AHPを用いた
意思決定の構造と判断

トーマス・L・サーティ

技術的なコメント

複雑な問題を表現する階層構造を作るときにはできる限り広い範囲の人たち，できれば敵対する人たちさえもよんできて作るべきだ．どんな問題を表現するにも2つの一般的な階層図がある．それは階層的な計画についての拙著[4]で述べてある前進プロセスの階層(forward hierarchy)と後退プロセスの階層(backward hierarchy)である．

AHPの中の判断の過程では，いくつかの異なる次元での物差しを作り，それらを合成して，階層の一番下の代替案のいろいろな性質を1つの次元で計るようにする．ここで，絶対的な測定と相対的な測定との区別をする必要がある．前者では代替案についてのかなりの知識があり，判断の尺度の重要さが長い間に固まってきたような問題を扱う．その場合には，判断の尺度は，優秀，非常に良い，良い，平均的，悪い，非常に悪い，といった強さの区分に分けられよう．これらの区分に対してウエイトが定められ，代替案にスコアをつけられるか，各判断の尺度のもとでの対応する区分から得たウエイトが示すメリットの合計にしたがって絶対的に測定される．

代替案とか，その数とか，その基準の下での相対的な振舞いとかが，判断の基準に修正を必要とするような，新しい意思決定問題や複雑な計画を扱う場合には，相対的な測定が用いられる．このときに，決定の結果と評価基準のあいだに相互作用が継続している場合があり，これを，代替案と評価基準のウエイトの間の構造的な影響と呼ぶ．

従属と独立

問題を考える能力は使える道具によって制約される．たとえば，**独立**と**従属**の概念が実際の場ではしばしば必要になる[5]．しかし従属性を一般的に扱う方法はあまり知られてないので，通常は独立性を仮定している．このために単純になるし手間も省ける．しかし，単純化のしすぎをさけて厳密に従属性を扱わない限りは，われわれの結果がどの程度いいものかを言うすべはない．

従属性には2種類ある．ひとつは，機能的，意味論上あるいは定性的な従属で，2つめは，構造的あるいは定量的な従属である．**機能的な従属**は普通あるレベルの要素が，比較したりスコアをつけたりするのに別のレベルにある属性や基準などに依存することと理解できるものである．

機能的な従属は，いくつかのレベル間のことも1つのレベル内のこともある．前者は，第1のレベルの要素のための基本的な物差しが別のレベルを使って作られているときに，その第2のレベルへの**外部従属**という．後者は**内部従属**といい，あるレベルの要素が，一方では別のレベルに外部従属しているが，他方ではレベル内の要素に関して

Thomas L. Saaty
Graduate School of Business, Pittsburgh University

© 日本オペレーションズ・リサーチ学会．無断複写・複製・転載を禁ず．

（投入—産出分析のように）互いに条件付で従属していることを言う．

第2の**構造的な従属**は，そのレベルに含まれている相対的な比較をする要素の数とか，それらの要素の相対的な値は何を基準にしているかということに関係するものである．

構造的な従属は，これまではAHP以外ではほとんど関心をもたれてなく，機能的な従属が文献に認められる唯一のものであった．

完全なおよび不完全な階層図

階層構造の各レベルの要素はすぐ下のレベルの要素のいろいろな分類を示している．**完全な階層図**とは，すべての分類グループ(要素)がすぐ下のレベルのすべての要素を含んでいるものを言う．言い換えると，これらは，同一の状況を見る異なった見方を示し，下のどの要素も，属しているすべての上のグループのウエイトをもっている．

不完全な階層図では，すぐ上のすべてではなくいくつかの要素だけにしか属さない要素をもったレベルもある．これは，それぞれが，別々に関係していることを示している．

いろいろな設定や意味から導いた重要さにかかわるときには，完全なレベルができる．分類グループごとに細目が増えてゆくような状況では，不完全な階層図がよくできる．

完全な階層図は，複雑で絡み合った問題で，一番底の代替案にウエイトをつけるために細かく分けていくための良い方法である．不完全な階層図は，意味が特殊化してきたときに，枝分れして多様さを扱える．

順　位

決定分析について思いつく重要な疑問に，意思決定に役立つと称しているどんな多基準の方法で作られた順位もどのくらい意味があるものだろうか，というものがある．その方法では順位を妥当な方法で作っているのだろうか？　ひとつの評価基準の下の整合性のある判断で代替案に順位をつける経験によると，新しい代替案が追加されたり前からのものが削除されても，代替案の順位は変るはずはないと期待できる．また，判断に整合性があるなしにかかわらず，一対比較のデータから順位を導くはっきりとした明確な方法があると期待してきた．判断に整合性がないときに代替案が追加されたり削除されたりしても，もとからの代替案の順位が無秩序に変らないということは大事である．不整合さがあるときに一対比較の判断を変更して行列の行の要素を増加したり減少したりして順位が変るのは当然である．

評価基準がいくつもあるときには，基準がひとつのときのように新しい代替案が追加されたり前からの案が削除されたりしても代替案の順位は変らない，という保証はない．理論的には，各基準の下で代替案の順位をつけるときに使った測定単位が同じときに限って，保証される．実施上でむずかしいのでどうしても順位の保存が必要だとわかっているときは，代替案に既述のようにスコアをつけるか絶対的な測定をすることにより，AHPでも順位の保存が保証できる．

問題の大きさ

階層図は，問題全体をしっかり把握でき，解の適切さを理解できるよう，本質的な細かい事柄を含められるだけに十分に大きく作る必要がある．一方，われわれの判断に影響するような現実に起こる変化の影響を反映できるだけの小さいものである必要もある．169もの要因を含んだ株式市場の分析がある．これは非常に多数の要素のうちの1つあるいは数個の変化には鈍感すぎるものだった．人の知能は一度に7個程度のものだと安心できる．これについての論理的な説明もある．つまり，それを越えると整合性を維持する能力が失われるのである．では，どうやって非常に大きな問題を扱ったら良いのだろうか．問題をなんらかの方法で数個の大きい要因に分解し，これらの要因

© 日本オペレーションズ・リサーチ学会．無断複写・複製・転載を禁ず．

を階層のなかに位置づける．そして階層全体で，複雑な問題の結果を支配できるようにする．

階層のレベルをひとつ省くこともできる．たとえばある評価基準のウエイトが非常に小さいのでさらにその基準を細かい基準に細分しても最終的に総合ウエイトに意味のある影響を与えるほどの新たな情報が得られないことがある．こんなときは，その基準を細かい基準に分けたレベルを設けずに直接代替案と結びつけてしまうのである．

また，ある1つの基準が大きなウエイトをもち，結果のウエイトの大きな部分を占めているので，残りの基準を中間レベルでいくつかに分けて，最終結果の意味を細かくする，という状況もある．この場合には，ウエイトの大きな評価基準と代替案を直接結んで，中間のレベルを細かい基準に細分することに使う．

グループでＡＨＰを行なうときに，１つの判断をするために票決をするいくつかの方法がある．多数決によるとか，３分の２で決めるとか，全会一致によるとか，意見が異なって明確な賛否の合意ができないときには，一対比較をしたら票決をせずに，選好度の強さを記録しておく手もある．そして全員の値の**幾何平均**を取ってグループの代表値とするのである．これは逆数の性質（〈訳注〉いくつかの数それぞれの逆数の幾何平均は，幾何平均の逆数に等しい）があるからだ．この方法は通常は議論したあとで行なう．

個人の判断とグループとの整合性

$[a_{ij}]$ を一対比較のさいにグループの各自の判断の幾何平均で決めたグループの合意を表わす行列としよう．この行列から導いたウエイトを $\boldsymbol{w}$ とする．グループの決定にも通常のＡＨＰにおける判断の整合性を計算できる．問題は，個人の判断とグループの判断との間の相対的な調和をどう決めるかである．参加者 k の判断の行列を $[a_{ij}^{(k)}]$ と置き，グループのウエイト $\boldsymbol{w}$ を使って，次の式を作る：

$$\sum_{i,j=1}^{n} a_{ij}^{(k)}\frac{w_j}{w_i}-n^2$$

この式の値と，個人の判断にランダムな判断を用いたときのこの式の値との比は10%を越えるべきではない．これは推移律の破壊という伝統的な概念よりも個人の選好を反映しているのでグループ意思決定の効果のわれわれの尺度となっている．自分たちが正しいと考えていることからの隔たりが10%限界の範囲内にある限りは多くの人たちはグループのその決定に我慢している．

むすびに

議論や思考が有効な解に収束するのを助けると言っているような過程が役に立つかどうかに，意思決定にかかわった人たちが疑いをもつのはもっともだと，ＡＨＰを使った多くの人たちが書いている．しかしかなり混乱していて，すっきりと統合された結果が欲しい状況でＡＨＰを試みてみれば特に役に立つとわかり，この方法の力と，意思決定での有効さを，疑いをもった人も確められるだろう．何か他のことで，他の人に好きになってもらったり，勉強してもらったりしたいことを示すときのように申し上げよう．「試しにやってごらんなさい，好きになってしまうから」

（訳：真鍋龍太郎）

参考文献

[1] Saaty, Thomas L., *The Analytic Hierarchy Process*, McGraw-Hill, 1980.

[2] ……, *Decision Making for Leaders*, Lifetime Learning Publications, 1982.

[3] ……, and L.G. Vargas, *The Logic of Priorities*. Kluwer-Nijhoff Publishing. 1982.

[4] ……, and K.P. Kearns, *Analytical Planning*, Pergamon Press, 1985.

[5] ……, and Masahiro Takizawa, "Dependence and Independence : From Linear Hierarchies to Nonlinear Networks." *European J. of Oper. Res.*, Spring, 1986.

© 日本オペレーションズ・リサーチ学会．無断複写・複製・転載を禁ず．