

○服部 徹（電中研），石田文章（関西電力）

## 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、電力会社にとって、一層のコスト削減や新規事業の展開による収益源の確保といった経営課題はますます重要になってきている。一方で、エネルギーセキュリティや環境負荷低減といった公益的課題にも、引き続き積極的に取り組んでいくことが求められている。電力会社がこれらの課題を克服し、競争力を確保しつつ社会に貢献しつづけていくためには、短期的な対応策だけでなく、技術革新による中長期的な解決が重要になる。そのためには、今後も研究開発を積極的に進め、着実にその成果を生み出していくことが必要である。

こうした背景の下、電力会社においても研究開発のマネジメントの役割が重要になってきているが、その役割を効果的に果たしていくためには、個別研究テーマや会社全体の研究パフォーマンスを客観的に評価していくことが必要不可欠である。しかしながら、そうした評価をどのように実施していくべきかについては、不明な点が多いのも現状である。そうした中で、関西電力は、いくつかの視点から自社の研究パフォーマンスの評価に取り組んで、研究開発のマネジメントの向上に役立ててきた。

本稿では、関西電力における研究評価の取り組みについて紹介し、それによって得られたメリットなどについて論じる。実際に評価を行う上では、様々な課題に直面するが、それらに対する対応策も説明し、同社が取り組んできた評価の有効性を示す。以下では、まず、バランス・スコアカードによる個別研究テーマの評価の取り組みについて説明する。次に、会社全体の研究パフォーマンスを相対的に評価した取り組みについて説明する。

## 2. BSC による研究テーマの評価

関西電力の研究開発部門においては、電力自由化等で厳しさを増す経営環境を背景として、研究投資効率の向上が求められていたとともに、コーポレート研究も含めた全ての研究テーマを総合的に一括管理する中で、評価方法自体の効率化についても改善を必要としていた。そこで、全社の研究開発費用の資源配分に際し、BSC（バランス・スコアカード）方式に基づく研究テーマの評価手法を開発し、2002年から適用を開始している。全社レベルでは、既に2000年より経営計画および事業計画においてBSCに基づく経営戦略を導入していたが、それを研究開発部門に活用することによって、全社の研究計画に基づく統一的な観点から多様な研究テーマを客観的に評価するとともに、研究テーマの実施が全社の経営戦略とどのように結びついているかについて、研究者と研究管理者が相互に認識できることを可能にしている。

BSCはバランス・スコアカード（Balanced Scorecard）の略称であり、米国のキャプランおよびノートン博士により1992年に提唱されたマネジメントの仕組みである。BSCの特徴は、これまで財務指標により示されることが中心であった業績評価を、戦略に沿った「財務」「顧客」「業務プロセス」「人材と変革」の4つの視点に広げ、それぞれの視点にKSF（Key Success Factor）とKPI（Key Performance Indicators）を設定し、多面的に業績の評価を行うことにある。さらに、戦略をシナリオ化し、この4つの視点におけるそれぞれの目標を、戦略マップとして図式化し紐づけることにより、戦略の実現に至るステップを明示することにある。このため、通常は経営戦略策定に適用され、企業または事業単位でのBSCが策定されるが、研究開発部門への適用事例はあまりない。

BSCは、初めに全社経営戦略から全社戦略マップを作成し、その戦略マップを事業部門にブレイクダウンしていくという形で展開される。しかし、研究開発部門については、単純に全社のBSCをブレイクダウンさせることが困難である。このため、リンケージスコアカード手法を導入し、BSCの設定を行う。リンケージスコアカードとは、全社や事業部門の戦略マップに対して、研究開発部門としてどのように貢献するかを規定したものである。このリンケージスコアカードに基づき、KPIを設定し、研究開発部門の戦略マップを立案することになる（図1）。最終的には、研究開発戦略マップから研究テーマの評価へブレイクダウンさせる形で評価項目を設定する。BSCでは、「個別の研究テーマは研究開発戦略マップの目標を達成するように、採択・実施されるべきである」と考える。この考えに則り、研究開発戦略マップの目標の達成に貢献する研究テーマが高く評価されるような評価項目

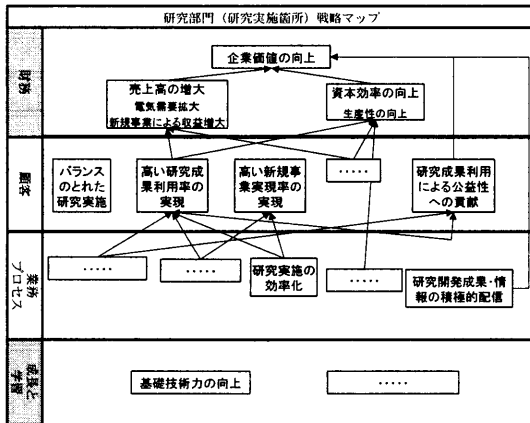


図 1. 研究開発部門の BSC の策定

	戦略目標	重要施策 (KSF)	指標 (KPI)
Financial	売上高の増大	研究成果による電気需要拡大 研究成果による新規事業収益増大	電気需要拡大見込額 / 年度別需要拡大見込額 新規事業収益増大見込額 / 年度別新規事業収益増大見込額
	資本効率の増大	研究成果による生産性向上	生産性向上見込額 / 年度別生産性向上見込額
Customer	バランスのとれた研究実施		
	高い研究成果利用率の實現 高い新規事業実現率の實現	研究成果の利用率向上	研究成果利用可能性平均
Business process	研究成果による公益性への貢献	高い公益的課題解決の實現	公益性課題解決見込み平均
	研究実施の効率化	予定した研究成果の實現	研究成果達成状況平均
Quality and Safety	研究開発成果・情報の積極的配値	研究開発成果・情報の積極的配値	プレス発表見込み平均
	基礎技術力の向上	技術基礎の強化につながる研究の実施 (技術の有用性) 特許の獲得	波及効果平均 特許獲得見込み研究件数

図 2. BSC 体系から導かれる評価項目

とする (図 2)。研究テーマの取捨選択としては、合計得点順の下位 15%程度が削減対象となるものの、技術マップによる研究テーマの位置づけ、研究のリスクなども考慮し、総合的に評価・判断する。この研究テーマ評価手法は、関西電力社内のイントラネットに研究支援システムの一部として組み込まれ、運用の利便性を図っている。

この BSC 手法の導入により、(1)個別の研究テーマと経営戦略との関連性が明確になり、総合的な研究評価が可能となった、(2)研究の位置づけや目標・ねらいが明確になり、研究者にとっての研究実施のモチベーションが向上した、(3)個別の研究テーマの優先順位を客観的判断で評価することが可能となり、研究の中止・継続の判断が迅速になり研究投資効率が向上した、(4)経営方針の変更や戦略目標の見直しに応じ、機動的に評価項目の変更が可能となり、個別研究テーマの再評価が容易になった、(5)研究テーマのパフォーマンスが多面的な指標で可視化可能となり、技術ポートフォリオ分析も容易に行えることとなった、などの効果があったと考えられる。

以上のとおり、作成した研究開発 BSC であるが、年度ごとの経営方針等に沿って、定期的に見直しを行う必要がある。また、実際の記入者 (研究者) へアンケートを実施し、記入者の視点からの問題点を抽出し、改善につなげる作業も有効である。今後の課題としては、一連の評価作業にかかる負荷の軽減のために、評価項目の数を減らしていくことや、記入者による評価のばらつきを減らすため、設問表現をわかりやすいものにするといったことが挙げられる。

### 3. 全社レベルの研究パフォーマンスの相対評価

競争環境下においては、組織全体の研究パフォーマンスを同業他社と比較して、研究開発における自社の潜在的な競争力を把握しておくことが重要になると考えられる。関西電力では、BSC による個別研究テーマの評価に加え、研究所を中心とする会社全体の総合的な研究パフォーマンスを相対的に評価するための分析を行った。同業他社として考えたのは、電力 9 社と、都市ガスの大手 3 社、および JR の大手 3 社である。研究のパフォーマンスをどのように測るべきなのかは、必ずしも明確ではないが、同業他社については公開データに頼らざるを得ないため、今回の試みでは「特許」と「論文」に関するいくつかのデータを収集し、主成分分析とデータ包絡分析 (Data Envelopment Analysis, 以下 DEA) という二つの分析手法を用いて、研究の総合的なパフォーマンスを定量的に示す指標を構築した。特許や論文のデータでは、研究開発の成果を必ずしも正確に捉えられない側面もあるが、基本的に、それらの数が多いほど、研究パフォーマンスが高いと考えることは決して不自然ではない。様々な問題はあっても、潜在的な研究開発の競争力を把握できる情報の代替案は他にないため、今回は特許と論文のデータを用いた分析に踏み切った。用いた分析手法は、いずれも複数の異なる種類のデータを用いて、総合的な評価を行うために採用した手法である。例えば、特許数は多いが論文数は少ない会社と、論文数は多いが特許数は少ない会社について、総合的に見てどちらのパフォーマンスが高いかを判断することができる。

主成分分析とは多変量解析の分析手法の一つで、複数の変数を一元化して分析対象の特性を抽出するための手法である。正確には特許や論文に関するデータの持つ情報を集約した第一主成分の大きさを測る、ということになるが、集約の度合い (寄与率と呼ぶ) が十分大きければ、それを研究開発の総合的なパフォーマンスとして解

積して差し支えないことになる。この手法により、計測単位の異なる変数でも合成することができるため、「特許」と「論文」を合成した研究パフォーマンスの指標を作ることが可能となり、各社の研究開発のパフォーマンスも、主成分得点によって求めることができる。なお、主成分分析では、変数の数だけ主成分が得られるので、二変数の場合は、第一主成分で吸収し切れなかった情報が、第二主成分で吸収されることになる。第二主成分は、一般に、何らかの対照をなす関係を示すものとなり、それによって分析対象のタイプ分けができる。

一方、DEAは、オペレーションズリサーチの手法の一つで、一般に複数の産出と投入を伴う活動の効率性を計測するための手法である。この手法を用いることによって、研究開発活動の効率性として、研究パフォーマンスを捉えることが可能となる。具体的には、線型計画法を応用して、与えられたデータの中で、これ以上効率的な状態は有り得ないという意味での効率フロンティアをあてはめ、自社の現在の研究開発活動がそのフロンティアにどれだけ近いかによって効率性を計測すると考えればよい。フロンティア上にあれば、最も効率的であり、その組織にとって、効率を改善する余地はないと考える。

特許や論文の数を具体的にどのような形でデータとするかは、分析者が考えなければならない。今回、主成分分析では、特許に関連して、特許の出願請求項数とその技術分野に関する多角化指数、論文に関連して、逐次刊行物に掲載された論文数とその他の文献（会議資料、レポート、公共資料、研究発表情報）の数をデータとして用いた。DEAでは、研究開発費を単一の投入要素とした上で、特許請求項数と文献総数の2つをデータとして用いる場合（以下、1入力2出力モデル）と、単独出願特許件数、共同出願特許件数、逐次刊行物に掲載された論文数、その他の文献数の4つをデータとして用いる場合（以下、1入力4出力モデル）の2通りを考えた。

特許の数というのは、出願件数だけでなく、審査請求件数や登録件数なども考えられるが、出願後のプロセスでは、研究の成果とはあまり関係ない要因によって影響される部分が大きくなる可能性があるため、本稿では、あくまで特許の出願に関するデータを用いる。また、出願に関しては、単純に出願件数を数えることもできるが、本稿では、出願の「請求項」を数える方が研究の成果を示すデータとしてより適切であるという考え方に立ち、基本的に「請求項」における請求項数を利用する。特許の技術分野に関する多角化指数とは、単純な件数を補うデータとして、特許出願の分野の幅広さを考えるために含めたものである。新規分野にチャレンジしている企業ほど、出願分野は幅広くなると考えられるが、これを研究の一つの成果を測る軸として考えることは決して不自然ではない。特許多角化指数は、アイ・ピー・ビー社が算出したもので、出願に付されたIPC（国際特許分類）のサブクラス別に出願請求項数を集計の上、いわゆるハーフィンダール指数（HHI）の考え方に基づいて出願分野の多角化の度合いを測ったものである[1]。さらに特許の数を考える場合には、被引用度を用いて個々の特許の重要度を考慮することも考えられるが、データ収集の費用対効果を考え、今回の分析では考慮していない。

論文（文献）については、学術誌に掲載された論文とそれ以外の文献の区別については考慮するものの、基本的には、その件数をデータとして扱うこととする。掲載された学術誌のインパクト・ファクターを用いて論文の質を考慮することも考えられるが、今回はデータの制約もあり、考慮していない。他に、同じ一本の論文でも、分量（ページ数）が異なるという問題や、他社との共著の場合の貢献度をどう調整するかという問題もあるが、データ収集の費用対効果の観点から、このような情報に関しても考慮していない。

今回の分析は、いずれも2001年のデータに基づいて行い、投入資源と成果の間の直接的な関係については考慮しない。したがって、2001年のデータが、研究開発への投入資源と成果に関して、最近における平均的な値を表すものと仮定して評価を行うが、あくまで一時点におけるパフォーマンスの評価であることを注意を要する。

主成分分析によって計算された、第1主成分の得点と第2主成分の得点を散布図で示したのが図3である。第1主成分の寄与率は60%近くで、研究開発の総合的なパフォーマンスとして解釈することには問題ないといえよう。したがって、図3において上に位置する会社ほど研究のパフォーマンスが高いことを示している。第2主成分の得点は、より高ければ特許重点型で、より低ければ論文重点型ということになり、図3において右側に位置するほど特許重点型で左側に位置するほど論文重点型であるということを示している。関西電力の第1主成分得点を見ると、全体では電力のC社に次いで高く、優れた研究開発パフォーマンスを示していることが分かる。また、第2主成分の得点から、関西電力はどちらかといえば論文重点型である。最も高い研究パフォーマンスを示している電力C社は明らかに論文重点型であり、それに比べれば関西電力はよりバランスがとれていると見こともできる。一方、都市ガス各社は総じて特許重点型であることが分かる。また、研究開発費と第1主成分の得点を散布図にしたのが図4である。図4の散布図から、関西電力はその研究開発費で期待される以上のパフォーマンスを示していることが分かる。対研究開発費で調整した研究パフォーマンスでは、関西電力は全体で3位、電力会社の中では1位であった。

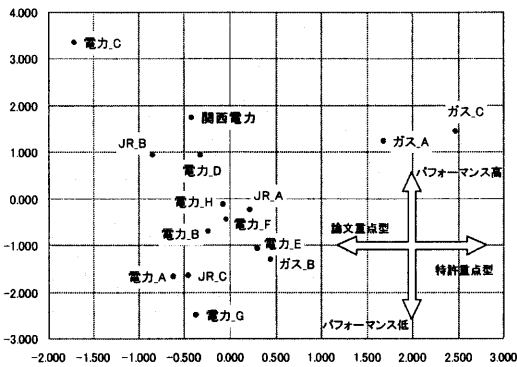


図 3. 第 1 主成分得点と第 2 主成分得点の散布図

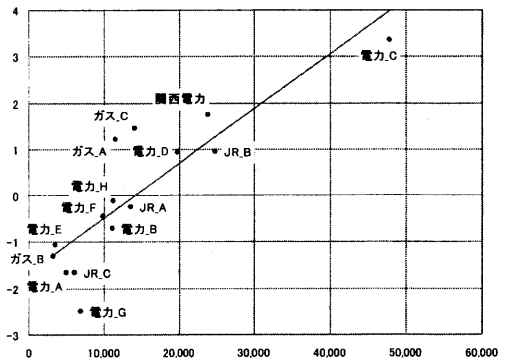


図 4. 第 1 主成分（研究パフォーマンス）と研究開発の関係

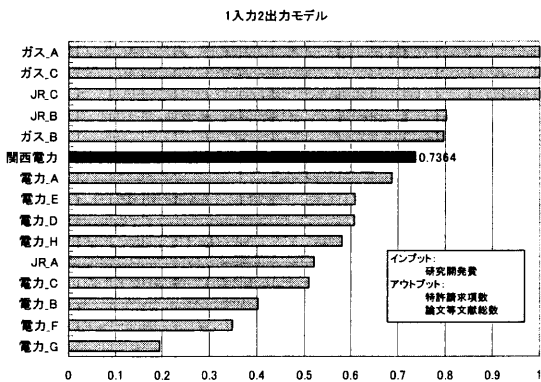


図 5. DEA による研究パフォーマンス評価 (1)

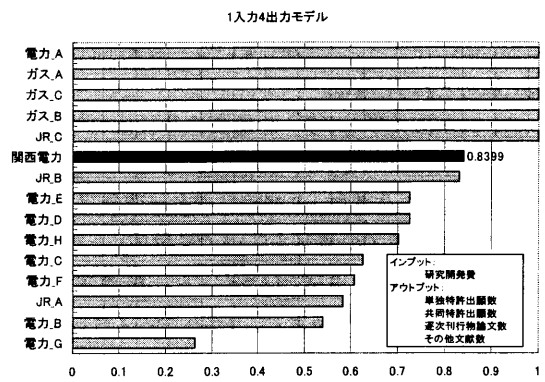


図 6. DEA による研究パフォーマンス評価 (2)

また、DEA で分析した 1 入力 2 出力モデルによる効率性の計測結果は、図 5 に示す通りである。各社の研究パフォーマンスとしての効率性は、最大値が 1 となるように基準化しているが、関西電力は 0.736 と、電力会社の中では最も効率が高いという結果になっている。関西電力を上回る研究パフォーマンスを示しているのは、いずれも電力以外の会社である。次に、1 入力 4 出力モデルによる効率性の計測結果は、図 6 に示す通りである。このモデルでは、関西電力の効率性は 0.840 で、電力 A 社に次いで電力会社の中では 2 番目の高さであった。

主成分分析と DEA の結果は、ほぼ整合的であり、いずれも関西電力の研究開発のパフォーマンスは、電力会社の中ではかなり高いことを示している。しかし、同業他社の範囲を電力以外にも広げるならば、関西電力には研究パフォーマンスをさらに高める余地もあるといえよう。今後は、パフォーマンスの経年的変化の分析はもとより、研究開発の戦略策定のために、技術の分野別に研究開発のパフォーマンスを評価していくことも重要だといえる。その場合には、分析対象に製造業の会社などを含めることも検討することができよう。

#### 4. まとめ

本稿では、関西電力における研究評価の事例について概観し、不完全さは残るにせよ、様々な手法を現実に応用することによって、研究開発のマネジメントにとって有益な情報が得られることを明らかにした。社内における投資効率の向上を狙った研究テーマの評価と、潜在的競争手を意識した研究パフォーマンスの評価は、相互作用によって、将来にわたり大きなメリットをもたらすものと考えられる。

#### 参考文献

[1] アイ・ピー・ビー、特許四季報：創刊号，株式会社アイ・ピー・ビー（2003）