科学技術情報の必要性

ヘイズ, ロバート M.*

The needs of scientific and technical information

HAYES. Robert M.

[抄録] 研究と教育, エンジニアリング上の設計と製造, 政府と公共政策上の意思決定等をサポートするための科学技術情報のニーズについて論ずる。まず, 提供における研究と応用のパターンの変化, 研究・応用過程におけるコンピュータを使った情報のもつ重要性, 情報伝達のための電子形式の登場, 研究成果伝達パターンの変化, 情報管理と伝達の新しい制度手段の発展等の重要性を確認し, 枠組みを設定する。次に研究過程・成果応用における重要段階において情報がもつ役割の変化を明らかにする。最後に, デジタル画像処理に重点を置き, 科学技術分野の情報利用の変化が研究図書館に及ぼす影響, 形態研究情報管理における研究図書館の潜在的な役割に焦点を当て, 図書館と図書館員の果たす役割を明らかにする。

[キーワード] 科学技術情報, 情報伝達, 情報技術, 情報アクセス, デジタル画像処理, 電子出版, 情報サポート, 研究図書館, 図書館員, 全米科学財団

[Abstract] This paper describes the needs for scientific and technical information in support of research and education, engineering design and manufacture, government and public policy decision-making. It first identifies issues of current importance in the delivery of scientific and technical information—changes in patterns of research and application, computer-based information in the process of research and of application, the emergence of electronic forms for information delivery, the resulting changes in the very patterns of communication of the results of research, the development of new institutional means for management and delivery of information. Then it examines the critical stages in the research process and in translation of the results of research into application. Lastly it discusses the roles of the library in support of science and technology, developments in libraries that implement those roles including interlibrary networks, electronic means for access to information and for publication, and intermediation in use of information resources. Specific attention is given to digitized images.

[Keywords] scientific and technical information, information delivery, information technologies, information access, digital imaging, electronic publication, information support, research library, librarian, National Science Foundation

カリフォルニア大学ロサンゼルス校図書館長, 図書館学校校長

Professor Graduate School of Library Science/UCLA Los Angeles, California 90024 Tel.(213)825-4321

編集委員会注

本稿は, 平成3年6月6日(木)～8日(土), 金沢工業大学ライブラリーセンターの主催により, 同センターにおいて開催された「第10回国際セミナー」における発表講演を基に, 講師および主催者の了解をいただき, 論文としてまとめたものです。

1. はじめに

本稿では、研究と教育、エンジニアリング上の設計と製造、政府と公共政策上の意思決定などをサポートするための科学技術情報のニーズについて論じる。まず、科学技術情報を提供するに際し、研究と応用のパターンの変化、研究および応用の過程におけるコンピュータを使った情報のもつ重要性の高まり、情報伝達のための電子形式の登場、その結果としての研究成果伝達パターンそのものの変化、情報の管理と伝達のための新たな制度手段の発展など、当面している重要性を確認することによって、枠組みを設定したい。

次いで研究過程ならびに研究成果を応用する変換過程における重要段階を検討し、それぞれの段階において情報のものささまざまな役割の変化といったものを明らかにする。そして情報を研究過程に統合することを強調している全米科学財団 (National Science Foundation) と全米保健研究所 (National Institutes of Health) が明らかにした今日の優先課題のうちの具体的な研究計画によって、これを例証する。このなかでデジタル化した画像の利用を包含する計画に特に重点を置くが、それは科学技術分野全体を通じて現在と将来にわたって重要な意義をもつからである。こうした科学研究と技術分野での情報の利用の変化が研究図書館の関係者にどのような影響を及ぼすかを論じて締めくくる。

そして科学技術をサポートする図書館の役割と、芸術と人文科学における役割とを比較検討する。科学分野における図書館を基盤とする情報サービス利用面での相違を明らかにし、研究成果を応用するより実際的な分野、あるいはそれについて公共政策を設定する分野のそれとを比較検討する。こうした役割を実現する図書館の発展ぶりを、図書館相互間のネットワーク、情報へのアクセスと出版のための電子的手段、情報源の利用における仲介などを含めて、明らかにする。またここでも特にデジタル化した画像に重点を置き、そうした形態研究情報管理における研究図書館の潜

在的な役割に焦点を当てる。

2. 一般的枠組み

このような検討を行うための一般的枠組みは「新時代」であり、ここでは我々は研究パターンの著しい変化と、情報のアクセスと流布のための電子的手段の登場を見ることになる。関連する諸問題の範囲を例証する手段として、デジタル画像生成という具体的な情報形態を使用するが、その理由はそれが本質的に重要であり、問題点を例証する範囲が広いことにある。

2.1 研究と研究成果の応用パターンの変化

自然科学、社会科学、人文科学、知的職業人など、幾つかの学問分野では情報に対するニーズにかなりの相違があり、それぞれの学問分野でも研究と大学院教育、学部教育、開発と応用、公共政策の意思決定など機能に応じて著しい相違がある。ここでは学問分野と機能の二つの広範な範囲についてコメントするが、私の主たる関心は自然科学 (物理学と生物学) ならびに主な研究大学の使命にとって中心問題である大学院教育である。

(1) 学問分野間の相違点

はじめに、すべての学問分野にわたって、研究と大学院教育をサポートする上での情報アクセスの役割の相違点について述べる。これは、人文科学者や歴史家のニーズについての討議を先にしようとするものではなく、まず大まかな枠組みを設定し、そのなかで学問分野と機能面での相違点を検討しようとするものである。研究と大学院教育をサポートする上で情報へのアクセスが必要な理由として次の五つを挙げたい。

① 情報、とりわけ情報を含む記録は、それ自体が研究の対象である。

② 情報には研究に必要なデータが含まれている。

③ 情報は研究成果を記録する監査証跡 (audit trail) を提供するものである。

④ 情報はそれまでの成果についてのコミュニ

ケーションを提供するものである。

⑤ 情報はデータの収集・分析・保存の過程から生じ、これを包含するものである。

これら理由のうち①と②については、自然科学や工学、医学などの専門職業の場合、人文科学、社会科学、その他の専門職業とは著しく異なる。一般論として、こうした本質的な相違によって、人文科学者と社会科学者は、研究のための基礎的資料として過去の記録へのアクセスを絶対的に必要とすると言えよう。

文学や芸術の分野では、こうした記録は、しばしば研究の本質であり、歴史学や経済学では、過去の記録は研究の基礎となる基本的情報源であり、人類学と考古学では過去の記録は決定的な証拠を提供するものである。法律の専門家にとって、過去の記録は絶対的なデータ源となる。一部の自然科学者、とりわけ分類学者のように、過去の記録から得たデータの分析と、データ間および新たに取得したデータと過去のデータの比較に大きく依存する科学者もいるが、これはむしろ例外であろう。

総じて自然科学者は、既存の記録の分析よりも新しいデータの取得に重点を置く。彼らにとって、過去の記録は研究にとって付随的なものにすぎず、せいぜい、収集中のデータと比較するために過去のデータを利用するにすぎない。工学と医学の専門家にとっての研究は、自然科学での研究と本質的には同じ性質のものであるが、こうした分野で専門職業に就いている人々にとっては後述するように全く事情は異なる。

むろん、すべての学問分野を通して、過去の記録は研究の進捗状況を記録する監査証跡を提供する。こうした情報アクセスの役割は、学問の過程全体に組み込まれ、引用の伝統と一体化され、新たな概念を発見したことの功績を認める基礎を提供している。自然科学者はこの点で純粋学問的であるとともにより学者的である。

情報アクセスでの個人的コミュニケーションの役割は、自然科学の研究にあっては、人文科学や社会科学の場合よりもはるかに重要と思われる。

科学者にとってコミュニケーションの速度は死活的と言えるが、これはある科学者が得た研究結果が類似の研究対象をもつ他の研究者の業績に直接的に影響するからである。このことは、これらの学問分野での草稿、電話、そして現在の電子メールなどが歴史的に重要性をもってきたことに反映されている。またこのことは、自然科学では研究チームが一般的であることにも示されており、互いに競争関係にあっても協力する自然科学界全体を通じて科学者グループで構成されている、いわば「見えざる同僚」にも反映されている。またこのことは、自然科学の論文に共同著作形式が多いことにも例証されている。

自然科学の学問分野において、こうした情報アクセスの重要性に相違が存在するだろうか。明らかに存在しない。彼らは、学問分野全体を通じて、いずれも同じパターンを取っているように思われる。これとは対照的に、人文科学や社会科学者がコミュニケーションに直接依存する度合いは低い。彼らはチームよりも個人で研究を進める傾向があり、論文の共著は比較的稀である。自然科学と人文科学の間で最も大きな相違が発生し、社会科学が中間の位置を占めるのは情報アクセス上の5番目の理由である。

すでに述べたように、自然科学者は新しいデータの収集に重点を置き、その結果、データの演繹のため、およびその基底をなすパターンを導き出すため、データの分析を中心とする。これはある程度まではデータのもつ本来の数量的な性質によるものであり、計算と数学モデルの使用を必要としている。これとは対照的に、人文科学者と、より少ない程度ではあるが社会科学者は、より質的なデータを扱い、こうしたデータに対して測定や計算、数学モデルは極端に異なった性質をもつ。

(2) 機能的での相違点

ここで別の次元に目を向け、(1)研究および大学院教育、(2)学部教育、(3)専門家の実務、(4)工学上の開発と商業的応用、(5)政策決定、の5種類の機能について論ずる。学問分野間での相違点を論じた際、これら5種類の機能のうち研究と大学院教

育を中心にして論じたが、それは研究と大学院教育が最も大きな相違がみられる分野であるからであり、他の四つの機能にあっては、学問分野の性質からよりも、機能の性質から相違が生じているからである。

① 学部教育

既存の公開情報へのアクセスは、学部教育ではきわめて重要なはずである。だが実際は、この機能をサポートするに必要な資料の量は実に僅かであり、残念ながら、この教育水準が一般に必要とする程度に限定され、そのため学生は記録された情報にアクセスすることでその過程を学んでいる。

② 専門家の実務

知的職業の専門家となる準備は、米国では事実上すべての分野について大学院レベルで行われている。その結果、最新情報の利用の重要性が徹底的に教え込まれるのが普通である。医学では、このことは全米医学図書館 (National Library of Medicine) が図書館サービスの実施、地域医学図書館ネットワークの創設、医学情報科学の発展へのサポートなどで果たした非常に重要な役割に反映されている。図書館と情報科学にとって、これこそが関心の的である。法律では、これは専門家になるための不可欠の要素である。企業経営や社会福祉、建築、教育といったその他の専門職業にあっても、情報へのアクセスの重要性が一般に認められている。

③ 工学上の開発と商業的応用

既存の公開情報へのアクセスは、工学上の開発と商業的応用の分野でもきわめて重要である。この機能をサポートする上で利用可能かつ有益な情報の量は膨大なものであり、こうした情報へのアクセスのためのツールは、後述するように、利用可能であり、強力なものがある。

情報の種類は技術から経済、科学からマーケティング、基礎研究から公共政策、数学的なものから感知的なものにまで及んでいる。これらすべては潜在的に価値があり、科学技術上の成果を社会にサービスする上で不可欠なものとする言え

る。だが現実には、情報アクセスのためのツールに多大の投資が行われてきたにもかかわらず、最高の生産性を目指すならば、あらゆる産業において利用レベルは本来あるべきレベルをはるかに下回っている。

同じような事態が公共政策分野にも存在する。我々の社会はますます科学・技術上の進歩の成果を利用しなければならない状態にある。政治プロセスはある程度、公開すみの科学、技術、社会上の情報に依存する手段を提供している。米国では議会調査局や技術評価局、全米医学図書館、全米農業図書館などがあり、こうした情報へのアクセスを確保するため、われわれの政治機構を提供している。州および地方政治レベルにおいてすら、州や地方自治体の公共図書館にこうした機関に相当するものが存在している。もっとも、この場合も、公共政策の決定に際して情報資源を利用するレベルは、本来あるべきレベルを下回っているのが実情である。

2. 2 情報技術の影響

コンピュータ、記憶・表示といったコンピュータの関連手段および電気通信などの情報技術は、あらゆる分野の研究に真に革命的な影響を及ぼしてきた。コンピュータは文書処理の方法を根本的に変革した。文書処理はデータ収集面での管理のため、ますます重要な役割を果たしており、画像処理の手段をも提供し、電気通信の性格そのものをも変革するに至った。表 1 に、さまざまなレベルの処理能力のコンピュータ機器について、代表的なデータとこれら機器の主な用途を要約した。

学問分野間の相違は、ある程度は、各専門学問分野の研究者によるコンピュータの利用方法に示された相対的な重点に反映されている。

(1) 文書処理

ACLS が 1986 年に実施した学者の意識調査によれば、人文科学者と社会科学者のコンピュータ利用の中心は文書処理であり、文書の管理、試験の準備、それに図書目録の編集であった。その他の利用法はかなり重要性の低いものであった。む

ろん、文書処理は自然科学者にとっても草稿の準備のためのツールとして、人文科学者や社会科学者と同様、貴重なものである。

(2) 演算処理

だが今日、自然科学者にとっては算術計算を行う上でコンピュータ演算能力は必要不可欠であり、なかでも統計分析はきわめて重要な用途であった。デジタル・コンピュータの登場以来、科学研究の実施に際して測定および合成データの数値分析利用依存度はますます高まってきた。コンピュータ利用による予測や分析は大気や地球物理

学的研究とか生物学や分子生物学、コンピュータ化学と実験化学、コンピュータと工学、数学、医学研究、理論物理と応用物理などの分野で一般に関心が高まっている。

その共通要素は膨大なデータが定期的に発生し、全体として数量的に把握する必要がある点である。データの生成とともに、その明確で直観的な、そして全体的な把握を可能とするような「全体像」を得ることが文字通りのニーズとなる。数学的および統計的分析は、そうした全体像を得る基本ツールを提供してきたと言える。

表1 各レベルのコンピュータの代表的データ

コンピュータ形式	代表的な構成	代表的な用途	機種例
パソコン	マイクロプロセッサをベースとする単一タスク処理方式, 個人ユーザ100 Mbytes 未満のハード・ディスク 2Mbytes 未満の記憶容量 10MIPS 未満の処理速度 価格1000ドル～1万ドル	文書処理 スプレッドシート ネットワーク・アクセス 個人データベース	IBM PC/AT, PS/2 Macintosh
スーパーマイクロワークステーション	マイクロプロセッサをベースとするマルチタスク処理方式, 少数のユーザマルチウインドウ環境 最大1Gbyte 固定ディスク 4-64Mbytes の記憶容量 2-25MIPS の処理速度 価格5000ドル～10万ドル	CAD/CAM CASE ソフトウェア開発 グラフィックス デスクトップ・パブリッシング	SUN3/50 IBM RS/600 DG AViiON NeXT SPARC-station
ミニコン スーパーミニ	マルチタスキング マルチユーザ(250未満) 10Gbytes 未満 64Mbytes 未満の記憶容量 50MIPS 未満の処理速度 価格10万ドル～1000万ドル	時分割 ネットワーク・サーバー 中小企業向け	Sun File Servers Tandem Nonstop IBM System 38 DEC VAX

メインフレーム	マルチタスキング マルチユーザ(1000以上) 100Gbytes 以上 1FGbytes 以上の記憶容量 100MIPS 以上の処理速度 価格100万ドル~1000万ドル	大規模 MIS 伝票発行処理 大型データベース 大規模バッチ処理	IBM4381, 3090 Tandem Cyclone Amdahl 5995 Hitachi EX
スーパー コンピュータ	ベクトル処理 100Gbytes 以上 1Gbytes 以上の記憶容量 100MIPS 以上の処理能力 価格最高2000万ドル	画像処理 ベクトル処理 シミュレーションモデル作成 リアルタイム・アニメーション	Cray X/MP NEC SX-3

(3) デジタル画像処理

「全体像」を得ることは数学モデルの作成とデータ解析による場合もあるが、今日、大きな進展がみられるものとして、実際の画像のサポートがあれば概念化はさらに効果的になるとの認識である。このプロセスには「視覚化」という言葉が使われてきた。これには視覚画像の使用による膨大な量の構造的に複雑で多次元の時間依存型のデータを理解することが必要となる。状況によってはデータはごくありふれた物事を表すが、他の状況ではたとえそうしたデータが現実のものであっても肉眼では見ることができないものであることがあり、またアルゴリズムや数学あるいは論理的な構造物といった、純粋に概念上のデータである場合もある。

その結果、今日のコンピュータの研究および実面での最もドラマチックな利用法は「デジタル画像処理」ということになる。1965年から84年までの“Science Citation Index”から得たデータによれば、「画像処理」に関して発表された論文数は5年ごとに倍増してきたが、5年間で実に10倍に増えており、こうした増加傾向は今日も続いている。

ついでに言えば、デジタル画像処理とその結果としてのファイル管理が、大学での研究はもとよ

り、産業界にとっても重要な意義をもっていることは注目に値する。今日、米国において氾濫する商業文書を処理するためコンピュータを利用した画像処理の市場規模は約2億5,000万ドルに相当し、約1,500機関が関与しているが、今後も年間35%以上の割合で成長が見込まれている。予測では1995年までに市場は58億ドル規模に達し、約30,000の機関が関与することになる。このことはデジタル画像処理技術が規模の経済を活用して大学での利用や図書館での利用コストを引き下げることができる、かなりの商業ベースが存在することになることを示している。こうした状況は、コンパクト・ディスクの消費者市場がCD-ROMを経済的なものにする上で果たした役割にたとえることができる。

私は科学技術の研究において情報アクセスが果たす役割について具体例を説明するため、デジタル画像処理を使用するが、そのためデジタル画像処理の生成、管理、使用にとって重要なハードウェアとソフトウェア技術について簡単に説明する。

① ハードウェア

①a スキャナ

コンピュータ本体以外にあるデータ源からデジタル画像を生成するための装置であり、簡単なハ

ンドヘルド型のものから人工衛星や医療機器に搭載するものまで、そしてさらには原子核加速器に取りつけるものにまで及んでいる。スキャン（走査）したデータあるいはアルゴリズムにより生成した画像の記憶は、当然ながらその後の処理にすべて必要とされる。

代表的な8-1/2"×11"の大きさの頁で、例えばインチ当たり300本の割合でスキャンした場合、白黒画像では約1メガバイトの記憶容量を必要とし、典型的な頁ではデータは同じものが多い（例えば空白の部分が多い）、通常10分の1程度に圧縮することが可能であるが、カラー（グレイ・スケール）では、必要とされる記憶容量ははるかに大きくなる。圧縮したとしても、かなり大量の画像を記憶させる装置としては、膨大な能力がなければならない。幸い、現在では画像記憶用のニーズを完全に満たすような磁気と光学的記憶装置を利用することができる。とりわけCD-ROM光ディスクは500～1000メガバイトの記憶容量があり、1万枚もの圧縮された画像を記憶することができる。

⑥ 画像データの処理

これは高度の計算能力を必要とする。事実、スーパーコンピュータ開発の根拠の一つは、こうしたレベルの計算能力へのニーズであった。しかしながら今や広範囲の画像処理用途のために使用が可能となるようなものを、パソコンレベルの処理速度、内部記憶容量、計算能力で見かけるようになってきている。画像データの表示には、きわめて高い解像力を必要とするが、この分野でも技術の発達がきわめて迅速であったため、今日では実に驚嘆すべきカラー数で印刷された頁の品質に近いものを提供できるスクリーンを見ることができる。

⑦ データの伝送

最後に、デジタル化したデータの伝送は、必要とされるバイト数と画像を生成するときの頻度を考慮すると、極端に広い帯域幅が要求される。残念ながら、今日利用できる技術は、そうした容量を提供できるものではあるが、そのためには多くの発展途上国や一部の高度に工業化された諸国に

も存在しないようなインフラストラクチャを必要とする。事実、デジタル画像を利用する上で必要なすべての技術のうち伝送技術は、国家による投資を必要とし、その他すべて地方自治体の投資だけを必要としていることから、最大の問題となる。

(2) ソフトウェア

ソフトウェアには直接的なものと間接的なものがある。

① インタフェース

デジタル画像を利用するに際して、ユーザがコンピュータと対話するときの手段となるものである。GUI（Graphical User Interfaces）の使用はますます増えてきたが、これはApple Computerが開拓したものであり、今やWINDOWSに組み込まれ、IBMのパソコンで使用されている。GUIは最も簡単なレベルでインタフェースが果たす役割を例証している。より複雑なレベルでは、画像を操作し、画像を組み合わせ、画像を移動させる能力がある。アルゴリズム生産は例えばCAD/CAMによって例証されているもので、仕様を使って画像を生成する手段を提供する一組のソフトウェアである。

② シーン解析

あるオブジェクトまたは事象（イベント）を連続的に表示する画像の連続を利用するプロセスである。古典的な例は映画のなかの「シーン」であり、1台のカメラの設定で得られる一連のコマである。その他の例としては、人体の「CATスキャン」で生成される画像とか、一連の人工衛星の画像を挙げることができる。シーン解析でのタスクは、まず第一に一連の画像がシーンとして関連づけられるときを確認することであり、第二はシーンを構成する一組の画像を操作して全体とすることである。

③ スペクトル分析

個々の画像を特徴づけるパラメータを導き出す一連のプロセスで、画像の構成要素を識別する出発点として、パターン認識の第一段階といえる。画像強調はパターン認識の一例であり、そこでは画像の一部を検査し、修正して細部を浮き出させ、

問題部分（例えば露出）を修正し、識別されたパターンを確認し、ハイライトを当てる。光学式文字認識はパターン認識のための最も開発に成功した能力であり、タイプライターで記載された文字や印刷された文字をコンピュータが識別することを可能とする。

(d) データ収集

1990年8月、図書館振興財団（Council on Library Resources, CLR）は科学技術支援におけるコミュニケーションについての報告書を全米科学財団（National Science Foundation; NSF）に提出した。この報告書のなかで Donald Langenberg は「情報技術ならびに研究処理：ユーザの見解」について論じた。彼は実験の管理とデータの生成・収集・保存に技術を活用することについて論評した。そして医療用スキャナと超伝導・超コライディング・スキャナに特別な関心を示した。

(e) 大規模シミュレーション

同じ報告書のなかで Kenneth King は、将来の主な課題は多次元の複雑なマルチメディア・シミュレーションを構築することにある、と述べている。彼は計算上の要件はオブジェクトの種類に関連することを指摘した上、言葉を制御するには1 MIP、映像と音声を制御するには100MIPS、人工知能では1000MIPS、物理的システムをリアルタイムでシミュレートするには 10^{12} MIPSを必要とする、と推定している。

2.3 コミュニケーションと情報アクセス手段の変化

CLR 報告書は、科学的コミュニケーションの将来の形を探るため、NSF から委託を受けて作成されたものである。それはどのように研究プロセスと一体化されたのであろうか。研究の進捗状況の「監査証跡」としての歴史的記録の維持に際して、その役割はどのようなものであったであろうか。エレクトロニクスは科学的出版のコスト増大問題を解決できたのであろうか。各種エレクトロニクス代替案の効果はどのようなものであったであろうか。科学的コミュニケーションの特徴、個人から外部に至るその形態、利用可能なオプション、形

態と効用の関係などはどのようなものであったであろうか。

Martin Cummings は要約のなかで、新しい技術の影響と、科学図書館や科学的出版、コンピュータとネットワーク、新技術のユーザへの影響など、既存の情報インフラストラクチャを改善する手段としての新技術の活用を挙げて、報告書の結論の背景を再検討している。

(1) 電子式コミュニケーションで代表される可能性

電子式コミュニケーションを革命的に新しいメディアとみる人々もいる。彼らはメディアはメッセージであるとする「マクルーハン型の視点」（McLuhan view point）とも呼ぶべき見方をし、通信プロセス全体の劇的変化が生じるだろうとみている。情報が誰もが見ることができるように公開され、ネットワーク上で同僚のコメントを受けるため公開され、グローバルで時間や空輿、距離に制約を受けず、協調的で相互メディア、マルチ・メディアになることを示唆して「空中文字を書く」という言葉が使われてきた。彼らは電子式コミュニケーションを従来の印刷に代わる革命的なものとしなしている。

また電子式コミュニケーションを若干の相違はあるものの、印刷出版のイミテーションとみる人々もいる。彼らは電子式コミュニケーションを「製本されていない」出版物とみなし、パッケージをベースとした記事で、個々にあるいは再編集して配送できる、より柔軟性のある方式とみている。またこの方式を直接相手に伝送する上で、より迅速な方法であり、ある主題の最新の労作を直ちに利用でき、検索でき、結合できるとみている。またその結果を一段と多様性があり、各種のオプションが共存する、革命的なものとしてみている。

学者の視点からみて、このプロセスは明らかに小規模の同僚グループ間のコミュニケーションを促進する。たが、20年～25年ほど前に行われた、「目に見えない大学」を公式化する実験で実証されたように、コミュニケーション画での効率改善は、付随する制約のためにひどく低下する。同僚

グループは研究の進展や評価にとって決して唯一のあるいは最適の状況ではない。研究は同僚グループの制約を越えて重要であるべきであり、他の人々、他の有効性のテストによる評価と査定の対象とすべきである。冷静にして透明な日中の光を取り入れる必要はあるが、「目に見えない大学」の運営は、こうした「日光」の効果を阻害している。

(2) コスト削減についての推測

一部の人々は、電子出版を定期刊行物のコスト削減の手段と見なしてきた。このことは科学技術関係の刊行物の価格が急騰していることからみて特に興味深いものがある。また他の人々は、大学は自らが出版情報の主要な発生源であると同時に主要なユーザであることから、大学が電子方式による情報伝達を職業とすべきであると主張してきた。彼らは、大学が情報を生産するとき、その後、情報を収集するときの2回にわたって支払いを行っている、と主張する。

こうした事態の根底をなすものは、電子出版は出版過程とそれに伴うコストの劇的な改革をもたらす、という認識である。事実、一部の学問分野（例えば人工知能）では、オンライン電子刊行物は従来の印刷された頁に替わる、とする概念がある。その他の状況では、パソコンを使ったDTPの便利さが、従来の正規の出版社に取って替わるように思われてきた。

電子出版はより迅速で、より直接的で、より変化に対応できる、と主張されている。だがそれが事実であるか否かを問わず、今日では大学などの同僚グループ間のコミュニケーションにあっては、電子メールが実在している。事実、学者の間で共同論文を作成する必要があるときは、同僚にフロッピーディスクを送付することが多くなってきている。全米出版業者協会（Association of American Publishers）の電子原稿プロジェクトはこうした現象を認めて設置された試みであり、その後の出版のすべての側面を容易化するため、電子メディアでのテキストのコード化のための標準を確立するためのものである。

しかしながら、こうした可能性にもかかわらず、出版社の電子出版採用が遅いのは、それなりの理由があった。とりわけ国際的な出版社は、紙から電子による配本に容易に切り換えるわけにはいかなかった。というのも、こうした出版社は両方の方法に應える必要があり、両方を行うならばコスト増になるからである。その結果、現在講じられている措置は実験的なものであり、例えば、電子的な配本の形式を増やすためにかなり積極的な努力がみられる。とりわけ、目次は書誌情報が増えてきており、CD-ROM出版は一段と普及し、抄録はますます迅速に利用できるようになった。

(3) 電子出版のプロセス

①編集発行人の役割

さらに、刊行物を作成するには誰が配本するにしても各種プロセスとそれに伴うコストが必要となる。第一は潜在的著者を見つけだし、このプロセスがあって初めて機会が創造されるので、ある意味ではこれが最も重要な役割と言える。たが出版が生命とも言える大学関係者の間でも、人々に執筆させるよう勇気づけることに困難が伴うことは驚くべきことである。

科学、技術、専門の書籍や刊行物を中心としている商業出版社は多分に大学関係の著者に依存しているが、すぐれた書物や刊行物の論文を記述できる著者を見つけることは容易ではない。専門書や学会の刊行物にあっても、著者や適切な論文の数は必要数をはるかに下回っている。発行人や編集者の仕事は重要だが困難なものであり、著者と絶えず討議し、勇気づけ、原稿を出版できる水準にまで引き上げるよう助力しなければならない。

発行人は品質管理の責任がある。それは当然ながら著者を見つけることに始まるが、適切な品質の出版価値のある作品を創造しなければならない。書物や学者の論文でも、原稿の構成が貧弱なことがかなり多く、書き方はもちろん、その内容すら貧弱な場合がある。発行人は、そうした貧弱な原稿を出版に適した水準にまで引き上げる役割を果たす。出版原稿の社内と社外における査読プロセスは、いずれもこの目的を達成する手段とし

て役立つ。自然科学の主要定期刊行物の場合、同僚による査読は査読プロセスの一部であるが、それが全部というわけではない。

発行人は出版価値のある製品を制作する責任を負う。現状は、電子出版を利用できる容易さにもかかわらず、出版する価値のある製品を作り上げることは、事務職員やあるいは著者をもってしても簡単にできるような仕事では決してない。出版には高水準の専門知識のほか経験、マーケティングと出版物の用途などのニーズの知識を必要とする。

発行人はマーケティングと販売にも責任を負う。この役割は発行人だけでなく、その責任の元として、著者、さらには書物の保存とアクセスを保証する図書館にとっても重要である。適当な市場の評価、その規模、そうした市場に訴えるパッケージの種類、入手するための広告の手段など、いずれも不可欠なものである。

当然ではあるが、発行人は書物の内容の品質管理、製品品質を確保するための生産プロセスの管理、製品を適切な価格で適切な応答時間で提供し、引き渡すことを確保するための流通プロセスの管理などに重大な責任を負う。電子出版では、こうした管理要素はどこに存在するのだろうか。

現時点ではそうした管理要素は存在せず、その結果として、完全に開発されるまでは、あらゆる点で品質低下や入手難、あるいは流通がうまくいかなくなる恐れがあり、あるいはそうした事態の発生は間違いないとすら言える。これが現在幾つかの実験が行われている主目的である。

② 電子方式による危険性

電子方式によるコミュニケーション・モードに固有の危険性は、DTPによる印刷形式ではそれほどでもないが、いわゆる「引用時の一貫性」に欠ける恐れがあることである。学者相互間でのコミュニケーションは、引用という重要な伝統に則って構築されてきた。これは人文科学、自然科学、社会科学など、あらゆる研究分野において、過去の業績に基づいて構築することで進歩してきたという事実を反映している。それを引用するこ

とで過去の業績への恩義を認めているわけである。そうすることで、我々の出典を点検し、確認し、確証することができる。だが、そのためには引用し、例を引いた資料がいつでも点検でき、確認でき、確証できなければならない。もし、リース・データが消去されてしまったり、もっと悪いことに使用後に変更されていたとすればどうなるだろうか。そうなれば学者の進歩の構造は崩壊しかねない。

(4) 現在の電子配本的方式

現在ではほとんどの定期刊行物は研究過程のある時点で機械可読の状態となる。その結果、出版物の副産物の容易に生産することができる。今日、情報の電子配本方式のための運営システムには、国のサービスを利用したデータベースへのオンライン・アクセスのほか、オンライン方式の公共アクセス・カタログを通じてのアクセスのための大学構内でのデータベースの構築、これらと並行する CD-ROM 製品の利用拡大などがある。

CD-ROM 製品の例として、EI (Engineering Index) は1989年以来、Compendex* Plus (1989年8月)、ChemiDisc (1990年7月)、EEDise (1990年11月)、Energy/Environment Disc (1990年12月)、Page One (1991年1月) など、一連の出版物が CD-ROM 化されて発売されてきた。

テキスト全文(ただしグラフィック部分は除く)のデータベース・オンラインや出版社の実験的な試み(例: ADONIS)、一連の文書配送オプション(例: メール、ファクス、電子方式)、電子掲示板などの数も増加してきている。

② 大学や公的機関における試み

出版社が行っていること以外にもさまざまな実験が行われており、10社ほどが引用または一部引用した電子定期刊行物を発行しており、二つの大学電子原稿サービスが開発途上にあり、1992年にスタートする OCLC を通じて完全引用による電子定期刊行物の発行が AAAS によって計画されている。これらの出来事は、電子方式に転換し始めている既存の一部印刷出版社の努力を反映しているが、これらは主として仲介業者の仕事であり、

電子方式で伝送する付加価値業者である。例えば、現在、幾つかの文書配送サービスがあり、CARL (Colorado Association of Research Library) とか University Microfilm 社、再パッケージ会社 (例: Maxwell Electronic)、大学を本拠とする電子出版 (例: 高エネルギー物理や数学などの分野の原稿サービス)、オハイオ州立大学のファクスで伝送する実験などがある。

これらの実験や計画の根底にあるものは、全米研究教育ネットワーク (National Research and Education Network; NREN) の実施に対する期待である。大統領が連邦議会に提出した1992年度予算では6億3,800万ドルを高性能計算および通信の資金に充当するよう提案しており、そのうち9,200万ドルはNREN向けに予定されている。議会では、全米科学財団の既存ネットワーク上にNRENを構築する議案が上下両院に提出されている。1990年始めには、NRENの実施のための計画作りに研究大学の利害を確実に代表させるため、ネットワーク情報連合 (Association of Research Libraries; ARL 調査図書館協会と CAUSE, EDUCOM の合併事業) が発足した。

一方、主要大学図書館のオンライン公共アクセス・カタログ間で臨時に相互接続される数が増加してきている。こうした現象に、ある程度の秩序をもたせるため、1990年には電子データ交換 (Electronic Data Interchange; EDI) に関するタスクフォースが設置され、独立した機関の間の文書のコンピュータ相互の交換のための指針、手順、方針の開発が始まった。

(5) 将来の発展の期待ペース

現在の状況からして、将来の発展のペースはどの程度になるのだろうか。1995年までには、価格決定や所有権、標準化、配送などの諸問題が多分に解決するものと予想される。そうすると「製本されていない学術誌」が多数出現し、各学術誌ではなく各論文がそれぞれ基本単位となり、その結果、とりわけ自然科学分野では、従来の印刷による学術誌の数は低下するだろう。図書館では資料の収集からアクセスへの動きが生じ、エンド・ユー

ザに直接配送することになろう。各種業界との協力により、100以上の監査済み電子学術誌のほか、多数の大学をベースとする原稿サービスが生じるかもしれないと推測されてきた。しかしながら、これに代わる資料源も多数生じ、価格政策を巡る競争が激化し、著作権に係わる大きな問題が生じてくることも予想される。著作権の考え方を変えろという見方をする人も出てくるであろう。全国規模のネットワークは、少なくとも自然科学関係で使用する場合には、依然として多額の補助金を受け続けることになるだろう。

西暦2000年における可能性は、コンピュータの使用が一段と普及するとの期待に基づいている。電子出版と従来の印刷による出版は約半々の割合となり、数百種類の電子「学術誌」が出されることになるだろう。またスキャン・サービスとか文書保存サービスといった、新たな「すき間」サービスが増加するとともに、二次サービスの再構築が生じよう。大学やユーザ、国々の間に豊かなものと乏しいものとの分化が進んでいくことになるだろう。

2. 4 情報の管理と配送のための制度手段

電子出版で代表される可能性を巡る努力には、出版社や図書館、計算施設、通信システム、ネットワーク、それに広範にわたる「すき間」サービスなど、数多くの参加者を必要とする。これら参加者間の関係については不確定要素も多く、参加者間の有利な地位を求めて策略があり、協調的な取決めができたかと思えば消滅し、既存の機関は既存の資本資源を維持し、これを基にさらに強固な地盤の構築を目指し、新規機関が既存機関に取って替わろうとする。

幾つかの懸念がこうした相互作用を悪化させている。なかでも重要なものは知的所有権の和解で、情報資源を使用する権利と、そうした権利の使用をコントロールする権利のバランスをとることである。これに関連する問題として、料金賦課と価格決定、サービス協定、ライセンス供与などの適切な方針の決定がある。もう一つの問題は、基準を設定する適当な時期と、そうした基準を独自の

利害に関連づける方法を巡る決定である。

米国における最近の裁判所の判決2例が、こうした問題の複雑さを実証している。最初の判決は、LOTUS-123がPaperback Softwareに対して起こした訴訟で、LOTUS側勝訴の判決であり、これにより著作権保護の範囲が大幅に広がり、プログラムだけでなくプログラムが提供するインタフェースの「外観や感触」まで含まれることになり、その結果、そのインタフェースをほぼ業界標準として使用を希望していた他のプログラム開発業者を実質的に制限することになった。第二の判決は米国の最高裁の判決で、事実の指導書と編集は、それらが「最低限度の創造性」を表示していない限り、自由にコピーし、再公開できるとする判決である。そうすることで著作権法の主目的は「著作権に報酬を与えることなく、科学と有用な技能の進歩を促進することにある」ことを強調している。その結果にはさらに大きな影響が予想され、電子データ配送業界全体を、データの編集の提示に際して、何が「創造性」であるかについて判断するため訴訟の継続を巡って危険にさらすことになった。

3. 科学研究の各段階における情報アクセスの果たす役割

ここで科学技術分野の研究者の側からみた情報アクセスの必要性に目を向けてみたい。全米科学財団宛の前述のCLR報告書のなかで、Helen Geeはユーザと科学情報資源の使用について論じ、1960年代における研究結果を複製し、更新する必要があるかもしれないことを示唆している。同女史は、実験的アプローチや臨機応変な対処検討、さまざまな自然科学者とのインタビューを行うことにより、1回以上の広範な多機関および学際的な研究を行うよう要請した。

そしてそうした研究で得られるかもしれない幾多の質問、例えば自然科学者は研究の計画策定と実施の各段階において必要となる情報をどのように入手しているのか、異なる資源についてどの程度馴染んでいるのか、電子方式の資源はどの程度

利用可能か、どのように仲介者を利用しているのか、協力の効果はどのようなものか、ローカルなコミュニケーションでのニーズは何か、異なる資源の使用にどの程度の時間を費しているのか、情報アクセスの制約の影響にはどのようなものがあるか、などの質問を投げかけている。

できればそうした研究成果を紹介したいのであるが、まだ研究を続ける必要があり、現時点では紹介できない。できることといえば、これまでの研究から得た知識と、文献から引用し得る記述に基づいた、そうした質問への回答について推測の域を出ない。後者のなかでは、全米科学財団の「プログラム便覧」で情報ニーズを重視する若干の確かな証拠を挙げていることであり、私の推測の一部をサポートするためにも、これを使用することにする。

論議の枠組みを明確にするため、まず科学研究を実施する際の順序を仮定するが、当然ながらこれは実際に行われている順序の一つに過ぎない。それは一連の段階からなり、それぞれの段階で情報アクセスは著しく異なる役割を果たすことになる。各段階について、その役割の特徴を挙げ、デジタル画像処理が及ぼす影響について論じ、全米科学財団の「プログラム便覧」からの実例で例証し、そして最後にコンピュータや電気通信、図書館など、それぞれの段階で該当する情報サポートのための幾つかの手段のもつ役割を論ずる。

3.1 第1段階 データの収集

(1) 第1段階の特徴

入手したデータと、従来の理論に基づく数値とのミスマッチで生じるデータの異常性に気付いた研究者の場合を考えてみたい。こうした異常性は、理論の欠陥によるものとも考えられ、研究者はそうした可能性について推測することになる。だが不正確な測定結果によることも考えられるため、研究者は通常、できるだけ正確かつ精密に再度データを収集しようとする。これに代わる理由づけとして、研究者は何らかの現象について単純に好奇心を抱き、その量的な特徴を見極めようとす

るかもしれない。

いずれの場合にも、この研究過程のモデルの第1段階はデータの収集を伴う。確かにこれは、科学研究課程で最も中心的な情報の役割であろう。その結果、この段階の重要性は、科学研究の過程についてのさまざまな記述で十分認識されており、これこそが不可欠の段階であり、科学を他の学問分野と区別するものであると断言している向きもある。

(2) デジタル画像処理の例

時には加速器内の高エネルギーの粒子の衝突とか化学反応の進行、実験動物の機能の変移などの観察といった、実験を通じてデータを収集する。また時には、人体の走査や地球その他の天体の人工衛星による走査、さまざまな方法による地質構造の走査などによりデータを収集することもある。こうした過程は、観察対象の物事が制御されていないため、観察対象の現象の範囲が著しく大きくなること、また連続的に発生する点で実験の観察とは異なる。走査は実に驚くほどの割合でデータを収集することができるため、走査で得る画像の生成は、それ以外の方法では膨大な量のデータになるものを、簡潔にして視覚に訴える方法で表示する決定的な手段となる。

データとデータ収集プロセスの性格上、デジタル画像処理の利用はますます必要となってきた。例えば、AT&Tのベル研究所では最近、生体の細胞内の微細構造を含め、生物の検査能力を大幅に向上できる一段と強力な光学顕微鏡を発明したと発表した。この顕微鏡は、微細な先細の形をした極度の透明な光ファイバーの束を使用している。先端部分はアルミニウムめっきが施され、先端だけが裸となっている。レーザー光線束が僅か12ナノメートル(Nanoは10億分の1メートル)の幅に収束され、先端部は生物細胞の外側まで接近させることができる。今のところ、この顕微鏡は毎秒2コマまで走査できるが、走査速度を高めるべく改良作業が行われている。ここでのポイントは、この顕微鏡がスキャナとして作動する点であり、標本からの光線をデータに変換してコン

ピュータに読み取らせ、これを再びビデオ・スクリーン上に画像として表示する。

(3) 全米科学財団の現行プログラムの重点

全米化学財団の現在のプログラム便覧では、データ収集に特に重点を置いている。これは天文学におけるプログラム全体で中心となっている。生体系のプログラムでは、データ収集の方法改善に重点が置かれている。社会学と経済学のプログラムでは、測定方法とデータの改良が重視されている。気象学のプログラムでは、データ収集はプログラム全体の文字通り中心となっている。

(4) 情報サポートの役割

コンピュータは自然科学者にとってデータ収集過程で決定的に重要となってきたおり、実験の管理とかスキャナの管理、収集したデータの管理、それを直ちに表示して研究者の指針などに使用する。これはデジタル画像の取得に明らかに不可欠なものである。電気通信は、データ収集の手段が遠方のときは明らかに重要であるが、それ以外の場合には通信や図書館がこの研究段階で果たす役割は少ないと思われる。

3. 2 第2段階 データ分析

(1) 第2段階の特徴

研究者はデータを収集し終わると、データ分析に取りかかることになる。この段階は、科学技術の分野でデータ分析のための基本的ツールを提供する数学モデルとシミュレーションを処理するため、伝統的にコンピュータを利用することが多かった。

(2) デジタル画像処理の例

デジタル画像処理の使用が増えるにつれて、データ分析の範囲とコンピュータの果たす役割が大幅に増大してきた。デジタル画像処理はグラフィック方法の利用でデータ分析の新しい手段となり、このことは全米科学財団のプログラム便覧のなかで、幾何学の考えの果たす役割の急速な増大を引用することで、数学および物理学にとっての優先事項として明確に認められている。

(3) 全米科学財団の現行プログラムの重点

生物学、行動科学、社会学に関する全米科学財団の現行プログラムでは、数学モデル作成とソフトウェア開発を特に重視している。工学のためのプログラムでは、設計プロセス、表現、多レベルの抽象化などの数学モデルに重点が置かれている。コンピュータと情報科学、エンジニアリングのプログラムは、計算上のニーズ、コンピュータ・サイエンス、ロボット工学、マイクロエレクトロニクス、高度な科学計算、ネットワーキングと通信に多分向けられている。生物的システムに関するプログラムでは、系統的な研究データのコンピュータ計算を引用している。社会学と経済学に関するプログラムでは、系統的な人類学データと地理学上の情報システムの利用が増加したことを引用している。データベース開発のためのプログラムは、計測と資源の一部となっている。これらはほんの数例にすぎず、データ分析の重要性、全米科学財団のプログラム全体を通じて明らかである。

(4) 情報サポートの果たす役割

データ分析を効果的に行うためには、新しいデータを古いデータと比較し、他のデータで補完することがしばしば要求される。このことは、データ・ファイルを維持し、こうした比較や補完データの源泉として、データ・ファイルにアクセスする必要があることを意味する。この点について、デジタル化された画像ファイルで生じる困難は、テキストや単なる数字ファイルの数倍も大きなものとなる。1枚の画像でも100キロバイトから1メガバイトを要することがあるが、スキャナは毎秒10枚から30枚の割合でこうした画像を作成することができる。その結果、1時間近くでギガバイト(gigaは10億倍)規模のファイルとなる。

図書館の果たす役割はここにあり、過去の記録を保存し、アクセスを可能とする機関として、先ず自然科学者にとって重要な存在となる。むろん問題は、科学者はそうした種類のデータ分析の重要性を認識していないかもしれない、図書館が既存データにアクセスする上で役立つことを理解していないかもしれない。後述するように、図書館員

は、データの保存とアクセスと過程の場合と同様、データ・ファイル管理の適切なツールに関するアドバイザーとして役立つ。

そのなかにあって重要なことは、ファイル自体の管理に関する最優先の配慮であり、こうしたファイルの組織化とファイルからの検索方法に関する基礎研究を必要としている。これとはほぼ同程度に重要なこととして、このようなデータを収集し、分析する上で必要なスペクトル分析器、モニター、スーパーコンピュータ、通信線など、施設や資源、設備へのアクセスについての管理上の配慮がある。事実、そうした支援機器にあって最も重要なものはスーパーコンピュータであり、その理由はデジタル画像用に要求される処理量が超大型メインフレームの能力を超えているからである。

3.3 第3段階 概念化

(1) 第3段階の特徴

科学者にとって創造的な段階は新しいモデルの概念化、データ間の新しい関係を明らかにすることにある。この段階では、自然現象が多次元の性質のものであることから、厄介な問題がある。

(2) デジタル画像処理の例

今やデジタル画像は問題の概念化のためのツールとしてきわめて重要になったことは明らかである。画像を操作することで、新たな関係をすぐ視覚化することができる。動きや色、強調、ウィンドウ処理、エクスポーディング等、画像処理のための広範な手段を使用することで、幾つかの次元を直ちに示すことができ、ある次元から別の次元への移動も容易である。

(3) 全米科学財団の現行プログラムの重点

電気および通信工学のためのプログラムのなかで、概念設計について述べている。またエンジニアリング設計および製造のプログラムでは、概念化に重点が置かれている。生態系に関するプログラムのなかでは、変化を予測するための新しい方法がプログラムの中心となっている。行動科学および神経科学に関するプログラムのなかでは記憶

と学習のための神経要因に重点が置かれている。

(4) 情報サポートの役割

コンピュータは、概念化を行う上で明らかに強力なツールである。デジタル化された画像と、さまざまな関係を観察し、試験するため、デジタル画像を操作することについては前述したが、これはそうした目的のためにコンピュータ処理をするほんの一例にすぎない。

3. 4 第4段階 結果の配分

(1) 第4段階の特徴

むしろ第4段階は通信のための電子手段の論議が適用される段階である。すなわち、研究成果を標準形式に整理し、通信、流通、図書館による収集、その後の閲覧に供する段階である。学術論文や報告書の記述、引用以前の知識の文書化、検討プロセスのための資料の提出、出版のための準備、閲覧のための索引と抄録の作成等はいずれも図書館員や発行人にとって関心のある情報プロセスであり、配布のための電子手段の論議の中心となる。だが、この段階を正確に把握することが重要である。この段階は重要ではあるが、研究者の現実の情報ニーズが生じる段階であることから、付随的なものとも言える。

(2) デジタル画像処理の例

現在までのところ、デジタル画像は第4段階の重要要素にはなっておらず、デジタル画像を含む出版物はごく少数に過ぎない。むしろデジタル画像から得た画像を含む出版物は数多く出されているが、それらはデジタル画像そのものというよりも副産物にすぎない。しかしながら表示とともに操作も可能なテキストとデジタル画像の組み合わせを作る手段について多くの実験がなされてきた。これら実験は、最も簡単なレベルのものには、文書の頁をデジタル画像形式に含め、その後の頁の生成と光学式文字識別のための基礎として使えるようにしたものが含まれる。今後、とりわけ対話形式学習をサポートするため、この種の出版物が増えるものと思われる。

(3) 全米科学財団の現行プログラムの重点

全米科学財団のプログラム便覧では科学研究の成果のコミュニケーションと配布、情報技術の応用面での増加の持続、図書館とそのユーザ層間の協力の強化の重要性を繰り返し強調している。天文学では、情報のコミュニケーションに重点が置かれている。生物学、行動科学および社会科学では新陳代謝の知識の統合に重点の一つが置かれ、いま一つの重点が体系的生物学の主な分類部門の出版に置かれている。数学および物理学では、「数学は研究者間のアイデアの交換の上に栄える」と言われ、研究グループ間のコミュニケーションが不可欠とみなされている。バイオエンジニアリングでは、知識基盤を拡充し、産学間の研究情報の流れを改善することに重点が置かれている。電気工学と電気通信では、情報活動に重点が置かれている。地球科学では、コミュニケーションがプログラム全体の中心となっている。国際協力プログラムでは、研究協力と情報交換に重点が置かれている。学術資源の開発のための全米科学財団の活動にあって、科学技術に関する情報の収集、分析、普及ならびに科学技術資源に関する情報の編集がいずれも重要なプログラム目標である。

(4) 情報サポートの役割

図書館、コンピュータ、電気通信といった情報サポートの手段はいずれも、この段階の研究過程へのきわめて重要なサポートである。

3. 5 第5段階 成果の応用

(1) 第5段階の特徴

最後に、自然科学の研究は、単に自らの成果を利用するだけでなく、工学の発展や企業での製造、新薬の生産、医療の進歩などの基礎を提供している。自然科学研究は過去2世紀にわたり産業革命を刺激し、今やとりわけ情報技術の発展の面で「情報」革命を刺激している。

(2) デジタル画像処理の例

アルゴリズム生産のためのソフトウェアについては、すでに見解を述べた。それはとりわけパラメータ型または画像型のいずれかの仕様書から画像を生成する手段を提供する。その例としては

CAD/CAM (コンピュータ支援設計と製造), 建築設計, アニメなどがある。このようにしてデジタル化した画像を生成したならば, ソース・プログラムとは別に, その後の使用または操作のために保存しておくことができる。

(3) 全米科学財団の現行プログラムの重点

全米科学財団では, その教育および人的資源に関するプログラムのなかで, コースおよび経歴開発ならびに教師開発を引用して, 研究過程におけるこの段階を認めている。同プログラムでは, とりわけ中小企業にあって, 技術革新に大きな重点を置いており, 設備の近代化, 研究センター, 経歴開発および中小企業向けの情報などに対する奨励措置を講じている。

(4) 情報サポートの果たす役割

図書館, コンピュータ, 電気通信など, 情報サポートのための手段はいずれも研究過程のこの段階へのきわめて重要なサポートである。事実, そうした手段は科学そのものの進歩よりも, 応用の促進にとって一層重要である場合がありうる。

4. 図書館と図書館員の果たす役割

科学研究の各段階のリストのなかで, 情報サポートのための手段のもつ潜在的な役割を強調してきた。私の最後の見解として, 図書館と図書館員の潜在的な貢献についてまとめながら, この問題に焦点を当ててみたい。

4.1 記録の保存と閲覧

学術的な研究図書館の基本的責任は「過去の記録の保存」にあり, この機能のため, 図書館は関係機関や記録保存所, 美術館とともに, 社会の指定機関とされている。他の情報産業や活動は, いずれも, 直接の配布を目標としているにすぎない。

出版社や通信メディアは, 自らの製品ですら保存する責任を負わず, 書籍や雑誌が「絶版」になり次第, 「著作権を除いて」関心を失う。電子出版形式によって直ちに商業機関の関心が変わると思われない。だが図書館は資料を保存することを

保証しており, 電子資料についてもそうすることは間違いない。

図書館の第二の責任は保存資料を閲覧に供することであり, これは伝統的にすべての図書館が共有する責任であり, 図書目録の形で同系サービス, 二次的アクセス手段(索引とか要約サービス), それに種々さまざまなデータベース・アクセス・サービスがある。しかし図書館は, こうした責任を果たす唯一の機関ではない。事実, 大学の研究者は引用というプロセスを通じて責任を果たしており, 図書目録の編集者とか索引作成や抄録作成サービス, オンライン参考サービスの提供者はいずれもこうした責任を果たしている。

だが図書館は自己資料へのアクセスに関してはユニークな立場にあり, その結果, 他のすべてに対してアクセス面で特別に重要な役割を果たす。その結果, 電子形式の配布は一段と普及し, 図書館は今後もアクセスの面で重要な手段であり続けることは疑いない。

図書館が今後も電子出版の状況のなかで, その義務を果たし続けると仮定した場合, そこに何らかの問題が発生するだろうか。あらゆるレトリックと強い期待にもかかわらず, 資料の保存とアクセスの両面で深刻な問題がある。

過去, 個々の図書館では, 保存とアクセスは貨幣の表裏の関係にあったが, 電子メディアの発達により, 図書館は, 購入と保存のための資本投資を行い, 同時に他からのアクセスにおいて引き続き運営経費を負担することの狭間の選択で, 図書館内部での緊張に直面している。

これに関連して, 全米科学財団へのCLRの報告書の主目的は, 図書館のサービスと情報システムの将来の形を探ることにあった。またそれに関連して, Helen Geeは, 科学者自身の研究の必要性の論議に加えて, 図書館についても論議すべきであると提唱した。図書館の予算のうちどの程度が電子情報資源に使われているのか。どのような種類の電子資源が図書館で得られるのか。情報システムにはどのようにしてアクセスできるのか。どのような種類の訓練が行われているのか。共同

の取決めにはどのようなものがあるのか。計画策定の面で図書館の役割はどのようなものか。

CLR 報告書では、図書館の重点は今後も資料の取得からアクセスへと移行し続けるであろう、と結論づけている。事実、そうした方向に向かって着実に進んでおり、とりわけ小規模の短大や大学ではそうした傾向にある。また自然科学や関連職業の人々が必要とする資料については、アクセスが必須であり、資料の保存の責任はごく少数の図書館が中心となり、多分これまでの伝統的な大学図書館以外の方法によるものとなろう。

しかしながら図書館の蔵書が依然として主たる研究ツールである大規模研究機関になることを希望する大学にとって、この選択は決して明らかではなく、少なくとも人文科学や社会科学に必要な資料については明らかではない。さらに、もし電子資料そのものを保存するとなれば、一部の大規模図書館はそうした責任をとる必要があろう。

4. 2 電子出版物の図書目録管理

だがアクセスに関しても、文献の管理には重大な問題がある。この問題については後述するが、図書館が幅広い経験をもっている問題である。こうした問題はあらゆる種類の「報告書」文献と類似の短期文献から生じる。これまでに開発されたツールは、こうした文献の管理のための手段を提供する。だが、これらは維持したり使用するには高価すぎるツールである。

第一の問題は、出版の事実の管理ができない点にある。印刷による出版の場合には、資料の発売と発行元を確認するメカニズムをもっている。だが電子出版の場合はどうだろうか。保存またはアクセスすべき資料の選択と購入の決定を下す際に不可欠とされる、評価と検討手段が欠けている。確かに、そのうちには、電子出版物も評論書に記載されることになる。だが今日でもかなり出版されており、将来さらに多く出版されるとすれば、そうした評価手段は使えなくなるであろう。

もう一つの問題は、二次的なアクセスのためのツールに欠けていることであり、今までのところ

電子出版物は我が国の索引や抄録、図書目録、カタログ等にはほとんど記載されていない。そのため、そうした電子出版物に含まれている情報を必要とする人々には、潜在的価値のあるそうした出版物を見つけだす手段がないことになる。

こうした資料を、例えば各種の引用索引（正式に出版された文書のなかでの引用から得たもの）から見つけることができるとしても、ユーザはその資料をどこで得られるかを確認する手段がない場合がある。DTP によってそうした論文を多数出版することが可能となった場合、こうした経験が限りなく続くことが考えられる。

この問題はユーザだけに影響を及ぼすのではない。運営上の見地から、こうした「幽霊じみた引用」を追跡しなければならない図書館側にも耐えがたい負担をもたらす。こうした引用は本当の出版物を引用しているのだろうか。あるいは一時的な出版物を引用しているのだろうか。想像の産物を引用しているのだろうか。どうしてわかるのだろうか。

こうした問題は正式に出版された資料についても発生するが、一つの機関内で保有されている資料については、少なくとも同程度に発生する。図書館は、こうした大学の資源の管理のための重大なツールとして役立つ。個々の教職員や研究プロジェクトを越えて効用のある資料への引用のため、大学図書館内にオンライン・アクセス・カタログを含めることができる。

4. 3 専門職員のサービス

図書館員の役割は、図書館そのものよりも潜在的にはるかに幅広いものがある。職業的な責任感、これに関連した責務と技能、これを支える専門組織、これらはいずれも、図書館員が電子情報システムにあって広範な機能を履行する上での堅固な地盤を提供する。

(1) 仲介、諮問、訓練

図書館員が貢献できる一つの分野は、仲介、諮問、訓練である。研究者や学生、技術者、企業経営者や情報資源を利用するニーズは知っている

としても、個人ファイルの管理とかハードウェアやソフトウェアの使用法で助けを必要とすることも多い。

そうした場合に図書館員は、コンサルタントとして役立つことができ、技術的専門知識だけでなく、経験を提供することができる。なかでも特に重要なことは、ユーザが必要とする電子データ・ファイルにアクセスし、こうしたデータを必要な形式に変換する上で、手助けすることができることである。

(2) 情報の選択と取得

恐らく最も重要な貢献は、資料へのアクセスに直接関連する貢献であろう。情報資料を選択し、取得することは図書館員の基本的役割である。この役割を果たすため、図書館員は利用可能な資源について知る必要がある。多分我々は、デジタル化された画像をも含め、利用可能な電子形式の情報の全国的あるいは国際的な図書目録を作り上げる必要があるだろう。

(3) 目録作業

図書館員のもう一つの伝統的機能は目録作成で、蔵書を確認し、管理するための手段を提供する。すでに述べたが、図書館の重大な役割は大学の情報資源に「シングル・ポイント」アクセスを提供することにある。もっとも多くの場合、要件に適切な MARC 書式と、不必要な重複を避けることができるよう、目録作成データを共有する手段をもつ必要があるかもしれない。デジタル画像ファイルの目録作成に関する状況は、特にこの重要な例として役立つ。

(4) 蔵書管理

電子資料はすべての図書館が購入できないかもしれないが、その管理の必要性はあり、その点では図書館員の技能はコンピュータ専門家の技能と同様重要となる。すでに指摘したように、デジタル画像ファイルは実に恐ろしいほどの大きさになることがあり、世界最大の図書館ですら小さく見えるほどとなる。その結果、ファイルをどこに保存すべきか、ファイルをどのように組織化すべき

か、どのように保存すべきかを決定するに際して、さらに複雑な問題が発生する。

(5) 内容の索引作成と抄録作成

知的な意味で最もやりがいのある課題は、おそらく「内容の索引作成と抄録作成」であろう。人は、希望するものを含む画像をどのように検索するのだろうか。「フルテキスト」の検索上の問題が興味あるものならば、そうした興味は画像索引のそれに比べれば色褪せたものとなる。

不合理な課題を出しているのとられないため、OCR 用ソフトウェアが標準パターンにマッチする手段を考えて欲しい。また、検索の代用としての「抄録」、あるシーンから 1 コマを利用する可能性とともに、シーンを識別するために利用できる手段を考えて欲しい。また検索の手段として特徴のある量的パラメータを使用する可能性を考えて欲しい。換言すれば、ツールはそこにすでにあるのである。

5. ま と め

以上 本稿では、科学技術の情報ニーズの全貌を伝えるべく努めてきた。そして、そうしたニーズを満たす電子的手段の現状と今後に予想される発展について検討してきた。なかでも情報通信の手段としてのデジタル画像に重点を置いて話してきたが、これこそが研究にとって、またその結果の応用にとって、そして政府の政策決定にとって決定的に重要なものである。

私の考えでは、日時の経過とともに、デジタル画像処理の重要性は今後ますます高まるものと思われる。また科学者があらゆる形式の情報にアクセスし、そのニーズを満たす手段として、図書館と図書館員の果たす役割に焦点を当てて話してきた。そのことは、図書館員が電子情報の世界における義務を果たす上で必要とされる技術ツールを提供するため、図書館教育を今すぐにも始めるべきであることを意味する。

参 照 文 献

- Bair, James H. "The integrated future of image management", *The Imaging and Information Consultant*, 1 (2), March/April 1991 : 3-6.
- Bates, R. H. and McDonnell, M. J. *Image Restoration and Reconstruction*. Oxford: Clarendon Press, 1986.
- Brand, Stewart. *The Media Lab: Inventing the Future at MIT*. New York: Viking, 1987.
- Cartter, Allan M. *An Assessment of Quality in Graduate Education*. Washington, D. C. : American Council on Education, 1966.
- Challenge to Action. Chicago: Medical Library Association, 1987.
- Cohn, Steven F. "The effects of funding changes upon the rate of knowledge growth in algebraic and differential topology", *Social Studies of Science*. 16 (1), 1986. pp 23-60
- Communications in Support of Science and Technology. A Report to the National Science Foundation from the Council on Library Resources. August 1990.
- "Court limits scope of copyright shield". *Los Angeles Times*, Thursday, 29 March 1991: A21.
- Cox, Donna J. "Scientific visualization: collaborating to predict the future", *Educom Review*. 25 (4), Winter 1990: 38-42
- D' Alleyrand, Marc. *Image Storage and Retrieval Systems*. New York: McGraw-Hill, 1989.
- Dougherty, Richard. "An ideal win-win situation: the national electronic highway". *American Libraries*, February 1991: 182.
- Division of Planning and Policy Analysis, Office of Planning and Resources Management. *Studies of Scientific Disciplines: An Annotated Bibliography*. Washington, D. C. : NSF, 1982.
- "Electronic Data Interface (EDI) Project". *Protocol Newsletter*, Number 27, March 1991: 1-2.
- Garvey, William. *Communication: The Essence of Science*. New York: Pergamon press, 1979
- Henderson, Joseph. Dartmouth Medical School. "Creating realities for experiential learning". *UCLA Roundtable in Multimedia*. Los Angeles: UCLA AGSM, 1991.
- Holzer, Dunn, Shahidullah. "An accounting scheme for designing science impact indicators", *Knowledge: Creation, Diffusion, Utilization*. 9 (2), 1987. pp 173-204.
- Jones, Lyle V and others. *An Assessment of Research-Doctorate Programs in the United States*. Washington, D. C.: National Academy Press, 1982.
- Journal of Geometric Analysis*
- Keller, John J. "AT & T team invents optical telescope that should aid in study of living cells", *Wall Street Journal*, Friday, 22 March 1991: B11.
- Kumon, Shumpei. Kokusai University. "Creative and constructive competition". *UCLA Roundtable in Multimedia*. Los Angeles: UCLA AGSM, 1991.
- Lanier, Jaron. VPL Research. "Virtual reality and the future of multimedia". *UCLA Roundtable in Multimedia*. Los Angeles: UCLA AGSM, 1991.
- "Manage IT: ARL, Cause, Educom form new information resources coalition". *Cause-the Newsletter for the Management of Information Technology in Higher Education*, 1 (2), April 1990: 1
- Morton, Herbert C. and Price, Anne Jamieson. "Views on publications, computers, libraries". *Scholarly Communication*, 5, Sum-

- mer 1986: 1-15.
- NAS, COSPUP. "Dissemination and use of the information of physics", in *Physics in Perspective*, vol 1, Chapter 13, 1972.
- NSF. *Guide to Programs, Fiscal Year 1991*. Washington, D. C. : National Science Foundation, 1990.
- NSF. *Science and Engineering Indicators Report*. Washington, D. C. : National Science Foundation, 1990.
- Okerson, Ann. "Scholarly publishing in the NREN", *ARL Newsletter*. 4 July 1990. pp 1-4
- Rider, Robin. "Saving the records of big science", *American Libraries*, February 1991: 166-168.
- Roberts, Michael M. "The global Internet and the NREN", *Educom Review*, 25 (4), Winter 1990: 8-9.
- Roose, Kenneth D and Anderson, Charles J. *A Rating of Graduate Education Programs*. Washington, D. C. : American Council on Education, 1970.
- Seibert, Warren F. *Growth and Change in 67 Medical School Libraries, 1975-198* Bethesda, Maryland: National Library of Medicine, 1991.
- Sigloh, Dennis. Director of Geographic Information Systems. "Toward the 'intelligent super map'". *IBM Update*, Nov/Dec 1990: 6-8.
- Tufte, Edward R. *Envisioning Information*. Cheshire, Conn.: Graphic Press, 1990
- Tufte, Edward R. *The Visual Display of Quantitative Information*. Cheshire, Conn.: Graphic Press, 1983.
- "Types of computer systems", *New Tech Review (OCLC)*, Oct-Dec 1990: 5-8.
- Ward, Fred. "Images for the computer age", *National Geographic*. 175 (6), Ju 1989: 718-751.
- Wayner, Peter. "Smart memories", *Byte*, March 1991: 147-152.
- "What's new". *Ei Letters*, 1 (1), January 1991: 2
- Woodward, J. (ed) *Geometric Reasoning*. Oxford: Clarendon Press, 1989.