

WWWを利用したAHPシステムの構築

小畑経史* 白石俊輔**

Construction of the AHP System Available via WWW.

Tsuneshi OBATA and Shunsuke SHIRAISHI

大分大学工学部研究報告 第38号

平成10年 9 月30日発行

WWWを利用したAHPシステムの構築

小畑 経史*

白石 俊輔**

Construction of the AHP System Available via WWW.

Tsuneshi OBATA and Shunsuke SHIRAISHI

AHP is a very useful method for decision making. Especially it is suitable for personal matters. However in the process of AHP, it is necessary to find the principle eigenvectors of certain matrices as the priority weights. This is a hard task for amateurs without a knowledge of linear algebra nor assistance of an expert system. In order to support these decision makers, we constructed the system for estimating priority weights in our previous work. This works on WWW system, so users need to prepare only a commonplace computer environment. Now we improve this, and construct the system to practice throughout AHP.

Key words: AHP, WWW, CGI, Internet.

1 はじめに

AHP (Analytic Hierarchy Process) は人間の主観をうまく取り入れ, 意思決定者の感覚に近い判断が行える意思決定手法である [9, 13]. このような特徴を備えた大きな理由が一対比較行列にある. 一対比較行列の採用によって, AHP では意思決定者の主観的な評価やあいまいな判断などを分析に取り入れることに成功した. 意思決定者は日常言語で一対比較を行うことができるため, この段階では数理的な知識を必要としない.

そのようにして作成された一対比較行列から重要度ウェイトを算出することで, 意思決定者の主観的な判断を数値化することができるのである. その際, 通常固有値法と呼ばれる方法が用いられるが, これは数学的には行列の最大固有値とそれに付随する固有ベクトルを計算することになる. 得られた固有ベクトルが重要度ウェイトとして用いられる. 固有値もまた一対比較の一貫性を測る尺度として役にたつ.

ところが行列の固有値, 固有ベクトルを求めることは, 一般にそれほど容易なことではない.

そのため実際に AHP を利用するためには「ねまわしくん」, 「Expert Choice」といった専用ソフトウェアや, プログラミング言語, 数値計算ソフトウェアを利用する必要がある [2, 6, 13]. 既にそのような手段が利用できる状況にある者であれば, 前述のようにどのような意思決定者であっても簡単に AHP 手法を利用することができる. しかし, 上に挙げたソフトウェアはいずれも動作する環境が特定のものに限られ, そのうえスタンドアロンで動作するため, 利用できる環境を整えるまでにそれなりの作業が必要となる. また, プログラミング言語等を利用して固有値, 固有ベクトルを計算するには, プログラミングや固有値問題に関する専門知識が要求される. したがってこれから新たに AHP の利用を考えている者にとっては, 手軽に利用できる手法とはいえない. これは文科系学生に対する OR 教育の現場で障害となる点でもある [4].

ところで, 近年凄まじい勢いでインターネットの利用が広がっている. その原動力ともいえるのが,

平成 10 年 6 月 23 日受理

* 大分大学工学部知能情報システム工学科

** 富山大学経済学部経営学科

WWW (World Wide Web) と呼ばれる情報提供システムである。WWWはGUI (Graphical User Interface) を用いた操作性のよさ、画像、動画、音声などを活用できるマルチメディア性、ユーザが希望に応じた情報を引き出せるインタラクティブ性などが特徴である。さらに個人が手軽に情報発信できる点も注目されている。現在市販されているパーソナルコンピュータのほとんどはモデムやLANボードを備え、WWWブラウザや電子メールリーダーなどインターネットを利用するためのソフトウェアが添付されている。さらにはインターネットプロバイダ事業が活発になり、非常に安価にインターネット接続サービスが利用できるようになった。これらを背景にいま一般家庭にもインターネットが入り込んでいる¹。

そこで我々はWWWを通じて固有値法を利用できるシステムを構築すれば、より手軽にAHPが利用できるようになるのではないかと考え、「一対比較行列の重要度計算システム」を構築した[15]。このシステムでは固有値、固有ベクトル計算の機能だけでなく、WWWの優れたインターフェイスを利用し一対比較行列の作成をサポートする機能も備えた。したがってインターネットに接続し、WWWブラウザが利用できるコンピュータさえあれば、専門的な知識を持たない者でも固有値法の利用が可能となった。

今回、さらに上記システムを元に、AHPの一連のプロセス—階層構造の作成から総合ウェイトの計算まで—を行うシステムを構築し「Web DE AHP (ウェブでAHP)」と名付けた。当然上記システムと同様に、インターネットに接続され、WWWブラウザを備えたコンピュータさえあれば利用可能である。このシステムの完成により「誰でも手軽に利用できるAHPシステム」という目標が達成された。

本稿ではまず、WWWシステムの仕組みとWWWのインタラクティブ性を活かすための技術であるCGI (Common Gateway Interface) について解説する。次に本システムの構築と利用について述べ、本システムの特徴を活かす場として、大学、特に文科系学部でのOR教育の場を取り上げ、そこでの有効性に触れる。最後に今後残された課題を含めてまとめを行う。

2 WWWとCGI

インターネットを利用した情報提供システムであるWWWは、情報を提供するサーバと、情報を受け取り表示するブラウザからなりたつ。WWWでやり取りされる情報はWebページ、ホームページ、あるいは単にページなどと呼ばれ、テキスト情報だけでなく、画像や音声なども扱うことができる。ブラウザの操作は、クリック・メニュー選択といったマウスによる操作が中心である。例えば、リンクと呼ばれる機能はページ上の特定の箇所をマウスでクリックすることで、関連した別の箇所やページへジャンプする仕組みである。ユーザは視覚的・感覚的なブラウザ操作によって、サーバに対して望みの情報を要求することができる。サーバはブラウザからの要求に応じて、求められた情報を送り返す。

現在、広く利用されているコンピュータプラットフォームのほとんどに、WWWブラウザが用意され、また、WWW利用を原動力として、インターネットの網が爆発的に広がってきている。そこで我々は、WWWを通じて利用できるAHPシステムを構築することで、

- 誰でも (ユーザのコンピュータ環境を問わない)
- 手軽に (ユーザの環境整備の負担が軽い)

AHPを利用できるようになるのではないかと考えた。

WWWを使う利点としてまず次の点が挙げられる。スタンドアロン型のソフトウェアでは、動作するプラットフォームが基本的に特定のものに限られ、プラットフォームが異なればそれに合わせて移植する、新たに開発するといった作業が必要となる。また、使用するコンピュータごとにソフトウェアをインストールする作業も馬鹿にならない。

さらにWWWを利用することでソフトウェアの管理が容易であるという利点も生まれた。システムの実体はWWWサーバ側にあるため、修正、改良などのアップデートの際にそれを更新するだけで作業が終了する。ソフトウェアの再配付、再インストールといった面倒な作業は必要ない。

WWWは本来、あらかじめ用意された情報を提供するシステムである (静的な情報提供) が、CGI、JavaScript、Java アプレットなどの技術によって、ユーザからの様々な要求に応じて、その場で情報を加工、作成して提供することが可能となる (動的な情報提供) [11]。我々が目指すAHPシステムにおいては、このような技術が不可欠である。

¹日本インターネット協会によると、日本のインターネット人口は570万人あまり、うち自宅からの利用者が260万人あまりと推定されている [8] (1997年2-3月の調査に基づく推定)。

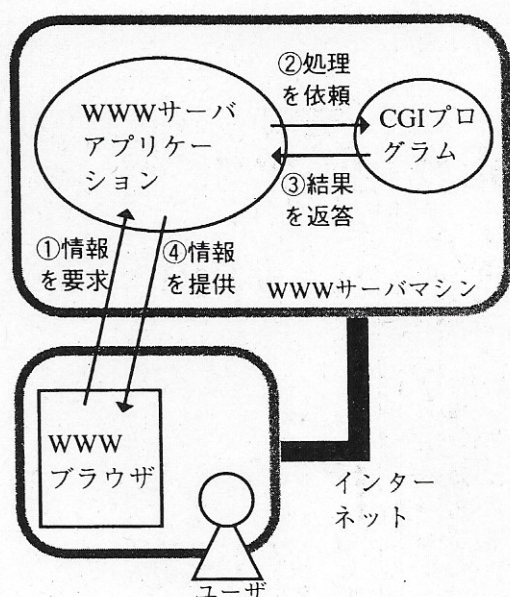


図 1: CGI の仕組み

このうち CGI はサーバ側に機能を付加するものである。WWW サーバは受け取ったデータを CGI プログラムと呼ばれるプログラムに渡し、処理を任せる。CGI プログラムは渡されたデータに対して何らかの処理、例えばデータベース検索であったり、固有値の計算であったり、を行い、その結果を WWW サーバに返す。WWW サーバは CGI プログラムから受け取ったデータを鸚鵡返しにブラウザへと送る(図 1)。

CGI を利用した場合には、すべての処理をサーバ側で行い、ブラウザ側に特別な処理を要求しない。そのためブラウザを選ばず、ブラウザ側のマシンにも負荷がかからない。その反面、サーバ側に負荷が集中する、表現力に限界がある、といった欠点をもつ。今回のシステムでは、誰もが手軽に利用できることを目指し、できるだけブラウザ側の負担を軽減するために CGI を利用することとした。

3 AHP システムの構築

我々が構築した「一対比較行列の重要度計算システム」[15]では、一対比較行列の作成と、重要度ウェイト、整合度の計算(すなわち固有値、固有ベクトルの計算)を、専門的な知識がなくても手軽に行えることを目指し、これを実現した。

しかし AHP では一対比較から重要度ウェイトを

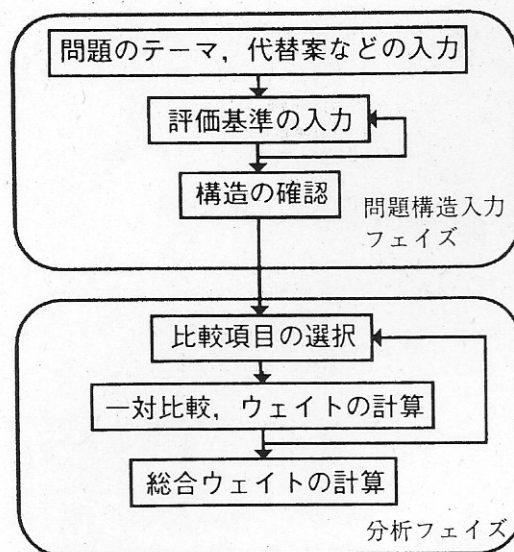


図 2: 処理の流れ

計算するプロセスを何度も繰り返し、最終的にそれらを統合し、代替案の総合ウェイトを求める必要がある。そこで、階層構造の入力から総合ウェイトの算出に至る AHP のプロセス全体を行えるよう、上記システムに改良を加えたものが、今回構築した AHP システム「Web DE AHP」である。

システム構築のプラットフォームとして Macintosh を選んだ。ハードウェアは Apple Workgroup Server 7250/120 (PowerPC 601/120MHz) および Apple Power Macintosh 9500/200 (PowerPC 604e/200MHz)、WWW サーバソフトウェアとして WebSTAR 2.0J (StarNine Technologies, 日本語販売元 SRA) を使用した。CGI のプログラミングには OS に付属するスクリプト言語 AppleScript を用い、テキスト処理をサポートするスクリプティング機能追加ファイルである ACME Script Widgets (Acme Technologies, シェアウェア) を使用している [1, 12]。

固有値、固有ベクトルの計算には、べき乗法のアルゴリズムを使用した [13]。

本システムの処理の流れは大きく「問題構造入力フェーズ」、「分析フェーズ」に分けられる(図 2)。

まず、問題構造入力フェーズでは、解決すべき問題のテーマ、代替案を入力し、評価基準の階層数、問題構造のタイプ(完全型か分岐型)を選択する(図 3)。次に評価基準やその親子関係を入力する。

いずれのページも“OK”ボタンを押すことで入力完了しサーバに入力内容が送られる。“Reset”ボ

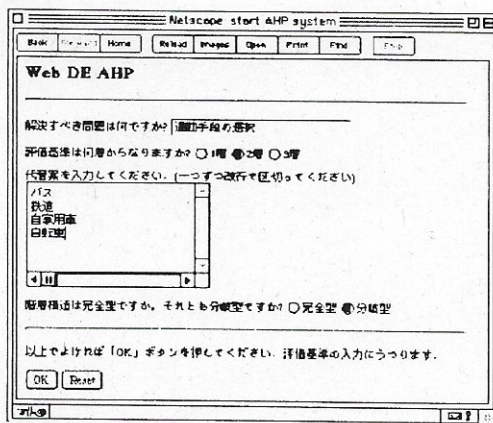


図 3: テーマ, 代替案などの入力

タンはそのページの入力内容を全て消去する。これは入力をやり直す際に使用する。

すべての入力が終了すると入力された問題構造を確認するページが現れる。問題構造に間違いがなければ“OK”ボタンを押すことで、分析フェイズに移る。

分析フェイズではフレームを用いてウィンドウが二分割され、左に比較項目のリスト、右に一对比較のページ、ウェイトの計算結果などが同時に表示される(図4)。

左のフレームに表示された比較項目のリストから一つを選択すると、右のフレームにその項目に関する一对比較のページが表示される。一对比較の方法は、ラジオボタンを用いて視覚的、直感的に比較を行う方式(インジケータ形式)(図4)と一对比較行列に数値で比較値を入力する方式(行列形式)(図5)の二種類を用意した。前者はAHPの初心者向け、後者は熟練者向けである。

比較を行い、“OK”ボタンを押すと重要度ウェイトと整合度の計算が行われ、右のフレームが計算結果の表示に切り替わる。

すべての比較項目についてこれをくり返したのち、左のフレームから“総合ウェイトの計算”を選択すれば、右のフレームに総合ウェイトが表示され、分析は終了である。もしまだ比較の行われていない項目があれば、右のフレームにその旨と比較の行われていない項目のリストが表示される。



図 4: インジケータ形式での一对比較

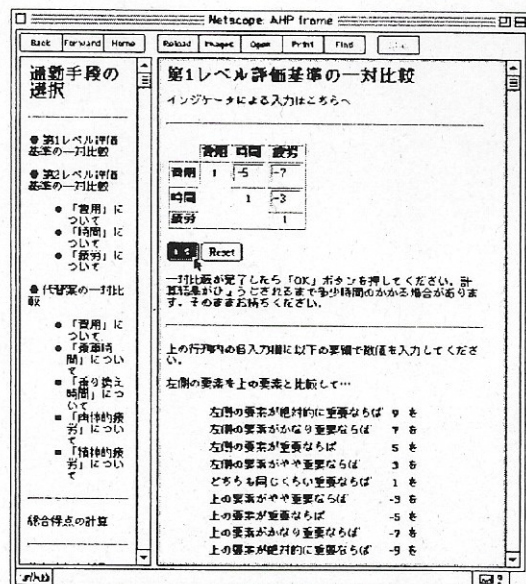


図 5: 行列形式での一对比較

4 キャンパスの Web DE AHP

WWWを利用したAHPシステムの最も効果的な利用が見込まれるのが大学キャンパスでのOR教育

の現場である。AHP は数ある OR 手法の中でも最も使い易いものである。それは一対比較行列の採用によって、感覚的な意思決定が行えるということに大きな理由がある。こうした特徴をもつ AHP は現在では特に経済・経営系等の社会科学系学部における OR 教育の柱となっている [4]。しかしながら、実際に AHP を学生だけで実施させることは、文科系学部では実質上実現不可能であった。なぜなら文科系学部においてはかなりのコンピュータ・リテラシを有する学生にとっても、固有値法の計算がネック²となるからである。このことは、OR 教育の担当者が、AHP を教えるうえで最も強く感じるもどかしさであろう。AHP 全般についてはよく理解されるのに、実際に使われることがないのでは宝の持ち腐れであるからである。

一方で近年の情報処理教育の一般化にともない、文科系学部においても多くの学生が大学入学初年度からコンピュータ教育を受けるようになってきている。例えば、筆者のひとりが所属する富山大学においては1年次の選択必修科目として、「情報処理科目」が開講されており、大多数の学生が受講している。しかもその講義内容には理系・文系を問わず、必ずインターネットの利用、なにかんずく WWW の利用法が盛り込まれている [14]。この WWW の利用法は、筆者の経験では、「情報処理科目」のなかでも特に学生の興味が集中するもので、殆どの学生が利用法を確実にマスターした (これは文科系学生にとって、表計算ソフトのマスターがかなり困難であることに比べると、顕著な差である)。すなわち、OR 教育が実施されるいわゆる専門課程に進んだ段階で、多くの学生に Web DE AHP を利用する素地が備わっていることになる。OR 科目において AHP の説明が一通り終わった段階で、担当者はコンピュータ室に学生を引率し URL を示すだけで、後は学生自らが強力な意思決定エンジン AHP の実力を体験することができる³。これはこれからの OR 教育の新たな可能性を示すものといえるだろう。

情報処理教育の一般化は物理的なコンピュータの台数の増加も意味している。しかもそれらのコンピュータにはほぼ間違い無く WWW ブラウザがインストールされている。実際、現在市販されている

パーソナルコンピュータの多くは WWW ブラウザがインストールされた状態で出荷されている。これは多くの教育現場で、コンピュータ管理者にソフトウェアのインストール・管理等の手間を掛けることなく、かなりの人数規模を対象としたクラスにおいてさえも、Web DE AHP を直ちに利用できる環境が整っていることを意味する。スタンドアロン型のソフトウェアでは期待出来ない、WWW を利用する形態の Web DE AHP が持つ利点が遺憾無く発揮されるところであろう。

5 おわりに

今回のシステムの完成により、我々が当初目指していた、「誰でも手軽に利用できる AHP システム」という目標をある程度実現できたのではないかと考えている。

しかし AHP の基本的な部分を実装したに過ぎず、既存の AHP システムでは実現されていないながら、本システムには装備されていない機能も多くある。具体的には

- 階層図の作成
- 不完全一対比較行列に対するウェイトの評価
- 整合度を悪くしている比較項目の推定
- 分析途中での評価基準、代替案の追加、削除
- 感度分析

といった点で改良の余地がある。特に階層図の作成をマウス操作で視覚的に行えるような機能は望まれるところである。これは現在利用している CGI の枠組みでは実現できないと予想されるため、JavaScript, Java アプレットの利用も検討すべきであろう。

またインターネットを利用していることから、遠隔地にいる協力者とともにグループでの利用も期待される (グループによる AHP については [10, Chap. 7] および [17, 18] などを参照せよ)。今後グループ AHP 機能の実装の可能性についても検討したい。

一方、本システムはネットワーク経由での利用形態をとっているため、どうしても処理速度の面でネットワークトラフィックの影響が避けられない。この問題点はできるだけ「近くの」サーバにシステムを設置することである程度解決できる。またイントラネット環境は整備されているが、組織外への接続が

²今野 [5] で報告されている、「キャンパスの OR」事例も、それが日本有数の理工系大学の学生であったからこそできたと考えられる。

³実際既に、富山大学、専修大学のいくつかのゼミでは Web DE AHP の利用が試みられている。また、大分大学では市民との交流イベントのなかで、Web DE AHP を体験する機会が設けられた。

制限,あるいは禁止されているといった場合に本システムを利用するためには組織内のサーバにシステムを設置する必要がある。もちろんこれらのようなケースも想定しているが,今回サーバ環境として採用したMacintoshはあまり一般的な環境とはいえない。そのため,UNIXやWindowsなどのより一般的なサーバ環境への移植が不可欠となる。この点も今後対応しなければならない。

A 付記

A.1 付記 1

本システムは

<http://impala.csis.oita-u.ac.jp/AHP/>

および

<http://160.26.91.59/AHP/>

で公開中である。前者はApple Workgroup Server 7250/120を使用し,大分大学工学部に設置し,後者はApple Power Macintosh 9500/200を使用し,富山大学経済学部設置している。

A.2 付記 2

この研究は一部平成8年度文部省科学研究費基盤研究(C)08680456によるものである。

参考文献

- [1] Cyber Barbarians 編: Macintosh インターネットサーバー構築術, オーム社, 1995.
- [2] 権藤元, 宇佐川雄士: ロータス 1-2-3 による AHP シート, オペレーションズ・リサーチ, 第 34 巻第 4 号 (1989) 164-168.
- [3] 一松信: 数値解析, 朝倉書店, 1982.
- [4] 垣花京子: アンケートに見る文科系の OR 教育, オペレーションズ・リサーチ, 第 42 巻第 6 号 (1997) 400-405.
- [5] 今野浩: 数理決定法入門, 朝倉書店, 1992.
- [6] 真鍋龍太郎: AHP 利用上のヒント, オペレーションズ・リサーチ, 第 34 巻第 4 号 (1989) 173-177.
- [7] 中島信之: AHP における一対比較行列の整合性の考察, 富大経済論集, 第 37 巻第 2 号 (1991) 123-138.
- [8] 日本インターネット協会編: インターネット白書'97, インプレス, 1997.
- [9] T. L. Saaty: *The Analytic Hierarchy Process*, McGraw-Hill, 1980.
- [10] T. L. Saaty: *Fundamentals of Decision Making and Priority Theory with the Analytic Hierarchy Process*, RWS Publications, 1994.
- [11] 笹木望, 太田晶宏, 藤崎真実: 新・HTML & CGI 入門, エーアイ出版, 1996.
- [12] 田中求之: あなたの Mac で Web サーバーを, Macintosh Developer's Journal, No. 23 (1997) 50-55; No. 24 (1997) 82-89; No. 25 (1997) 60-67; No. 26 (1997) 90-99.
- [13] 刀根 薫: ゲーム感覚意思決定法, 日科技連, 1986.
- [14] 富山大学教養教育情報処理部会, 富山大学総合情報処理センター, Computing and Network Services: 端末室 PC & キャンパス情報ネットワーク利用の手引き—平成9年度情報処理科目テキスト (第5版 OS/2 WARP 用)—, 1997.
- [15] 小畑 経史, 白石 俊輔: WWW による一対比較行列の重要度計算システム, 大分大学工学部研究報告, 第 35 号 (1997) 49-54.
ftp://impala.csis.oita-u.ac.jp/pub/AHP/estimating_priorities.pdf
- [16] 小畑 経史, 白石 俊輔: WWW による AHP 統合システムの構築, 日本オペレーションズ・リサーチ学会 1997 年度秋季研究発表会アブストラクト集, (1997) 226-227.
- [17] 山田善靖, 杉山学, 八巻直一: 合意形成モデルを用いたグループ AHP, Journal of the Operations Research Society of Japan, Vol. 40 No. 2 (1997) 236-244.
- [18] 八巻直一, 山田善靖, 杉山学: 非線形計画法の人事問題でのグループ AHP への適用, Proceedings of the Eighth RAMP Symposium, (1996) 51-64.