

独自開発を想定した図書館システム構築のコスト分析

堀 智彰[†] 松村 敦^{††} 宇陀 則彦^{††}

[†] 筑波大学 情報学群 知識情報・図書館学類

^{††} 筑波大学 図書館情報メディア系

〒 305-8550 茨城県つくば市春日 2-1

E-mail: ^{†,††} {tomocya,matsumur,uda}@slis.tsukuba.ac.jp

あらまし 本論文は図書館システム構築におけるコスト分析について述べる。本研究の目的は独自構築のシステムがよいのか、商用システムがよいのかを図書館員が判断するための材料を提供することである。本研究はシステム構築の労力を見積もるため、人月計算を基にした計算式を提案した。計算式は2つのパラメータからなる。ひとつは仕事の種類を重みづけした時間で、もうひとつは図書館員のスキルである。このパラメータに対する値は、システム構築実験から算出した。その結果、本研究は独自開発システムのほうが、商用システムよりコスト的に有利であることを示した。

キーワード デジタル図書館, 大学図書館, システム構築, コスト分析

Cost Analysis of Construction of Library Systems to Promote Self-Development

Tomoaki HORI[†], Atsushi MATSUMURA^{††}, and Norihiko UDA^{††}

[†] College of Knowledge and Library Sciences, School of Informatics, University of Tsukuba

^{††} Faculty of Library, Information and Media Science, University of Tsukuba

2-1 Kasuga, Tsukuba, Ibaraki, 305-8550 Japan

E-mail: ^{†,††} {tomocya,matsumur,uda}@slis.tsukuba.ac.jp

Abstract This paper describes cost analysis of construction of library systems. The aim of the study is to provide the data to decide commercial systems or self-development systems for librarians. The research proposes a formula based on man-month that will estimate time and effort to construct systems. The formula consists of two parameters, one is a time with work type weighting, another is a technical skills. The values of time and skills are calculated by a system construction experiment. As a result, the paper shows self-development systems have advantage over commercial systems in construction costs.

Key words Digital Library, University Library, System Architecture, Cost Analysis

1 はじめに

オープンソースソフトウェアの登場により、図書館はベンダーが提供する図書館パッケージ以外のシステムを選択することが可能となった。これはオープンソースソフトウェアを利用する事で、システムを一から開発せずにシステム構築を行えるからである。また、図書館員による勉強会が盛んに開催されるようになり、図書館員自身でシステム構築を行う土台が着々とできつつある。しかしながら、現実には図書館員によるシステム構築が積極的に行われているとは言い難い。これは、ベンダーがシステム構築を行った場合と図書館員自身が構築した場合のどちらがコスト面において有利であるかが明らかになっておらず、図書館員自身が実際にシステム構築を行う際に一種の障害となっているからであ

ると考えられる．そこで本研究では，両者をコスト面にて比較を行った．

本研究の関連研究としては，ソフトウェア科学の分野が挙げられる．岩田らはオープンソースソフトウェア開発における障害報告とソースコードの変更コストとの関係を分析する際，ソフトウェアのコード変更量を元にコストを算出する方法を考案した^[1]．しかし岩田らの手法は純粋にソフトウェア開発におけるソースコードの記述を主眼としており，開発において不明な点を情報探索する等といった，ソフトウェア開発時に誰しもが行う行為を考慮していない．そのため，本研究のようなケースでは不適応といえる．また，その他，多くのソフトウェア見積もりの諸研究があるが，多くの研究は見積もり時における工数を算出することを主題においている．

2 図書館システム

図書館システムと一口に言っても様々な種類がある．利用者にとって馴染みが深い OPAC から意外な所では，図書の不正持ち出しを防ぐ防犯システムも図書館システムである．ここでは大学図書館の代表的な図書館システムとして，OPAC と機関リポジトリシステムをあげる．

2.1 OPAC

OPAC とは Online Public Access Catalog の略であり，誰でもオンラインアクセスを経て利用することができる蔵書目録である．旧来，図書館では紙製のカードに書誌事項を記載したカード目録によって蔵書を管理しており，利用者はこの書誌事項が書かれた大量のカード目録の中から，カードを探すことによって本を探索していた．OPAC の登場により目録をコンピュータを介して検索することが可能となり，利用者の利便性が大きく向上した．

2.2 機関リポジトリ

機関リポジトリとは近年大学や公的研究所等の研究機関の図書館が積極的に設置を行っているアーカイブシステムであり，各研究機関の成果物（学術論文や学位論文，紀要，報告，教材等）を集約・保存しインターネット上でオープン・アクセスとして発信をしている．機関リポジトリは OAI-PMH によって，利用者は CiNii や Google Scholar，JAIRO など外部の学術データベースを介して機関リポジトリの各資料にアクセスすることができる．機関リポジトリを設置している機関は平成 23 年 11 月 30 日の時点で 218 機関^[2]にものぼり，ここ 5 年間で機関リポジトリ設置機関数は平成 19 年 3 月の 57 機関^[2]から約 3.8 倍もの数に増えつつある．このように近年設置機関数が急激に増加しており，今後も増加されることが予想される機関リポジトリに注目し研究対象とした．

2.3 オープンソースソフトウェア

オープンソースソフトウェアには，様々な定義があるが簡潔に表すと「ソフトウェアのソースコードを無償で配布し，誰でもそのソースコードを元に改良，再配布，利用」ができることができるソフトウェアである．オープンソースソフトウェアは BSD や GNU 等とライセンスごとに微妙に条件が違うが，ここでは各ライセンスの共通部であるソフトウェアを無償で改良，利用できる点に着目をする．使用対価が無償であるフリーソフトウェアと異なり，オープンソースソフトウェアはソースコードが配布されている為，自由にユーザが改良して使用することができる．例えば，図書館員が何らかのシステムを構築しようとした際，従来はフリーソフトウェアを使用することで，システムを無償で構築する所までは可能であったが，ソースコードが公開されていないため各図書館に応じたカスタマイズや独自機能の追加を行えずにいた．そのため，各図書館がカスタマイズや独自機能を付け加える為にはフリーソフトウェアを使用するのではなく，一からソフトウェアを開発する必要があった．しかし，オープンソースソフトウェアを利用することにより，個々のニーズに応じた柔軟なシステムを構築を行うことが可能となった．近年，図書館員がオープンソースソフトウェアを利用してシステム構築を行う風潮が高まりつつあり，最近の例では米国図書館ネットワーク LYRASIS^[3]が図書館で使用

されるオープンソースソフトウェアに関する情報サイト，FOSS4LIB (Free/Open Source Software for Libraries) [4] を公開をした。

3 実験手法

3.1 実験概要

実際にオープンソースソフトウェアを利用した図書館システム構築実験を行い，被験者の行動を記録し労力を計り，構築に要した労力から金銭的なコストを算出した，

3.2 被験者

本実験は図書館員を想定し，図書館情報学及び情報メディア学を専攻している大学学部生，大学院生 7 人を対象に行った。全ての被験者に対して，実験に付随してアンケート調査を行った。これは被験者のシステム構築に関するスキルを把握し，労力を金銭的なコストへ変換する際に利用するために行った。8 つの質問項目からなり，23 段階の評価へ分別される。質問項目を表 1 へ示す。

3.3 システム構築実験

被験者に予め OS や RDBMS 等の諸環境が構築された Linux サーバへ機関リポジットシステムを構築させた。機関リポジットシステムには様々なソフトウェアが存在するが，その中でも日本製で比較的日本語のドキュメントが充実しており，被験者が容易にマニュアルを参照しやすい WEKO を指定した。WEKO はコンテンツマネジメントシステムである NetCommons の 1 つのモジュールとし作動するため，構築には Web サーバソフトウェアやデータベースに関する知識，機関リポジットそのものに関する知識が必要になる。仕様書にて指定した NetCommons と WEKO のバージョンを以下へ示す。

- NetCommons 2.3.3.0
- WEKO 1.5.3

被験者には仕様のみを記述した仕様書を渡し，仕様書を読み各自でシステムを構築する形を取った。通常システム構築時において誰しもが行うであろう情報探索を考慮し，不明点などは Web ページをクライアントマシンを使用して自ら検索・参照することを推奨した。また，被験者の行動をビデオカメラ，ハードコピーの方法を用いて記録した。

表 1 被験者アンケート質問項目表

質問番号	質問内容
1	被験者の専攻内容，資格保持
2	プログラミング，マークアップ言語等の使用経験
3	日常的に使用するプログラミング，マークアップ言語等
4	RDBMS の使用経験
5	日常的に使用する RDBMS
6	Unix，Linux に関する基本的な知識
7	今までに授業などで作成したプログラム
8	今までに趣味など自発的な動機で作成したプログラム

4 コスト算出手法

4.1 労力を金額的成本へ

実験にて得られたデータより労力を求め、金額的なコストへ置き換えることにより、ベンダーが構築した場合との比較を行う。本研究の最大の要点は、いかにして図書館員が構築した場合のコストを明らかにするかである。図書館員がシステム構築を行った際にかかるコストは2つに大別される。1つ目は、図書館員そのものの人件費であり、2つ目は図書館員の労力である。通常の図書館業務と比較して、システム構築作業には大きな労力がかかると考えられる。本研究ではこの図書館員の労力に注目し、図書館員の人件費に労力を加味させた。労力を金額的成本へ置き換える方法として人月計算手法を用い、新たな手法を考案した。人月計算とは、通常のシステム開発における見積もりで一般的によく使用される手法である^[5]。人月とは1人が1ヶ月(1日8時間 × 20日間)行えることができる作業量である。通常、人月計算は次の式で表すことができる。

$$\text{システム構築のコスト} = \text{作業時間} \times \text{人単価} \quad (1)$$

本研究では先の実験にてシステム構築を行う際に被験者が取る行動を4つに分類し、人月計算時にそれぞれの行動時間に重み付けを行うことで労力を金額へと反映させた。また、図書館員の中でも、スキルが高い図書館員の方が、スキルが低い図書館員よりも同じシステム構築を行うならば労力が小さくなると考え、被験者アンケートによって得た被験者のスキルを加味させて人単価を決定した。考案した変換式は次のように表せる。

$$\text{金銭的成本} = \sum_{i=1}^4 (x_i y_i) \times \text{アンケート評価} \times 39130.43 \quad (2)$$

分類は次のように行った。作業時間 x_1 は「仕様書を読む」、作業時間 x_2 は Web ページで SQL のリファレンスを読むなどといった「情報探索」、作業時間 x_3 は NetCommons の設定をクライアントマシンのブラウザから行ったりプログラムのダウンロードなどを行う「クライアントマシンでの作業」、作業時間 x_4 は Apache を起動するなど「サーバでの作業」とし、それぞれ作業時間が全体に対する割合 y_i にて重み付けを行った。これは、各作業のうち時間をかけた分、労力を伴ったと考えたからである。また、人単価もアンケートの得点である 23 段階評価のうち半分の、11.5 であった場合、人単価が 45 万円になるようにと定数 39130.43 を設定し、スキルが高い被験者ほど単価が高くなるように設定を行った。なお、この 45 万円という額は国立大学法人筑波大学の主任級職員の平均給与である値^[6]である。

4.2 ベンダーコスト

比較対象となるベンダーが構築した際に生じるコストであるが、実際にベンダーの協力を得て構築実験と同じ仕様の機関リポジトリシステム構築の見積もり価格をベンダーコストとした。見積もりの依頼は実際に図書館システムを取り扱っている大規模ベンダー A 社、中規模ベンダー B 社、ベンチャーベンダー C 社の 3 社へ行った。なお、通常、保守・ハードウェア等を包括した契約を行うが、実験との比較都合上、構築実験で使用したサーバを用意し、そのサーバ上に構築をすることにした。

5 実験結果

5.1 システム構築結果

システム構築を仕様書の要件を満たす形で完了させたのは、7人中3人の被験者であった。仕様を満たしたシステムの開発ができた、被験者 A1, A5, A6 のシステム開発中の行動時間を表 2 へ示す。

表 2 被験者行動時間表

作業分類	被験者番号		
	A1	A5	A6
作業時間 x_1	00:03:34	00:02:47	00:05:23
作業時間 x_2	00:18:17	00:13:25	00:37:12
作業時間 x_3	00:14:12	00:32:11	01:07:24
作業時間 x_4	00:30:09	00:38:21	00:40:13
合計時間	01:06:12	01:26:44	02:30:12

5.2 図書館員とベンダーとの比較

大規模ベンダー A 社とベンチャーベンダー C 社から見積もりの協力を得られた。A 社からは商用ソフトウェアを使用したバージョンとクラウドシステムを使用したバージョンの計 2 種類、C 社からは WEKO を使用した見積もりが提供された。図書館員とベンダー、それぞれが構築する際のコストを表 3 にまとめる。A 社の商用ソフトウェアを利用した見積もりが 1 であり、クラウドシステムを利用した見積もりが 2 である。ベンダー見積もり価格の最安値である C 社の見積もり価格と、被験者の金銭的成本を比較した。結果、A6 以外の被験者の金銭コストが見積もり価格を下回った。このことから図書館員が構築した方が概ね安価であることが示された。

表 3 図書館員とベンダーのコスト比較表

図書館員		ベンダー	
被験者番号	コスト	社名	コスト
A1	152,577 円	A 社見積もり 1	2,950,000 円
A5	189,926 円	A 社見積もり 2	1,490,000 円
A6	410,206 円	C 社見積もり	315,000 円

6 考察

6.1 労力から金額的成本への置き換え

今回、労力から金額的成本へ変換を行うために、行動内容を分別し、それぞれ時間の割合に応じた重み付けを行う手法を新たに考案した。人間の労力を計る方法、労力を定量的に扱う研究は他に類をみない。しかし、本来ならば重み付けの数字を正確に求めるには、図書館員に ILL やレファレンス等の通常図書館業務とサーバ構築の労力を調査する必要がある。例えば、図書館員 A が普段行っている業務の ILL に対してデータベース設定は 10 倍の労力がかかるので、データベース設定に要した時間の重み付けも 10 倍といった具合であるが、本研究では時間の都合上そこまで至らなかった。よって今回図書館員が構築を行った方が安価であるという結果は、あくまでも一つのシミュレーションの結果に過ぎない。

6.2 WEKO

実験にて WEKO を選定したのは、予備実験の際に英語圏のソフトウェアを指定した結果、被験者がドキュメント等を探索するのに苦労し、多くの被験者が構築を行えなかったからである。WEKO, NetCommons 共に我が国の国立情報学研究所が開発したソフトウェアであるため、公式オンラインドキュメントが全て日本語であり、公式外のブログ等の Web 情報でも日本語が多いと言った理由から選定をした。その為、必ずしも実際に機関リポジトリシステムとして普及しているとは言い難く、実際、世界的には Dspace, Eprints 等が多く採用されている。結果、WEKO を初めて扱うベンダーにとっては、RDBMS やプログラム言語等の計算機環境との互換性の確認等といった作業が生じ、見積もり価格に反映され結果としてある種の誤差となっている可能性が否定できない。被験者実験においては、諸環境の互換性は予め担保された状態にて被験者に構築を行わせている為、その確認作業が不要となっている。

なお、今回機関リポジトリを対象とし構築実験を行ったが、機関リポジトリ自体は OPAC や蔵書管理システム等と比較して簡易的なシステムといえる。そのため、今回の結果から一概に全ての図書館システムが図書館員によるシステム構築によってコストが安価になるとは言えない。

6.3 図書館員によるシステム構築の問題点

実験における被験者は全て公募によって集められた。被験者には事前に詳しい内容は通知していないが、募集の際に「プログラミングやサーバの構築を行う」と告知してある。また、被験者は全て図書館情報学及び情報メディア学を専攻している大学学部生、大学院生であり、3/7 人の被験者が司書資格を有していることがアンケートより判明している。つまり、被験者はある程度のシステム構築に関するスキル及び機関リポジトリに対する理解を持っていると考えられる。しかし、今回の実験では 7 人中 3 人の被験者しかシステム構築を行うことができなかった。このことから実際に図書館員によるシステム構築の際、システム構築に自信がある図書館員であっても、そもそも構築することができない可能性があるという点が本研究より明らかになった。

システム構築を行えた被験者でも、OS や RDBMS に常に ROOT でログインして操作を行う等、セキュリティ上問題と思われるような行為が多数見受けられた。このことから、図書館員がベンダーが構築したシステムと同等なセキュアなシステムを構築できる点にも疑問が残る。

6.4 システム構築を行う際の機会損失

本研究では、図書館員がシステム構築を行っている際に、その図書館員が行う事ができたであろう図書館業務を考慮に入れずに考えた。本来ならば、その分の機会損失も考慮に入れなければならないが、ベンダーへ支払う金額が非常に大きい事、図書館員にとってシステム構築は他の業務と比較をして非常に労力を必要とする事等を考慮し本研究では無視した。今後より正確な見積もりを行う為には、機会損失も考慮に入れる必要があると考えられる。

6.5 見積もり内訳の考察

A 社、C 社共に実験と同じ WEKO を使用した機関リポジトリシステムの構築を依頼した。しかし、A 社は図書館員に対する導入研修など、仕様がない項目を追加し商用ソフトウェアとクラウドを利用したシステムそれぞれの見積もりを行った。このことから、A 社は実際にベンダーがシステム構築を行う際には、保守などの様々な付加サービスを組み込むことにより初めてベンダーに発注する価値が見いだされると考えていることが分かる。ここで A 社と C 社の見積金額を比較する。A 社の見積もり額は一見すると C 社と比較して非常に高額である。しかしながら、A 社、C 社それぞれシステム導入作業の部分だけ見ると金額自体は非常に近いことが分かる(表 4)。当然、A 社の場合自社で開発した商用ソフトウェアであり C 社の WEKO とは一概に比較はできないが、このことから A 社、C 社の見積もり価格は概ね近

く、差が付いているのは導入研修などの付加サービスが理由であることが示唆される。

表 4 見積もり構築作業内訳表

A 社		C 社	
摘要	金額	概要	金額
ソフトウェアインストール作業	250,000 円	NetCommons 導入・設定作業	70,000 円
		WEKO 導入・設定作業	140,000 円
		総合テスト	35,000 円
合計	250,000 円	合計	245,000 円

7 結論

本研究では、図書館システム構築の際、ベンダーが構築した場合と図書館員自身が構築した場合のどちらの方が安価であるかの比較を行った。比較方法は、図書館員を想定した被験者実験にて図書館システムを構築させ、被験者の行動を記録・分析を行い、システム構築時の図書館員の労力を測定し、金額的なものさしへと置き換えた。一方比較対象である、ベンダー側のコストは、被験者実験と同じ仕様のシステムの見積もりを実在する図書館システム開発企業の協力を得て、見積もりを行った。その見積もり金額をベンダー側のコストとした。結果各図書館員の金額的コストの 2/3 がベンダーのコストの最安値を下回った。その為、本研究では図書館員が構築した方が概ね安価であると結論づけた。

7.1 今後の課題

今後の課題としては提案手法の妥当性をより明確にする為に図書館員に対して実験を行い、実験のシステムをより実際に近付け、変換式を詳細化することである。

謝辞

本研究を行うにあたって実験に協力していただいた被験者の皆様、見積もりを提供していただいた各企業の担当者の皆様に感謝を申し上げます。

参考文献

- [1] 岩田 英丈, 阿萬 裕久, 山田 宏之. オープンソース開発における障害報告とソースコードの変更コストとの関係分析. 電子情報通信学会技術研究報告. KBSE, 知能ソフトウェア工学. 2005, vol. 207, no. 105, p. 31-34. <http://ci.nii.ac.jp/naid/110003299440>, (accessed 2011-12-22).
- [2] 国立情報学研究所. "学術機関リポジトリ構築連携支援事業 ドキュメント 機関リポジトリ統計". 学術機関リポジトリ構築連携支援事業. 2011-12-01. http://www.nii.ac.jp/irp/archive/statistic/irp_2011_statistic.html, (accessed 2011-12-11).
- [3] LYRISIS. <http://www.lyrasis.org>, (accessed 2012-01-19).
- [4] LYRISIS. FOSS4LIB. <http://foss4lib.org/>, (accessed 2012-01-19).

- [5] 丹羽展男. IT 開発プロジェクトの正確な開発規模見積り手法. プロジェクトマネジメント学会研究発表大会予稿集 2005(春季). 2005, p. 218-223. <http://ci.nii.ac.jp/naid/110007602500>, (accessed 2011-12-26).
- [6] 国立大学法人筑波大学. ”平成 22 年度筑波大学の役員の報酬等及び職員の給与水準の公表について (概要)”. 筑波大学. <http://www.tsukuba.ac.jp/public/pdf/110630kyuyosuijun.pdf>, (accessed 2011-12-20).