

○服部 徹（電中研）

1. はじめに

電力需要が伸び悩み、自由化による競争が進展する中、電力会社の経営環境は厳しさを増してきている。その研究開発にも更なる効率化が求められており、選択と集中によって、重要なテーマに重点的に資源を配分していく必要性が高まっている。ただし、電力会社では、公益的課題の解決や地域貢献など、収益以外の目的を持つ研究開発も重要視しているため、優先順位の判断には様々な視点を考慮した評価が必要とされている。

企業の研究開発テーマの取捨選択のために、少なくともわが国で最も広く使用されている方法は、いわゆる「評点法」である（今野，1993）。これは、研究の様々な側面について評価項目を設定し、その項目ごとに個別の研究テーマを点数で評価するもので、必要に応じて、評価点に重みづけをしながら合計得点を計算して、得点の高い順に優先順位を決定する方法である。住友電工で開発された「ニュースコア法」は有名な評点法の一例である。しかし、評価項目の選び方やそれらの重みづけについては、具体的な手順が確立されているわけではなく、研究開発戦略に沿った評価が行なわれない場合がある。また、単純な得点のつけ方では、評価の結果、テーマ間で優劣の差がつきにくくなるという問題も生じうる。

本稿は、電力会社の研究開発における研究テーマの評価に、階層分析法（Analytic Hierarchy Process, AHP）を応用した評価手法を提案し、ある電力会社において実際に適用を試みる中で得られた指針をとりまとめたものである。AHPは、意思決定の問題を階層構造によって把握し、尺度の異なる複数の評価項目（評価基準）の下で総合的な評価を行うことを可能にする。しかしながら、研究評価におけるAHPは必ずしも広く普及しているわけではなく、特に電力会社においては、これまでほとんど適用されていなかったと思われる。

以下では、まず第2章で、階層分析法の概要と、電力会社の研究評価に階層分析法の応用を提案する理由について説明する。第3章では、実際の試験導入事例をもとに階層分析法による研究評価の具体的な設計および運用のための指針を整理する。最後に、本報告の結論と残された課題について述べる。

2. 階層分析法とその研究評価への適用

AHPとは、複雑であいまいな状況下での意思決定を支援する、オペレーションズ・リサーチの手法で、意思決定に関連する要素を階層構造によって把握し、一対比較による比率尺度に基づく代替案の評価を行うというものである。AHPの適用対象となる意思決定の問題は幅広く、経済・経営の問題をはじめ、様々な分野での適用事例があるが、研究テーマの評価への適用は、Liberatore (1987)やKhorramshahgol, et al. (1988)の論文で、遅くとも1980年代後半には提案されていた。その後、実際に適用事例も増えつつあり、最近では、スイスの国際的な研究機関における研究分野の優先順位の決定に利用された事例が報告されている（Braunshweig and Becker, 2004）。

2.1. 基本的なAHPの手順

AHPでは、総合目的、評価基準、代替案の階層図によって、意思決定の問題を階層構造として把握する。図1は研究テーマの評価のための階層図の例である。この場合の総合目的は、重要な研究テーマの選定である。AHPにおける評価基準は、研究評価においては一般に「評価項目」と呼ばれるもので、研究分野の重要性を評価する際の異なる視点を示すものである。階層の数に基本的に制限はなく、例えば、図1では3つの大項目が、それぞれさらにいくつかの小項目に分けられている。最後に、代替案として、評価対象の研究テーマがある。

次に、AHPでは、主観的判断を反映した評価基準間（研究評価における評価項目間）のウェイトを決める。これは、階層の同じレベルにある項目同士を一対比較（ペア比較）することによって行なう¹。すなわち、ある項目と別の項目を比べたとき、前者は後者に比べてどの程度重要かを表1のような数値尺度を用いて判断する²。この一対比較の結果が

¹ 厳密には、評価項目を代替案とは独立に比較する。

² ここで整数を使うことに厳密な理由はない。刀根(1986)は、「人間に識別可能な数感覚として1から9までとその逆数を用いている。それ以外の数を用いてもAHPとほぼ同様の理論を展開することは可能である。一説によれば、人間の感覚が正確さと整合性をもって同時に比較できる対象は7階級程度である」と述べている。

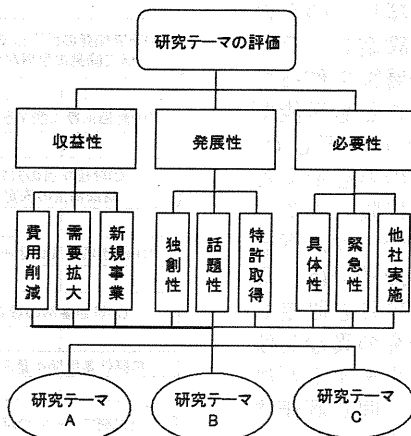


図1 研究テーマの評価のための階層図の例

表1 一対比較のための尺度

一対比較値	意味
1	両方の項目が同じくらい重要
3	前の項目の方が後の方より若干重要
5	前の項目の方が後の方より重要
7	前の項目の方が後の方よりかなり重要
9	前の項目の方が後の方より絶対的に重要
2, 4, 6, 8	補完的に用いる
上の数値の逆数	後の項目から前の項目を見た場合に用いる

- ・「収益性」は「発展性」に比べ若干重要
- ・「収益性」は「必要性」に比べ重要
- ・「発展性」は「必要性」に比べ同じか若干重要

であったとすると、ペア比較マトリックスは

	収益性	発展性	必要性
収益性	1	3	5
発展性	1/3	1	2
必要性	1/5	1/2	1

となる。各評価項目の重みの計算は、このペア比較マトリックスの固有値ベクトルの値を用いて行なう（「固有値法」）。ただし、近似的に重みを求める「幾何平均法」もあり、実用上は、この方法でも問題ない。この例では、「収益性」が0.65、「発展性」が0.23、「必要性」が0.12となる。

ここでペア比較の最終的な結果が首尾一貫しているかどうかを確認しておく必要がある。特に、ペア比較の数が多くなると、このような結果が生じる可能性が高くなる。これは、ペア比較マトリックスの最大固有値を用いて計算される整合度指数で確認するが、この整合度指数にも簡易な計算法がある。整合度が保たれていないと判断される場合には、再度一対比較を見直す³。

³ どこで整合性の問題が生じているかを発見するための方法については、高萩・中島(2005)を参照のこと。

上のレベル（各大項目）に対する下のレベルの小項目の重み付けも、同様に一対比較で行えばよい。最後に、代替案の評価を行うが、基本的なAHPの方法である「相対評価法」では、代替案に関しても、評価項目ごとに一対比較を行って評価を行う。例えば、「収益性」の中の「費用削減」について、研究テーマAは研究テーマBと比べて、どの程度重要か、といった比較を行い、ペア比較マトリックスから、各評価項目に関する各代替案（研究テーマ）の重みを求める。最後に、各評価項目における代替案の重みと各評価項目の重みの積を求めることによって、各研究テーマの総合的な重み、すなわち総合評価値を得ることができる⁴。

このように、階層分析法では、異なる評価基準が複数存在し、しかも共通の尺度がない状態でも、一対比較という単純な方法で、総合的評価に基づく代替案の優先順位づけを可能とする⁵。また、階層構造を意識しながら評価項目を検討することにより、内容的に重複するような評価項目を排除したり、本来の目的とは関連性の低い評価項目を排除したりすることができる、というメリットもある。さらに、AHPによる研究評価には、従来から評点法による評価を行っていた場合、評価の基本的な運用方法を変えずに導入できるというメリットもある。

2.2. 絶対評価法による研究テーマの評価

実際には、評価対象の研究テーマの数はもっと多いと考えられるが、その場合、必要なペア比較の数が膨大となって、時間がかかることはもちろん、最終的に首尾一貫性を保つのが困難になるという問題が生じる。また、代替案を追加した時に、他の代替案との一対比較をもう一度やり直すと、代替案の順位が、追加前の順位と異なる場合が生じることが知られている。そこで、研究テーマの数が多い場合には「絶対評価法」と呼ばれる方法を適用する。この方法では、各評価項目に関して、各テーマを評価する際の評価基準（AHPではしばしば評価水準と呼ばれるもの）をあらかじめ設定しておく。例えば、「発展性」という評価項目に関して、「大きい」「平均的」

⁴ 最終的な評価値は、大きい順に望ましいという選好順序を示すだけで、その差の解釈には注意を要する（木下，2000）。例えば、この評価値に基づく予算配分というのはあまり意味がない。テーマの取捨選択を行なう場合には、上位から順に採用して必要な予算を配分し、全体の予算制約に差し掛かったところで、残ったテーマは採用しないというような方法は可能である（Liberatore, 1987）。

⁵ ただし、AHPは主観的判断を最大限に生かすための手法であって、一対比較による重み付けが絶対的な方法というわけではない。特に、重み付けする項目の数が少ない場合、一対比較による重み付けのパターンは限られてきてしまう。主観的判断によって重みづけを適切に行えるのであれば、その重みづけを採用してもよい。

「小さい」といった3段階を設定したり、「期待される削減費用」といった評価項目に関して、「1%未満」、「2~3%」、「4~5%」、「5~10%」、「10%以上」といった5段階を設定したりする。評価項目ごとに、この評価基準間の一対比較を行なうことにより、各段階の大きさ（評価値）も定量化することができる。例えば、「発展性」が「大きい」テーマは、「平均的」なテーマと比べて、どの程度重要なのかを一対比較で判断し、各評価基準の配点を定めることができる。

絶対評価法では、評価項目ごとに、その評価基準を用いて各代替案の評価を行う⁶。つまり、従来の評点法と同じである。評価項目ごとの各テーマの評価値は、当てはまる基準に従って得られる評価値をその評価項目における最大の評価値で基準化した値とする。総合的な評価値は、評価項目ごとの得点と各評価項目のウェイトの積で求める。

3. 階層分析法による研究テーマの評価の設計と運用に関する指針

ここでは、研究評価にAHP（絶対評価法）を試験導入した国内の電力会社（以下、A社）の研究所における事例を参考に、実際に階層分析法を応用した研究評価の設計と運用について、いくつかの指針をまとめる。AHPの設計と運用に関する一連の作業の流れは図2に示すとおりである。

3.1. 総合目的の確認と共有

研究テーマの評価項目を設定する際には、まず、各社の経営方針に沿った研究開発のビジョンや研究開発部署（研究所）のミッションを確認し、それらを反映した研究の目標を設定しておくことが望ましい（図2(A)の部分）。特に、研究テーマの選択と集中を図るのであれば、自社が今後重視すべき方向性を打ち出しておく必要がある。このような確認しておくことは、その後の評価項目の設定で迷いが生じたときや評価結果に違和感があるときに、立ち返るべき原点を示すという意味で重要であり、可能な限り、組織内で共有しておくことが望ましい。A社においては、経営方針や研究開発戦略等を再度確認し、それらに沿って研究の目標を2つ定め、その目標達成のために必要な研究テーマをより高く評価することを確認した。

3.2. 評価項目の設定と重み付け

評価項目を設定する際には、テーマの種類や分野あるいは研究の異なる段階（基礎と応用・開発など）、評価の異なる段階（事前評価、中間評価）で同じ項目が適用できるかどうかについて事前に検討する必要がある（図2(B)の部分）。カテゴリーが異なる場

合、評価項目そのものを別々に設定し、それぞれに階層図を作って評価することも可能だが、評価項目は同じで、ウェイトのみを変えるという選択肢もある。A社の場合には、評価の異なる段階では、異なる評価項目を設定したが、研究の異なる段階では、ウェイトだけを変えて、同じ評価項目を適用することとした。ただし、研究分野の違いなどで評価項目を分けることはしていない。

次に、階層構造を考慮しながら評価項目を設定していく（図2(C)の部分）。どのような評価項目を選ぶのかは、評価の主観的判断にかかっており、適用されるべき評価項目のリストというのは存在しない。基本的には、総合目的の設定に際して確認した研究開発のビジョンを具現化するためには、研究テーマのどのような側面を評価すべきか、といった観点で考えるべきである。したがって、それは各社の研究開発戦略や研究開発目標に依存する。

また、評価項目は、原則として、互いに独立性の高いものを選ぶようにすることと、一つの基準に複数の意味を持たせない（単義性）、ということが重要である（高萩・中島, 2005）。あまりに抽象的な項目については、具体的に何を意味するのかについて、検討しておくことが必要になるだろう。その上で、候補となる項目の数が多い場合は、似たような項目がないかどうかを確認する（例えば、「新規性」と「独創性」など）。その上で、同じような項目は一つにまとめるか、レベルを分けて考える（多階層とする）。A社では、評価項目の部分は二つのレベルに分かれており、3つから4つの大項目の下に、それぞれ2つから5つの小項目を設定している。例えば、「必要性」という大項目の下に「社内外のニーズ」、「自社実施の必要性」という小項目を設定している。

評価項目の選定においては、社内で十分に議論し、あらゆる視点から見直しを行なっていくことが重要である。そのため、時間がかかる作業となるが、総合目的と階層構造を意識しながら意見交換をすることで、効率的に議論を進めることは可能である。また、研究者や関連部署の意見も参考にすることが望ましい。A社では、それまで利用していた評点法の評価項目を参考にしながら、まず評価基準検討部署

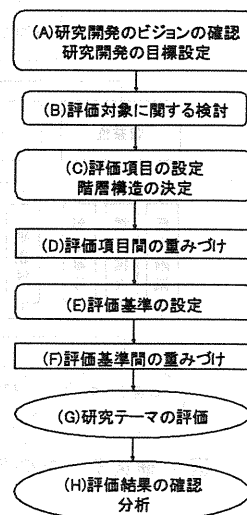


図2 AHPによる研究評価のプロセス

⁶ もちろん、一対比較によって代替案の重み付けができるというメリットは失われる。

で、研究の目標に沿った評価項目の候補を抽出し、階層構造に当てはめる作業を行なった。その後、何度か議論・修正を繰り返し、評価項目の案を作成して関係部署からの意見を求めた。具体的には、追加する必要があると思われる評価項目や不要と思われる評価項目を尋ね、必要に応じて修正を行ったり、ある評価項目をなぜ選んだのか（あるいはなぜ選ばなかったのか）について、関係部署からの回答の中で説明したりして理解を求めている。さらに、長期的には、経営戦略の見直しなどに伴い、評価項目を機動的に変更することも重要である。

評価項目がある程度決まった段階で、各評価項目の重み付けを行う（図 2(D)の部分）。重み付けのための一対比較の作業については、複数の意思決定者が関わることが多いと思われるが、その場合、一つ一つの比較を話し合っ決めてもよいし、各評価者が各自で一対比較を行なって計算した評価値の幾何平均値をとるということにしてもよい。それぞれの組織にふさわしい意思決定手法を採用すればよい。

3.3. 評価基準の設定

研究テーマの数が多く、絶対評価法を用いる場合には、あらかじめ評価基準を設定する必要がある（図 2 (E)）。ここで重要なことは、評価者ができる限り客観的に判断できるような基準を設定することである。例えば、新規事業の可能性を評価する場合、可能性が「高い」、「低い」といったあいまいな基準ではなく、具体的な計画・見通し（信頼しうる資料による裏づけ）があるかどうかを一つの基準とすることによって、より客観的な判断が可能となるだろう。A 社でも、いくつかの評価項目で、このような目安を採用している。ただし、評価のために何らかの資料を提出させる場合には、そのための負担にも配慮する必要がある。

また、結果的に全体の評価が著しく偏らないように留意することも必要である。例えば、ほとんどの研究テーマについて、期待されるコスト削減効果はせいぜい 10% であるのに、評価基準の選択肢を 50% 以上、30% 以上、10% 以上、とするのはあまり意味がない。既存の研究テーマで予想される評価の分布を考えながら評価基準の設定をすれば、こうした問題も避けられるだろう。さらに、各評価基準も、2 章で述べたように、一対比較を用いて適切に重み付けされることが望ましい（図 2 (F)の部分）。評価基準が 4~5 段階になる場合には、特に有効であろう。

3.4. 試験運用とフィードバック

以上で、実際に研究テーマの評価を行うことが可能になるが（図 2 (G)の部分）、評価項目及び評価基準がまとまった段階で、一度、試験的な運用を行うことが望ましい。実際に評価を行ってみて、評価がある基準に集中してしまうような傾向がないかを確認する。加えて、実際の運用に先駆けて、評価作業

の担当者から、評価のしやすさに関して改善すべき点などを指摘してもらうようにする。実際に A 社では、評価の試行後に、このようなフィードバックを得るための機会を設けた。具体的には、運用方法や評価項目のウェイト、評価基準の設定等について意見を求め、必要に応じて改善を行っている。

実際の運用もしくは試験運用において評価が終了したら、実際に意思決定を行う前に、評価結果の分析を行っておくことが重要である（図 2 (H)）。評価値のばらつき具合などを見ておくことによって、評価の設計が適切だったかどうかをある程度判断できるだろう。例えば、評価項目の設定に当たって、評価対象を分けていた場合には、その分け方が適切だったかどうかを確認すべきである。必要に応じて、ウェイトを変化させて、評価結果にどの程度の影響を与えるか、感度分析を行うことも有益であろう。

こうした一連の作業には、ある程度時間をかけて取り組まざるを得ないが、徹底的に議論を尽くすことが重要である。ちなみに、A 社でも、半年程度の検討期間をかけている。

4. まとめと今後の課題

階層分析法は、柔軟な設計と運用が可能であり、様々な種類の研究テーマを総合的に評価する必要のある電力会社にとっては、有効な手法である。評価項目・評価基準の設定には、社内での徹底的な議論が必要不可欠であるが、AHP の適用を前提に検討することで、より効率的な意思決定が可能になる。また、従来の評点法と同様の運用が可能であり、比較的スムーズに導入できるというメリットもある。

ただし、評価項目や評価基準の設定に際しては、部門間での調整等に時間がかかることも予想されるため、今後は、社内での合意形成をより効果的に行うための方法について検討していく予定である。

【参考文献】

- Braunschweig, T. and B. Becker (2004). "Choosing Research Priorities by Using the Analytic Hierarchy Process: An Application to International Agriculture," *R&D Management*, 34 (1), 77-86.
- Khorramshahgol, R. and H. Azani and Y. Gousty (1988). "An Integrated Approach to Project Evaluation and Selection," *IEEE Transactions on Engineering Management*, 35 (4), 265-270.
- Liberatore, M.J. (1987). "An Extension of the Analytic Hierarchy Process for Industrial R&D Project Selection and Resource Allocation," *IEEE Transactions on Engineering Management*, 34 (1), 12-18.
- 今野浩一郎(1993)「研究開発マネジメント入門」日本経済新聞社
- 木下栄蔵(2000)「入門 AHP」日科技連
- 高萩栄一郎・中島信之(2005)「Excel で学ぶ AHP 入門」オーム社
- 刀根薫(1986)「ゲーム感覚意思決定法—AHP 入門」日科技連