

学習支援システムにおけるコストダウンの試み

障害者高等教育研究支援センター

村上佳久

要旨：国立大学の法人化に伴って、従来ではあまり論じてこられなかった、費用対効果というものを念頭に置いて、視覚障害学生に対する学習支援システムを設計した。その段階でどのようにコストダウンを図るかについて検討した。

キーワード：学習支援システム、費用対効果、コストダウン

1. はじめに

視覚障害系図書館に設置されている電子図書閲覧室は、平成18年9月に、平成3年の開設以来2回目となる大幅な機器更新を行い、リニューアルした。

第1期：平成2～5年（機器導入：平成2～3年）

第2期：平成10～12年（機器更新：平成11～12年）

第3期：平成17～18年（機器更新：平成18年）

視覚障害学生に対する学習支援システムとして、鍼灸・理学療法・情報処理の3学科の学生に利用されてきた。特に様々な電子図書や電子化辞典・辞書類を充実させ、視覚障害学生が自学自習するための機能を有し、高等教育の学習を支援している。

その機能は、それぞれの時期において性格がかなり異なっており、視覚障害補償に関わる基本概念が少しずつ変化していることを伺わせる。

一方、このような視覚障害学生学習支援システムは、非常に高価なシステムとなる。そこでこのような学習支援システムをいかに安価で構築するかについて、設計段階からVE (Value Engineering) 手法を用いて、どのようにコストダウンを図ればよいか、またどのようにすれば機能を低下させることなくシステム構築が出来るかについて検討し、実践したので報告する。

2. コスト計算

情報システム設計においてコスト計算を実施する場合は、次のような分野について内訳を考える。

①ハードウェア・②ソフトウェア・③配線材等・④役務各分野について更に細かい内訳を検討する。この例は、今回の機器更新についての一例である。

①ハードウェア

- 1) サーバ（本体、HDD等）
- 2) サーバラック
- 3) UPS（無停電電源装置）

- 4) 端末（本体、内蔵される周辺機器）
- 5) ディスプレイ
- 6) スキャナ
- 7) 端末用UPS（無停電電源装置）

②ソフトウェア

- 1) サーバ用OS
- 2) 端末用OS
- 3) 視覚障害補償用ソフトウェア
- 4) オフィス用ソフトウェア
- 5) 上記以外のアプリケーション・ソフトウェア

③配線材

- 1) ネットワーク用
- 2) 電源用
- 3) サーバ用結線
- 4) 端末用結線
- 5) AV関係結線

④役務

- 1) サーバラック設置
- 2) サーバ設置
- 3) サーバ設定
- 4) 端末設置
- 5) 端末設定
- 6) 対面朗読室設置・設定
- 7) 天井つりプロジェクタ設置
- 8) スクリーン設置

以上のように列挙したがそれぞれの細かい内容について更に検証する必要がある。

一般に情報システムにおいては、ハードウェア単体の価格とソフトウェアの価格以外に様々な設定費用や配線材・結線費用などがかかっていることが判る。

そこで、次にこの内訳を元に仕様書の作成に入り、仕様書に基づいて積算を実施する。積算とは、仕様書に基づいて、各部分の価格と費用、役務などを全て積み上げて、価

格を算出することを言う。この場合、業者の値引き価格はこの時点では判明しないので、これを無視して、定価ベースで算出する。

3. 仕様書作成

積算を実施する場合には、仕様書を大まかに作成する必要がある。一般にこのような情報システムでは、業者に大まかな構成だけを提示して、仕様書を作成させ、それを叩き台として仕様書を確定させる場合が多い。

近年、談合を防ぐために、一定金額以上の場合是一般競争入札になることが多く、公平性確保のため、1社でしか出来ないような仕様書作成は許されないが、業者が叩き台の仕様書を作成する場合は、法律に抵触しない程度ぎりぎりの内容を盛り込んで、自社に有利なようにすることはよくある話である。

しかしこの手法では、教員は楽に仕様書を作成できるが、全体として安価にならず、また機能的に十分な内容を含んでいるとは言えないことが多い。また、業者が仕様書を作成するために、教員側がその仕様書について十分に熟知していないことが多く、後に情報システム利用上の細かな問題が多々発生する。

そこで今回の場合、はじめに理想とする概念を検討し、その概念を技術的に実現するための理想仕様書をはじめに作成した。この理想仕様書では、コストは無視して、あくまでも構築したい情報システム（ここでは電子図書閲覧室の学習支援システム）を目指している。

3.1 理想仕様書

理想仕様書は、平成17年の初頭から検討を始めた。

電子図書閲覧室を利用するのは、保健科学部の視覚障害学生のみである。そこで、はじめに学生の意見をまとめるべく、電子図書閲覧室利用に関するアンケート調査を行い、学生の学習環境について検討した。

調査で判明したことは別途報告するが、様々な問題が浮き彫りとなった。

学生の多数を占める弱視に対して、従来は大きなディスプレイで視覚障害補償を行ってきたが、視野狭窄などで中心視力しかない学生は、逆に小さなディスプレイを求めている事実が明らかとなった。また、学生の回答では、最適なディスプレイの大きさは千差万別で各個人によって異なり、学生個人の眼疾に依存し、一概に一般化できないことが判明した。

また、利用する画面読み合成音声ソフトウェアや画面拡大ソフトウェアなど、学生が利用している視覚障害補償用ソフトウェアも様々で、一本化できないことが判明した。

そこで、逆に学生全ての要望を受け入れた場合どのような仕様書が完成するかを考え、理想仕様書を作成し、そこからコストダウンを図ることで仕様書を煮詰めることとした。

3.2 理想仕様書と技術的問題

理想仕様書を作成して積算された金額は、役務も含めて現在のシステム価格の約5倍にも達した。定価ベースとはいえ現実問題としては高額すぎる。

この理想仕様書を元に、次に検証したのは技術的問題である。無制限に予算があろうとも技術的に動作できなければ視覚障害学生用学習支援システムとしての意味はない。そのため、技術的問題を検証するため、導入一年前の時点で最新の機器を一セット購入して様々な技術的検証を行うこととした。この方法は、平成2年の電子図書閲覧室の導入時以来続けている手法である。

技術的に検討すると様々な問題が発生し、現実にはハードウェアやソフトウェアが動作しない場合やある環境下では動作するが、別のソフトウェアを同時に起動すると不安定となったり、起動しても直ちにシステムが停止するような事態となった。そこで、技術的問題のみを修正した第2版の理想（技術）仕様書を作成した。この時点で現在のシステム価格の約3倍である。

4. VEの導入

VE（Value Engineering）は、コストダウンの手法の1つで、同一性能を維持しながら、部品のコストを見直し、コストダウンを図る手法である。したがって、技術的な性能は同一であることが求められるため、今回のような情報システムの場合、契約方法やソフトウェア・ハードウェアの見直しと言った作業が中心となる。

技術的に同等であることは重要であるが、TCO（Total Cost Ownership）と呼ばれる総所有経費も重要である。例えば、導入時の予算は安価であろうとも、経時変化によって修理代などが嵩み、最終的に導入コストと修理コストを合算すると高価になってしまう場合は、TCOが増加する。逆に導入時にたとえ高価でも、経時変化で修理コストが安ければ、利用した年次数で合算すると逆に安価になる場合もありTCOは安価となる。

そこで、はじめに新しいシステムの寿命を設定する。筑波技術大学の学科や事務系の様々なレンタル予算では、ほとんど4年契約である。これは、社会一般的なもので、情報システムは4年程度で陳腐化するためである。

しかし、電子図書閲覧室はレンタル予算ではなく、買取型で、しかも従来の例では7年毎に更新されてきた。7年

間性能を維持することは、途中で少額の前算を導入して、機能強化を図らない限り、機能が大幅に陳腐化し不可能である。そこで、今回は機能の陳腐化を防ぐためにあらかじめ5年で設計し、更に3年後にOSやOffice製品の一部を更新することを予め想定した上で、機能保持に努めることとする。

4.1 VEの一例 その1

ここでは、墨字のプリンタを例にとって検証する。電子図書閲覧室では、1年間に出力される墨字プリンタの総印刷数はA4で14万枚にも達する。これは、学生が自分の目の状況に合わせた文字の大きさを印刷するために、一般的な大学に比べて非常に多数の印刷を必要とするためである。電子図書閲覧室では、通常2台のプリンタが墨字印刷を担当しているので、1台当たり7万枚を印刷出力する。

プリンタは、おおよそ10万枚で定着部の清掃点検もしくは一部部品交換が必要となる。そのため約3年で2回の整備が必要となる。また、出力枚数が非常に多いため、5年間では35万枚に達し、多くの部品が交換対象となり機器の保守に問題が発生する。そこで、プリンタそのものは3台用意して、その中で2台を常時稼働させる。すると5年間で総印刷枚数70万枚中、23万枚程度で済むため、全体として寿命を延ばすことが出来る。この場合、プリンタの周辺機器全てを3台分購入する必要はなく、本体のみを3台購入し、残りのメモリや周辺機器は2台分購入する。すると、その分コストダウンとなり、またTCOを下げる事が可能となる。

また、プリンタの機種選択も重要である。印刷枚数が多くなると、どうしても紙詰まりは避けることが出来ない現象である。特に梅雨や秋の長雨の時期は湿気が多く、紙詰まりすることが多い。また、機種によって、非常にコンパクトな設計をしたものはどうしても紙詰まりが多くなるのが一般的である。

そこで今回は、新機種が既に発表されていたが、あえて1つ前の世代の機種を購入し、コンパクトさよりも大型でもよいから紙詰まりの少ない機種を選択した。無論、1世代前の機種なので安価に購入できるため、結果的に新型プリンタ2台の前算で、1世代前の機種が3台購入することが可能となった。性能的には、1分間当たりの印刷枚数は2枚程度しか変わらないので事実上同一と思われる。

4.2 VEの一例その2

次にソフトウェアのOS部分について検討する。通常、パソコンを購入すると基本ソフトウェアであるOSは既にインストールされているのが一般的である。例えば殆どのパソコンではMicrosoft社のWindowsXpが導入されてい

る場合が多いであろう。そこで、このOSの価格について検証すると、多くのパソコンメーカーではOSが導入されていない機種が存在する。主にLinuxをインストールする目的で販売されているものであるが、価格差はWindowsXp Professional版の場合で、約18000円である。次に同一メーカーのOffice製品を購入すると、色々な購入方法があるが、アカデミックライセンスで価格を算出すると、Office 2003 Professionalで38000円/ユーザとなる。また、サーバに接続するライセンスCALも含めると、OS+Office+CAL=約60000円となる。これらは、現在、本学で一般的に導入されている価格である。そこで、この価格についてコストダウンを検討すると、Microsoft社には様々な価格体系があり、その中の1つにSA(School Agreement)がある。このSAは、規模によって価格が変動し、割引率の高い順番から、University(大学全体)、Campus(キャンパス全体)、College(学部全体)、Institute(研究所などの部門)等に分類される。

そこで、このSAで契約できるようにMicrosoft社と何回か交渉を行った。電子図書閲覧室は図書館の1施設であるため実際にはSAの適応ではないが、システム構築担当者の所属する部門はSA対象となるため、契約することが可能となった。

Microsoft社との交渉の結果、価格的にはライセンス数が電子図書閲覧室の台数分よりも多くなったが、価格的には非常に安価となり、全体として非常に大きなコストダウンとなった。利点としてSAは、契約年数内の無料バージョンアップを含んでいるため、契約年数内にOSやOffice製品がバージョンアップすると、インストールディスクのみを購入することで、OSやOfficeをバージョンアップすることが可能となり、全体的に考えると安価となる。

欠点としては、OS料金が安価な分、購入するパソコン本体にはOSが導入されていないため、OSを自分でインストールする必要がある。

4.3 役務のコストダウン

前述の2つの例のように部分によっては大幅なコストダウンが可能となったために全体的に仕様書を見直し、予定価格の2倍弱程度まで圧縮することが可能となった。ここまでくると業者の一次見積りよりも安価となるため、更に安価にするためには、「乾いた雑巾を更に絞る」必要に迫られる。そこで、注目したのが役務である。

役務とは、作業料のことである。電源工事を行えば、専門の資格を持った電気工事士が担当して工事を実施する。パソコンの設定も専門のSE(System Engineer)が担当してサーバの設定や端末の設定、サーバと端末の接続などを担当する。今回の場合、電動スクリーンと天井吊りプロジェ

クターを除いて、後の役務は全てカットした。カットしたと言うことは、全ての作業をシステム構築担当者が一人で行うことを意味している。業者の初期見積もりでは、電動スクリーンなどを除いて役務総額で900万円弱であった。ここから値引き等を考慮しても、700万円程度となる。これを0円にすると大幅にコストをカットすることが可能となる。

しかし、この作業を一人で実施すると桁はずれた作業量となる。事実、ハードウェア納品後の実際の作業量は、総時間的に900時間にも達する。けれどもこれには2つの利点がある。

第1に視覚障害補償システムはノウハウの集積であり、業者では対応できない部分が非常に多い。特にソフトウェアを導入する順番を間違えると動作しないソフトウェアが数多くあり、また、端末の設定も非常に多岐にわたり、全盲がよく利用する6点入力(点字は6つの点から構成されるため、6つのキーがあれば全ての点字が入力可能である。このため、キーボードの中のFDSJKLの6つのキーを点字の点と見立てて入力する方式を6点入力と呼ぶ)では、設定には特別な方法があり、その設定をしないと6点入力が動作しない。

第2に晴眼者が利用するソフトウェアを視覚障害補償ソフトウェアと同時に利用すると通常ではみられない多種の問題が発生する。このため自分でインストールしてその部分を解決しないと対応できない。したがって、業者に丸投げで設定を任せると、後で利用する方は理解不能な状況に陥ることが多々あるのである。

5. 必要なソフトの選別

5.1 フリーウェアの選択

教育的に本当に必要なソフト選別は極めて重要な問題である。電子図書閲覧室では、全盲と弱視が利用できる環境を整えるため、基本的にどの場所に全盲が座ろうとも同一環境を提供するように心がけている。しかし、全て同一のソフトウェアを導入すると高価になり、費用対効果について検討する必要がある。例えば一般に点訳ソフトウェアと呼ばれる一般文書を点字に変換するソフトウェアでは、最も高性能な点訳ソフトウェアは約80000円もする。しかし、少し性能を犠牲にするとフリーウェアで対応できる。また、点字エディタも同様である。「お金がないので点字に対応できない。」と言う発言も本学でよく聞かれるが、フリーウェアだけでも対応は可能である。

このように本当に必要不可欠なソフトウェアを選別して、購入するものは必要最小限に留める。また、従来購入

したもので、バージョンアップで対応できるものは、バージョンアップで対応すると新規購入より安価になる。これらの対応により多くのソフトウェアをバージョンアップやフリーウェアとして、新規購入は必要最小限に留めた。これによりソフトウェア全体の価格を大幅に低減することが可能となった。

5.2 ネットワーク総合化ソフトウェア

導入について最も検討したのが、ネットワーク総合化ソフトウェアと呼ばれるクライアント・サーバ関連のソフトウェアである。SKYMenuやGrapeEducation、School AV Network等の商品名に代表されるネットワークを利用して、従来のLL教室のようなシステムを構築するソフトウェアである。教員側からは全ての端末の状況がコンソール画面で把握でき、教員側から、書画カメラやビデオ映像、画像などを全ての端末に配信することが可能となることから、情報教育用教室での導入が多く見られる。

この種のソフトウェアの視覚障害教育機関への導入は、所沢にある国立身体障害者リハビリテーションセンター理療教育部に1999～2000年にかけて太田が導入したのが最初だと思われる。これはNEC製のPC-9821上で動作するGrapeEducationで画面読み合成音声などの視覚障害補償ソフトウェアとの相性も良く、好評であったようである。(現在は、機器更新とともにSKYMenuが導入されている)

しかし、この種のソフトウェアは高価であり、専用のハードウェアも必要で、システム全体に占める価格が極めて高価となる。そこで、この種のソフトウェアの機能を他のもので置き換えて安価に出来ないか検証した。

今回のシステムでは端末にTVボードが導入されるので、画像配信などは、書画カメラ等によるビデオ映像で配信することが可能で、テレビ映像も配信される。更にネットワーク監視用のフリーウェアを導入すると、多くの機能が代償できることが判明した。そこで、ネットワーク監視用ソフトウェアのシェアウェア版を導入して、やや機能を向上させネットワーク総合化ソフトウェアと遜色のない機能を持たせ、相当なコストダウンを実現した。

6. MOTTAINAI(もったいない)

2004年ノーベル平和賞受賞者のケニア副環境相、ワンガリ・マータイ(Wangari Maathai)が提唱し、世界に呼びかけている。ごみを減量し、循環型社会を構築するためのキーワード「消費削減(Reduce)」「再使用(Reuse)」「資源再利用(Recycle)」の『3R』に「発生回避(Refuse)」「修理(Repair)」を加えて『5R』を表す言葉として、注目されている。

毎年11月に筑波技術大学では、不要品破棄があり、春日地区では、エネルギーセンター前に大量の不要品が破棄される。しかし、この中には十分利用できるものも多く、パソコンなどを拾って、再整備を依頼する学生は後を絶たない。

電子図書閲覧室で利用されている拡大読書機は、旧教育方法開発センターが破棄したものであり、最近4年間で破棄された拡大読書機を15台回収し、12台を再生した。拡大読書機は主として、光学部分・電気部分・機械部分とモニタ部分の全部で4つの部分から構成され、最も壊れる部分は電気部分であり、次いで光学部分である。つくばエクスプレスの開業で秋葉原が近くなったため、故障した部品を秋葉原のジャンク屋や電気店で購入して修理すると十分に利用できる。簡単な修理で利用できるものを何故破棄するのか理解に苦しむ。結果的に電子図書閲覧室の8台と図書館の閲覧席の4台の拡大読書機は全て破棄再生品となった。

また、電子図書閲覧室で利用している点字ディスプレイも同様である。この点字ディスプレイは旧情報処理科のリース落ちや旧教育方法開発センターが破棄したものである。全部で16台を回収し13台を再生した。再生方法は、不良箇所の点字表示部分を他の部分の正常な部品と一部を交換する。ハンダごてで点字セルを分解するため、一切のメーカー保証を受けることは出来ないが、修理すれば再利用

が可能である。こうしたMOTTAINAI手法によって、この部分の予算を0にして他の部分に予算を回すことが可能となった。

7. おわりに

私が学生時代には、研究室の先生方と他の大学に頭を下げて試験管など色々なものをよく貰いに行ったものである。20数年前に神奈川県平塚にあった東京工業試験所が筑波に移転することとなり、大量の不要品が出たが、それを学部の教員と学生でトラック数台で拾いに行った経験がある。近頃、母校に行く機会があったが、その当時拾ったものが未だに動いている様をみて、ある意味感動した。本学では十分に使えるものがごく短期間で破棄されている。これこそMOTTAINAIである。じつはコストダウンとは身近なものを再生することから行うべきであろう。

「予算がないから出来ない」「予算があれば、いいものが出来る」と言う言葉にはどこかMOTTAINAI精神が欠けているのではないかと思われてしかたがないと考えるのは私だけであろうか。

参考文献

- [1] 「モットイナイで地球は緑になる」, ワンガリマータイ (Wangari Maathai 著, 福岡伸一訳), 木楽舎, 2005

A trial of reduction in cost in learning support systems construction

MURAKAMI Yoshihisa

Research and Support Center on Higher Education for the Hearing and Visually Impaired

Abstract: In a national university, before has not been considered about cost-effectiveness very much. The learning support system for the visually impaired students were designed in consideration of cost-effectiveness. In addition, I examined reduction in cost.

Keywords: cost-effectiveness, cost,