

e-science における図書館の役割

加 藤 多 恵 子

はじめに

e-science は一つの学問の方法論である。近年、この学問方法論が登場して以来、この e-science で、図書館はどういう役割を持つべきか、各方面で議論されてきた。参考論文を読みながら、e-science とは何か、そこでの図書館の役割、特に大学図書館の中で研究図書館での図書館員（ライブラリアン）は、何をなすべきか、どういう資格が必要であるかなどを考察した。それらをまとめる。*研究図書館：大学図書館でも修士課程、博士課程を持つ大学図書館で、研究を主体とする図書館の意味。

私は私事であるが、大学では理系であった。長らく研究者の縁の下の力もちを自認しながら、図書館、情報で仕事をしてきた。科学技術系のデータベースの検索や、理系が登場できる仕事が図書館で可能になったと嬉しく思う。私は自分の納得の行く方法で、参考文献を読み、解説し、図書館・図書館員の役割という主題について、まとめた。

e-science とは

一言で言うと、e-science は、ネットワーク機能と大量のデータを使う新しい研究方法と定義付けられる。そして、研究支援の新しい戦略とインフラストラクチャの著しい開発を必要とする。つまり、自立したシミュレーションを連携して活用するためのコミュニティと技術基盤を構築する。例えば、気候変動に適応した社会の創出という課題では、気候学、海洋学、地球化学、生態学、社会心理学、交通工学、経済学等独自のモデルに基づくシミュレーションプログラムを構築して、研究を推進している学術分野と統計数学、計算機科学等、連携シミュレーションを実行するために必要となる科学的知見を提供しうる学術分野から、連携シミュレーションに興味を持つ研究者を募り必要な連携シミュレーションの全体像と自立したシミュレーションプログラムやデータベースを相互流通させる技術仕様を検討し研究成果を出す。分散化した地球規模の協同を通して、インターネットでますます多く実行される。かような共同的工作の特徴はまず非常に多量なデータ集合へのアクセスを必要とし、非常に大規模の計算機資源特にグリッドという大量のデータの伝送インフラが必要となる。そして、個々の利用者である科学者にとって、計算機が生み出す結果がかなりの部分まで視覚的に理解できるように表示される（可視化）必要がある。

e-science にとって必要とされる事柄

2003年のNSFのレポートである“サイバーインフラストラクチャを通して科学・工学を革命する”では、ユビキタスで総合的なデジタル環境を作るためにサイバーインフラストラクチャを使う。その環境が人、データ、情報、ツール及び、コンピュータの、蓄積とデータ伝送容量の前例の無いレベルで操作する仕組みから見た研究コミュニティに完全な相互作用的、機能を造ると提起する。そしてさらにNSFのレポートはe-science プロジェクトは分散した資源（データと施設及び分散された多重学際的景観の効果的なつながり）を必要とすると述べている。したがってサイバーインフラストラクチャがこれを可能とするかぎであると述べている。より最近のNSFのレポートである“21世紀の発見のためのサイバーストラクチャ”により詳細な行動計画が記載されている。それらは、

- 1) 高性能のコンピューティング：超高速コンピュータ網形成プロジェクトー広域分散型の最先端研究教育用大規模計算環境の実現が必要である。つまりグリッド基盤の構築である。これによって分散されているグローバルレベルのデータを伝送でき、又それらデータを使用して、シミュレーションできる。研究コミュニティ形成の最近の資源連携技術に関する新しいミドルウェア技術の研究開発も必要である。研究室、計算機センター、国際的なグリッド等の複数の組織に分散された様々な資源を連携または共有するためのミドルウェアを開発することも必要である。
- 2) データ、データ分析、及び可視化：データ／メタデータ／オントロジー、データ収集、国家的なデジタルデータ枠組みの開発への投資
- 3) 分散されたコミュニティのためのバーチャルな構造：協同のためのツールや技術システムへのバーチャルコミュニティの社会的及び構造的次元に関する評価研究への投資
- 4) 学習及び労働力開発：サイバーインフラストラクチャを支援し、発展させ、開発する上での投資

関連事項

国立衛生研究所（NIH）は、医学研究の取り込み課題への径路、それに関連するチーム科学グループ、データのまとめと臨床システムに焦点を当てた。（NIH 2007年9月）

英国の場合、E-Scienceの開発と計画は最近、e-science 作業グループである科学とイノベーションのための英国のe-インフラストラクチャの開発、に大いに期待している。これによると、作業グループは関連するコミュニティである科学者、ライブラリアン、政府の代表者を一同に集めて、作業に着手した。

e-science は、グローバルレベルの課題を研究する場合、この新しい、先人が行った研究成果であるデータを利用し、シミュレーションをもとに研究した成果が期待される。

どういうe-scienceがあるか、それは大型科学である。そしてそれらに使用されるデータ

の例を見てみる。データの量は大量である。多くの研究者が参加し、データを共有することで、これまで得られなかった新しい知見を得ることが可能になるのである。又、図書館で働くライブラリアンの資格は、図書館・情報科学を専攻していること、そして科学技術のいずれかの専門教育を受けていることが必要になると確信する。又研究図書館側も相当な覚悟と準備が求められると思う。

研究分野例

- 1) 世界的な気候変動
- 2) 清潔な水の確保と公衆衛生
- 3) 飢餓と肥満
- 4) 伝染病
- 5) 動植物のゲノム
- 6) 遺伝、機能性遺伝学、プロテオミクス、代謝学
- 7) 地理情報データ
- 8) 再生可能エネルギー、
- 9) 高エネルギー
- 10) 天文学
- 11) 素粒子物理学、など

データの例

例1：ナノハブ)

ナノテクノロジーは最新の発展を続ける研究分野であり、かなりの学際的な共同が求められている。ナノテクノロジーでの学習や発見を行うために、情報が交換され、データが共有され、蓄積され、アーカイブされる事が重要である。それを行う大きな尽力はナノハブ(nanoHUB)で、これはNetwork for Computational Nanotechnology (NCN) が支援するプロジェクトである。そこでの資金供与は全米科学財団 (NSF) が行っている。この例は大量のデータ集合の蓄積及び管理を含まないが、情報交換の例として注目できる。これはまさしく研究図書館の役割として考えられてきたことと変わらないのである。ナノハブがナノテクノロジーの情報を収集し、かつ共有する際に果たす役割を見るなら、興味深い洞察が得られる。ナノハブのようなセンターとしての現在及び将来の役割は何であるか、それらの将来の図書館との関連性は何であるか？ナノハブのような情報及び研究交流で生み出される学術コミュニケーションの記録を保存する責任は誰にあるのだろうか？

先ず第一にナノテクノロジーの推進力を理解するには、その定義を再検討するとよい。ナノテクノロジーは次のようにナノハブのホームページに定義されている：

ナノメータは1メートルの20億分の1である。つまり人間の頭髮の幅より25,000倍も細

く、典型的なウイルスより200倍小さく、端から端まで、3-4原子のサイズである。

よって、ナノメータの性質や、その科学への応用を研究している世界中の研究者達をつなげることは重要である。ナノハブの使命は以下のようにウェブサイトで書かれている。

NCN は、大学間のネットワーク（network of universities）で、革新的な理論と試験的シミュレーションと新奇なサイバーインフラストラクチャーを通して、科学から製造までナノテクノロジーを開発する先駆者としての見解を持っている。NCN の学生、スタッフ及び大学の学部はナノハブ科学ゲートウェイを開発しており、一方彼ら自身の研究と教育にナノハブを利用している。世界中の共同者とパートナーとはこれを行っているNCN に参加している。

ナノコミュニティ全体にとっての資源であるナノハブはNCN の3つのテーマに焦点を当てている。それは、ナノエレクトロニクス、NEMS／ナノ流体工学、そしてナノ医学／生物学である。科学者、コンピュータ科学者及び応用数学者は共に研究して諸問題の解決や解決策の提案などを行っている。ナノハブは主要な情報交流の場となる。

ナノハブはナノエレクトロニクス、NEMS／ナノ流体工学及びナノバイオプラスその他の開発ツールにおいてシミュレーションを与える。ナノハブはオンラインセミナーへのリンクを通して研究の支援を提供し、共同やオンライン会議のためのリンクを提供し、かつ、利用者グループを促進させる。その教授や学習セッションを通してナノハブは大学の学生達（そして研究者達）がナノテクノロジーの研究に入っていく事ができるようオンラインコースへのリンクも提供する。また、子ども達のためにナノテクノロジーに関する教材も提供する。

ナノハブに参加したい誰でも無料で参加できる。ナノハブはコミュニティの参加者が彼らの内容を盛り込ませれば、内容の流通にコミュニティは参加できるので、そういうスタイルを奨励する。これは世界中のどこからでもインターネット経由すれば可能である。利用統計を見てもナノハブへのアクセスは増加の一方である。シミュレーションの設定とかデータの探索は双方向的であり、コンピュータの専門家の範疇ではなくなっている。ナノハブチームはそこでのツールや利用者調査、ツール利用分析の評価を通して、利用者の1/3は教育目的、1/3は研究目的、1/3は教育と研究量目的で参加している事が分かった。

ナノハブを通して促進されている学術コミュニケーションは新しく定義される研究分野にとって重要である。研究の発見の交流、シミュレーションモデル化やカリキュラムへの一元化や小学校から大学までの学生達の学習がなければ、ナノテクノロジーの分野は現在証明されているような進展はなかったであろう。研究出版物の従来の学術コミュニケーションモードはナノテクノロジー研究者達のリアルタイムのニーズを満たしえなかったであろう。

更にナノハブは双方向の口頭の発表であるとか、iTune を経由してアクセスできる Podcasts のような新形態のメディアで情報を伝達している。図書館はこの情報伝達の新しい役割をどの様に評価し、かつ統合化するのだろうか。そして、それを図書館の責任の範疇にどの様にして取り込むのであろうか。更に、図書館は現在作成されているレコードをどの様にして確実に保存し、将来利用できるよう、アーカイブする方法がある。ナノハブについては参考文献 8) に、書かれている内容を引用した。

例 2 : GWAS (Genome Wide Association Studies)

ゲノムを広く関連する研究は、特定の疾患に関連する遺伝子変化を見出すために、多くの人々の DNA の完全なデータ集合、すなわち、ゲノムを対象にマーカーを急速にスキャンして見つけるというアプローチである。いったん、新しい遺伝子の関連が確認されると、研究者はその疾患を検出し、処置し、防止するよりよい戦略を開発する情報を得ることができる。このような研究は喘息、癌、糖尿病、心臓疾患、及び精神病のような一般的で、複雑な疾患に寄与するであろう。NIH や、NIH 財団、ファイザーグローバル研究開発その他は公民のパートナーシップを形成して、それが、遺伝子連携情報ネットワーク (Genetic Association Information Network (GAIN) で、ゲノムに広く関連する研究を助成した。そういう経緯のあるデータ集合である。これも e-science に使用できるデータ集合である。

例 3 : 農学分野での e-science に役立つデータ集合

農業での e-サイエンスの領域には動植物のゲノムがあり、この中には遺伝、機能性遺伝学、プロテオミクス、代謝学の分野もある。又地理情報データもある。こうした活動から得られるデータに対して、非常に多くの需要が生まれている。この中でも 3 つの例を挙げる。

1) 環境分野のアイオワ州における土壌浸食

地理情報システム (GIS) で毎日の土壌浸食のレベルを測定する。これらから得られるデータを他の研究者の利用に備えるように、又共有できるようにしておく。

2) リオグランデ渓谷下流域に終えるワタミハナゾウムシと呼ばれる綿花の害虫の調査。

ここでは、ワタミハナゾウムシの飛散パターンをシミュレーションし、どこにトラップを設置したらよいか考える。週に一度、こうしたトラップを考えて、ワタの被害を防ぐ。パターンを毎回変えて、より洗練されたシミュレーションを行う。

3) 水産養殖分野。魚を食べる野鳥のウについて地理情報データを使って調査する。GIS

のトラッキング情報を使い、ウがこの池をどう感じるか、どう知覚するか調査する。

これらのデータの共有にはデータの管理が必要であり、又専門家の知識も必要になる。

図書館は e-science でどのように支援できるか

E-science では、データ共有に図書館はどのように関与すべきかは大きな問題である。

このようなデータ管理にはライブラリアンの資格も必要であるし、その前に e-science と

いうこれまで述べてきたように研究の方法論のひとつであることから考えると、図書館がこのような学問体系をスタートさせる上で、ビジネスモデルの構築が必要であると考えます。その中で、新しい役割（科学技術の知識を持つライブラリアン）をもったライブラリアンの登場、教育、受け入れができるものと確信する。ライブラリアンの資格を見ていく。扱う内容も科学技術系なので、科学技術のバックグラウンドをもつ人の図書館、情報サイドへの投入が必要になると思われる。

* e-science にもとめられるライブラリアンの役割

“データの管理とは何か”という疑問がもちあがる。よく言われることだが、Curation（管理）も分野や職業が異なるとその意味が違って来る。科学者やエンジニアにとって curation はデータベースに蓄積される情報を調べ、テストし、かつ選択するプロセスである。これは通常、データベースの価値に付け加えられることが多い。しかし、ライブラリアンやアーキビストにとっては“データの管理、curation”とは、データが将来の確証や利用にむくよう確実にアクセスや検索ができるよう、将来にわたり、データを蓄積し、アクセスを提供し、保存し、維持するという意図を持つ。いずれにしても、科学者／エンジニアとデータ科学者（ライブラリアン／アーキビスト）との間の会話の不足がなく、互いがこの定義の違いを認識する必要がある。

* 図書館学とアーカイブ科学の適用

ライブラリアン／アーキビストの専門知識をどのようにデータ集合の管理に適用し、科学的要請に応じられるであろうか。数百年間（おそらく数千年間）、対象物の資料の整理に人々のはりついてきた。それがパピルスの巻紙であっても、楔形文字が刻まれた粘土板であっても、皮紙に書かれた写本もしくは初期の写本版であってもそうである。特定の情報を明らかにするために、一連の人々は論理的な順序や構造、検索システムの方法論を共同して工夫してきた。それがすべての資料を“図書館”の中に配置し、収めるということになったのだった。そういった組織的な体系はある地域全体にとっての、唯一の保管庫（図書館／アーカイブ）となって役立った。19世紀の後半では、出版物が増えた。出版物とは図書、定期刊行物、雑誌、新聞などである。そこでは、標準化されたアプローチが重要になった。19世紀中葉に専門的な図書館教育が発展した。専門的な規約が、資料を整理するうえで工夫された。それはまず図書館内部で、例えば米国議会図書館の分類体系、や多くの大学で使われたデュイの十進分類法である。さらに国際的なアプローチを反映して（米国外）、1931年にはコロソ分類表をインドのシャリ ラマムリタ ランガナタン（Shiyali Ramamrita Ranganathan）が開発した。

19世紀後半、目録規則は英国の図書館協会と共同で、米国図書館協会が作成した。その意図するところは、図書および定期刊行物の目録フォーマットを策定し、かつ件名検索を設定

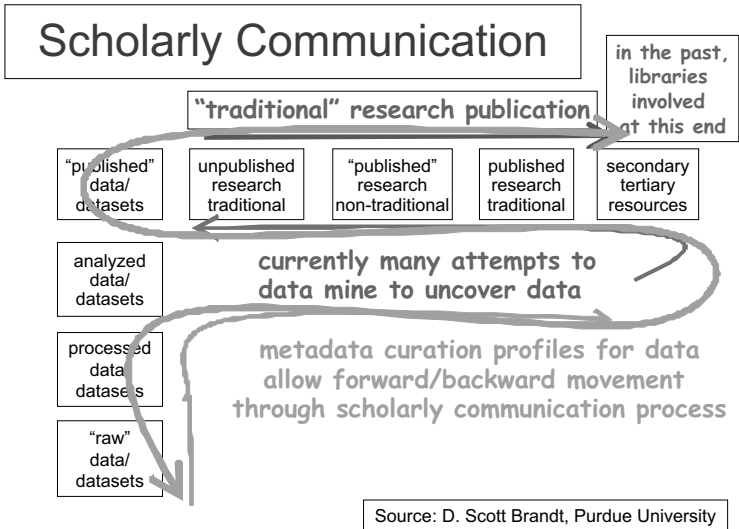
することであった。目録規則（今日のメタデータに等しい）と件名標目（今日の分類学に等しい）が資料を整理し、図書館内で資料へのアクセスを可能にするものである。一方、研究者はひとつの図書館から別の図書館へと同じ目録フォーマットで資料を探せるように目録データの統一記載が必要であった。

19世紀末に向けて研究者達は次のような主題分野：化学、物理、哲学、地質学、など、で出版されている専門雑誌がかなり増加するであろうと考えた。記事の著者とその記事及び主題内容にリンクできる索引／抄録サービスが開始され、研究者がアクセスしやすいようになり始めた。

20世紀後半になって、コンピュータ技術の登場と応用が先ずは、自動目録への遠隔からのアクセスができるようになり、今では、デジタルの索引と抄録につながるようになった。今日、著しい数の研究が生成され、印刷体と電子媒体とで出版されており、かつてないほど、印刷体でなくとも流通されるようにますますなっている。このデジタル化は一つの結果として研究者達は彼らが報告する研究成果から、その研究に使われたデータ集合へと“回帰”できるようにしたいということであろうか。パデュー大学の D. Scott Brandt が作成した以下の図はデータ集合へのアクセスを現在、将来にわたり提供する必要性を支配する新しいサイクルを示す。

図書館学の原理は情報源（その分野の科学者達）を評価するため、収集資料を評価し整理

図 学術コミュニケーション 情報源 D. Scott Brandt



構造を作成するため（メタデータ／データベースの作成）、及び分類学・オントロジー（主題分類）を使って流通経路を開発し、かつ管理（蓄積と保存）を開発する事である。ライブラリアンはデータ管理と運営の道理にかなった共同者である。

米国のアーキビスト協会が定義したように“アーカイブ科学は記録された資料への評価、入手、認証、保存、アクセスの提供の各実践を支援する理論の体系的なものである。”

アーカイブスの仕事をする誰もが、提供者の“贈呈条項”になれるようになる。往々にして個人的な論文の提供者はその資料に時間と利用者制限をおくことになる。資料はその提供者の要求に応じて特定の時間、利用できずにさしひかえさせられるか、もしくはそれへのアクセスは特定の集団に対して制限がかけられてしまう。加えて、アーキビストは大量の論文ファイルの検討であるとか、資料全体を保存するというよりか、むしろ“事例ないし代表的な項目”を評価し、保持する事の訓練を受けている。資料は“拋出資料構築”のために、別の機関にまわすなり、貸し出してしまうかもしれない。しかし、ライブラリアンの責任とアーキビストの責任との間に見られる大きな違いは、アーキビストはユニークでオリジナルな資料を扱うことが殆どで、しかもそれが頻繁であるという点である。従来的には、アーカイブスは生データ、歴史的には印刷体であるもの、保管庫として定義づけられている。これは研究者（その殆どが人道主義者とは社会学者）が“掘り当てる”まではその生データ以外は全くなんでもないものであるのである。これは科学者が掘り当てる大量のデジタルデータ集合と同じなのである。

ライブラリアンの役割はこの数年間で大きく、かつ迅速に広がってきている。これは最近の全米科学財団（NSF）のサイバーインフラストラクチャー局（OCI）からの研究基金が出ると公表されたことからわかる。この研究のテーマの告知は以下を参照されたい。

Sustainable Digital Data Preservation and Access Network Partners（DataNet）

5年間で2000万ドルが5回提供されるこの研究の目的はe-scienceを促進するために世界中のデータ集合のハブを提供するネットワークを造ることである。図書館学とアーカイブ科学はこの研究基金の条件の中で確認している先導的な学問分野である；この分野はデータ集合管理の解決策の策定に大きく関れるからである。

2008年に基金を受け取る機関の公表があるが、DataNet基金は科学・技術研究コミュニティにおけるライブラリアン及びアーキビストの新しい役割を確立しよう。これは、この20年間にわたりコンピュータ科学者及び情報技術者のために設定された役割のごときである。

ライブラリアンとアーキビストはその準備ができているのだろうか。米国では、ライブラリアンが図書館学と科学ないし工学分野両方で教育を受ける事が益々必要となってこよう。

これは学部学生レベルでおきるだろうが、博士課程も含む大学院レベルでも同じである。この両方の主題に研鑽を積むことは特定の学問分野での研究というチャレンジに洞察を与える一方、図書館学の原則の統合化も可能としよう。

米国では通常、大学図書館のライブラリアンは大学の学部の一員としてみなされており、ライブラリアンの多くは専門職の地位を持ち、終身地位が保証されている。学部の一員としてのライブラリアンは研究プロジェクトに関し、研究者と共同し、かつ等しい身分で参画できるので、ライブラリアンが持つその専門技量を研究プロジェクトに生かすことができる。このアプローチはますます要求されてこようし、またライブラリアンは科学技術での同僚として位置づけられるので、ライブラリアンの価値も上がってこよう。われわれが今直面しているこの傾向はこの新分野の図書館学に関連する機会に参画できるよう、上級ライブラリアンであるとか、新規に大学院卒業のライブラリアンを養成する方向にむかわせている。メディアないしデジタル資源を使いこなせるライブラリアンを図書館内に配置することは現在日常化しているように、極く近い将来、データ集合を管理するライブラリアンを図書館スタッフの中に配置することは日常的になろう。正にライブラリアンにとって、今後は大変に面白い時が到来することになるのだ。(以上は著者が訳したマリNZ教授の記事(参考文献8)から引用した。

という内容を Purdue 大学のマリNZ教授は述べる。著者はその考え方に同意する。

パデュー大学の例と米国のカリフォルニア大学のサンディエゴ分校の例を述べて、実際に図書館、特に大学図書館でも研究を主として行う、大学の研究図書館の例を見てみる。

例1：パデュー大学)

本大学は1869年にインディアナ州に設立された私立大学で、学生数40,000人、2008年から2009年に研究に費やされた支出は約503百万ドルで、このうち全米科学財団の後援は49.5百万ドルに上る。

同大学のデータ研究とデータ管理活動は分散化データキュレーションセンター (D2C2) での作業としてかなり仕事をしている。パデュー大学の前述したナノハブは科学の共同のプラットフォームで、重要な役割を持つ。図書館でのレファレンス及びコンサルタント業務が、研究者がデータを確認し、アクセスし、使用する際の大いに助けとなる。このようなデータキュレーション役を担うライブラリアンのリテラシーを育てる必要がある。これからの図書館のライブラリアンの一つの目標になりうる。パデュー大学図書館では、2006年に米国の研究図書館連盟 (ARL) が NSF に対して出したレポートであるタイトル“時の試練に立って：科学及び工学のデジタルデータ集合の長期管理”というレポートの中で、フルタイムの研究科学者の地位を作り、勧告に関する仕事の定義をベースにした。2007年に同図書館は学際研究ライブラリアンのポジションを設定した (リエゾンの仕事をする) この学際リエゾンラ

イブラリアンはプロジェクトに参加し、e-science のイニシアチブとプログラムを支援する。このライブラリアンはデータ管理と e-science 研究プログラムの支援に寄与する。

この D2C2 のプログラムと研究活動が結果を生み出し、研究に関与するライブラリアンの役割を生み出すライブラリアンの容量を可能にするツールを生み出す。パデュー大学の図書館員の募集の際の資格は、データ研究科学者（DRS）は同大学の図書館の研究活動に役立つデータ管理の専門技能を有する人であることになっている。

例 2：カリフォルニア大学、サンディエゴ分校の例)

この大学は州立大学で、学生数30,000人、2008年から2009年間で研究支出は881.6百万ドル、そのうち NSF の後援額は、90.6百万ドルが含まれる。この分校の図書館はカリフォルニア大学以外からのデータキュレーション活動と e-science の上にとって学んでいる。したがって、研究者支援になるレファレンスやコンサルタントや、技術インフラストラクチャやツールを提供する。e-science 支援の計画やプログラムは同図書館の管理チームが出す。同校の e-science とデータ管理およびキュレーションは将来及び今日の研究図書館に求められるコア部分として捉えている。

終わりに

今まで書いてきたが、要所要所で、本著者の考えも書いてきた。参考文献を読んで解説的にまとめたものもあるが、図書館の役割では本著者が納得のいく内容を書くなり、紹介したつもりである。科学技術の図書館員を目指していた私であるが、e-science の登場で、科学技術の分野を担当する図書館員が登場する場面を期待する。

参考文献

- 1) Agenda for developing E-Science in Research Libraries :Final report and recommendations to the Scholarly Communication Steering Committee, and the Research, Teaching, and Learning Steering Committee Nov. 2007. 25p.
http://www.arl.org/bm~doc/ARL_EScience_final.pdf (Accessed 2010-10-17)
Prepared by the Joint Force on Library Support or E-Science.
- 2) NSF Cyberinfrastructure.
<http://www.adec.edu/nsf/nsfcyberinfrastructure.html> (accessed 2010-10-31)
- 3) Sustainable Digital Data Preservation and Access Network Partners (DataNet)
<http://www.nsf.gov/pubs/2007/nsf07601/nsf07601.pdf> (accessed 2010-10-17)
- 4) E-Science and Data Support Services: A study of ARL Member Institutions August 2010
<http://www.arl.org/bm~doc?escience-report2010.pdf> (accessed 2010-10-17)
- 5) National Science Board. Long-Lived Digital Data Collections: Enabling Research and Education in the 21st Century. 87p.
http://www.nsf.gov/nsb/documents/2005/LLDDC_report.pdf (Accessed 2010-10-17)
- 6) Science Links Japan. Opinions “Kanae Type” Deployment of Science and Human Development. Written by Masae Sakaiuchi, 2008.06.
<http://sciencelinks.jp/content/view/726/241> (accessed 2010-10-17)

- 7) 戦略プログラム 自立シミュレーションの連携システム構築：地球システムモデリング研究での実践. 科学技術振興機構 研究開発戦略センター. CRDS-FY2009-SP-09.
- 8) eサイエンスにおけるライブラリアンの役割. マリンズ、ジェームズ L. 著. 加藤多恵子訳. 情報管理. 50 (12) : 810-815. 2008.
- 9) 講演：米国国立農学図書館と e-サイエンス. ヤング、ピーター R. 情報管理. 51 (9)、684-695. 2008.
- 10) Genome.Gov National Human Genome Research Institute.
Genome-Wide Association Studies.
<http://www.genome.gov/20019523> (accessed 2010-11-04)
<http://grants.nih.gov/grants/gwas/> (accessed 2010-11-04)
- 11) ARL. To Stand the test of Time: Long-term Stewardship of Digital Data Sets in Science and Engineering. Sept. 2006
<http://www.arl.org/bm~doc/digdatarpt.pdf> (accessed 2010-11-03)