑誌のどちらを検索すればよいかわからないといったことがあり、図書と雑誌を横断的に検索したいとの要求がある。電子図書館環境では、あるトピックについての図書と雑誌記事の両方を検索したいこともあり、横断検

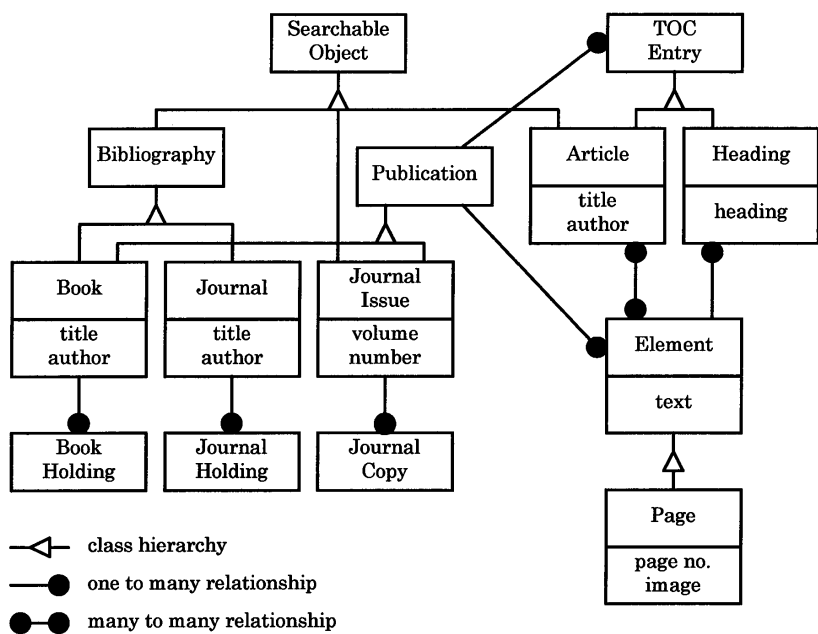


Fig.1 Schema of objects in digital libraries



索の要求はより強いものと考えられる。

また、通常目録検索では書誌を検索した後に所蔵データとその貸し出し状況を表示する程度であるが、電子図書館においては、前述のオブジェクト群をたどりながら閲覧することになる。

幸い、World-Wide Web (WWW)の提供するHTMLとハイパーリンクを利用することによって、これらの条件を満たすユーザーインターフェースを作成することは難しくない。横断検索の結果は、図書、雑誌名、雑誌、記事といった見出しの下にそれぞれの検索結果一覧を置くことでまとめられる。関連オブジェクトをたどる操作はハイパーリンクをたどる操作として実現できる。

横断検索を実現するには、検索語の与えかたを統一する必要がある。たとえばあるトピックから図書と雑誌記事を検索する場合、入力された検索語が図書の検索でも雑誌記事の検索でも使われるようにしなければならない。

利用者が検索語を与える場合、タイトルなのか著者名なのか出版年なのかといった検索語の役割を認識している場合と、漠然と関連資料を検索したい場合がある。前者については、通常目録検索にみられるように、検索項目ごとに条件が設定できることが望ましい。従来の目録検索にない検索対象として出版物に含まれる記事があるが、これについてもタイトル、著者名は目次情報からとることができ、出版年は図書の刊行年ないし雑誌の発行日の情報を使用できる。

これに対して、漠然とトピックを与える場合の検索については、WWW検索エンジンで一般的に見られるように、検索語だけを入力させ、どの検索項目を使うかは完全にシステムで決めてしまうことが考えられる。これは単純であるが、書誌項目での検索とするか全文検索とするかが制御できないと、検索意図に合致しない検索結果が増えることと、検索性能が低下することとが問題となる。ここでは、利用者が以下の3レベルを選択できる方式を提案する。

- (1) 書誌事項に現れる場合  
件名などの書誌事項中に現れる場合は、それを主題としていることが期待されるが、重要な資料を落としてしまう可能性も高い。
- (2) アブストラクトおよび目次に現れる場合  
(1)と(3)の中間のレベルとして、アブストラクトや目次に現れるものを検索する。とくに見出しには重要な語が挙げられている可能性が高い。
- (3) 全文中に現れる場合  
最も広く探すには検索語が全文中に現れる場合をすべて求めることになるが、その語について適切な説明のなされている箇所はそのごく一部である。  
それぞれのレベルでの検索は、Fig.1のオブジェクト

を関係に沿って検索キーから検索対象までたどることで実現される。実際の上位レベルでの検索では、下位レベルでの検索結果を包含していることを保証するため、下位レベルの検索条件を含めて検索する。

このようにして、これまでデータベースサービスで別々に提供されてきた書誌検索、目次検索、抄録検索、全文検索のサービスが単一のユーザーインターフェースから利用できることとなる。これは利用者の負担を軽減するために重要である。

### 2.3 知的所有権の保護

本節では、著作権をはじめとする知的所有権を保護するための機構について論ずる。電子図書館においては、データの完全なコピーが容易であることから、これまでの知的所有権の運用で想定してきたバランスが崩れることになる。今後どのような運用が一般的となるか不透明な状態であるが、いずれにせよ知的所有権を管理できる機構が必要となることは間違いない。

第一に必要なのはアクセス制御である。アクセスする利用者、アクセスされる著作物、アクセスの方法の組み合わせに対して、許可されるかが決まる。それぞれをグルーピングすることによって組み合わせの数を減らし、管理のオーバーヘッドを軽減することができる。

利用者のグループとしては、所定の誓約書を提出した利用者や、特定の学協会のメンバーといったものが考えられる。利用者は複数の利用者グループに所属することができる。

著作物は出版社や学協会など著作権者との許諾条件によってグルーピングされるので、書誌に対して単一のアクセス権区分を設定することで効率的に運用できる。記事や記事中の写真、あるいは広告などの単位で権利者による許諾条件を追加する必要がある場合も想定されるが、このモデル化は今後の課題である。

アクセス方法として現在区別しているのは以下の型である。これは今後も拡張できる必要がある。

- (1) オリジナルの電子化データへのアクセス  
ページイメージの場合、高解像度のファイルへのアクセスを意味している。WWWでアクセスできるものはダウンロードできるので、完全なコピーを入手することができることになる。
- (2) 低解像度のイメージへのアクセス  
ページイメージをWWWのインラインイメージとして表示する場合には、画面上での一覧性を確保するため、オリジナルより低解像度のイメージデータを使用する。
- (3) 印刷  
WWWのブラウザーにデータを送ることなく、サーバー側で印刷するものである。これは、従来の複写

機によるコピーに近い権利と考えられる。

#### (4) ビデオの再生

アクセス制御の前提として利用者の認証が必要となるが、必ず認証することになると、フリーにアクセスが認められている著作物についてもシステムに登録された利用者でないと利用できなくなってしまう。これは、インターネット上での情報発信の観点から好ましくないうえに、図書館の公開の原則にも合致しない。このため、著作物のアクセス権区分としてフリーというものを用意し、これに対しては利用者認証を行うべきでない。

アクセス制御に加えてアクセスの記録をとることも知的所有権管理のために重要である。アクセス制御の過程で利用者名やアクセスの型がわかるので、ここでアクセスの記録をとることができる。具体的には、日時、利用者名、ホスト名、出版社名、タイトル、巻号、ページ番号、アクセスの型を記録している。将来はこの記録に基づいて課金することも考えられる。この記録は、電子図書館の今後の利用形態を考える上で重要な統計情報を得るためにも使用できる。

このほか、書誌事項と合わせて権利表示を管理し、閲覧するときの画面に表示する必要がある。

### 2.4 アーキテクチャー

電子図書館で閲覧可能とするためには、入力機能と閲覧機能が重要である。この全体のアーキテクチャーで重要となるのは、サブシステムに分割することによって、負荷分散を図るとともに柔軟な拡張性を確保することである。

入力是对話的に行われる場合もあるが、外部で作成されたデータを取り込むこともある。外部では、取り込まれる先の電子図書館システムと独立してデータを作成していることもあり、その場合にも容易に取り込めるようなインターフェースが定められている必要がある。

これらを考慮し、システムをFig.2に示すように電子化、業務、検索のサブシステムに分割し、さらに各サブシステムをクライアントとサーバーから構成することとする。

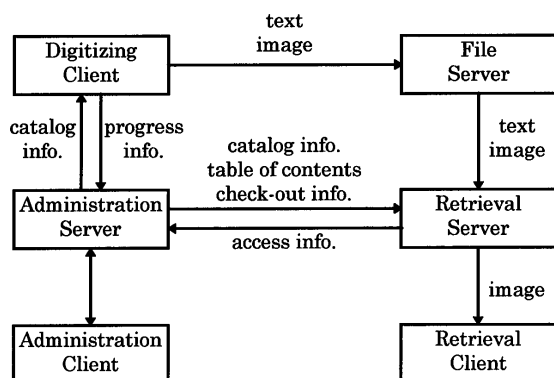


Fig.2 System architecture for digital libraries

#### (1) ファイルサーバー

資料の一次情報(コンテンツ)を格納するサーバーである。複数のサーバーに分散させることができる。

#### (2) 電子化クライアント

資料の一次情報を入力するクライアントである。冊子体資料の各ページをイメージスキャナーなどで入力するもの、OCRによるテキスト化まで含むもの、映像信号をエンコードして入力するもの、すでに電子化されているファイルをフォーマット変換して入力するもの、などさまざまなクライアントが考えられる。入力された一次情報はファイルサーバーに蓄積される。

#### (3) 業務サーバー

目録情報と目次情報のほか、図書館業務で必要となるデータは業務サーバーのデータベースで管理される。目録や目次のデータは電子化クライアントから入力されることもあるが、電子化されない資料と共通に管理することが必要であるため、業務サーバーで管理することが適当であると考えられる。また、目次情報や一次情報の入力の進捗状況を示すタイムスタンプを管理することによって、進捗管理も可能となる。

#### (4) 業務クライアント

図書館業務を支援するクライアントである。この中には、目録管理機能と目次管理機能を含んでいる。このほか、貸し出しや発注受け入れといった従来の図書館で必要となる機能も提供することとなる。

#### (5) 検索サーバー

検索閲覧クライアントは検索サーバーにアクセスする。これは業務と検索閲覧の負荷分散を図るためである。検索サーバーをさらにデータベースサーバーといくつかのアプリケーションサーバーに分割することもできる。

検索サーバー上のデータは業務サーバーとファイルサーバー上のデータに基づいて定期的に更新される。検索サーバー上のデータはこのときを除いて更新されないため、万一の障害時にも復旧が容易であり、ダウンタイムを最小限に押さえられる。

#### (6) 検索閲覧クライアント

一般利用者が使用するクライアントで、ここから資料の検索と閲覧ができる。物理的にはネットワーク上の任意の位置に存在できる。もちろん、来館者用に閲覧室内に端末を設置することもできる。

検索閲覧クライアントからのアクセスにおいては、Fig.3に示すWorld-Wide Web (WWW)のアーキテクチャーを採用することにより、2.1節の要求の多くを満たすことができる。

WWWはインターネットにおけるアクセス手段として非常に一般的になっており、どこからでも誰でもアクセスできるという要求を最も満たすことができる。

WWWではコンテンツタイプを定義することができ、各種のマルチメディアデータを閲覧することができる。とくに静止画像はドキュメント中に埋め込んで表示することができる。

WWWではブラウザが表示層、Common Gateway Interface (CGI)プログラムが機能層、データベース管理システムがデータ層にあるものと考えることができ、負荷分散を図ることができる。また、ユーザーインターフェースの開発が機能層での開発となるため、機能拡張が容易となる。

WWWのアーキテクチャーは検索閲覧だけでなく、入力でも用いることができる。とくに、利用者自身が入力データを持っている場合、そのデータをWWWから登録することが考えられる。

本アーキテクチャーにおけるデータフローは、入力、定期更新、検索閲覧の3フェーズに分けて考えることができる。

(1) 入力

入力フェーズでは、業務サーバー上の目録、目次情報の作成と、ファイルサーバー上の一次情報の作成が必要である。入力対象の性質によっていくつかの方法を採ることができる。基本的には、業務クライアントで目録を作成した後、業務クライアントから目次情報を、電子化クライアントから一次情報を入力することができる。

目次情報や一次情報は目録とリンクする必要があるが、その方法としては、業務サーバー上での検索を実行してIDを取得する方法と、外部で付番した整理番号でリンクする方法がある。どちらがよいかは業務形態によって異なるが、後者の場合、電子化クライアントは業務サーバーに簡単な書誌を問い合わせ確認できる程度の機能があれば十分であるため、電子化クライアントと業務サーバーの独立性を高めることができる。

電子化クライアントで目録情報や目次情報も取り込み、業務サーバーに登録する形態も考えられる。これは、これらの情報を含めてすでに電子化されているデータを取り込む場合に有利である。

(2) 定期更新

業務サーバーと検索サーバーを分離するアーキテクチャーにおいては、業務サーバー上での挿入、更新、削除を検索サーバーに反映する必要がある。また、一次情報として全文のテキストデータがある場合には全文検索が可能となるが、そのためにはファイルサーバー上のデータからインデックスを作成しておく必要がある。これらの処理をここでは定期更新と呼ぶ。

定期更新を入力業務の行われない夜間に行うことによって、データの一貫性を容易に保つことができる。これに対して、検索閲覧は読み出しのみのアクセスであるため定期更新中でも可能であり、図書館の開館時間に拘束されないという電子図書館の特徴を活かすことができる。

(3) 検索閲覧

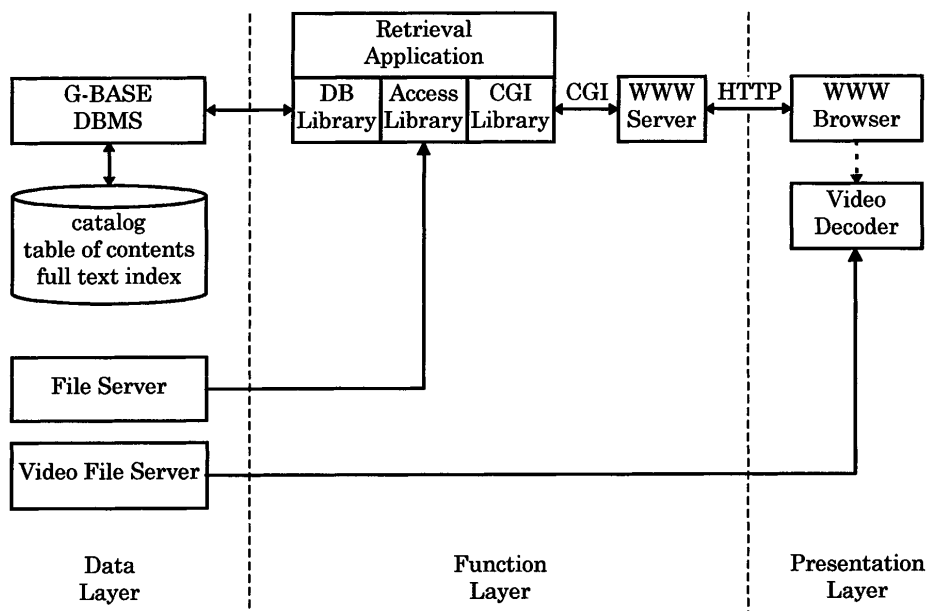


Fig.3 WWW-based architecture for retrieval system



検索閲覧では、上述のようにWWWのアーキテクチャーを利用する。検索機能は検索サーバー上のデータベースで実現される。

一次情報を閲覧するには、ファイルサーバーにアクセスすることになるが、WWWブラウザが直接ファイルサーバーにアクセスする方法と、検索サーバーを介してアクセスする方法がある。前者は負荷分散の点で有利であるが、アクセス制御が困難となる。現時点では、性能要求の厳しい動画像でのみ前者の方式を採用した。

### 3. 成果

電子図書館の実現には多くの課題があるが、どこからでもアクセスできることとマルチメディアデータを扱えることについては、WWWの出現によってある程度満足できる状態となった。しかし、現在のWWWでは、情報の構造が不均一であるために、利用しにくい状態となっている。電子図書館では、従来の図書館における情報整理の方法もふまえた一貫性のある構造化が求められている。本稿では、このためのフレームワークを提案した。

このフレームワークは奈良先端科学技術大学院大学における電子図書館で使われ、著作権処理された新刊専門誌の全ページを電子化している。その内容は <http://dlw3.aist-nara.ac.jp/> でインターネットから参照できる。一部雑誌の目次だけを電子化する例や、大学が著作権を持つ紀要を電子化する例でも同じフレームワークを使用できる。同一のフレームワークで各種の資料を電子化することによって、一貫性のあるユーザーインターフェースが実現できる。

電子図書館で扱うべき対象は多いため、ユーザーインターフェースはハイパーリンクを多用したものとなっている。このリンクをわかりやすくするため、タイトルの文字列は常に目録情報へのリンクとし、目次情報および一次情報へのリンクはそれぞれを表現するアイコンに統一するといった工夫も行っている。Fig.4に検索結果一覧画面の例を示す。図書、雑誌、記事といった複数の対象が横断的に検索されている。

このフレームワークは、電子化された資料と電子化されていない資料を統一的に扱うことができる。このことは、電子化の業務量の制約によって全資料が電子化できない現状では重要である。

電子化する側からみたもう一つの問題は知的所有権である。このために適切なアクセス制御とアクセス記録が必要である。その前提として利用者認証が必要となるが、フリーにアクセスできるべき資料へのアクセスでは利用者認証を行うべきではない。

アクセス制御されている資料とフリーにアクセスできる資料とは、先に述べた一次情報へのリンクとなるアイコンを変えている。これも、できる限りフリーな資料を積極的に情報発信して行きたいとの意思の現れである。

電子図書館では大規模なデータを扱うため、負荷分散を含む性能追求も必要となる。このため、ファイルサーバー、業務サーバー、検索サーバー、および各クライアントを分離するアーキテクチャーを提案した。

このうち業務サーバーと業務クライアントにはリコーで開発販売している図書館情報システムLIMEDIOを使用している。また、データベース管理システムとして、リコーで開発販売しているG-BASEを使用している。G-BASEの高速文字列検索機能<sup>9)</sup>によって、全文を含むデータに対する部分一致検索が高速に実現できる。

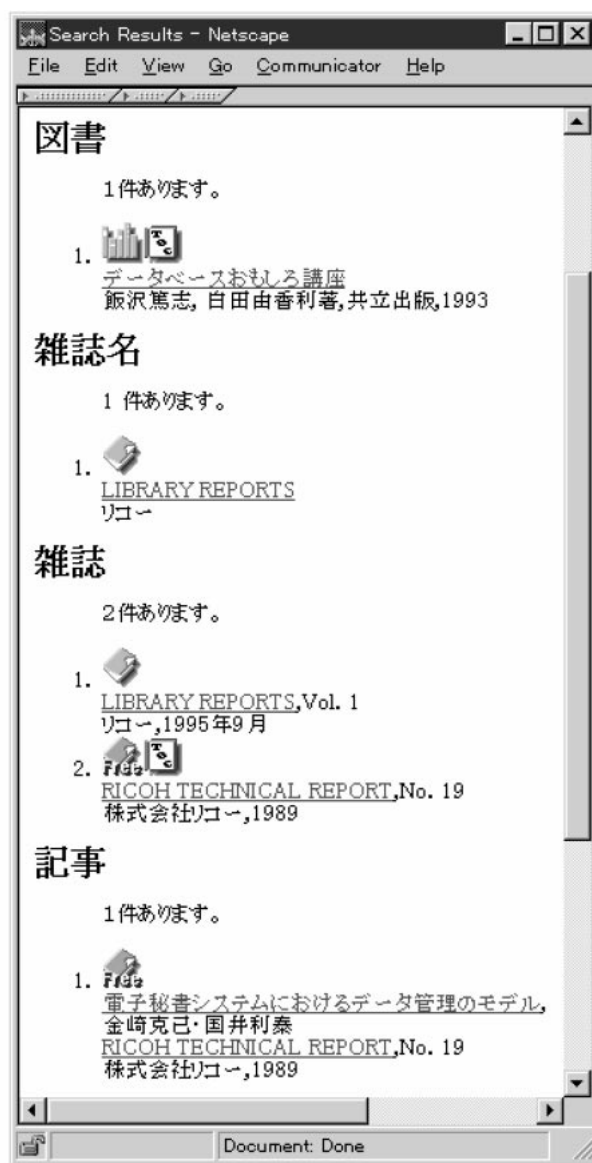


Fig.4 A sample screen for search result

#### 4. 今後の展開

本稿では、主に電子化する側の課題から出発して、その課題を解決する技術を提案した。これに対して、電子図書館を閲覧する利用者の側からの課題も重要である。

たとえば、利用者は、検索語を指定した検索によって必要な情報を得たい場合もあれば、気のむくままに情報空間をブラウズしたい場合もある。前者の目的では、情報は一定の基準で構造化されていることが望ましい。後者の目的では、情報が羅列されているのではなく、意図にあった配置になっていることが望ましい。複合ドキュメント形式でのマルチメディア情報の構造変換技術が必要と思われる。

また、最初にも述べたように、電子図書館のサービスは閲覧機能だけではない。このほかの参考機能等についても今後研究を進めたい。

#### 謝辞

奈良先端科学技術大学院大学の電子図書館ワーキンググループおよび学術情報課の方々には、システムの仕様について多くのご教示をいただきました。ここに深甚な謝意を表します。

#### 参考文献

- 1) B. Schatz, H. Chen ed.: Digital Library Initiative, Computer, 29, 5 (1996) pp.22-76.
- 2) C. R. Arms: Historical Collections for the National Digital Library: Lessons and Challenges at the Library of Congress, D-Lib Magazine, April-May 1996 (1996).
- 3) 長尾 他: 電子図書館 Ariadne の開発(1)～(5), 情報管理, 38, 3-8 (1995).
- 4) 安達: 学術情報センターのデジタル図書館プロジェクト, 情報処理, 39, 9 (1996) pp.826-830.
- 5) 藤原, 田屋: パイロット電子図書館システム事業概要, 情報処理, 37, 9 (1996) pp.836-840.
- 6) 今井: 大学における電子図書館の構築: 奈良先端科学技術大学院大学電子図書館, デジタル図書館, 8 (1996) pp.16-24.
- 7) K. Kanasaki, X. Kan, Y. Shirota: Digital Library OPAC at NAIST, Proc. of 2<sup>nd</sup> NAIST Sympo. on Digital Libraries (1996).
- 8) P. Samuelson: Copyright and Digital Libraries, CACM, 38, 4 (1995) pp.15-21.
- 9) 古瀬, 浅田, 飯沢: G-BASEにおけるシグネチャファイルの実装と性能評価, Ricoh Technical Report, 22 (1996) pp.47-54.



