

優劣分岐を適用した小規模同期型 e-learning システムの経済性分析

田島貴裕・奥田和重

◎キーワード 経済性分析, 同期型 e-learning, 優劣分岐, 遠隔教育

The economic analysis of small-scale synchronous e-learning: Using a break-even analysis

Takahiro Tajima, Kazushige Okuda

連絡先: 北海道大学 高等教育機能開発総合センター自然科学実験室 (田島)

1 はじめに

テレビ会議システム等を活用した遠隔教育 (同期型 e-learning) は、各教育現場において既に多くの研究事例^{[1][2]}が報告されており、その有用性が確認されている。しかし、同期型 e-learning ではテレビ会議システムを構成する設備・機器が必要であり、その費用は無視できないことが多い。特に、設備や人員・予算が限定される小中学校などでは、同期型 e-learning システムの導入時における費用の検討は、導入計画における重要な判断材料の一つとなる。また、費用対効果や教育効果測定、システム更新時の検討材料としても役立つと期待される。これまで、費用分析に関しては、費用要因を加算する費用シミュレーション方法^[3]や、学生一人あたりの費用や講義あたり費用を求める費用効果分析^[4]、企業の研修費用と利益による損益分岐点分析^[5]、受講者の機会費用を用いた費用便益分析^[6]などが試みられてきた。

本稿では、受講者一人あたりの費用を考慮する必要がない事例、例えば小学校などの学校教育において、限られた予算内で同期型 e-learning システムを導入する場合を対象として、優劣分岐を適用した経済性分析を試みた。同期型 e-learning システムの費用構造は授業毎に必要な教材開発費は非常に小さく、設備費の割合が大きいため、導入時の機器・設備費といった実際の投資額を重視する。

なお、本稿ではインターネット回線を利用して PC 上で稼動する低価格なテレビ会議ソフトウェアや、PC と同価格帯であるテレビ会議システムを使った遠隔教育を小規模な同期型 e-learning とよぶ。学校教育で導入する小規模な同期型 e-learning は、特別な制御装置が無く、操作が簡単であり、双方向通信が可能であって、十分な教育効果が得られるものとする。

2 優劣分岐による経済性分析

2.1 優劣分岐と年価法

優劣分岐による経済性分析は、複数の案を比較検討する際に、不確実な予測変数を使って経済的な優劣を判別する方法である^[7]。使用寿命が不確実な設備や機械の優劣比較を行うためには、比較対象の使用予定年数に応じた費用を各々求め、それらの費用が逆転するときの使用予定年数により、経済的な優劣判断を行う。容易に優劣判断するために、各々の費用が等しくなる使用予定年数をグラフにプロットし、曲線を描く。その曲線は優劣分岐線であり、不確実な予測変数の推定値を示す点との位置関係によって優劣を判断する。

使用予定年数が異なる複数の機器・設備の経済性分析を行うためには、年価法が簡便である。年価法は、現在の費用価値を機器・設備の使用予定年数や各種利率を勘案して、近似的に年平均額 (年価) に換算する方法である。換算した年平均額 (年価) は毎年等しい費用となるため、比較する年価が低いほど経済性が高いことを示す。同期型 e-learning システムの導入費用の年価は、システム購入費や開発費などシステム自体に要する費用に係数をかけて算出する。システムの使用予定年数を n 、計算利率を i (本稿では 4%) とするとき、式 (1) で求められる^[8]。

$$\text{導入費用[年価]} = \text{システム購入費} \times \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \quad (1)$$

2.2 小規模な同期型 e-learning の実践事例

小規模な同期型 e-learning の実践事例^[9]を対象にし、優劣分岐の適用を試みる。この事例では、インターネットを利用したテレビ会議機能を持つフリーソフトと、製品版のインターネットテレビ会議システムを使って、大

学から小学校へ「子ども科学教室」を実施し、両システム構成の違いによる準備過程や授業進行で考慮すべき課題を検討している。二つのシステム構成は、テレビ会議システムを中心とした TV 版と、PC とフリーソフト Skype¹⁰を使った PC 版である (Table 1)。二つのシステム構成では、送信側の PC・ビデオカメラ・マイク、及び、受信側の液晶プロジェクタは、TV 版と PC 版において共通で使用している。

Table 1 対象事例のシステム構成

	送信側(大学)	受信側(小学校)
TV 版	PC(WindowsXP)+テレビ会議ソフトウェア(X社), ビデオカメラ, マイク	テレビ会議装置(X社), 液晶プロジェクタ
PC 版	PC(WindowsXP)+Skype, ビデオカメラ, マイク	PC(WindowsXP)+Skype, Webカメラ, マイク, 液晶プロジェクタ

2.3 優劣分岐の適用と考察

実践事例において TV 版と PC 版の相対的な経済性を求める場合は、各システム構成における同じ設備の費用を「相殺」することが可能であるため、液晶プロジェクタ、ビデオカメラ、マイクなどの費用を相殺する。この結果、TV 版の購入費用は、テレビ会議装置 (30 万円) とテレビ会議ソフトウェア (3 万円) の合計 33 万円、PC 版は、PC (20 万円) と Web カメラ (1 万円)・マイク (1 万円) の合計 22 万円となる。

これらの購入費用から、TV 版の各年価と PC 版の年価が等しくなるような PC 版の使用予定年数を算出した結果を Table2 に示す。

Table 2 TV 版と PC 版の使用予定年数

TV 版 使用予定年数	TV 版 導入費用[年価] (円)	PC 版 使用予定年数
4	90,912	2.6
5	74,127	3.3
6	62,951	3.8
7	54,981	4.4
8	49,014	5.0
9	44,383	5.6
10	40,686	6.2
11	37,669	6.8
12	35,162	7.3

Fig.1 に示す曲線 a は、式 (1) をもとに、TV 版導入費用[年価]と PC 版導入費用[年価]が等しくなる TV 版使用予定年数と PC 版使用予定年数の関係を示している。Fig.1 におけるプロット点は、Table 2 におけるデータを示している。曲線 a より上部の場合は TV 版、下部の場

合は PC 版の経済性優位を示している。分析対象事例において、以下 (a) ~ (c) の条件下では、いずれも TV 版の方が経済的であった：

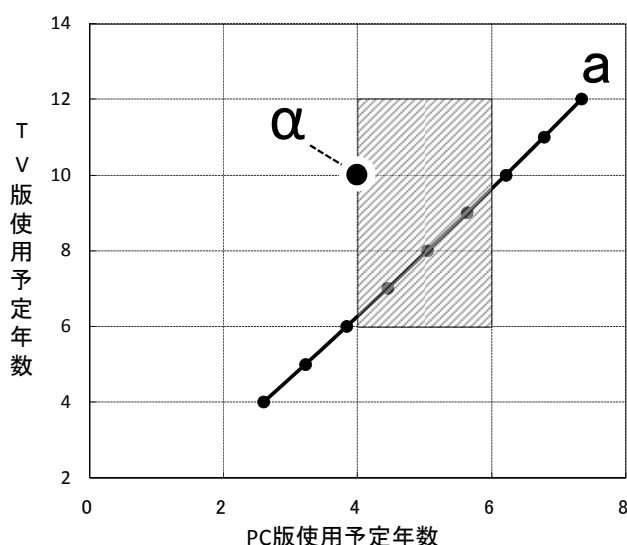


Fig.1 実践事例における優劣分岐

(a) PC 版、TV 版ともに法定耐用年数を用いるとき
通常、PC 版の使用予定年数は TV 版よりも短期間と考えられる。PC 版は次々に新製品が発売され、計画的陳腐化の傾向があるためである。例えば、OS シェアの 9 割以上を占めている Microsoft 社の Windows では、3~5 年ごとにバージョンが更新されており、快適な動作を行うためには PC も更新する必要があった。税法上の減価償却資産の法定耐用年数に関しても、パソコンの法定耐用年数は 4 年、テレビ会議装置は 10 年であり、一般的にパソコンの使用予定年数はテレビ会議装置よりも短いと考えられている。そこで、今回の事例では TV 版の使用を 10 年、PC 版の使用を 4 年とし、点 α を推定点とした。その結果、TV 版の方が年価にして 2 万円程度、経済的であった。

また、点 α において、TV 版システム購入費 (33 万円) と経済性が等しくなる PC 版システム購入費は、147,686 円である。したがって、PC 版システム購入費がこれより大きいとき、TV 版の方が経済的に優位となっている。

(b) 法定耐用年数の“ずれ”を考慮するとき

使用予定年数の“ずれ”を考慮して、TV 版の使用予定年数を 6 年から 12 年、PC 版を 4 年から 6 年とした場合、Fig.1 の斜線部分が分析対象領域となる。曲線 a を囲む斜線部分では、下部の領域よりも上部の方がやや広いので、経済的な観点では TV 版が優位である。

(c) TV 版の使用予定年数が決まっているとき

減価償却や備品としての取り扱い上、一定年数の使用

が前提であるとき、例えば TV 版の使用予定年数は 10 年と決まっている場合、PC 版が 4 年から 6 年のいずれかであっても必ず曲線 a の上部の領域に位置するため、この事例においては TV 版の方が経済的である。

3 おわりに

本稿では、小規模な同期型 e-learning システムを導入する場合の評価法として、優劣分岐による経済性分析による方法を試みた。分析対象とした事例において、導入機器の使用予定年数を法定耐用年数と想定した場合、TV 版の方が経済的であった。

また、優劣分岐では、費用の相殺とグラフ化により、相対的な経済性比較が簡便であることを確認した。しかし、授業ごとに費用を要する場合や年間の授業回数が未定の場合、不確実な予測変数が多くなるため、今回の分析方法の適用は難しいだろう。使用予定年数が不確定で、かつ実施予定回数も不確実な場合や、人件費（人的負担）を考慮した経済性分析は、今後の課題である。

注と参考文献

- [1] 河村壮一郎「テレビ会議システムを用いた遠隔教育実施例とその評価」, 日本教育工学会論文誌, 23(1), 1999, 59-65
- [2] 成瀬善則, 宮地功「テレビ会議を利用した異校種間交流学习とその教育効果」, 日本教育工学会論文誌, 27(Suppl.), 2003, 217-220
- [3] ウィリアム・ホートン, 日本コンサルタントグループラーニングセンター編訳「e-ラーニング導入読本-教育担当者のための WBT マニュアル」, 日本コンサルタントグループ, 2001
- [4] 牟田博光「大学の地域配置と遠隔教育」, 多賀出版, 1994
- [5] 山本洋雄, 中山実, 清水康敬「技術者教育の損益分岐点による評価」, 日本教育工学雑誌, 23, 1999, 67-72
- [6] 星野敦子, 加藤直樹, 村瀬康一郎, 森田政裕「ISDN を利用した遠隔講座システムの評価と費用分析」, 日本教育工学雑誌, 23, 1999, 89-94
- [7] 優劣分岐および年価法を含む経済性分析（経済性工学）については、以下の文献に具体的かつ体系的にまとめられている：
千住鎮雄, 伏見多美雄「新版 経済性工学の基礎-意思決定のための経済性分析」, 日本能率協会マネジメントセンター, 1994
伏見多美雄「経営の経済性分析-意思決定を支援する管理会計」, 白桃書房, 1995
- [8] 田島貴裕, 奥田和重「小規模 e-learning を対象とした経済性分析の検討」, 日本教育工学会論文誌, 29(3), 2005, 371-378
- [9] 田島貴裕, 辻義人, 西岡将晴, 奥田和重「インターネット『子ども科学教室』の実践事例-システム構成と運営体制の考察」, コンピュータ&エデュケーション, 23, 2007, 80-83
- [10] Skype はインターネット回線を利用した無料のソフトウェアであり、音声通話、ビデオ通話、インスタントメッセージなどの機能がある。
[http://www.skype.com/]

著者略歴

田島 貴裕 (たじま たかひろ)

◎現在の所属：北海道大学大学院理学研究院

◎専門分野：教育工学（遠隔教育論、経済性分析）、理科教育

奥田 和重 (おくだ かずしげ)

◎現在の所属：小樽商科大学大学院

◎専門分野：生産システム論、生産管理論