

教育事業への情報通信システムの効果検証の試み

齋藤愛子, 佐野 洋

東京外国語大学 外国語学部

E-mail:saito.aiko.max@tufs.ac.jp, sano@tufs.ac.jp

[概要] 本稿は、教育事業におけるユーザー(学生, 生徒, 教育組織の教職員)に対する、情報通信システムの教育事業効果測度の手法に関する。情報通信システムの教育への効果検証やサービス品質測定に、ソフトウェア品質評価の成果を応用した。調査の中心課題は、情報通信システムが教育組織と教育に本当に有効かどうかを測るメトリクスを決めることにある。2001年1月末にサービスを開始した東京外国語大学・情報処理センターのシステム事例を基に、サービスの項目とその特性など各種メトリクスを調査した。事例に基づく測定結果から特定の情報通信システムに偏らない共通の評価方法・指標を検討する。

[キーワード] 教育事業効果測度, 情報通信システム, 利用者要求, 品質評価, 品質測定

1 はじめに

高度情報化時代において活躍できる人材に育成のために、教育機関の教育事業にも情報システムが積極的に導入されている。マルチメディア教材の開発や、教育分野と情報通信分野の知識を有する人材育成の取り組みが盛んになっている。情報通信技術は教育事業の推進に役立つ機能を提供するが、その機能を効果的に利用できる否かで教育効果は著しく異なる。情報通信技術分野の技術変革は急速に進んでおり、情報通信技術者さえも常に技術キャッチアップに取り組んでいるほどである。

従来、情報通信技術を使った先導的な教育事例の推進と、各教育組織でのハードウェアを中心とした設備の充実が図られてきた。報告事例も多い。一方で、情報通信システムの教育事業に対する効果検証や、教育情報システムの品質改善の研究、教育組織の情報力の測定調査や、測定結果に基づく情報教育レベルの格差是正への取り組みは少なかった。情報通信システムの教育事業への貢献度を客観的に測定する取り組み

は重要である。効果検証から明らかになった改善点を、システム構成や運用方法にフィードバックすることで、教育事業への投資効果を上げることができる。

本稿は、教育事業におけるユーザー(学生, 生徒, 教育組織の教職員)に対する、情報通信システムの教育事業効果測度の手法に関する。

情報通信システムの教育への効果検証やサービス品質測定に、ソフトウェア品質評価の成果を応用した。調査の中心課題は、情報通信システムが教育組織と教育に本当に有効かどうかを測るメトリクスを決めることにある。2001年1月末にサービスを開始した東京外国語大学・情報処理センターのシステム事例を基に、サービスの項目とその特性など各種メトリクスを調査した。同センターは、(1)個人メール(Webメール¹), (2)SMTP,POP3,IMAP4, (3)個人ホームページ, (4)掲示板・会議室, (5)Telnet login, (6)組織用ホームページ, (7)メーリングリスト, (8)学内ネットワーク接続(固定接続, 自由接

¹未導入。

統), (9)MS Campus Agreementに基づくソフトウェアメディアの貸出し, (10)サポートサービス, (11)リモートアクセス(アナログ回線, デジタル回線), (12)情報KIOSK等, 一般プロバイダーと同等のサービスを実施している。

事例に基づく測定結果から特定の情報通信システムに偏らない共通の評価方法・指標を検討する。将来的には, 効果検証の実施コストの低減を目指し, 情報教育システム監査機構といった全国的な取り組み(共同利用機関)の提言をし, 問題提起としたい。

以下, 第2章では, 情報通信システムの利用者要求と品質測定とその目的について述べる。第3章で, 東京外国語大学・情報処理センターの設備概要を述べる。第4章では, 事例に基づく品質の評価を試みる。一般評価項目についても言及する。第5章は本稿をまとめる。

2 情報通信システムの効果検証

情報通信技術を使った先導的な教育事例が, 組織形態や教育目標の違う他の教育機関にも適用できるとは限らない。組織に属する利用者の要求に沿って情報通信システムは設計し導入する必要がある。ポイントは, 教育事業を基盤とした利用方法を決め, その利用方法に適合する情報通信システムの品質を定めることである。

2.1 システムサービスの変遷

大型電子計算機センターを初めとする情報処理センターは, 従来, 計算資源²を, 組織内の専らコンピュータ技術, ソフトウェア技術やソフトウェア応用技術を有する利用者に対してサービスを提供してきた。コンピュータのハードウェア性能上の品質が, 直接利用者のサービス品質と考えられてきた。そのため, 計算資源を単位換算することで, 利用者へ課金をしている。

コンピュータ装置の高性能化と低価格化に伴い, コンピュータの個人保有も一般的になりつ

つあり, 同時に利用者層も急拡大した。コンピュータ同士がネットワークに相互接続され, サービスを提供するサーバーとサービスを受ける数多くのクライアントが双方向で通信しあう通信網が世界的規模で構成されている。

従来型の計算資源を利用するサービスは相対的に減少し, ネットワークコンピューティングを基盤とする新しいサービスへ利用者層を急拡大しながら移行している。例えば, 電子メールは, 高速な計算資源を直接要求しないが, 24時間無停止の高可用なシステム稼働状態をサービス品質として要求する。ウェブページの閲覧では, 高可用性のシステムに加えて回線の帯域幅の大きさがサービス品質になる。多くの利用者の要求は, 既に計算資源ではなく, ネットワークサービスにある。

2.2 利用者要求と品質測定

高度情報化社会では, インターネットが社会基盤となりネットワークコンピューティングは教育研究の基盤サービスとなっている。教育機関でも, 利用者は, その組織に所属する者全てが対象となってきている。最早, 計算資源に応じた課金という概念は希薄になり, あったとしても超高速計算や特殊なアプリケーションを利用する数少ない利用者に適用が限られている。情報通信システムが提供するサービスは, 当該システム導入する教育組織内の全ての利用者が受けるべきものである。情報通信システムの品質測定と評価を行うことは, 教育事業への効果(稼働効率)を計測する上で重要だ。

利用者要求を満足させるためには, 教育事業を基盤とした利用方法を決めた上で, (1)各種のシステムサービスについて, どのような品質が求められているのか明確になっていること, (2)組織内で運用されている情報通信システムのサービス品質の計測と評価が可能になっていること, が必要である。

著者等は, 情報通信システムの品質は, ソフトウェア品質に類似していると考える。先行する研究成果を参照し, 情報通信システムの品質計測と評価の目的を, ソフトウェアの品質評価

²ホストコンピュータのCPU時間, ディスク使用容量, セッション利用時間, 印刷出力枚数等。

の目的[東94, 20 頁]に対比させ以下に挙げる。

1. 教育事業を基盤とした利用方法を分析する指針となり、組織構成員(利用者)のサービス要求を、情報通信システムの導入者(教育組織の情報部門担当者)が判断することができる。
2. 情報通信システムの導入者が、システム導入の前に、サービスの内容を確認することができる。換言すれば、システム設計段階で、利用者要求との適合性を判断することができる。
3. 情報通信システムの導入者は、教育事業の特徴やコスト制約などの条件下、幾つかのシステム提案を比較することができる。

[東94, 20 頁]に拠れば「第三者である評価専門家」が、ソフトウェアの客観的な評価を実施できることにも言及している。著者等は、この指摘に強く同心し、本稿での取り組みが、情報教育システム監査機構というような評価機関の活動に結びつくことを将来の目途としている。

2.3 品質評価

情報通信システムの教育事業への効果測度の手法に関する研究は少ない。本節では、ソフトウェア品質評価の成果[東94, 15 頁- 21 頁]を参照し、ソフトウェアのそれと対比させることで、情報通信システムの品質評価の概念について考察する。

情報通信システムの品質評価は、システム導入者(システム管理者を含む)や、システムが提供するサービスの利用者が、次のような意思の決定に必要である考える(図1を参照)。

1. ある階層で提供する機能は、それを基盤とする上位の機能を実現するのに、利用者サービスの視点から充分適切かどうか。
2. 情報通信システムは、利用者要求のサービスを各階層で満たしているかどうか。もしくは

は各階層毎にサービス目標を実現しているかどうか(階層間の機能連携は適切か)。

3. コンピュータ機器やネットワーク機器の複合である基盤設備を始め、基幹ソフトウェア(OS)とそのOS上で機能するアプリケーションなどが混在する情報通信システムにあって、幾つかの候補システムの中で最も自組織の利用者目的に適うものはどれか。

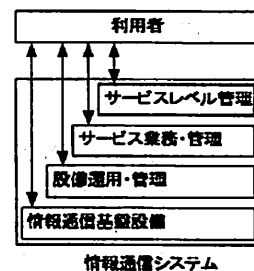


図1: 情報通信システムの品質階層モデル

上記の議論を踏まえ、次章では本学の情報通信システムの事例を紹介する。

3 東京外国語大学・情報処理センター

3.1 設置

東京外国語大学・情報処理センターは、全校組織の1つで、全校で共同利用する情報通信基盤設備の導入、並びに運用と管理を行っている。平成12年10月から設備導入を実施し、平成13年1月末に設備稼働を始めた。平成13年4月より各種ネットワークサービス、アプリケーションサービスの提供を行い、情報処理センター設備の完全稼働状態に移行した。

3.2 設備配置

東京外国語大学は、外国語学部1学部からなる単科大学である³。東京都府中市⁴に位置する。現在、研究講義棟、図書館、大学会館、体育館の4建物がある⁵。情報処理センター建物は無い。情報処理センター設備は、図書館と研究講義棟に配置されている。例えば、PC端末は、図書館と研究講義棟にそれぞれ半数ずつ配置している。

3.3 センター設備と性能特徴

3.3.1 サーバー群

高可用性(24時間ノンストップ)サービスを可能にするSMP クラスターサーバーを導入し、基幹サーバーOSには、Free UNIX OS (Linux)を採用した。ファイルサーバーは、SNA(Strage Area Network)を用いた大規模ファイル装置を提供している。利用者向けファイルの容量は1.5テラバイトである。

管理サーバーを設置し、端末PCのディスクトップ管理を行うほか、主要設備機器の各種イベントログの収集、システムログの記録などを行っている。コンピュータセキュリティ確保のため、Firewallサーバーを導入している。ネットワーク系統図を含めた概念図を図2に示す。

3.3.2 ネットワーク

学内基幹ネットワークには、光ファイバを用いた Gigabit Ethernet (4Gbps) を敷設し、GigaEther 対応 L3 スイッチを、研究講義棟 2F と図書館 4 階のサーバー室にそれぞれ設置している。端末は、Ethernet L2 Switch を採用し、100Mbps の回線速度を確保している。対外接続部分には、Cache サーバーを配置することで、インターネットアクセス速度の高速化を図って

いる⁶。Firewallサーバーを中継することでインターネットからのコンピュータウィルスへの脅威に対応している。

3.4 利用者用設備

情報処理センターでは、全学構成員数の15%にあたる620台のPCを導入した。図3に利用者用設備の配置図を示す。研究講義棟のコンピュータ室は5室(合計約250台)で、授業での利用が専らである。共同研究室、大学院生研究室、留学生情報処理室や就職係にも情報処理センター設備を配置し、教育だけでなく、研究や就職活動に資する情報環境も提供している。

図書館に設置したPCは、学生が、講義のない時間、休み時間や放課後など自由利用できる情報環境(合計約200台)を提供する。同図書館では、教育利用目的のマルチメディア環境を実現している。音声オーディオMP3編集、MIDI編集ができるブースや、ノンリニアデジタルビデオ編集が可能なブースもある(いずれも語学教材開発などに応用利用する)。また、マルチメディア処理では、マルチメディアオーサリングソフトウェア、WEBオーサリングソフトウェアを導入し学生の利用ニーズに対応している。

外国語、外国語学教育への対応では、多言語環境(Unicode,ISO/IEC10646,JISX0221)及び、日本語処理環境(JISX0213に対応)を導入し、PC上で多様な文字の利用を可能にする。本学の語学学習を支援している。さらに多言語学習へ対応するため、Unitype Global Office (ProofingTools 30言語分)を導入した。本学の特徴でもある多言語の学習支援を目指した利用基盤を提供している。情報設備を使った英語教育の支援として、英語CALLシステム(ALC NetAcademy)を導入した。情報処理センターとしてマルチメディアを用いた自学自習用ソフトウェアを提供している。

³全国共同利用施設であるアジア・アフリカ言語文化研究所を付置する他、留学生日本語センターも有する。

⁴東京都府中市朝日町1-11-1

⁵本学はキャンパス移転途中で、今後、アジア・アフリカ言語文化研究所棟、事務棟及び留学生日本語センター棟が建てられる。

⁶Chashサーバーを使った閲覧ページ履歴の蓄積機能を採用することで、利用者に人気の高いページは一度蓄積されると、外部へのアクセスをしないで閲覧することができる。このため、通信速度効率が向上している。

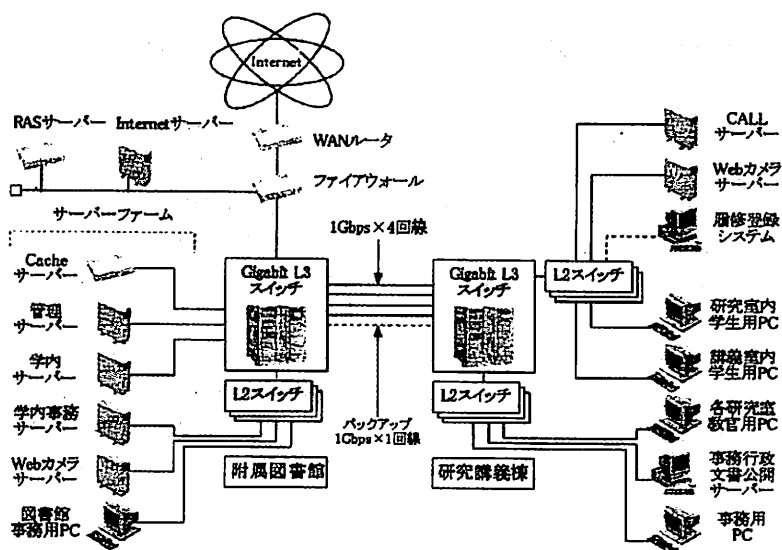


図 2: 基幹サーバーとネットワーク

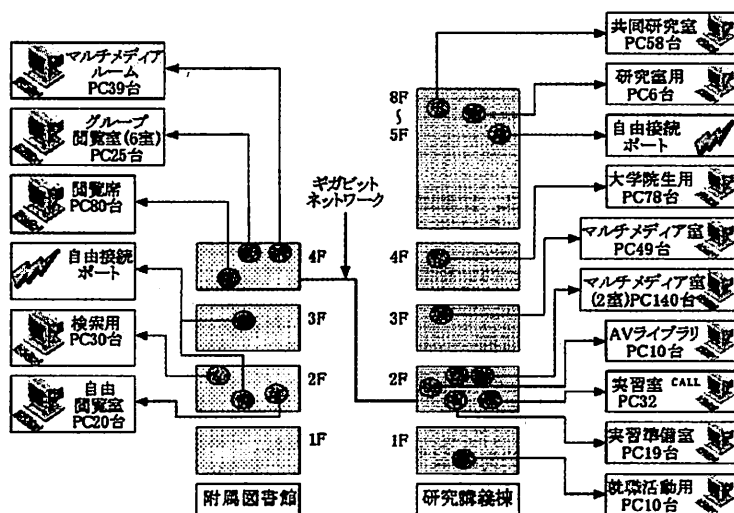


図 3: 利用者用PCの配置

4 設備特徴と評価

4.1 品質の評価と特性、測定

品質は、様々な特性の複合したものであり、個々の特性の重要度は、情報通信システムの使用目的によって変わるという[東94, 15頁]。情報通信システムは、単体でも複雑な機能を有するコンピュータシステムの、さらにその複合体として構成されるから、多様で多面の機能を有する。

ユーザーファイルサービスでは、例えば、信頼性とデータ保護性能が評価対象となる。基幹ネットワークは、帯域幅と通信品質が問題となる。アプリケーションサービスでは、利用者からのアクセス性やセッション管理による個人データ保護に加えて、インターフェースの使い易さが重要になろう。ソフトウェアと同じように品質展開の考え方が必要だ。

品質の測定には、何らかの測度を用いて定量測定が可能なもの(直接測定)と、間接にしかその値を測定できないもの(間接測定⁷)がある[東94, 17頁]。

4.2 定性的評価

1. サーバー群 基幹サーバーでは、信頼性と可用性確保のためディスク共有型クラスタリング⁸を実現している。フェールオーバー機能を有し、商用OSと同等機能を有する。

主要なWebアプリケーションが既にLinuxに移植済みで、APサーバーとして利用者に対するソフトウェアサービスも確保されている。WindowsPC端末に対してファイルをサービスするSAMBAsを、MacintoshPC端末に対してファイルをサービスするNetalkを提供している。WebSphere Application Server(IBM)、RealServer(Real)、UDB-DB2(IBM)なども稼

⁷間接測定では、評価対象に対し直接に測定できる部分を測る。それら測定値から、評価対象への関数的な関係を用いて計算を行うという[東94, 17頁]。

⁸クラスタリング：複数のコンピュータを結合して仮想的に1つのコンピュータとして動作させること。稼働機に障害が発生した場合に待機機が処理を引き継ぐことで可用性が向上する。

働している。ライセンス料、クライアントライセンス料、アクセスライセンス料等が無料のため導入コストを低減することができる。

2. ネットワーク 基幹ネットワークは4Gbpsの通信速度を確保している。映像送信などにも十分な帯域幅を持つ。可用性向上のためバックアップ回線(1Gbps)を持つ。Cache(閲覧ページ履歴の蓄積)サーバーを導入し、インターネットへのアクセス効率を向上させている。

3. 利用者用設備 研究講義棟・コンピュータ室を使用する情報処理科目授業は、今年度17コマ(通年科目10コマ、半期科目7コマ)が開講されている。情報処理科目以外の授業利用もあり、一般授業においてもPC利用への要求は高い。次第に教室利用率が向上している。図書館に設置している自由利用PCの利用状況は、ログイン記録から約2000名/日である。在学生4,355名の内、約半数が利用していると推測される。

4.3 定量的評価

4.3.1 直接測定項目

1. 学生が受けるサービス 学生(学部生・大学院生)1人当たりで受ける物理的サービス量を表1に示す。その他に、情報通信システム設備を設置する部屋の床面積から、1人当たりの情報化のための占有面積が計算できる。

表1: サービス量(1)

1人あたりの設備	
1人当たりのPC台数	0.135台
1人当たりのファイルサイズ	335Mbyte ⁹
1人当たりのPC画面面積	2.287inch
1人当たりのプラズマ掲示板面積	0.035inch

表2は語学関連のアプリケーションについて示す。

2. 教職員が受けるサービス Microsoft Campus Agreement 契約によって、表3に示す製品(2001年7月現在の価格)の利用が可能である。

表 2: サービス量(2)

語学関連アプリケーション	
CALL システム (ALC NetAcademy)	利用可(PCは155台)

表の価格の積算額は、個人での製品購入金額の上限になる。

表 3: サービス量(3)

Microsoft 製品名	価格
Windows 2000 Professional	¥12,800
Windows 95/98/Me	¥23,800
Windows NT Workstation	¥32,800
Office Professional	¥34,800
FrontPage	¥18,900
Visual Studio Professional Edition	¥148,000
Office Mac2001	¥47,300

3. 学生・教職員が受けるサービス 表4は、本学情報処理センターのネットワークサービスレベル一覧である。

表 4: サービス量(4)

ネットワークサービス	有無
利用者アカウント	有(全員)
利用者用 E-mail address	有(全員)
POP・SMTP等のメールの利用	有(全員)
RASの利用サービス	有(全員)
個人・団体HP開設サービス	有(全員)
メーリングリスト作成サービス	有(全員)

外部接続部分のFirewallを介しコンピュータウィルスのチェックと駆除を実施している。端末PCすべてにウィルス駆除ソフトウェアを導入するコスト、及びソフトウェア更新に係るコストが低減している。尚、市販の主要なウィルス除去ソフトウェアの平均価格は、12,310円である(2001年7月現在)。

4.3.2 間接測定項目

1. 学生が受けるサービス 表5は、本学の各専攻語毎の多言語環境についてまとめたものである。

表 5: サービス量(5)

専攻語	専攻語別の状況
英語、日本語、インドネシア語、マレーシア語、フィリピン語、ドイツ語、フランス語、イタリア語、スペイン語、ポルトガル語、ポーランド語、チェコ語、ロシア語、トルコ語	問題なし(Windows98) Windows98+言語追加 Windows98+多言語サポート+言語追加
中国語、韓国語、タイ語、ベトナム語、アラビア語	Windows98+IE5.5+言語追加
ベルシア語、ウルドゥ語、ヒンディ語、ラオス語、カンボジア語、ビルマ語	Windows98+グローバルオフィス
モンゴル語	不明

2. 学生・教職員が受けるサービス 表6は、利用者教育サービスを示す。

表 6: サービス量(6)

利用講習会	有(全員)
利用者講習会	有(全員)
PC、サービス利用の相談受けつけ	有(随時)
基幹系保守	有(常駐)

利用者講習会の開催は以下のようなものである。今年度1年生については、情報リテラシー科目が必修化され、講義内に演習として実施した。実習では多言語実習も行っている。在学生については、放課後や土曜日に、1時間～1時間30分程度の利用講習会(教官による説明)を実施した(平成13年5月8回、6月6回、7月2回で合計16回)。教職員向けには、専門のインストラクターによる1時間30分程度の利用講習会を開催した(平成13年5月～6月に合計8回実施)。

サービスの有無よりも利用者要求と、サービス内容の質による評価を要する。

4.4 一般評価項目と測度

第2章で指摘したとおり、教育事業における情報通信システムが提供するサービスは、自組織の利用者要求に沿うべきであり、教育事業効果をあげるよう設計されるべきである。とりわけ教育機関では、品質評価のための特性の一

般化(最終的には標準化)が必要である。本節は、全国国立大学の情報通信システムが提供するサービスを、国立大学情報処理センター協議会(2001年6月開催)資料を基に調査した結果を示す。

4.4.1 サービス項目について

紙面の都合上、各種サービスのまとめについては稿を改め、同著者による“教育事業への低コスト・高可用性を目指した情報基盤システム”で示す。

4.4.2 サービス特性

本節では、調査結果から得たサービスの特性について簡略にまとめる。詳細とまとめは、同著者による“教育事業への低コスト・高可用性を目指した情報基盤システム”で示すので参照されたい。

1. サービスを示すことば 品質を計る目的は比較を行うことにある。しかし、情報通信システムで同じサービス特性を表現するにも違うことばが用いられたりする。「インターネット利用サービス」を「インターネット」「インターネット接続環境」「ネットワーク利用」「ネットワーク関係」「学内LAN整備」「ATM(155Mbps)接続」「情報交換」「WWW」「個人Webページ」等のことばを使ってサービスを示している。

組織毎に業務プロセスが違うなどの原因で、すこし概念がずれる場合には特性を示すことばを割り当てるときに問題になる。

2. 教育研究は特性が二極化 組織形態の違いがサービスの特性に現れている。学部やキャンパスが複数ある物理的な違い、学部の専門性による利用者要求の違いなど共通化が難しい品質がある。

一般的な教育サービスは、一方で、アカウントの配布、ネットワークへの接続、個人ホームページの開設、情報リテラシー等の授業への対応など品質特性の共通化が容易である。

3. 事務業務は共通化可能 各組織とも図書館業務を含め、事務業務は共通事項が多く、利用者へのサービスは比較的均等である。特性を示すことばを比較的容易に共通化することができるだろう。

5 終わりに

本稿では、情報通信システムの品質について述べた。測定の尺度を議論するために、ソフトウェア品質評価の成果を応用した。東京外国語大学・情報処理センターの事例に基づき、サービスの特性を検討した。今後、特定の情報通信システムに偏らない共通の評価方法及び指標を提案して行く予定である。

高品質とは、情報通信技術の面から高性能を目指すことではない。ネットワークの帯域幅の拡大にだけ注目したり、サーバー装置の並列計算性能やディスクサイズを上げても無駄である。高い品質とは、システムが提供するサービスを短期に或いは長期間に利用して、利用者満足の得られる品質である。情報通信システムの導入と構築コストだけでなく、利用者への教育コスト、利用者支援コストやシステムの運用コストなどとの全体バランスが重要なポイントだ。

参考文献

- [東94] 東基衛編,1994,「ソフトウェア品質評価ガイドブック」,財団法人日本規格協会,15頁-24頁,41頁~66頁。
- [島野98] 島野頌継,1998,「キャンパスネットワークの構築と問題点」,CIEC 論文誌・コンピュータエデュケーション(Vol.4,1998)。
- [多川他99] 多川考央,岡村耕二,廣川左千男,1999,「九州大学情報処理センターにおける教育用電子計算機システムとその運用について」1999,情報処理教育研究者集会,552頁~555頁。
- [多川他00] 多川考央,岡村耕二,廣川左千男,2000,「九州大学に置ける教育用システムの現状と課題」,情報処理教育研究者集会,243頁~246頁。
- [竹下92] 竹下亨著,1992,「ソフトウェアの保守・再開発と再利用」,共立出版株式会社。
- [東京外国語大学情報処理センター01] 東京外国語大学情報処理センター,2001「東京外国語大学情報処理センター利用者用パンフレット」,東京外国語大学企画広報係。