

複数の入出力を持つシステムにおける ベンチマークの選択

八木英一郎

A Benchmark Selection on the Management System with Multiple Inputs and Outputs

Eiichiro YAGI

Abstract

The purpose of this paper is to propose a benchmark selection index on management system with multiple inputs and outputs. One of the major characteristics for benchmarking that is widely used in recent years is that it improves procedure efficiently based on the analysis of the benchmark with best business process so called “best practice”. The weighted sum of multiple evaluations is widely used for benchmark selection index. Generally speaking, the weighted sum assumes that a decision maker accepts trade-off between multiple items. Therefore, there are many cases that the system which has excellent performance in an unimportant item is selected. As a result, it may tend to cause problematic outcomes in benchmarking selection because improvement procedure in benchmarking tends to keep the performance of selected system. So, in the benchmark selection process using multiple evaluation items, it was proposed that the benchmark selection index of the management system which consists of 1) direction index; 2) balance index; and 3) improvement index. This paper examines and suggests a method that applies the benchmark selection index of the management system with multiple inputs and outputs.

1 目的

ベンチマーキングは自社の経営や業務の実施方法を社内外の優れた事例と比較・分析することにより、経営や業務の改善につなげる手法であり、現在では標準的な経営手法となっている。ベンチマーキングにおいて、範とすべき最良のシステム（ベンチマーク）を選択するために多目的評価法（[1] [2] など）を始めとする様々な手法の適用が考えられるが、ベンチマークの持っているプロセスの他のシステムへの適用を図るため、ベンチマ

ークの持っている特性が他のシステムへ伝播しやすいという特徴がある。このため、一般には多目的評価問題として扱われる複数の評価項目を持ったシステムにおけるベンチマーク選択において、この特徴を考慮したベンチマーク選択指標が提案されている（[3]）。本研究においては、経営に関するシステムで見受けられる複数の入出力を持ったシステムにおけるベンチマーク選択について、先の特徴を考慮したベンチマーク選択指標の算出方法を提案する。

2 本研究で扱うベンチマーキング

2.1 ベンチマーキング

ベンチマーキングは、1980年代にアメリカ企業が日本企業に追いつき追い越すために飛躍的にパフォーマンスを上げるための新しい経営手法としてリエンジニアリングを導入する際のキーとした方法の一つとされている。ベンチマーキング導入の成果は当時の様々な文献（[4]～[10] など）で紹介されており、今日では経営や業務の改善のためのツールとして定着している。ベンチマーキングの特徴として、存在するベストプラクティスと呼ばれる事例を元に改善を行うため、ベストプラクティスの持つプロセスや特性の違いを確認することが可能となり、

- ・改善において目標を設定しやすい。
- ・実施に向けて社内のコンセンサスを得やすい。
- ・現状との比較から改善方法を定めやすい。
- ・他との差を埋めるためのインセンティブが生じやすい。

といった点が挙げられている（[6]）。

2.2 本研究の対象とするベンチマーキング

先にも述べた通り、ベンチマーキングに関する文献には様々なものがあるが、その定義、分類、手順については必ずしも一致していない。これはベンチマーキングが実務的な手法として用いられてきたため、様々な組織がその組織にあった認識をしているためであると考えられる。

本研究においては、異業種間のベンチマーキングを取り上げるのではなく、基本的には同じ機能を持つ等質のシステムを比較し、その中から最も良いシステムを選択し、そのシステムを分析、研究することで、他のシステムの改善を行うことを前提とする。

また、本研究で用いるベンチマーキングに関する用語は

- ・ベンチマーク：ベンチマーキングにおいて範とすべき最良のシステム。

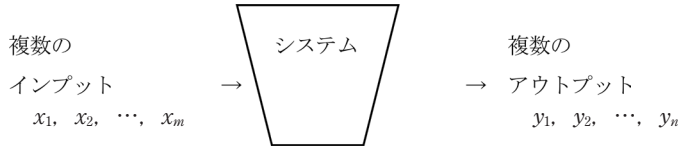


図1 本研究で扱う複数の入出力を持つシステム

- ・ベストプラクティス：ベンチマークの有しているプロセスであり，他の改善対象となるシステムの範となるもの。
- ・評価項目：システムの評価を行い，ベンチマークの選択を行う際に考慮する項目。
- ・プロセス：一つ以上のインプットをアウトプットに変換する，相互に関連する経営資源及び活動のまとめり。ただし経営資源には，要員，財源，施設，設備，技法及び方法が含まれる。

と定義し，ベンチマーキングを，「最良のシステム（ベンチマーク）を分析・解析・研究し，ベンチマークのプロセス（ベストプラクティス）を把握し，それを範として改善を進める経営管理の一手法」と定義する（[11]）。

さらに，本研究の対象とするシステムにおいてはDEA（Data Envelopment Analysis；包絡分析法，[12] など）で用いられる図1に示すような m 個の入力に関する評価項目と n 個の出力に関する評価項目を持つものとする。

また，DEAにおける前提条件と同様に，入力の評価項目において小さい値の方が，出力の評価項目においては大きな値の方がよいものとし，いずれも正の値をとるものとする。

3 ベンチマーク選択に関連する従来研究

3.1 評価項目が単数の場合

ベンチマーク選択の際に考慮する要因が単数の場合，その要因の最も良いものを選択すればよい。例えば，投入量と産出量の比，すなわち，アウトプット／インプットで表される様々な生産性指標の場合，投入量や産出量にとる値により労働生産性，資本生産性などがあるが，用いる値を定めれば，指標は一意に定まり，必然的にベンチマークとして選択される対象も定まることになる。

3.2 評価項目が複数の場合

一方，複数の要因を考慮しなければならず，このため複数の評価項目を考えなければな

らない場合は、単数の場合のように簡単には決めることができず、以下に示すような様々な方法が提案されている。

3.2.1 評価項目に入出力の区分がない場合の選択

1) 評価項目を独立に扱うことができる場合

評価項目を独立に扱うことのできる場合、評価項目ごとに、各々の評価項目が最も大きなシステムをベンチマークとすればよい。このような考え方を用いて、効率よく改善を行う方法として The Best of the Best Benchmarking¹⁾を用いる方法が提案されている ([13] [14] [15])。複数の評価項目にからなるシステムが複数存在する場合、それぞれの評価項目の持つ最もよい得点から成る新たなシステムを The Best of the Best Benchmarking。として新たに構成し、この The Best of the Best Benchmarking をベンチマークとして改善を進めていくという考え方である。この方法の問題点として、The Best of the Best Benchmarking は既存の各評価項目の最良値を組み合わせたものであるため、実現不能である可能性があり、その場合はベンチマーキングを実施することができない。

2) ウェイトによる加重和の場合

複数の評価項目を考慮し、多数の代替案の中から1つを選択する多目的選択問題において広く用いられている評価項目のウェイトを定め、ウェイトと評価項目得点の加重和により対象を選択する方法がある。

加重和による選択においては、評価項目間の代替性と呼ばれる、ある評価項目が劣る場合でも他の評価項目が優れていればよいとする仮定がおかれているため、重要性の低い評価項目において評点の高いシステムが選択される可能性があることが指摘されている ([1] [16] など)。ベンチマーキングによる改善活動においては、選択されたベンチマークの持つ特性が改善活動を通じて他のシステムに伝播していくため、重要性の低い評価項目がよいという特性もまた伝播していく可能性が高いため、このようなシステムがベンチマークとして選択されることは望ましくない。

3) 改善方向やバランスをも考慮する場合 ([3])

ベンチマーキング候補の各評価項目における実際に達成された最良の得点からなる The Best of the Best Benchmarking (以下、BBB と表記) と、ベンチマーキング対象システムの各評価項目における最悪の得点からなる The Worst of the Worst System (以下、WWS と表記) をもとにベンチマーク選択指標の提案を行っている²⁾。なお、BBB、WWS はいずれも概念上の定義で、現実に実現されたシステムとは限らない。

これらをもとにベンチマーク選択指標として、

1. 方向指数 (Direction Index) : BBB 方向への改善の度合いを示す指標
 2. バランス指数 (Balance Index) : 評価項目間のバランスを示す指標
 3. 改善指数 (Improvement Index) : 改善後の能力向上を示す指標
- を提案している。

3.2.2 複数の入出力を持つシステムからの選択

また、他の関連する研究として、システムの評価項目をインプット (投入) とアウトプット (産出) に分け、DEA を用いて現実のシステムをもとに効率的な働きを示す効率的フロンティアを定め、他のシステムを効率的フロンティアに近づけるような改善を行う提案がなされている ([17])。DEA による方法においては、非効率的とされたシステムを効率的フロンティアへ到達させるためにインプット量やアウトプット量を変化させることで、効率性を向上させるアプローチを取ることが多い。しかし、そもそも効率性の差異はインプットをアウトプットに変換するプロセスの違いにより生じているため、非効率とされたシステムのプロセス自体を変化させなければ、単純にインプットやアウトプットの量を変化させても効率化を実現することは難しい。このためにはベンチマークを定め、ベンチマークの有しているプロセスを分析しベストプラクティスを導き出すことが必要となるが、DEA においては対象としている各システムに対して最も有利になるようにウェイトを定めるため、効率的フロンティアを構成するシステムが複数存在することが多々あり、ベンチマークとするシステムをただ一つ定めることは難しい。

4 提案方法

4.1 提案方法の概要

複数の入出力を持つシステムにおいては DEA を用いることで、そのシステムに最も有利になるようにはあるが、その効率性を考えることができる。しかし、一般に DEA において D 効率値が 1 (最大) となるものが単一になるとは限らないため、これだけではベンチマークの選択が行えない場合が多々ある。また、3.4 で述べたように、ベンチマークはその持っている特性を他のシステムに伝播させるため、改善することで BBB へ近づくようなシステムをベンチマークとして選択することが望ましく、また評価項目間のバランスも考えたい。このため文献 [3] で提案された改善指数、バランス指数を導入する。従って、方向指数、バランス指数、D 効率値の 3 つの指標でベンチマーク選択を考える。

4.2 システムの表記

システムの表記

入出力を持つシステムにおける方向指数とバランス指数を定めるため、ベンチマーキング対象となるシステムを次のようなベクトルとして表現する。あるシステム k の入力の評価項目の値を $(x_{1k}, x_{2k}, \dots, x_{mk})$ とし、出力の評価項目の値を $(y_{1k}, y_{2k}, \dots, y_{nk})$ とすると、システム k を $k = (-x_{1k}, -x_{2k}, \dots, -x_{mk}, y_{1k}, y_{2k}, \dots, y_{nk})$ と、すべての項目が大きければ大きいほどよくなるようなベクトルで表現する。これにより、文献 [3] で用いられている方向指数やバランス指数をそのまま用いることができる。

BBB (The Best of the Best Benchmark) と WWS (The Worst of the Worst System)

入出力を持つ場合の BBB と WWS を次のように定義する。出力の評価項目は大きければ大きいほどよく、入力の評価項目は小さければ小さいほどよいことを考慮し、ある入力の評価項目 i において最大値となっている値を x_i^U 、最小値となっている値を x_i^L とし、出力の評価項目 j において最大値となっている値を y_j^U 、最小値となっている点を y_j^L とする。このとき BBB は $B = (-x_1^L, -x_2^L, \dots, -x_m^L, y_1^U, y_2^U, \dots, y_n^U)$ で示されるシステムとし、WWS は $W = (-x_1^U, -x_2^U, \dots, -x_m^U, y_1^L, y_2^L, \dots, y_n^L)$ で示されるシステムとする。すでに述べたように BBB と WWS は概念上の定義で、現実にはそれを実現するシステムが存在しているとは限らない。

4.3 ベンチマーク選択指標

文献 [3] で提案されている定式化に対して、4.2で述べた入出力を持ったシステムの表現法を適用する。

方向指数

システム k ($k = (-x_{1k}, -x_{2k}, \dots, -x_{mk}, y_{1k}, y_{2k}, \dots, y_{nk})$) をベンチマーク候補とすると、このシステムをベンチマークとすることで他のシステム p ($p = (-x_{1p}, -x_{2p}, \dots, -x_{mp}, y_{1p}, y_{2p}, \dots, y_{np})$) の評価項目は \vec{pk} の変化を期待することができる。システム p から BBB 方向への変化 \vec{pB} はシステム p の BBB への改善方向を示しており、 \vec{pk} と \vec{pB} の方向が一致すればよい。これを測るため、それぞれのベクトルの単位ベクトルを考え、その内積を用いて改善方向の適合性を測る指数とする (ただし、改善方向のベクトルの要素が全て正になるときは改善が期待されるために 1 とする)。これをもとにあるシステム k の方向指数 U_k を他のすべてのシステムからの改善方向への変化を示す指数の平均と定義する。すなわち、ベンチマーキングの対象としているシステムが L 個あると

すると、方向指数 U_k は

$$u_k = \begin{cases} 1 & \cdots \vec{pk} \text{ の全ての要素が正の場合} \\ \frac{1}{|\vec{pk}| |\vec{pB}|} \vec{pk} \vec{pB} & \cdots \text{ 上記以外} \end{cases}$$

$$U_k = \frac{1}{L-1} \sum_{i=1}^L u_k$$

となる。また、方向指数の取り得る範囲は $-1 \leq U_k \leq 1$ となる。

バランス指数

バランス指数 V_k は対象とするシステム p から BBB 及び WWS へのベクトル \vec{pB} , \vec{pW} の単位ベクトルの内積を基に

$$V_k = - \frac{1}{|\vec{pB}| |\vec{pW}|} \vec{pB} \vec{pW}$$

と定式化される。

D 効率値

通常の DEA の計算法 ([12] など) に従って D 効率値を計算する。

5 数値例

5.1 提案手法を適用した数値例

文献 [12] pp45-49 に記載されていた東京23区の区立図書館に対する DEA の適用例 (表 1 及び表 2) に対し提案手法を適用する。適用した結果を表 3 に示す。

5.2 数値例に対する考察

表 2 の DEA の結果を見ると、「板橋」「杉並」「世田谷」の 3 区の D 効率値が 1 となっており、また、その中で最も多く優先集合となっているものは「世田谷」となっているため、「世田谷」をベンチマークとする、という結論が導かれる。しかし、表 3 で 3 つの指数をみても、すべての指数が正となり、かつ、パレート最適³⁾ となっているものは、「杉並」と「世田谷」となる。さらにこの 2 つを比較すると、「世田谷」ではバランス指数の値が他の代替案と比較してもほぼ 0 に近く極めて悪い値を取っており、評価項目に極端な値が含まれていることが示唆されている。実際、表 1 の「世田谷」の入出力の値をみると、出力値は登録者数、貸出冊数とも極めて良いが、入力値は蔵書数、職員数ともに非常

表1 東京23区の公立図書館の入出力の項目⁴⁾

	入力		出力	
	蔵書数 (千冊)	職員数 (人)	登録者数 (千人)	貸出冊数 (千冊)
千代田	163523	26	5561	105321
中央	338671	30	18106	314682
台東	281655	51	16498	542349
荒川	400993	78	30810	847872
港	363116	69	57279	758704
文京	541658	114	66137	1438746
墨田	508141	61	35295	839597
渋谷	338804	74	33188	540821
目黒	511467	84	65391	1562274
豊島	393815	68	41197	978117
新宿	509682	96	47032	930437
中野	527457	92	56064	1345185
品川	601594	127	69536	1164801
北	528799	96	37467	1348588
江東	394158	77	57727	1100779
葛飾	515624	101	46160	1070488
板橋	566708	118	102967	1707645
江戸川	467617	74	47236	1223026
杉並	768484	103	84510	2229694
練馬	669996	107	69576	1901465
足立	844949	120	89401	1909698
太田	1258981	242	97941	3055193
世田谷	1148863	202	191166	4096300

表2 東京23区の公立図書館に対する DEA の適用結果⁵⁾

	D効率値	優位集合		
千代田	0.226			世田谷
中央	0.638			世田谷
台東	0.540			世田谷
荒川	0.593			世田谷
港	0.911	板橋		世田谷
文京	0.745			世田谷
墨田	0.650		杉並	世田谷
渋谷	0.539			世田谷
目黒	0.897	板橋		世田谷
豊島	0.705		杉並	世田谷
新宿	0.539	板橋		世田谷
中野	0.719		杉並	世田谷
品川	0.638	板橋		世田谷
北	0.715			世田谷
江東	0.844	板橋		世田谷
葛飾	0.582			世田谷
板橋	1			
江戸川	0.787		杉並	世田谷
杉並	1			
練馬	0.849		杉並	世田谷
足立	0.787			世田谷
太田	0.681			世田谷
世田谷	1			

表3 提案手法の適用結果目

	方向指数	バランス指数	D効率値
千代田	-0.8191	0	0.226
中央	-0.7898	0.2670	0.638
台東	-0.5933	0.4383	0.540
荒川	-0.3425	0.7079	0.593
港	-0.4472	0.6371	0.911
文京	0.4499	0.9387	0.745
墨田	-0.5039	0.7707	0.650
渋谷	-0.7025	0.4723	0.539
目黒	0.5612	0.9436	0.897
豊島	-0.1827	0.7603	0.705
新宿	-0.3305	0.8093	0.539
中野	0.2730	0.9205	0.719
品川	-0.0288	0.9184	0.638
北	0.2842	0.9211	0.715
江東	0.0583	0.8034	0.844
葛飾	-0.1208	0.8576	0.582
板橋	0.6441	0.9711	1
江戸川	0.1500	0.8725	0.787
杉並	0.8421	0.9961	1
練馬	0.7211	0.9958	0.849
足立	0.6034	0.9971	0.787
大田	0.8153	0.6892	0.681
世田谷	0.9424	0.0276	1

によくない結果となっている。この結果より、「杉並」をベンチマークとして選択すべきとの結論が得られる。

6 結論

複数の入出力を持つシステムにおけるベンチマーク選択のために、従来提案されていた、改善目標方向への改善方向を示す改善指数、評価項目感のバランスを考慮するバランス指数に対する算出方法を提案し、それらと DEA の結果を踏まえてベンチマーク選択を行うことを提案した。本稿では、3つの指標の算出法を提案したが、これらの3つの指標をまとめて一つの指標とする方法については今後の課題である。

注

- 1) 原文では Advance Benchmarking としているが、ここでは4.2に示す本稿の定義に従って The Best of the Best Benchmarking と示した。
- 2) 注1と同様に、原文では Advance Benchmarking, Worst System としているが、ここでは4.2に示す本稿の定義に従って The Best of the Best Benchmarking, The Worst of the Worst System と示した。
- 3) 一つの評価項目の値を改善しようとすると、他の評価項目の値が悪化してしまうような状態
- 4) 文献 [12] p46を基に作成
- 5) 文献 [12] p47を基に作成

参考文献

- [1] 伏見多美雄, 福川忠昭, 山口俊和編:「経営の多目標計画」, 森北出版, (1987)
- [2] 市川惇信編:「多目的決定の理論と方法」, 計測自動制御学会, pp153-159, (1980)
- [3] 八木英一郎, 吉本一穂:「複数の評価項目に基づく生産管理システムのベンチマーク選択指標の提案」, 日本機械学会論文集 C 編, 第72巻第719号, pp276-281, (2006)
- [4] 高梨智弘:「経営改善の新手法 ベンチマーキングとは何か」, 生産出版, pp17-26, (1994)
- [5] ダイヤモンドハーバードビジネス編集部編:「ベンチマーキングの理論と実践」, ダイヤモンド社, pp8-14, (1995)
- [6] 高梨智弘:「経営品質革命」, 東洋経済新報社, pp68-72, (1996)
- [7] 高梨智弘:「経営改善の新手法 ベンチマーキングとは何か」(前掲書), 生産出版, (1994)
- [8] 高梨智弘:「経営品質革命」(前掲書), 東洋経済新報社, (1996)
- [9] 社会経済生産性本部編:「決定版日本経営品質賞とは何か」(前掲書), 生産性出版, (2007)
- [10] グレゴリー・H・ワトソン著, (株)日本能率協会コンサルティング監訳:「ベンチマー

- キング入門」, 日本能率協会マネジメントセンター, (1994)
- [11] 八木英一郎:「ベンチマーク選択のための評価項目の階層化支援と選択指標の提案—生産・物流システムの改善への適用—経営効率の測定と改善—包絡分析法 DEA による」, 早稲田大学博士論文, p20, (2009)
- [12] 刀根薫:「経営効率の測定と改善—包絡分析法 DEA による」, 日科技連, (1993)
- [13] 関利隆, 八木英一郎, 吉本一穂:“ベンチマーキングと DEA を用いた生産管理診断モデルの構築 (生産管理指標によるグローバルな生産拠点の評価)”, 日本機械学会論文集 C 編, 第67巻第661号, pp.307-313, (2001)
- [14] 関利隆, 八木英一郎, 吉本一穂:“ベンチマーキングと DEA を用いた生産管理診断モデルの構築 (生産管理指標によるグローバルな生産拠点の評価)”, 日本機械学会論文集 C 編, 第67巻第661号, pp.307-313 (2001)
- [15] 関利隆, 八木英一郎, 吉本一穂:“ベンチマーク生産拠点に効率良く到達する方策の選択 (早期効率化の評価指標 AREA 提案と, 生産拠点の DEA 効率性評価への適用)”, 日本機械学会論文集 C 編, 第68巻第665号, pp.323-330, (2002)
- [16] 中山弘隆, “対話型多目的計画法—方法と方法—”, オペレーションズ・リサーチ, Vol33, pp.375-381, (1988)
- [17] Carsten Homburg: “Using Data Envelopment Analysis to Benchmark Activities”, *International Journal of Production Economics*, vol.73, pp51-58, (2001)