

多基準意思決定モデルに基づく 情報マネジメントシステムの評価方法の検討

Evaluation Methods for Information Management Systems based on Multi-criteria Decision Making Models

鈴木 淳*1

Atsushi Suzuki

Email: asuzuki@dokkyo.ac.jp

キーワード： 情報マネジメントシステム, 多基準意思決定, 評価方法, 階層分析法, TOPSIS
Keywords: Information Management System, Multi-criteria Decision Making, Evaluation Method, AHP, TOPSIS

本稿では、複数の基準に基づく複数の情報マネジメントシステムの評価方法について比較検討を行った。多基準を考慮した意思決定のためには、階層分析法があるが、本稿ではそれに加えて TOPSIS の適用を検討した。事例として、ある大学で用いられている 3 つのシステムを対象に、経済的、戦略的、社会的、運用的、組織的の 5 つのインパクトを評価基準として、階層分析法および TOPSIS でそれぞれ評価した。評価した結果を基に、ウェイトの決定プロセスや、代替案の評価結果について検討を行った。その結果、ウェイト決定のプロセスでデータと人間の意図の双方を考慮していること、評価結果で差が付きやすく認識しやすい数値を示すことなどの理由から、TOPSIS で客観ウェイトと主観ウェイトを統合したウェイトを用いた評価方法が好ましいとの結論を得た。

In this paper, a comparison with evaluation methods based on multi criteria for information management systems was conducted. For decision making based on multiple criteria, there is AHP (Analytic Hierarchy Process), in addition, application of TOPSIS (Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution) is also examined. As an example, three systems used in a university were evaluated by AHP and TOPSIS, respectively, based on economic, strategic, social, operational and organizational impacts. Based on the evaluation results, we examined the decision process of weight factors and evaluation result of alternatives. As a result, it was concluded that TOPSIS using weight that combined objective weight and subjective weight is preferable for the evaluation problem in this paper. Two reasons for that conclusion are listed as considering both data and human intention in the weight decision process, and showing a numerical value that is easy to recognize because of the difference in evaluation results.

*1: 獨協大学 経済学部

1. はじめに

情報マネジメントシステムとは、組織が遂行する業務や活動のために必要となる情報を管理するコンピュータシステムである。組織における情報の蓄積と提供の機能を有している。

組織がどのようなシステムを導入するかは重要な意思決定問題である。現代の組織は、情報技術を何らかの形で業務に役立てることが多くなっている。このため、情報技術を業務に役立てるためにはどのような形でシステム化するかが重要である。

情報そのものは目に見えにくいものであり、情報システムもコンピュータやその画面、ネットワークなどの形で利用者に接するものとは言え、ソフトウェア内でのアルゴリズムや、情報の処理、システムから組織にもたらされる影響などは目に見えない状態で行われ、実測するには困難さを伴う。例えば、工場で製品を生産するような製造部門では、業務の成果が製品の生産量や、原料・資材の消費量などで可視化でき、数値化して効率性や影響を定量化できる面が多い。しかし、情報を用いて業務が行われ成果も情報である場合、人間の内面や組織の暗黙知、社会への波及効果などで現れるような影響は、捕捉が難しく評価が容易ではない。このため、どのようなシステムを導入すべきか、という意思決定問題に対し、定量的な議論は一定に定まらない。その一方で、業務の遂行のためには、何らかの方法でシステム選択を迫られるという現実面もある。

一般に、意思決定は、複数の代替案から最も優れた代替案を選択する行為である。情報マネジメントシステムにおいては、組織が導入するシステムとして複数の案が設定され、それらの中から、何らかの評価基準で優れた案の一つを選択する形になる。本稿では、教育用の情報マネジメントシステムを例として、複数の基準を考慮した意思決定モデルを適用し、評価方法の検討を行った過程と結果を述べる。

本稿の構成は次の通りである。第1章で研究背景と目的を述べる。第2章で関連する研究として、情報システム評価に関する研究と、多基準意思決定に関する研究を概観する。第3章では評価方法の検討として、本稿で対象とする事例、階層分析法による評価プロセス、TOPSIS (Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution) による評価プロセスについて説明する。第4章では考察を行う。第5章は本稿のまとめである。また付録として、TOPSIS による評価プロセスについて表計算ソフトウェアを用いた場合の計算方法を提示する。

2. 関連研究

2.1 情報システム評価に関連する研究

本節では情報システム評価に関する研究について概観する。

情報処理学会情報システムと社会環境研究会情報システム有効性評価手法研究分科会は、情報システムの有効性評価について量的研究⁽¹⁾と質的研究⁽²⁾のガイド

ラインを示している。これらを参照すると、様々な評価項目が挙げられており、情報システム評価において専門家の視点から多様な評価項目が求められている。これらのガイドラインは、従来の情報システム研究における評価に「この情報システムは有効でしたか?」といった問いに答える形式のアンケートに基づくものが見受けられ、客観性に乏しく根拠不明確なままシステムの評価が行われている状況への警鐘としての側面があるものとうかがえる。その点は留意しなければならないが、一つの評価法がどの段階でも使える万能な方法ではないのも現実の問題である。

情報システム評価は、大きく次の2つの種類に分けることができる。

1つ目は、情報システムのユーザビリティに関する研究である。近年では、例えば、飯尾ら⁽⁷⁾、中村⁽⁸⁾、池上ら⁽¹⁰⁾の研究がある。これらは、情報システムの利用者の視点からその可用性について価値を測定するためのものである。この場合は、ユーザインターフェースや操作性、視認性、信頼性などの観点から評価することになる。これはシステムが外部に及ぼす影響よりも、システム対ユーザの関心に絞った評価が行われることになる。

組織が情報システムを導入する際に、ユーザが使いやすいシステムを導入するのは好ましいことであるが、使いやすいから組織的に、あるいは企業経営的に、さらには社会的に有効であるかどうかは別の問題となることもある。極端に言えば、直接操作するユーザにとっては操作しやすいが、企業のような組織にとっては利益が低いようなシステムの場合、ユーザビリティに絞った評価は不十分となる。

2つ目は、情報システムが組織や経営、社会などに与える影響を評価しようとするものである。こちらの研究の例としては、鈴木ら⁽⁹⁾によるものが挙げられる。ここでは、情報システムを評価する際に、経済、社会、戦略、運用、組織の5つの評価基準から評価することとし、階層分析法と包絡分析法を組み合わせた手法が提案されている。本稿ではこの鈴木らによる評価基準から情報システムの評価について考えることとする。

2.2 多基準意思決定に関連する研究

複数の観点を考慮して、複数の代替案の中から最良の案を決定することは、「多属性意思決定」「多目的意思決定」「多目標意思決定」「多基準意思決定」などと称される。

矢野⁽¹³⁾によれば、「現実の意思決定問題は、代替案集合の中から複数の評価基準に基づき、意思決定者の嗜好構造を反映した解を導出しようとする多目的意思決定問題として定式化できる場合が多い」とし、一般に複数の評価基準に基づく意思決定問題は、「多属性決定問題」と「多目的計画問題」に分類することができるとしている。そして、「代替案が列挙できる」場合は多属性決定問題と呼び、「制御可能な決定変数を用いて目的関数や制約式を関数として記述することが可能な決定問題」を多目的計画問題と呼んでいる。つまり、多基準意思決定の下に、多属性決定問題と多目的計画問題があるという分類である。

意思決定は、問題の定義、代替案の列挙、代替案の評価、解決案の選択という手順をとるものと見ることができ、評価は意思決定プロセスを構成する一要素でもある。従って、意思決定を考えると、評価方法は必要であり、重要な要素でもある。

多基準評価技法としては、階層分析法、包絡分析法などが経営科学の分野では知られている。階層分析法は Saaty²⁾によって提唱された方法で、問題を階層構造で表し、一対比較を総合することで各代替案の得点を数値化するものである。本稿で対象としている問題にも適用しやすい。包絡分析法は Charnes ら³⁾によって示された方法で、評価対象ごとに複数の入力と複数の出力の項目があり、入力と出力の関係から線形計画法を利用して効率性を算出するものである。この場合、評価値として効率性を用いることがふさわしいのかを検討する必要がある。TOPSIS は Hwang と Yoon⁴⁾により示された方法であり、各代替案の属性値が理想点からもつ距離を用いて評価する考え方である。TOPSIS は数的な処理が異なるものの、階層分析法と類似した構造を持っている。

評価基準や評価項目、属性に関する研究では次のようなものがある。

情報処理推進機構 ソフトウェア・エンジニアリング・センターによる「情報システム導入時の価値評価と合意形成に関する調査 調査報告書」⁵⁾によれば、情報システムの価値評価アプローチには、「コストアプローチ」「インカムアプローチ」「マーケットアプローチ」があるとされている。ただしこれらは、情報システムを知的財産の一種と見なし、その財産の評価のためのアプローチという観点で分類したものである。コストアプローチでは「知的財産の取得に要したコスト」に、インカムアプローチでは「知的財産が生み出す将来キャッシュフロー」に、マーケットアプローチでは「知的財産の時価」に、それぞれ基づいて評価しようとするものである。

情報処理学会 情報システムと社会環境研究会 情報システム有効性評価手法研究分科会の「情報システムの有効性評価 量的研究のガイドライン 第1.1版」⁶⁾によれば、情報システムを効果の指標から評価する考えが示されている。それによれば、効果を大きく「機会」「収益」「能力」「性能」の4つの象限から分類する例が提示されている。しかし、これらを具体的にどのように数値化するかは詳細な記載が現時点ではなされていない。

堀江と萩原⁷⁾では多基準分析の意義と課題についていくつかの観点から触れている。その中で本研究に最も関連するのは各基準の対する各代替案のパフォーマンスを確認するスコアリングに関する論考である。それによれば、スコアリングには、価値関数の考え方を使う方法、直接にランキングする方法、意思決定者から階層分析法のように一対比較によって引き出す方法という3つのアプローチが示され、いずれにも欠点や課題があることが指摘されている。価値関数が利用できない場合は、ランキングを用い、それができない場合は内

的一貫性や順位の逆転現象に留意しつつ一対比較を用いることが示唆されている。

百合本⁸⁾は多属性評価による意思決定の方法として、TOPSIS を元にした方法で列挙された代替案を評価する手順を示している。百合本の方法の特徴は、各代替案の各属性のデータ値と主観ウェイト、客観ウェイトから統合ウェイトを算出しているところにある。

本研究では、鈴木ら⁴⁾による評価基準を採用し、数的処理としては順位逆転現象に留意しつつ、階層分析法と百合本⁸⁾による改良 TOPSIS 法を適用して、情報マネジメントシステムの事例を用いた評価を行い、評価方法について検討を試みることにしたい。

3. 評価方法の検討

3.1 対象事例

本節では、本稿で対象とした情報マネジメントシステム事例を述べる。

ある大学では、受講生への授業資料等の情報を掲載・配布するシステム、いわゆる LMS (Learning Management System) として、3つのシステムが稼働している(表1)。

表1 対象とした情報マネジメントシステム事例

システム	概要
システム A	独自仕様によるオーダーメイドシステム
システム B	Blackboard を元にカスタマイズしたシステム
システム C	F社の文教向けソリューションのポータルサイト機能

これら3つのシステムを事例として評価を試みる。

3.2 階層分析法による評価例と検討

本節では事例に対し階層分析法を用いた評価を行い、検討を行う。

本稿では鈴木ら⁴⁾の研究で用いられた5つの評価基準を採用する。5評価基準と3代替案で構成された事例の問題構造は図1のように表される。

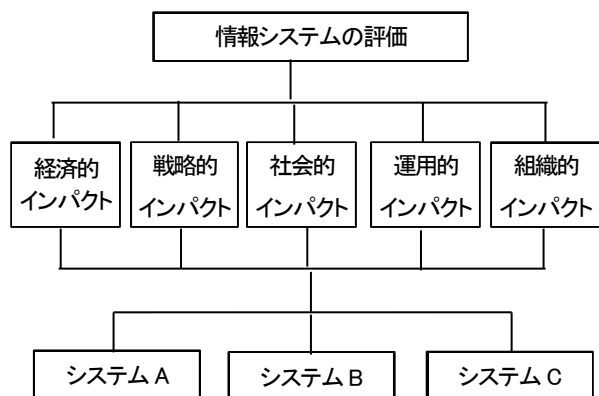


図1 情報システム評価の問題構造

表2 階層分析法による情報システムの評価例

(a) 評価基準間の一対比較とウェイト

	経済的	戦略的	社会的	運用的	組織的	幾何平均	ウェイト
経済的	1	1/3	3	1/5	1/7	0.491	0.066
戦略的	3	1	5	1/3	1/5	1.000	0.134
社会的	1/3	1/5	1	1/3	1/9	0.301	0.040
運用的	5	3	3	1	1/3	1.719	0.231
組織的	7	5	9	3	1	3.936	0.529
計						7.447	1.000

(b) 経済的インパクトから見た代替案の一対比較とウェイト

経済的	A	B	C	幾何平均	ウェイト
A	1	5	9	3.557	0.735
B	1/5	1	5	1.000	0.207
C	1/9	1/5	1	0.281	0.058
計				4.838	1.000

(c) 戦略的インパクトから見た代替案の一対比較とウェイト

戦略的	A	B	C	幾何平均	ウェイト
A	1	1/7	1/9	0.251	0.051
B	7	1	1/5	1.119	0.227
C	9	5	1	3.557	0.722
計				4.927	1.000

(d) 社会的インパクトから見た代替案の一対比較とウェイト

社会的	A	B	C	幾何平均	ウェイト
A	1	1/3	1/3	0.481	0.143
B	3	1	1	1.442	0.429
C	3	1	1	1.442	0.429
計				3.365	1.000

(e) 運用的インパクトから見た代替案の一対比較とウェイト

運用的	A	B	C	幾何平均	ウェイト
A	1	1/3	1/5	0.405	0.105
B	3	1	1/3	1.000	0.258
C	5	3	1	2.466	0.637
計				3.872	1.000

(f) 組織的インパクトから見た代替案の一対比較とウェイト

組織的	A	B	C	幾何平均	ウェイト
A	1	1	1/5	0.585	0.143
B	1	1	1/5	0.585	0.143
C	5	5	1	2.924	0.714
計				4.094	1.000

(g) 総合得点の計算

	経済的インパクト	戦略的インパクト	社会的インパクト	運用的インパクト	組織的インパクト	総合得点
	0.066	0.134	0.040	0.231	0.529	
A	0.0485	0.0068	0.0058	0.0242	0.0755	0.1608
B	0.0136	0.0305	0.0173	0.0596	0.0755	0.1966
C	0.0038	0.0969	0.0173	0.1470	0.3775	0.6427

ここでは、経済的、戦略的、社会的、運用的、組織的の各インパクトを評価基準として多基準評価を行う。代替案は表1に示したシステムA、システムB、システムCの3つである。

階層分析法の手順と数値の詳細は参考文献²⁾を参照されたい。ここでは、著者が意思決定者を想定して評価した例を表2に示す。

表2ではシステムA,B,Cに対して5つの評価基準に基づく評価を行うことができた。結果は、システムCが0.6427と最も高い評価で、次にシステムBが0.1966となり、システムAが0.1608で最も低い評価となった。表2(a)に示されたように、評価基準では組織的インパクトが0.529と最も重いウェイトとなり、次に運用的インパクトが0.231というウェイトで続いている。この2つの項目で全体の75%を占めているため、このような結果になったものと見られる。

なお、これら一対比較結果は著者の感覚によるもので、大学の公式見解とは限らないことを付記する。

3.3 TOPSIS による評価例と検討

TOPSIS での問題の図式化も図1と同様になる。階層分析法との違いは、各代替案の各属性値(評価基準値)は、一対比較ではなく実際の値を用いることができることにある。そこで、経済的インパクトには費用を、組織的インパクトには利用者数をあてることとした。それら以外の属性値は前節で用いた階層分析法での一対比較から得られたウェイト値を用いた。

表3 TOPSIS での評価のためのデータ

代替案	経済的インパクト (千円)	組織的インパクト (人)
システムA	4.209	19
システムB	5.930	17
システムC	8.889	43

TOPSIS による計算手順は、百合本⁶⁾による研究を用いた。本稿では、表計算ソフトウェアで計算する場合のワークシートをAppendixに掲げる。

階層分析法については、我が国でのオペレーションズリサーチや経営科学の教科書や解説書籍で多く取り上げられており、表計算を使った計算例についても豊富に掲載されていて、初学者にとって学習しやすい状況にある。その一方、TOPSIS に関しての日本語での解説書籍は少なく、表計算による計算例を掲載した書籍はほとんど見当たらない。そこで本稿では、学習の一助となるように表計算による計算例を掲載する。計算手順については百合本⁶⁾を参考にしつつ、本稿末尾のAppendixを参照されたい。

TOPSIS での計算結果と正規化した数値を表4に示す。正規化は階層分析法と比較しやすくするために、和が1.0になるように換算したものである。

表4 TOPSIS での評価結果

代替案	TOPSIS の結果	正規化
システムA	0.0528	0.0426
システムB	0.1861	0.1502
システムC	1.0000	0.8072

4. 考察

階層分析法と TOPSIS を用いた評価結果について比較を行い、評価方法の検討を行う。表5は、5つある評価基準へのウェイト値を比較したものである。

表5 評価基準へのウェイト付けの比較

評価基準	階層分析法	TOPSIS 客観ウェイト	TOPSIS 統合ウェイト
経済的インパクト	0.066	0.0551	0.0049
戦略的インパクト	0.134	0.4494	0.1998
社会的インパクト	0.040	0.1129	0.0049
運用的インパクト	0.231	0.2697	0.2750
組織的インパクト	0.529	0.1129	0.5153

階層分析法では、人間が感覚的に一対比較を行い、重要度を与えるため、特定の項目にウェイトが重くなることがある。事例では組織的インパクトのウェイトが0.529と大きく、続いて運用的インパクトが0.231と大きい数値となっている。それに対し、TOPSISの客観ウェイトでは、データからウェイトを決定するため、事例で最も重いのは0.4494で戦略的ウェイト、次に0.2697の運用的インパクトとなった。ウェイトをデータ自体に決めさせるという方針であれば、TOPSISの客観ウェイトも方法の一つである。しかし、意思決定は人間の意図も反映すべきだとの考え方もある。その場合は、階層分析法でのウェイトをTOPSISの客観ウェイトに加味することになる。表5に示したTOPSIS統合ウェイトがそれであり、事例の場合は最も重い評価基準は組織的インパクトであるが0.5153という数値であり、階層分析法よりも評価基準間のウェイト値の差が小さくなるように人間の意図が反映されている。

次に、代替案の評価結果の値を比較する(表6参照)。階層分析法とTOPSISのいずれも、システムCが最も高く評価されており、次にシステムB、そしてシステムAが続くという順位は同じである。

表6 代替案の評価値比較

代替案	階層分析法	正規化 TOPSIS
システムA	0.1608	0.0426
システムB	0.1966	0.1502
システムC	0.6427	0.8072

評価値の大きな違いは、TOPSISの方が階層分析法よりシステムCは大きく、システムAがより小さくなっていることである。評価項目のウェイト付けではTOPSISの方が穏やかな違いになるのに対し、評価値ではより差が強調された数値となっている。

これらの比較から、この事例で言えることではあるが、TOPSISの方が評価の過程ではデータと人間の意図の考慮が含められていながら、差の付いた分かりやすい結果を提示できることが分かる。このことから、事例の経済的および組織的インパクトのように一部にデータがある場合は、TOPSISの利用が好ましいのではないかと。

なお、本稿の事例では、戦略的、社会的、運用的の各インパクト値は不明だったので、階層分析法の対比較で得られた値を使用している。このため、本稿では普遍的な評価結果を示すことよりも、評価技法の比較検討が主眼ではあるが、評価結果においてはこれらインパクト値への主観の影響は無視できない。これらの数値もなんらかの方法で計測可能であれば、包絡分析法の適用も可能であると考えられる。その場合はTOPSISと包絡分析法を比較検討することが、今後の課題として挙げられる。

5. おわりに

情報マネジメントシステムの評価方法として多基準意思決定モデルの適用を検討した。事例として、ある大学で学習情報提供に使用されている3つのシステムを対象に、5つの評価基準による評価を行い、考察を行った。用いた多基準意思決定モデルは、階層分析法とTOPSISであった。検討の結果は、いずれの方法でも順位は同じであり、システム選択問題として考えれば、いずれの評価方法でも利用は妥当である。ただし、ウェイト付けについて、階層分析法では評価者の意図が直接に反映され、恣意的になりがちであるのに対し、本稿で用いたTOPSIS法では、データを基に客観ウェイトを計算した後に階層分析法の主観ウェイトを加味しても、評価基準間のウェイトの違いが大きく出現しないようになっていることがわかった。これは、意思決定者が行う評価という観点から見ると、ある評価基準を軽視し過ぎることを防ぐ効果がある利点と見ることもできる。今後の研究では包絡分析法の適用の検討も行うべきで

あると考える。

謝辞

本研究の一部は、情報学研究所研究助成によるものである。

参考文献

- (1) Chames, A., Cooper, W. W. and Rhodes, E. "Measuring Efficiency of Decision Making Units," *European Journal of Operational Research*, 2, pp.429-444 (1978).
- (2) Saaty, T.L.: *The Analytic Hierarchy Process*, New York, McGraw Hill. (1980)
- (3) Hwang, C.L. and Yoon, K. *Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications*. New York: Springer-Verlag. (1981).
- (4) 鈴木淳, 由良憲二, リュービサ・ブラチッチ, 松井正之, 荻原洋太郎, コンピュータ統合事業システムの多基準評価法に関する研究, *経営情報学会誌*, 8(3) pp.41-54 (1999)
- (5) 堀江典子, 荻原清子, 多基準分析の今日的意義と課題, *総合都市研究* 82, (2003)
- (6) 百合本茂, 多属性評価による意思決定の方法, *物流問題研究* 47, pp.1-14 (2006)
- (7) 飯尾淳, 清水裕行, 業務システムのユーザビリティに対する評価改善手法, *三菱総合研究所所報*, 50, pp. 30-53 (2008)
- (8) 独立行政法人情報処理推進機構 ソフトウェア・エンジニアリング・センター, 情報システム導入時の価値評価と合意形成に関する調査 調査報告書, (2010)
- (9) 中村友洋, Web 操作モニタリングによる定量的ユーザビリティ評価の提案と評価, *電子情報通信学会技術研究報告. LOIS*, 110(450), pp.167-172 (2011)
- (10) 池上輝哉, 岡田英彦, 福住伸一, ユーザビリティ定量化手法の構築: 客観的評価のためのチェックリストと支援ツールの開発, *ヒューマンインタフェース学会論文誌* 14(1), pp. 101-110 (2012)
- (11) 情報処理学会情報システムと社会環境研究会情報システム有効性評価手法研究分科会, 情報システムの有効性評価 量的研究のガイドライン 第1.1版, (2012)
- (12) 情報処理学会情報システムと社会環境研究会情報システム有効性評価手法研究分科会, 情報システムの有効性評価 質的研究のガイドライン 第1版, (2013)
- (13) 矢野均, 不確実状況下における多目的計画問題に対する意思決定手法, *オペレーションズ・リサーチ*, 62(3), pp.141-148 (2017)

Appendix

本稿 3.3 節 「TOPSIS による評価例と検討」での計算を Microsoft Excel で行ったワークシート例を下に掲げる。本研究では Excel 2013 を用いた。計算手順と説明に用いている用語と記号は百合本⁶⁾を参照されたい。

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	TOPSIS	代替案数	3	属性数	5			
2								
3	原データ d_{ij}	経済的インパクト	戦略的インパクト	社会的インパクト	運用的インパクト	組織的インパクト		
4	代替案 i	$j=1$	$j=2$	$j=3$	$j=4$	$j=5$		
5	A	4.209	0.051	0.143	0.105	19		
6	B	5.930	0.227	0.429	0.258	17		
7	C	8.889	0.722	0.429	0.637	43		
8	計	19.028	1.000	1.000	1.000	79		
9								
10	正規化デシジョンマトリックス p_{ij}							
11	代替案 i	$j=1$	$j=2$	$j=3$	$j=4$	$j=5$		
12	A	0.2212	0.0510	0.1430	0.1050	0.2405		
13	B	0.3116	0.2270	0.4285	0.2580	0.2152		
14	C	0.4672	0.7220	0.4285	0.6370	0.5443		
15								
16	$\ln(p_{ij})$							
17	A	-1.508686489	-2.97592965	-1.94491065	-2.25379493	-1.42500887		
18	B	-1.165887366	-1.48280526	-0.84746454	-1.35479569	-1.53623451		
19	C	-0.761097021	-0.32573014	-0.84746454	-0.45098562	-0.60824774		
20								
21	$p_{ij} \cdot \ln(p_{ij})$							
22	A	-0.333721959	-0.15177241	-0.27812222	-0.23664847	-0.34272365		
23	B	-0.363344129	-0.33659679	-0.36313856	-0.34953729	-0.33058211		
24	C	-0.355549265	-0.23517716	-0.36313856	-0.28727784	-0.33107155		
25	計	-1.052615353	-0.72354637	-1.00439933	-0.8734636	-1.00437732		
26								
27	エントロピー指標 E_j							
28		0.9581	0.6586	0.9142	0.7951	0.9142		
29								
30	多様化ファクター f_j						計	
31		0.0419	0.3414	0.0858	0.2049	0.0858	0.7597	
32								
33	客観ウェイト ow_j						計	
34		0.0551	0.4494	0.1129	0.2697	0.1129	1.0000	
35								
36	エントロピー法による客観ウェイト							
37	ウェイト	0.0551	0.4494	0.1129	0.2697	0.1129		
38								
39	AHPIによる主観ウェイト						計	
40	sw_j	0.066	0.134	0.04	0.231	0.529	1.0000	
41	主観ウェイト×属性数							
42	w_j^*	0.33	0.67	0.2	1.155	2.645		
43								
44	修正データ d^*_{ij}							
45	代替案 i	$j=1$	$j=2$	$j=3$	$j=4$	$j=5$		
46	A	1.607	0.136	0.678	0.074	2411.589		
47	B	1.799	0.370	0.844	0.209	1796.956		
48	C	2.056	0.804	0.844	0.594	20918.188		
49	計	5.463	1.310	2.366	0.877	25126.733		
50								

	A	B	C	D	E	F	G	H
51	正規化デシジョンマトリックス p_{ij}							
52	代替案 i	$j=1$	$j=2$	$j=3$	$j=4$	$j=5$		
53	A	0.2942	0.1039	0.2865	0.0844	0.0960		
54	B	0.3294	0.2826	0.3568	0.2384	0.0715		
55	C	0.3765	0.6135	0.3568	0.6772	0.8325		
56								
57	$\ln(p_{ij})$							
58	A	-1.223649353	-2.26419476	-1.2501541	-2.47207409	-2.34364651		
59	B	-1.110525642	-1.26380143	-1.03066487	-1.43372998	-2.63783832		
60	C	-0.976944828	-0.48856109	-1.03066487	-0.38982934	-0.18331331		
61								
62	$p_{ij} \cdot \ln(p_{ij})$							
63	A	-0.359942247	-0.2352808	-0.35811996	-0.2086668	-0.2249362		
64	B	-0.365791351	-0.35712221	-0.36770997	-0.34182699	-0.18864685		
65	C	-0.367780154	-0.2997364	-0.36770997	-0.26398168	-0.15260966		
66	計	-1.093513752	-0.89213941	-1.0935399	-0.81447547	-0.56619271		
67								
68	エントロピー指標 E_j							
69		0.9954	0.8121	0.9954	0.7414	0.5154		
70								
71	多様化ファクター f_i						計	
72		0.0046	0.1879	0.0046	0.2586	0.4846	0.9405	
73								
74	統合ウェイト						計	
75		0.0049	0.1998	0.0049	0.2750	0.5153	1.0000	
76								
77	SAWの計算							
78	各属性の最大値と最小値							
79	最大: d_j^+	8.889	0.722	0.4285	0.637	43		
80	最小: d_j^-	4.209	0.051	0.143	0.105	17		
81								
82	正規化行列 H							
83	A	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0769		
84	B	0.6323	0.2623	1.0000	0.2876	0.0000		
85	C	0.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000		
86								
87	ウェイト付き正規化行列 $A: a_{ij} = w_j \cdot h_{ij}$						計(SAWの結果)	
88	A	0.0049	0.0000	0.0000	0.0000	0.0396	0.0446	
89	B	0.0031	0.0524	0.0049	0.0791	0.0000	0.1395	
90	C	0.0000	0.1998	0.0049	0.2750	0.5153	0.9951	
91								
92	TOPSISの計算							
93	原データの2乗: d_{ij}^2							
94	A	17.715681	0.002601	0.020449	0.011025	361		
95	B	35.1649	0.051529	0.18361225	0.066564	289		
96	C	79.014321	0.521284	0.18361225	0.405769	1849		
97	計	131.894902	0.575414	0.3876735	0.483358	2499		
98	$\sqrt{\quad}$	11.48455058	0.758560479	0.622634323	0.695239527	49.989999		
99								

	A	B	C	D	E	F	G	H
100	vij: ウェイト付き正規化行列							
101	A	0.0018	0.0134	0.0011	0.0415	0.1959		
102	B	0.0025	0.0598	0.0034	0.1021	0.1752		
103	C	0.0038	0.1902	0.0034	0.2520	0.4433		
104	最大値と最小値							
105	最大: vj**	0.0038	0.1902	0.0034	0.2520	0.4433		
106	最小: vj*	0.0018	0.0134	0.0011	0.0415	0.1752		
107								
108	(vij-vj**)^2						計	√
109	A	0.00000	0.03125	0.00001	0.04428	0.06121	0.1367	0.3698
110	B	0.00000	0.01701	0.00000	0.02247	0.07183	0.1113	0.3336
111	C	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.0000	0.0000
112								
113	(vij-vj*)^2						計	√
114	A	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000425	0.000425	0.02062
115	B	0.000001	0.002150	0.000005	0.003663	0.000000	0.005818	0.07628
116	C	0.000004	0.031248	0.000005	0.044283	0.071832	0.147373	0.38389
117								
118	C(si)=si*/(si**+si*) TOPSISの結果			正規化				
119	A	0.0528		0.0426				
120	B	0.1861		0.1502				
121	C	1.0000		0.8072				
122	計	1.2389						

セルに入力される計算式について

B12 =B5/B\$8

B12を B12:F14 にコピーする

B17 =LN(B12)

B17を B17:F19 にコピーする

B22 =B12*B17

B22を B22:F24 にコピーする

B25 =SUM(B22:B24)

B25を C25:F25 にコピーする

B28 =-1/LN(C1)*B25

B28を C28:F28 にコピーする

B31 =1-B28

B31を C31:F31 にコピーする

G31 =SUM(B31:F31)

B34 =B31/G\$31

B34を C34:F34 にコピーする

G34 =SUM(B34:F34)

B37 =B34

B37を C37:F37 にコピーする

B42 =B40*\$E\$1

B42を C42:F42 にコピーする

B46 =B5^B\$42

B46を B46:F48 にコピーする

B49 =SUM(B46:B48)

B49を C49:F49 にコピーする

B53 =B46/B\$49

B53を B53:F55 にコピーする

B58 =LN(B53)

B58を B58:F60 にコピーする

B63 =B53*B58

B63を B63:F65 にコピーする

B66 =SUM(B63:B65)

B66を C66:F66 にコピーする

B69 =-1/LN(\$C\$1)*B66

B69を C69:F69 にコピーする

B72 =1-B69

B72を C72:F72 にコピーする

G72 =SUM(B72:F72)

B75 =B72/G72

B75を C75:F75 にコピーする

G75 =SUM(B75:F75)

B79 =MAX(B5:B7)

B80 =MIN(B5:B7)

B79:B80を C79:F80 にコピーする

B82:F82 は,

Cost measure のとき C を,
Quality measure のとき Q を,
それぞれ入力する

$B83 = IF(B82="C", (B\$79-B5)/(B\$79-B\$80), (B5-B\$80)/(B\$79-B\$80))$

B83 を B84:B85 にコピーする
B83:B85 を C83:F83 にコピーする

$B88 = B83 * B\$75$

B88 を B89:B90 にコピーする
B88:B90 を C88:F90 にコピーする
 $G88 = SUM(B88:F88)$
G88 を G89:G90 にコピーする

$B94 = B5^2$

B94 を B95:B96 にコピーする
 $B97 = SUM(B94:B96)$
 $B98 = SQRT(B97)$
B94:B98 を C94:F98 にコピーする

$B101 = B5 * B\$75 / B\98

B101 を B101:F103 にコピーする

$B105 = MAX(B101:B103)$

$B106 = MIN(B101:B103)$

B105:B106 を C105:F106 にコピーする

$B109 = (B101 - B\$105)^2$

B109 を B109:F111 にコピーする

$G109 = SUM(B109:F109)$

$H109 = SQRT(G109)$

G109:H109 を H110:H111 にコピーする

$B114 = (B101 - B\$106)^2$

B114 を B114:F116 にコピーする

$G114 = SUM(B114:F114)$

$H114 = SQRT(G114)$

G114:H114 を H115:H116 にコピーする

$B119 = H114 / (H109 + H114)$

$B120 = H115 / (H110 + H115)$

$B121 = H116 / (H111 + H116)$

$B122 = SUM(B119:B121)$

$D119 = B119 / B\$122$

D119 を D120:D121 にコピーする

以上