

自動車産業における部品種類数による 研究開発効率評価の可能性

— 研究開発費用効果分析を支援する設計技術的数値 —

The New Hope of R&D Performance Measurement

塩見 浩介
Kousuke Shiomi

要 約

本論文は、自動車産業の研究開発効率評価の費用効果分析において、部品種類数に関連する数値の支援的利用を提案し、その可能性をさぐるものである。研究開発管理会計における研究開発効率評価方法の費用効果分析において研究開発費用便益分析手法が存在する。そして、その手法の中で、理論的に適正な方法は利益指数法であるというひとつの結論が存在し、問題点として定性的要件の不足が指摘されている。本論文では、研究開発効率評価における、利益指数法の定性的要件の不足を支援するあらたな分析情報として、自動車産業がもつ製品群の部品種類数に関連する数値を提案し、その可能性についてのべる。

キーワード：研究開発，管理会計，費用効果分析，部品共通化，DSM

1. はじめに

本論文は、自動車産業における研究開発効率評価の費用効果分析において、部品種類数とそれに関連する数値の支援的利用を提案するものである。徳久（1961）、大原（1967）、田中（1968）など、研究開発自体や研究開発費の把握・管理、その評価についての先行研究は多数存在する。

1980年代から1990年代後半において、企業の研究開発の大型化や開発期間の長期化にともなった研究開発費の増大と同時に、製品寿命（ライフサイクル）の短期化や技術の高度化による研究開発成功率の低下や研究開発のリスク増加という背景をもとに、研究開発効率評価についての研究が進んだ。そして、西澤（1997）において、研究開発効率評価をおこなう場合、費用便益分析の利益指数法において、定性的要件を考慮したものが、理論的に適正な評価が可能であるというひとつの結論を得た。

その後、21世紀を迎え、研究開発効率評価の研究が行なわれた当時と、現在の世界環境において大きな違いが1つ存在する。それは1990年代後半のWindows3.1の登場によるInformation Technology（以下、ITと略す）革命に端を発する、それ以降

のITにおけるハードウェアの高機能低価格化と、インターネットの普及によるクラウドをもちいたソフトウェアのSaaS（Software as a Service）化等による恩恵である。

具体的には、ITの恩恵によって、大規模な情報管理や処理は紙上における手作業より簡易化され、企業内の部門間のみならず、国境を越えてグローバルに情報を共有することが可能になっており、人手による業務消化をおこなうために多くの社員を雇用するよりも、高機能低価格なITハードウェアや、SaaS化されたソフトウェアの購入によって、より安価で迅速かつ容易な業務消化が可能となっていることがあげられる。もちろん、それら进行操作する社員は必要であるが、手作業による紙上の業務消化に比べれば、はるかに少ない人数で済むことは明らかである。

以上のような背景から、これまでの研究開発効率評価について、いまいちど見直す必要が有ると考える。なぜならば、自動車産業の研究開発において取り扱う、複雑で莫大な量をもつ情報である製品の設計情報についても、ITをもちえば、設計作業が簡易化されるのはもちろん、設計作業で取り扱われる複雑な数式や数値についても、製

品という枠を越えて、会計部門や製造部門をふくめた企業全体で、かつグローバルに共有して把握することが、容易に実現可能となっており、企業が実際に取り扱うことが可能である情報に変化が生じているからである。

よって、本論文では、研究開発効率評価の費用効果分析における、利益指数法の定性的要件の不足を支援することが可能と考えられる情報のなかで、ITの恩恵によって把握可能となった、自動車産業の製品群を構成する部品群の部品種類数とその関連数値に焦点を当て、研究開発効率評価の費用効果分析における支援的利用を提案するものである。

2. 研究開発管理会計の概要

西澤（1980, 702）において、研究開発の会計は、研究開発財務会計と研究開発管理会計から構成されており、研究開発管理会計の最重要課題のひとつは、研究開発費の費用効果分析であることが指摘されている。また、西澤（2003, 85-87）によれば、研究開発管理会計の特質は以下の5つに分類できるといふ。

- ① 企業の研究開発支出または研究開発費を対象とする
- ② 研究開発管理会計では、研究開発計画を設定する
- ③ 研究開発管理会計では、研究開発統制を実施する
- ④ 研究開発管理会計では、研究開発の業績評価をおこなう
- ⑤ 研究開発管理会計では、研究開発の効率分析をおこなう

西澤（2003, 85-87）によれば、研究開発管理会計の主体は企業であって、国や研究機関ではなく、対象となる費用は研究開発費のみではなく研究開発支出も含めたものを研究開発費とよぶ。また、研究開発計画を設定するために、経営方針をもとにした研究開発部門の方針を定め、長期計画の設定から短期計画を誘導し、それにそって研究開発統制をおこなうという。そして、研究開発統制には、あらかじめ予算として規範原価を設定し、その実現につとめた上で、最終的に予算と実

績の差異を比較分析し必要な改善措置を講ずることが研究開発の予算管理だとのべている。業績評価については、実績の評価と計画の評価の2領域があり、実績評価では研究開発の会計監査や制度監査のほか業務監査が重視され、計画評価では研究開発計画の効果測定が最も重要な課題になると指摘している。

では、本論文に主に関連する⑤について、2.1以降で詳しくのべる。

2.1 研究開発費の費用効果分析による効率の算定

西澤（1997, 341）によれば、研究開発費は、製造原価や営業費の維持運営費とは異なり、一種の戦略的投資の性質を有していることが指摘されており、そのため、「研究開発からいかに大きな研究開発効果を実現するかに重点が向けられる。」と述べている。研究開発費効果分析について、西澤（1997, 342）では、「研究開発効率 = 研究開発効果 / 研究開発費」と定義されており、研究開発費と研究開発効果の割合を高めることを研究開発費の効率性の向上といい、研究開発費を一定として研究開発効果を高める方法と、研究開発効果を一定として研究開発費を下げる方法があげられている。前者が研究開発費の有効性の増大であり、後者が研究開発費の能率性の増大であるという。

西澤（1997, 342）において、前述の式の分子である研究開発効果をいかに測定するかということに最大の問題が生じると述べられている。そして、効果を物量で測定する場合を研究開発費有効度分析といい、金額で測定する場合を研究開発費便益分析といい、宮川（1969）によれば、以下のように定義されている。

① 研究開発費有効度分析の定義

研究開発費有効度分析（cost-effectiveness analysis）とは、ある研究開発目的を達成するための代替案について、それに要する研究開発費とそれによって得られる「有効度」とを評価・対比して、代替案の望ましさを知り、代替案の採否あるいは優先順位を明らかにする分析をいう。

② 研究開発費便益分析の定義

研究開発費便益分析(cost-benefit analysis)とは、ある研究開発目的を達成するための代替案について、それに要する研究開発費とそれによって得られる「便益」とを評価・対比して、代替案の望ましさを知り、代替案の採否あるいは優先順位を明らかにする分析をいう。

なお、有効度(effective)とは、目的の達成度を金額以外の計量的尺度で表示したものをいい、便益(benefit)とは、目的の達成度を金額で表示したものである。西澤(1997, 344)によれば、費用便益分析は、インプットである研究開発費とアウトプットである研究開発効果の把握の仕方によって、以下の3つに分類されるという。

- ① 研究開発費のマクロ的効果分析
一国の総研究開発費と国民所得を対比するもの。
- ② 研究開発費のセミマクロ分析
一企業の総研究開発費と総売上高を比較するもの。
- ③ 研究開発費のマイクロ分析
一企業内の特定研究開発費と当該研究開発収

益を対比するもの。

本論文の研究対象である費用効果分析は、③の研究開発費のマイクロ分析に分類される。また、西澤(2003, 219-220)によれば、研究開発管理会計における費用効果分析方法には、以下の3つが存在するとのべられている。

① 費用有効度分析法

点数などによって研究開発効果を把握する評点法や、研究開発効果をプロファイル図表やチェックリスト表で表示する図表法などがあげられる。

② 費用便益分析法

研究開発効率を算式で測定するのが算式法であり、利益指数法や投資利益率法などが存在する。それ以外にも、オペレーションズ・リサーチを使用するOR法や、線形計画法、動的計画法、シミュレーション法などが存在する。

③ 複合分析法

①、②の分析方法を併用する場合があります、それを複合分析法という。

2.2 費用便益分析法の概要と分類

研究開発効果を金額で測定するのが、研究開発

図表1 費用便益分析で使用する算式

基本類型	単位	単純法	割引法
投資利益額 $A = \sum O - \sum I$	円	単純投資利益額法 $A_1 = \sum_{t=1}^T O_t - \sum_{t=0}^T I_t$	正味現在価値法 $A_2 = \sum_{t=1}^T \frac{O_t}{(1+K)^t} - \sum_{t=0}^T \frac{I_t}{(1+K)^t}$
投資利益率 $B = \frac{\bar{O}}{\sum I} \times 100$	%	単純投資利益率法 $B_1 = \frac{\bar{O}_t}{\sum_{t=0}^T I_t} \times 100$	内部利益率法 $B_2 = \frac{\sum_{t=0}^T \frac{\bar{O}_t}{(1+K)^t}}{\sum_{t=0}^T \frac{I_t}{(1+K)^t}} \times 100$
利益指数法 $C = \frac{\sum O}{\sum I}$	倍	単純利益指数法 $C_1 = \frac{\sum_{t=1}^T O_t}{\sum_{t=0}^T I_t}$	割引利益指数法 $C_2 = \frac{\sum_{t=1}^T \frac{O_t}{(1+K)^t}}{\sum_{t=0}^T \frac{I_t}{(1+K)^t}}$
回収期間法 $D = \frac{\sum I}{O}$	年	単純回収期間法 $D_1 = \frac{\sum_{t=0}^T I_t}{O}$	割引回収期間法 $D_2 = \frac{\sum_{t=1}^T \frac{I_t}{(1+K)^t}}{\sum_{t=0}^T \frac{O_t}{(1+K)^t}}$

A, B, C, D: 各類型の解
 O: 研究開発利益
 \bar{O} : 年平均研究開発利益
 I: 研究開発費
 出所: 西澤(2003, 233)

T: O又はIが発生する年数
 t: T期間内の各年度
 K: 資本コスト
 Σ : 合計

の費用便益分析であり、一般的に、研究開発効果を研究開発利益の形で測定する。西澤（2003, 231-232）によれば、研究開発の費用便益分析において、インプットである研究開発費をI、アウトプットである研究開発利益をOとして、その基本類型を体系的に分類している。

具体的には、OからIを控除した差額で評価する投資利益額法、Oの年平均利益とIを対比させて評価する投資利益率法、Oの全体利益とIを対比させて評価する利益指数法、IにOを対比させる回収期間法の4つがあげられている。さらに、それぞれの手法を単純法と割引法に分類しており、割引法（discount method）とは、将来の各年度に発生するIやOを割引して、分析時の現在価値に換算した上で、加算して総額を算定する方法であり、その算定操作をおこなわず、各年度のIとOを単純に加算して総額を算定する方法が単純法となっている（図表1）。

西澤（2003, 234）によれば、図表1におけるOの求め方は、2つ存在し、ひとつは研究開発収益から、減価償却費を含めた総研究開発費を控除したあとの純利益で計算する純利益法（net profit method）、もうひとつは、研究開発収益から、減価償却費以外の総研究開発費だけを控除したあとの営業キャッシュ・フローで計算するキャッシュ・フロー法であるとのべられている。また、西澤（2003, 235-236）において、基本的な費用便益分析法4つの利点と欠点が、以下のよう指摘されている（図表2）。

図表2 費用便益分析法の利点と欠点

符号	分析名	利点	欠点
A	投資利益額法	利益額の多寡で表すためわかりやすい	利益額だけで効率まで示さない
B	投資利益率法	各年の利益が安定しているものに適する	各年の利益が変動するものには適さない
C	利益指数法	各年の利益が変動するものに適する	指数だけでは採否が決定できない
D	回収期間法	利益が計算しにくいものに適する	利益の代わりに資金を計算するにすぎない

出所：西澤（2003, 235-236）

研究開発の収益から費用を差引いて利益を求める投資利益額法は、費用便益を金額の多寡で表現するため、技術者にも理解しやすいことが利点で

あるが、利益と研究開発費を対比して効率を求めないところが欠点である。投資利益率法については、利益と投資を対比して効率を算出するため、1年当たりの平均利益を使用するので、改良研究のような毎年の利益が安定しているプロジェクトには利点があるが、新製品研究のようなデスバレーの存在するプロジェクトには不向きであるという欠点がある。

逆に、研究開発プロジェクトのライフサイクル全体の利益合計額を当該研究開発費で割った指数を求める利益指数法は、新製品研究のような毎年の利益が大幅に変動するものには適する利点があるが、欠点は、それ以外の定性的要件をあわせて考慮しないと、最終的なプロジェクト採否までは決定できないことである。回収期間法は、投資資金が何年で回収できるかを計算し、回収が早くにできるプロジェクトは効率がよいと判断する方法であり、ライフサイクル全体の利益が計算できないプロジェクトの場合は有効である利点を持つが、利益効率という点では一種の代用法であることが欠点である。

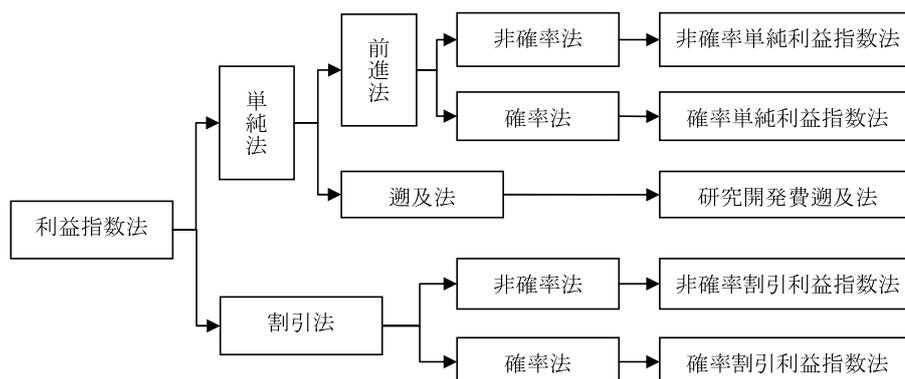
西澤（2003, 235-236）によれば、研究開発の費用効果分析は、研究開発プロジェクト別に実施されることが多く、AないしDの計算方法のうち、理論的に適切な方法はCの利益指数法であるとされる。なぜならば、研究開発プロジェクトのライフサイクル全体の利益合計額を当該研究開発費で割った倍数（指数）を求めるため、新製品研究開発のように各年度の利益が大幅に変動する事例に適するからである。

2.3では、利益指数法の分類を確認する。

2.3 利益指数法の分類と企業の研究事例

利益指数法にも複数の方法が存在し、割引計算をおこなわない単純法と、割引計算をおこなう割引法の2つの基本的な分類基準が存在する。単純法では、研究開発費から利益指数を求める前進法と、利益効果から必要とされる研究開発費を逆算する遡及法が存在する。前進法では、利益の発生確率を算定に使用する確率法と、使用しない非確率法の2つに分類され、研究開発費と研究開発便益をともに一定の利率で割引して現在価値を求める割引法においても、利益の発生確率を算定に使用する確率法と、使用しない非確率法の2つに分

図表3 利益指数法による費用便益分析の分類



出所：西澤（2003，237）

類される。（図表3）。

西澤（2003，235-236）によれば，利益指数法の欠点として，算定結果以外に何らかの定性的要件がプロジェクト採否の意思決定には必要となることがあげられている。そして，西澤（2003，213）は，その欠点をおぎなう定性的要件として，研究進捗度，顧客満足度，研究論文数，研究完成件数，特許申請件数などの測定をあげている。次節では，利益指数法の企業における研究事例について確認する。

2.4 利益指数法の企業における研究事例

西澤（2003，238）において，非確率単純利益指数法の例として，日本能率協会（1982，166-167）における，利益指数法をもとに付帯価値情報を加味した，IHI（石川島播磨工業）が使用していた評価指数法の事例があげられている（図表4）。

図表4 IHIの評価指数法

$$V = \frac{\left(0.04W \sum_{i=1}^5 S_i + I_1\right)}{I_2} \text{ (倍)}$$

ただし，V：評価指数，P：プラントの総原価，W：部分比（ $W=p/P \times K$ ），K：定数（1.0，1.5，2.0，3.0），p：開発改良部分の原価
 S_1 ：年間収益価値，（販売予想額または販売額）
 I_1 ：付帯価値（技術価値，固定資産振替額または，試作品処理額 × 適用度 <2, 1, 0.7, 0.5, 0.3, 0>）
 I_2 ：研究費（加工費，材料費，経費，設備費，その他の合計額）

出所：日本能率協会（1982，166）

着目すべき設定値として付帯価値 I_1 があり，とくに技術価値という個性に依存する独自の評価基準情報要素を加味していることが重要である。また，西澤（1997，381）によれば，研究開発利益は確実に発生するわけではないので，より適正に研究開発費の効率評価を行なうためには，発生確率を考慮する必要があることが指摘されている。そして，その発生確率について，担当者の経験や感覚をもとに設定される数値として商業的成功率と技術的成功率を使用する，パシフィコのプロジェクト指数法を確率単純利益指数法に適する例としてあげている（図表5）。

図表5 パシフィコのプロジェクト指数法

$$N = \frac{P_1 \times P_2 \times O \times (S - C) \times L}{I}$$

ただし，O：年間生産量，S：単位当りの市価，C：単位当りの原価，L：製品寿命， P_1 ：商業的成功率， P_2 ：技術的成功率，I：研究開発費等，N：プロジェクト指数

出所：西澤（1997，381）

西澤（1997，381）によれば，徳久（1961，268-269）を引用し，総研究開発費には，研究費，技術費，市場拡張費，工場運用資金利子，特許料を含むとされている。また，商業的成功率ならびに技術的成功率は，0から1までの小数で示され，パイロット・プラントであれば，0.9から1，研究室の段階では0.85から0.95，まだ判然としない時は0.2くらいであるとのべている。西澤（2003，219）において，「成果予測においては，将来の売上高等について，その発生確率ないし成功率を加

味すべきである。これらの確率や成功率は、過去の実績をもととし、研究管理者の希望的要素を参酌して判断する。」とのべられており、技術的成功率については、研究員の経験と感覚によって設定されていることが推測できる。また、その数値自体が個性の能力に依存するものであり、将来的見通しについては確率に依存するため、一義的に求められるものではないにもかかわらず、設定されていることから、研究開発効率評価における定性的要件として、研究開発技術力をあらかず情報が重要であることがうかがえる。

しかし、西澤（2003, 244-246）によれば、将来発生する研究開発費と研究開発便益を割引しないで単純に計算する単純利益指数法に対して、現在価値を把握した上での割引利益指数を算出する要請にこたえるためのわが国の確率割引利益指数法の例として、日本能率協会（1982, 176）の旭化成における経済効果指数法をあげている（図表6）。

図表6 旭化成の経済効果指数法

$$PVI = \frac{\sum_{i=1}^5 \frac{P_i \cdot O_i}{(1+k_0)^i}}{\sum_{j=-m}^{-1} \frac{I_j}{(1+k_0)^j}} \quad \text{なお、} j=i-1$$

ただし、PVI：経済効果指数
 O_i ：企業化後*i*年度の利益（限界利益）
 P_i ：企業化後*i*年度の利益確率
 I_j ：企業化時点より遡って*j*年度の研究開発費
 -*m*：企業化時点より遡って研究開発費が最初に発生した年度
 k_0 ：資本コスト率

出所：日本能率協会（1982, 176）

西澤（2003, 246）によれば、旭化成の経済効果指数法では、利益額の算定において、①新製品による売上増大効果、②既存製品のコストダウン効果、③既存製品の品質向上効果の3つの場合に分け、機械利益的考え方を織り込んで、次式で計算するという。

- ① 新製品による売上増大効果
 $O_i = a \times (b - c)$
- ② 既存製品のコストダウン効果
 $O_i = \Delta e (a \times \Delta b) + 1/2 f$
- ③ 既存製品の品質向上効果

ただし、 a = 販売数量、 Δa = 販売数量の増加分
 b = 販売単価、 Δb = 販売単価の引上額（引下防止額）

c = 比例費、
 e = 比例費額（= $a \times c$ ）、 Δe = 増分比例費額
 f = 社外発注増分利益

$$O_i = \Delta a \times b + a \times \Delta b - \Delta e$$

さて、これまでは一定の研究開発費からどれだけの利益効果がえられるかを算定する前進法について確認したが、これに対して、所定の利益効果をあげるために、いくらの研究開発費を支出したらよいかを知るための遡及法が存在している。西澤（2003, 241-242）では、森（1963, 791-799）における、三井化学の森匡介の遡及法を例として示している（図表7）。

図表7 森匡介の遡及法

$$i = \frac{Ir + \{(RD + x)r + (RD + x)1/n\}}{I}$$

$$Ii = Ir + (RD + x)(r + 1/n)$$

ただし、 I ：投下資本（企業化に必要な資本で研究開発費を除く）
 r ：期待利益率（金利控除前）
 RD ：既支出の開発費
 x ：支出予定の開発費
 n ：開発費償却年限
 i ：投下資本に対する予想利益率（金利控除前）

出所：森（1963, 791）

遡及法における基本的な考え方は、利益をもって研究開発費を評価することであり、そのためには、どの程度の利益を研究開発費支出の枠として考えるかを決定する必要がある。そして、西澤（2003, 241-242）では、その対象となる利益は、当該研究開発が企業化された場合に計上される「予想個別利益」であるため、機会利益と危険負担を考慮する必要があると指摘している。

以上、利益指数法の分類と、企業における研究事例について確認した。次節では、研究開発効率評価の費用効果分析における、利益指数法の定性的要件の不足を支援する情報を考察するために、研究開発効率評価におけるこれまでの定性的分析手法や、技術力評価などに関連する情報の研究についてのべる。

3. 研究開発効率評価における定性的要件に関連する情報の研究

第2節では、費用便益分析法において理論的に適切な方法は利益指数法であるというひとつの結論を確認した。そして、利益指数法において指摘されている欠点は、定性的要件の不足であると指摘した。

個性による数値や確率に依存するこれらの情報要素のみでは、やはり研究開発効率評価基準として十分であるとはいえない。なぜならば、評価基準とは適正で一義的なものであればあるほど良いが、たとえば、数値設定であっても、設定自体を個性に依存した場合、その個性を持つ人間が居なくなったり、変わったりした場合、あらたな個性に応じて合理的に変化する可能性が高いであろうし、確率にかんしては、あくまでこれまでの研究開発結果からの期待値であり、研究開発効率評価が現在を起点として将来への連結を期待されるものだと考えた場合、その連結の根拠たる共通の情報要素としては、やはり十分とはいえないからである。

よって本節では、これらの欠点をおぎなう（定性的要件の不足をみたく）情報をさぐるために、これまでの研究開発効率評価における定性的分析手法と、研究開発評価情報の研究について確認をおこなう。

3.1 従来の定性的分析手法について

これまでの研究開発効率評価における定性的分析手法について確認する。西澤（2003, 216）によれば、費用効果分析の定性的分析（費用有効度分析）とは「研究開発費が研究開発効果の増加に貢献したか否かを定性的に分析する」ことであると定義されている。その評価方法において、評価項目の格づけは、2段階、3段階、4段階が存在し、その表示法の相違によって、記号法、解説法、実数法、評点法の4つに分類されている。また、最も広く使用されている評点法について、計算の仕方や、ウエイト、確率の導入などによって、さらに、加算法、連乘法、加乘法、ウエイト係数法、確率法の5つに分類されるとのべている（図表8）。

図表8 費用効果分析における定性的分析手法

手法名	解説
加算法	評価項目ごとの評価点を単純に加算して得られた合計点の大小によって、優先順位を決める方法。この方式では、評価項目に配分する最高点に差を設けることによって、ウエイトづけするのが一般的である。
連乘法	評価項目ごとの得点をすべて掛け合わせた合計点による方式。得点幅は、最低1点から項目の数によって数百点、数千点あるいは数万点にもなるので、各格づけの差は小さくても連乗結果は大きくなる。
加乘法	評価項目をいくつかに分類し、分類内での評点は加算方式をとり、分類間では連乗方式をとる手法。最高点が10点になるようにすれば、総合点は分類数のべき数（10 ⁿ ）となり、ラウンド・ナンバーをもって満点とすることができる。
ウエイト係数法	評価項目ごとの格づけ最高点は同じにしておいて、別途ウエイト係数を乗ずる方式。格づけは一律にしておいて、ウエイト係数を変えることによって、基礎研究、応用研究、開発研究等の研究性格に応じて使い分けすることができる。
確率法	評価項目（例えば、大要因、中要因、小要因）のすべてにウエイトづけを行うとともに、各格づけのすべてにその起こりうる確率を推定し、これらの相乗積で見ていく方式。

出所：西澤（2003, 222-223）

これら以外の定性的分析手法として、西澤（2003, 220）では図表法があげられており、プロフィール図表法とチェックリスト法の2つに分類されている。西澤（2003, 225-228）によれば、プロフィール図表法とは、プロフィール図表（profile：断面図表、輪郭図表）を描いて、評価項目の評価結果を表示する方法であり、使用する図表の種類によって、さらに、折れ線グラフ法、棒グラフ法、円グラフ法、基盤目グラフ法の4つに分類されている。チェックリスト法とは、チェックリスト（照合表）を使用して、評価結果を表示する方法であり、アンケートを使用して評価項目を設問の形で設定し、回答の選択がその理由を示すアンケート法と、フローチャートを使用して評価項目の補完関係や因果関係を明らかにするフローチャート法の2つに分類されている（以上、長広仁蔵（1995, 15-20）を参照し、西澤（2003）を筆者要約。）。

3.2 研究開発評価に関連する情報の研究について

3.1では、研究開発効率評価における定性的分析手法を確認した。ではつぎに、第2節で指摘した問題点（定性的要件の不足）解決のきっかけをさぐるために、研究開発評価に関連する情報

(以下、研究開発情報と略す)の研究について確認する。研究開発情報について、田中(1968, 48-49)によれば、研究開発情報は短期研究開発計画と長期研究開発計画の2種類に区分されるという。短期研究開発計画における研究開発情報は、担当部門別に研究テーマ、研究工事番号、目的と現状、日程、予想製造原価、試作数、予算などであり、長期研究開発計画では、担当部門別に年度、研究テーマ、研究内容、人員、設備、予算などであるとのべている。

栗田(1982, 95)によれば、研究開発情報における研究評価について、研究評価の視点・要因・項目・尺度を経済的視点と技術的視点の比較によりあげている(図表9)

図表9 研究評価の視点・要因・項目・尺度

評価視点	経済的	技術的
評価要因	経済性	実現性
評価項目	企業への経済的貢献事業化した場合の収益	技術的可能性
評価尺度	収益絶対値, 利益率	技術的高度性, 研究開発の困難性

出所：栗田(1982, 95)

栗田(1982, 95)は研究開発の技術的評価をその実現性に求めている特徴があり、技術的可能性や高度性、困難性についても情報として加味し、技術の実現性について評価するとしている。

原野谷(1982, 101)では、研究開発費と広告宣伝費を企業にとっての2大戦略的恣意支出

(appropriational budget)と位置づけている。そして、研究開発費が既存の客観的効果測定とその管理について多くの研究が存在する広告宣伝費と近似の性質を持っているとし、研究開発情報と広告宣伝情報を比較している(図表10)。

図表10 研究開発と広告宣伝

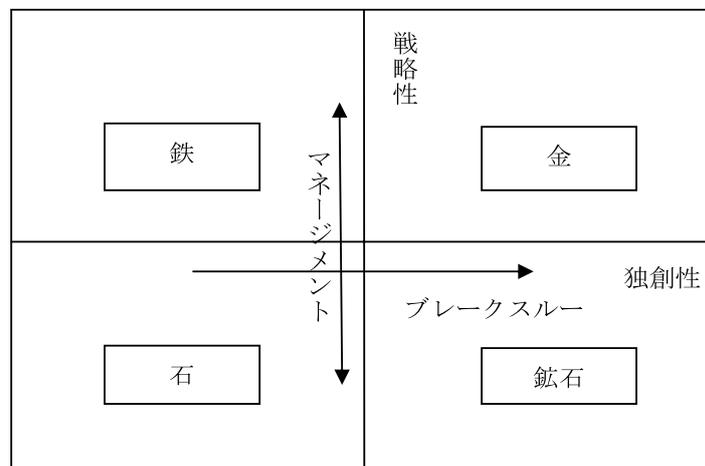
	R&D(研究開発)	広告宣伝
実施の主体	自社	外部専門業者
効果の及ぶ期間	長期	比較的短い
効果の及ぶ範囲	同種の全製品	特定地域販売製品
効果測定テスト	不可能	可能
他への波及効果	広い	殆どなし
支出の急激な増減	研究者にリンク 短期的には難しい	殆ど制約なし

出所：原野谷(1982, 101)

すなわち、研究開発費は継続的な支出によってより効率的な効果を発生させるが、個々の支出と効果との直接的な因果関係を明確に抽出したり区分することは難しいとのべている。

宗澤(1997, 131-133)は、研究開発(情報)管理ツールとして、R&Dポートフォリオを提案している。研究開発テーマという情報要素を独創性と戦略性の2軸で構成される4象限において評価し、研究開発シーズを視覚的に把握することで、その将来性を、「金」(第1象限：独創性があり且つ戦略性の高い研究開発シーズ),「鉄」(第2象限：独創性は低い戦略性は高い研究開発シーズ),「石」(第3象限：独創性も戦略性も低い研究開発シーズ)そして「鉱石」(第4象限：独創性は高い戦略性は低い研究開発シーズ)に

図表11 R&Dポートフォリオ



出所：宗澤(1997, 131)

区別する（図表11）。

宗澤（1997, 126）では、「研究開発効率＝累積利益／研究開発費」であるとしながらも、これを結果論であると批判しつつ、このような結果をうまく見通すマネジメントが研究開発効率の評価では重要であると指摘している。そして、そのメルクマールとして、R&Dポートフォリオから、事業成果と相関性の高い戦略性をとりあげ、この尺度の大小で研究開発効率を評価することが有効であるとのべている。たしかに、研究開発効率を実務上で有効利用するという視点では、同意できる意見ではある。

本庄・羽田（1999, 96-97）において、研究開発情報のインプットとして年度ごとの研究開発費から求めた研究開発ストックを、アウトプットとしては特許件数と新製品数（製薬会社中心の事例のため）をもちいて、企業の経営資源である技術力を把握し、評価をおこなっている。小松（2010, 83）では、製薬会社の技術価値評価にもちいる情報要素として、市場データ・R & D 成功確率データ・費用と投下資本のデータの3つをあげ、経済的利益のみならず、市場ベースの技術評価についてもべている。

3.3 Peter による製造業の研究開発効率評価 基準の時間軸による分類

Peter（1999, 331-352）によれば、研究開発の効率評価基準は、過去、現在、未来指向の3つが存在していることが指摘されている。

過去指向の効率評価基準については特許生産性、新製品割合、コストの削減をあげている。特許生産性とは対象となる企業が年度中に認められた特許件数を評価基準とし、特許庁から情報を直接入手可能であるため、他の企業との直感的な比較が出来ることをメリットとしてあげている。また、特許件数と研究開発予算を使用することで、研究開発費支出100万ドルあたりの特許件数を効率評価基準として利用する例を示している。

新製品割合とは、過去5年～10年程度の期間中における企業の総売上においてリリースされた新製品の売上のしめる割合のことである。企業にとっての適切な新製品割合は、産業によって変わることを認めつつ、この評価基準がガソリンやコ

メ、あるいは木材などのコモディティには不適切であることを指摘している。

コストと資本投資の削減については、多くの産業において、製品を低コストで生産することが生存と成功の絶対条件であるとのべ、漸進的かつ革新的な製造コスト削減のためのプロセス研究は利益の主要源泉となることを指摘し、わずかな資本投資で実行可能である既存工場における一部のコストと生産能力を向上させるボトルネック排除プロジェクトを例としてあげ、それがきわめて高い投下資本利益率を実現するとのべている。

しかし、漸進的なコスト削減プロジェクトが基本的に経営者にとって魅力的であるにもかかわらず、あまり注目を集めない理由として、工場レベルでは予想通りにコスト削減を実現するが、それが純利益に繋がらないことをあげている。そして、その原因がライバル企業との競争にあると指摘し、ライバル企業と同様なコスト削減技術の有無に関わらず、市場のシェア確保のために、ライバル企業は製品の販売価格を下げるので、結果的に自社のコスト削減プロジェクトのメリットを顧客に還元してしまうことをのべている。

それに対して、革新的なプロセスイノベーションは、それが独占的に行われている限り、ライバル企業がすぐには追いつけないほどの技術的優位性と利益をもたらすとのべている。ただし、コスト削減プロジェクトの価値評価基準の注意点として、一時的削減目的なのか継続的削減目的であるのかということもあげ、継続的削減目的の場合は、プロジェクトの正味現在価値を定義するにあたり、経済的利益概念を活用することを勧めている。加えて、削減されたコストはコスト削減プロジェクトのために支出された研究開発費に対するリターンとみることが可能であるとのべている。

現在指向のものについては、新製品の研究開発費に対してリリースされた製品の割合、プロジェクトの成功割合（計画に沿って次のステージに進んでいるか）、プロジェクトのマイルストーンの達成割合（測定可能な成果の割合）などをあげている。新製品の研究開発費に対してリリースされた製品の割合とは、前述の新製品の評価基準を変形させたものであり、着目するのは今年リリースされた製品の5年先の予想売上高がどうなるかと

いう点である。2つ目の評価基準であるプロジェクトの成功割合とは、現在のプロジェクトの進行割合は順調なのかということを経営他社の現状や自社の過去のパフォーマンスとの比較をもちいて予測することである。3つ目のプロジェクトのマイルストーンの達成割合とは、プロジェクトの測定可能な成果であるマイルストーンをチェックしその達成された割合を、現在の研究開発の評価基準に利用することである。

未来指向の効率評価基準については、製品の予想売上をあげている。なぜ利益ではなく売上なのかという理由として、最低限の売上なくして利益は確認できないことをのべ、加えて、売上予測は標準的作業手順が存在しているため、利益よりも信頼の置ける尺度であることをあげている。

以上、Peter (1999, 331-352) を筆者が要約したものである。これらの、過去、現在、未来の視点ももちいて評価をおこなうことは、現在において、時間の流れをまたいだ情報によって評価をおこなうことと同義であり、研究開発効率評価基準となる情報の要件として、経時的要素をもつことが重要であることを指摘できる。

3.4 研究開発効率評価の費用効果分析を支援する情報とは

3.1 からわかることは、どの手法も評価者のうけた印象を段階的な数値によって表現しており、その結果のウエイトづけや計算方法の差異であったり、あるいは結果自体の表現方法の差異によって、分類されているということである。そして、これら全て、人の印象を段階的に重み付けしたものであり、少なくとも研究開発自体を構成する物質 (material) という、現実存在する要素 (たとえば部品やユニットなど) を根拠とした数値とはいえないことがわかる。3.2 の内容についても3.1 における、人の印象という要素を根拠とする評価項目の格づけに類する領域を出ておらず、研究開発自体を構成する物質 (material) に直接関連する情報要素については言及されていないことがわかった。

ところが、3.3 では、製造業における研究開発効率評価基準とは、過去、現在、未来にわたって重要であるという指摘から、その評価の根拠となる情報要素の経時的安定性が、ひとつの要件に

なることがわかる。自動車産業における研究開発でいえば、製品を構成する物質 (material) である部品に関連する情報であれば、時間をまたいで評価の根拠となる情報が現実存在するため、研究開発効率評価におけるひとつの基準となりえるのではないかと、という推測をえられる。すなわち、費用便益分析の利益指数法における定性的要件の不足を支援するための情報においても、物質 (material) である部品に直結した数値を使用すれば、人の印象という個性への依存や、確率という期待値による不安定要素をある程度緩和することも考えられる。さらに、物質 (material) に関係する数値は、評価基準として使用した後、そのまま時間が経過しても、物質 (material) は存在し続けるがゆえに、現在から未来にむけて、その情報根拠がはっきりと存在するため、数値に対する理解をしやすく、時間の経過に起因する不安定要素をも排除できる。

つまり、これまでの研究開発効率評価における費用効果分析に、研究開発自体にもちいられる物質 (material) に直結した情報がほとんど存在していなかったことが、問題点の根本原因のひとつであったと考えられる。よって、自動車産業における研究開発効率評価の費用効果分析を支援する情報と考えられる、製品を構成する物質 (material) である部品に関連する情報要素について、まずは確認する必要がある。

次節では、自動車産業における研究開発自体にもちいられる物質 (material) である、部品に関連する情報について確認する。

4. 自動車産業の研究開発効率評価における費用効果分析を支援する情報

本節では、組立型製品を構成する物質 (material) である部品に関連する情報要素について考察する。自動車産業における企業が所持する製品群を構成する部品群の総和を総部品数といい、その種類数の総和を総部品種類数という。たとえば、ある企業の製品 X が部品数20個で構成され、製品 Y が20個で構成されている状況で、共通の部品を10個使用している場合、当該企業が持つ総部品種類数の数値は、共通部品種類数10個に、製品 X と製品 Y の専用部品種類数をそれぞれ10個づつ加えた30となり、部品共通化率が50%

であるという。また、関連数値として、企業が持つ製品群を構成する部品数の総和は総部品数といい、さきほどの製品 X、Y の例でいえば、その数値は40個となる（図表12）。

図表12 部品共通化率50%の総部品数と総部品種類数

	製品 X	製品 Y
部品数（個）	20	20
総部品数（個）	40	
共通部品数（個）	10	
総部品種類数（種類）	30	

高辻・鈴江（1984, 60）では、自動車産業における研究開発（製品開発）の効率化を支援する部品少数化手法である VRP（Variety Reduction Program）において、“VRP の目指す製品、生産システムは、要するに「製品自体は、様々な市場ニーズに対応するバラエティ（部品種類）を持っている。しかし、その製品を構成する部品数や、生産工程数の和（以下これを水準という）を少なくする。」ということを実現し…”とのべられており、部品種類数という数値が研究開発の効率化にとって重要であることを示唆している。よってまずは、企業の製品群における部品種類数をとらえる上で定義が必要と考えられるので、4.1において、研究開発における部品種類数についてのべる。

4.1 組立型製品における部品種類数とその関連数値

自動車産業における製品の研究開発（製品開発）とは、製品に新しいシステム（からくり）を追加することであり、その業務のほとんどは新しいシステムに関連する内容となる。そして、製品を構成するのは部品群であり、追加されるシステムを構成するもの部品群となる。研究開発における新製品を構成する部品群は、新規部品群と既存部品群に分類可能である。

たとえば、既製品 A が、部品 a を 3 つ、部品 b を 1 つ、部品 c を 2 つによって構成されており、新製品 B が、部品 a を 3 つ、部品 b を 1 つ、部品 c を 2 つ、部品 d を 1 つで構成された場合、部品 a ないし c は既存部品群であり、追加された部品 d が新規部品となる。つまり、この例でいえば、部品 d が今回の研究開発によって発生し

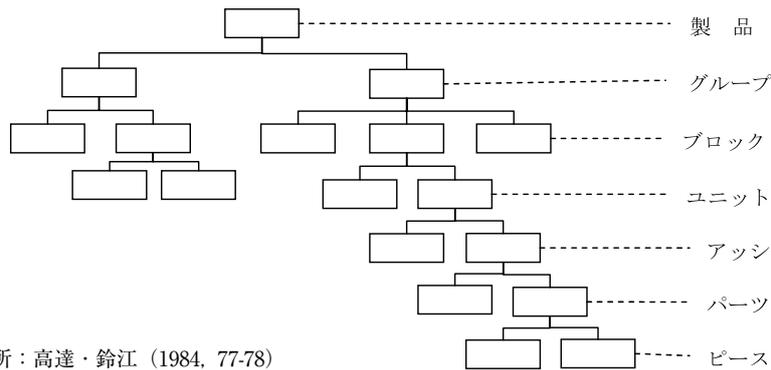
た新しいシステムにおける物質（material）による成果物ということになる。

さらに、前述の例をもちいて、企業全体における製品情報を考えるとき、総製品数は 2 であり、製品 A と製品 B を構成する総部品数は 13、総部品種類数は 4 となる。そして、製品 B を研究開発する前の、この企業における総部品数は 6、部品種類数は 3 であり、研究開発前後において、総部品数と総部品種類数に差異が発生する。この差異をそれぞれ総部品数差異、総部品種類数差異という。総部品数差異は、新製品の研究開発数に比例して増えるものであるが、総部品種類数はそうともいえない。なぜならば、企業において、既製品を構成する部品群を新製品に使用する部品流用化や、新規部品によって既存部品を包含してしまう部品共通化、あるいは、事前に部品仕様のレンジ（最大値と最小値）を設定し、標準数によって系列化された標準部品群から新規部品を抜き出すモジュラー化の各技術を使用している場合、総部品種類数はある程度コントロール可能となり、少なくともこれらの技術をもちいている企業において、総部品種類数は新製品数に比例して増加しない。これらの部品流用化、部品共通化、モジュラー化（部品標準化）の技術をまとめて部品少数化手法とよぶ。もちろん、部品少数化手法や、何がしかの部品種類数管理手法をもちいていない企業においては、新製品の研究開発ごとに、新規部品を大量に発生させるため、研究開発数に比例して総部品種類数は増える傾向にあることは否定できない。

つまり、総部品種類数差異を主に支配しているのが新規部品（変動部品ともよぶ）であることから、自動車産業における新製品の研究開発数に対する総部品種類数は、自動車産業における研究開発の「質」の動向をあらわすこととなる。そして、この「質」とは、少なくとも、ただやみくもに研究開発をおこなっているのではなく、何がしかのルールや社内規格に沿っておこなわれているという意味での、研究開発の技術力をあらわす。

すなわち、総部品種類数差異を把握、比較することによって、研究開発効率を物質（material）を根拠とする情報によって把握、比較可能となるのである。よって、自動車産業の研究開発効率評価の定性的要件として適するひとつの数値とし

図表13 製品における部品構成レベル



出所：高達・鈴江（1984，77-78）

て、総部品種類数があげられるであろう。ただし、部品種類数の「部品」について、解釈が複数存在するため、4.2において、部品種類数の対象となるべき部品のレベルについて詳しくのべる。

4.2 部品種類数の対象となる部品について

高達・鈴江（1984，77-78）によれば、製品を構成する部品を管理する上で、部品をその性格によって分類する必要のあることが指摘されており、着眼点として①部品構成レベル、②反復利用性、③機能、の3点が重要であるとのべられている。①部品構成レベルでは、製品は部品構成レベルの下位から順にピース、パーツ、アッシ、ユニット、ブロック、グループというレベルの部品で構成される。図表13と図表14に部品構成レベルを示した部品表の例と、その説明を示す。

図表14 部品構成レベルの説明

部品レベル名	概要
ピース	製品においてこれ以上細分化されない部品単位。たとえば、溶接された部品の場合、溶接される前の部品がピースとなる。通常管理する必要のある場合のみ取り上げる。
パーツ	一般に部品といわれるもので、企業が管理する部品単位は、この段階の部品が最も多い。パーツは、単体で何らかの機能を受け持っており、独立した部品として管理されるものをいう。
アッシ	パーツがいくらか集まったものをさす。溶接されたもののように、再び分類することができない構造のものをコンプリートと呼び、ビス止め、カシメなどで接合されて再び分離することができる構造のものをアッセンブリー（略してアッシ）とよび、区別する場合もある。
ユニット ブロック グループ	いくつかのアッシやパーツが集まったものをいう。製品の大きさや複雑さによって呼び方を変える。ユニットの場合、それ自体で何らかの機能を持つが、ブロックやグループの場合、製品の場所区分、部分区分でのみ呼称することが多い。

出所：高達・鈴江（1984，77-78）

企業における部品種類数の対象となる部品レベルはパーツレベルとなる。なぜならば、研究開発の効率化のために減少すべき部品種類の対象となる部品レベルにおいて、部品そのものに、研究開発対象となるべき何らかの機能をもっている必要があり、パーツレベルはその要件を満たすからである。アッシ、ユニット、ブロック、グループレベルにおいても、部品種類数の削減対象とするに越したことはないが、パーツレベルと違って、部品の集め方という部品そのものの機能とは別の問題に左右される場合があるため、注意が必要である。なぜならば、パーツをアッシやユニット（モジュール）といった形でまとめること自体が、設計上あるいは生産上、サービス上のメリットを得たいために作るものであり、部品種類数を管理する意義とは逆行する発想の起点によって生み出されるものだからである。

たとえば、構造上精密でその部品本体で取り外すことが難しいような部品の場合、他の部品と一緒にアッシとし、取り付け取り外しをより容易にする場合、アッシを構成する部品群をまとめて部品種類数が1とカウントしたとする。ところが、これは当該製品単体でのメリットは得られるが、企業全体における今後の長期的な視点による研究開発効率の向上を考えた場合、アッシを構成する部品群について、企業全体で把握するきっかけを放棄するものであり、企業の研究開発技術力を著しく低下させるきっかけとなると考える。ゆえに、本論文では、部品種類数の把握にはパーツレベルでの管理を推奨するものである。

次に、②反復利用性であるが、これは製品群とのかかわりあいによって分類するもので、単一の製品にしか存在しない部品を専用部品、いくらか

の製品に使われる部品の中で、ユーザーの意向によってつけたり、つけなかったりする部品を特殊（オプション）部品という。また、いくらかの製品に共通的に使われる部品を流用（共用）部品という。そして、非常に広範囲に共通して使用される部品は標準部品として扱われる。

最後に③機能であるが、これは部品の持つ機能によって分類することである。というのは、機能は製品の目的から始まって、基本機能－1次、2次機能－末端機能にいたる。重要なのは、部品の構成をこのような機能の構成と対応させてみることであり、必要機能、付帯機能、過剰機能、重複機能という見方で分類することである。参考として、高逵・鈴江（1984）における部品少数化手法のVRPでは、この中の必要機能だけで製品の機能を構成させ、それに対応して部品を設定していくことで、部品種類数の削減をはかる。

以上から、部品種類数として把握すべき部品のレベルがわかった。次節では、部品種類数と製品数にかんする基本的数値についてのべる。

4.3 部品種類数と製品数に関する数値について

計算対象となる企業が所有する総部品種類数を企業が所有する総製品数によって除する（単位製品部品種類数＝総部品種類数／総製品数）ことで求められる単位製品部品種類数は、1製品を構成する部品種類数の平均値をあらわす。この数値同士の比較によってわかることは、企業の製品開発において、既存の部品同士をそのまま連結させる能力の優劣である。つまり、企業の製品開発において、部品流用化を意識し、「既存部品によって製品を構成する」設計技術力の評価基準値となる。この数値が低いほど、製品開発において、既存部品からの部品流用率・転用率が高いことになり、製品をまたいだ部品の共有化が発生するような製品開発を、当該企業の設計者が意識的におこなっていることがわかる。

単位製品あたりの部品種類数が低いと、部品の互換性を根拠としてコスト低減が行われている可能性が高くなることは間違いない。しかし、コスト低減も含めた厳密な技術力評価をおこなうためには、部品の共有化を利用した大量生産による製造原価低減の対象となる部品の、他の製品におけるオーバースペックによる製造原価増大のチェッ

クや、試作費の発生する工程の削減状況など、他要素の測定が必要である。

また、複数年における、単位製品あたりの部品種類数差異は、測定期間の製品開発における部品共通化技術力の高さをあらわす数値となる。なぜならば、増加した新製品におけるあらたな部品種類の増加分の数値であるため、それは製品開発時において発生する新規部品がどの程度既存部品を包含した部品共通化を意識して設計されているのか、ということの評価するためのひとつの基準値となるからである。ただし、経営戦略上、既存の製品や部品を新規に追加された製品数以上に大量に廃棄した場合、あるいは新製品を一切リリースせずに製品や部品の廃棄のみをおこなった場合、その数値の妥当性はやや薄れることになる。

また、単位製品部品種類数の逆数（単位部品種類製品数＝総製品数／総部品種類数）として求められる単位部品種類製品数は、ひとつの部品種がどれだけの製品にまたがって使用されているかをあらわす。それは、単位製品部品種類数と同様に企業における部品共通化による設計技術力をあらわすが、単位製品部品種類数との解釈の違いは、企業の持つ部品単体の設計能力の高さであり、部品流用化によって製品を構成するための設計技術力ではない。

たとえば、あらたな部品を設計する場合、いかに複数の製品にまたがるように部品を設計しているのか、という単位部品種に対する設計技術力の評価数値となる。この数値が大きい企業は、高い擦り合わせ設計能力をもつ可能性が高い企業だという解釈が可能となる。ただし、高い部品流用化による製品構成の技術力によっても数値が高くなるため、試作回数のチェックが必要である。試作回数が多ければ、あらたな部品の試作工程を経た上での結果となり、部品共通化による擦り合わせ設計能力が高いということになる。また、あまりにこの数値が高いと、擦り合わせ設計によって共通化されている部品に不具合が発生した場合、複数製品間をまたいだ大規模なりコールとなる可能性が高まる。

4.4 総部品種類数の質をあらわす設計工学的数値である密度指数について

ジョンソン & ブルムス（2002, 188-190）では、

自動車産業における研究開発（製品開発）の効率測定基準値として、部品種類数と部品共通化にかんする数値を利用した密度指数をとりあげている。この指数は、「密度指数＝総共通部品数／部品種類数」で表現され、値0から値1までをとり、当該企業がもつ製品群を構成する部品群がすべて独自の部品であれば、値0となり、それらすべてが共通部品であれば値1となる。

たとえば、単純に新たな部品が1つ開発された場合、密度指数が1から0へ向かって変化し、部品の共通化率が低下、新規部品を発生させたことによるコストが発生すると考える。いっぽう、新規部品を発生させたにもかかわらず、密度指数が変化しない、あるいは増加した場合、新規部品を発生させたことによってコストは発生しなかった、もしくはコストダウンが発生したと考える。ジョンソン＆ブルムス（2002, 188-190）がのべているコストとは、自動車産業における研究開発によって製造される部品における部品共通化の成否に関連して発生するコスト（研究開発費の一部も含むと推測する）であると解釈できる。なぜならば、部品共通化率が低下するということは、既存部品をそのまま採用する部品流用化ではないため、新規部品を生み出すための設計企画や試作工程等にかんする新たなコストが発生するということであり、部品共通化率の増加はその逆を意味するからである。

つまり、ジョンソン＆ブルムス（2002, 188-190）における密度指数とは、正しい部品共通化の成立が研究開発の効率向上に有効であるという前提で、この数値が1へ近づけば近づくほど、製品開発にかんする設計技術力があると解釈することが可能であり、その前提にあてはまる企業において、研究開発効率における技術力を測定する基準値として使用可能であることがわかる。

4.5 DSMをもちいたITによる部品種類数管理

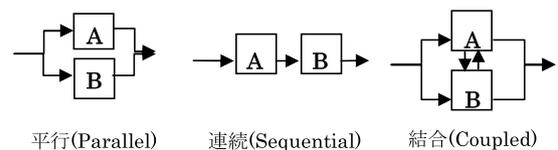
4.4では、設計工学的数値である密度指数について確認した。総部品数、総部品種類数、および密度指数のような部品種類数をもちいた数値が、自動車産業における研究開発管理において重要であり、研究開発効率評価を支援する数値として、大きな可能性を持っていることがわかった。

しかし、これらの数値は21世紀以前から存在し

ていたが、その膨大な情報量や質の関係で、人手による管理は極めて困難といわざるをえなかった。なぜならば、自動車であれば、ひとつの製品あたり約3万点以上からなる部品種類数で構成されており、企業全体では、何百万点もの部品種類数を継続的に管理しなければならない。理論的にはDesign Structure Matrix（以下、「DSM」と略す）を使用することでの管理が可能であることの推測はできて¹、実際の行動にうつすには、継続的な人手による管理が不可能であったことを推測できる。

DSMとは、Yassine（2004, 1-5）によれば、システム解析ツールであり、製品の部品同士の関係を1対1のマトリクスで表現することができる。その概要をわかりやすく説明するために、AとBという2つの部品からなる製品を考える。まずはグラフを用いてこの部品同士の情報関係を視覚的に表現する。

4つの頂点で構成されるグラフ（ノード）にて部品という要素をあらわし、2つのノードをつなぐ辺によって要素間の情報関係をあらわす。一方の要素から他方の要素への影響をあらわすのには、矢印（→）を使用する。そうすると、要素間の情報関係を、平行、連続、結合という3つの基礎単位を用いて記述できる（図表15）。



出所：Yassine（2004, 1）

図表15 DSMの基礎単位

次に、上記の情報要素間の関係のMatrixへの転換であるが、Matrixの横と上に、行と列の見出しとして、情報要素名を行と列同じ順序で配置する。要素Aから要素Bに矢印がある場合、その矢印の出先である要素Aの列における要素Bに×印を入れる。

また、Matrixにおいて、情報を2値Matrix（○か×かで表現すること）で表現する場合、Matrixの対角線上の要素は、情報を記述する上

¹ DSMの理論自体は、Steward（1981）において、既に発表され、存在していた。

で意味をもたないため、斜線にて消す（図表16）。DSMをもちいることで、製品を構成する部品同士の相関関係が明確になり、それに関連して設計寸法や仕様が近い類似部品、あるいは重複部品が判明する（その結果、部品標準化のために削除すべき部品群が明らかとなる）。視覚的に理解するために、自動車エンジンのDSMによる部品図の例を以下に示しておく（図表17）。

図表16 Matrixによる要素間関係の表示

	A	B
A	/	
B		/

	A	B
A	/	
B	X	/

	A	B
A	/	X
B	X	/

出所：Yassine（2004，2）

図表17 DSMを用いて相関関係を表示した自動車エンジン関連部品

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Customer_Requirements	1	1											
Wheel Torque	2		2	X									
Pedal Mech. Advantage	3	X		3	X	X		X		X			X
System_Level_Parameters	4	X			4								
Rotor Diameter	5	X	X	X	X	5	X	X		X	X		X
ABS Modular Display	6		X				6		X				
Front_Lining_Coeff_of_Friction	7			X	X	X		7	X		X		X
Piston-Rear Size	8		X		X				8		X		
Caliper Compliance	9			X	X					9	X		X
Piston- Front Size	10		X		X			X			10		
Rear Lining Coef of Friction	11			X	X	X		X		X	11		X
Booster - Max. Stroke	12											12	X
Booster Reaction Ratio	13		X	X	X	X		X	X	X	X	X	13

出所：Yassine（2004，4）

実務において、メーカーがDSMによって取り扱う部品レベルは、4.2におけるピースやパーツではなく、上記の様なアッシ（アッセンブリー）やユニットが多い。また、自動車であれば、3万点を越える部品種類数をDSMによって一括管理をおこなう必要があるため、やはりIT環境による設計情報のデータベース化が必要であることがわかる。DSMによるデータベースの作成には大きな労力が必要であるが、ITをもちいれば、1度作成するだけで、その後は新規部品にかんする設計データを追加アップデートすることでデータベースを更新可能となる。また、膨大な設計データからの必要な情報や近似する情報の抜き出しについても、検索機能（ヒストリーベース²）をもちいて、必要な情報を簡単にピックアップできる。

すなわち、2012年現在であれば、人手による部品種類数管理をおこなうことができない企業で

2 これまでの研究開発における設計履歴（データベース）をもとに、設計寸法や部品のテンプレートのデータを検索し、抜き出す機能のこと。

あっても、ITによってDSMをもちいることで、部品種類数管理が容易化されるため、部品種類数にかんする数値を継続的に把握することが可能であり、研究開発効率評価における費用効果分析へもちいることが可能となっていることがわかる。

5. 結論

本論文では、自動車産業における研究開発効率評価の費用効果分析を支援する情報として、部品種類数が非常に重要であることをのべた。

具体的に確認すれば、研究開発において既存部品を有効に活用しているかどうかの判断基準数値となる、単位製品あたりの部品種類数やその部品種類数自体の“質”、つまり、企業全体における部品共通化率の判断基準数値となる密度指数は、特に、費用便益分析手法における利益指数法の定性的要件の不足を支援する数値として、非常に有効である可能性の高いことがうかがえた。なぜならば、ある研究開発プロジェクトAとBが存在し、利益指数法による研究開発効率評価がほぼ同じである場合、前述の数値による、研究開発効率

評価の質についての検討が可能となるからである。

たとえば、単一企業内における、複数の研究開発プロジェクトの比較であれば、研究開発プロジェクトを検討している企業のプロジェクト開始前の密度指数が0.7、研究開発プロジェクト A を選択した場合密度指数が0.8へ変化し、プロジェクト B を選択した場合の密度指数が0.6へ変化するという支援情報が得られたとする。この場合、当該企業にとって、費用便益分析手法単独による効率評価はプロジェクト A、B ともに同程度であるが、支援情報を利用した場合、プロジェクト A であれば、プロジェクト実施後に部品共通化率も上がるため、次回以降の研究開発がより効率のよい部品選択状況を準備した形で迎えることが可能となる。つまり、プロジェクト A を選択することは、当該企業における次回以降の研究開発における費用や業務の負担を軽減する可能性が高い、という物質 (material) 情報を根拠としたあらたな予測を得られる。

あるいは、複数の企業の研究開発効率評価において、企業の研究開発にもとづく将来性判断の1つの支援的基準値としての利用も考えられる。たとえば、ある企業 a (密度指数0.5) とライバルである企業 b (密度指数0.6) が同時期に研究開発プロジェクトを立ち上げた状況で、通常費用便益分析手法による評価では、甲乙つけがたい場合、それぞれの研究開発プロジェクト実施後の密度指数が a が0.5から0.6、b が0.6から0.5に変化すると測定されたのであれば、企業 a の方が次回の研究開発における研究開発費や業務の負担を減らした状況を迎える前提で、今回の研究開発をおこなうことが可能である、という予測を得られる。さらに、研究開発費が減額された企業が存在している場合、減額前の密度指数が0.3で、減額後の密度指数が0.6となっていた場合、これは、研究開発費が減額されているのではなく、むしろ設計情報の見直しによる、研究開発費の効率的消費が可能となったため、予算としての研究開発費が低減されているのではないかと、いうあらたな推測も得られるのである。また、忘れてはならないのは、これらの部品種類数に関連する数値を迅速に管理、運用、共有するには、現在の IT のハードウェア、ソフトウェアの存在が必要不可欠なこと

である。

しかし、本論文において、部品種類数に関連する情報のとりあつかいは、あくまで費用便益分析法の利益指数法における定性的要件の不足を支援する分析情報としての検討にとどまっている。今後の課題として、部品種類数をもちいた費用有効度分析法の確立をあげることができる。くわえて、部品種類数による費用有効度分析法と費用便益分析法を併用した複合分析法の検討による、あらたな研究開発効率評価法の確立をめざすことも重要である。なぜならば、様々な設計技術の数値と研究開発費の組み合わせのような、企業の技術力評価を内部的、あるいは外部的にも把握できる可能性を秘めた管理会計的数値の設定を検討することは、あらたな企業評価の基準として、大きな可能性をもっているとも考えられるからである。

6. 参考文献

- 大原秀晴 (1967) 『産業界における研究開発』 森北出版
- H. トーマス・ジョンソン & アンデルス・ブルムス (2002) 『トヨタはなぜ強いのか』 河田信記, 日本経済新聞社
- 栗田 洵 (1982) 「研究開発における費用と効果——経済論的研究評価に関連して」『企業会計』 34 (10) : 94-100
- 高逵秋良・鈴江歳夫 (1984) 『VRP 部品半減化計画』 日本能率協会
- 小松昭英 (2010) 「ビジネスアセスメント序説—研究開発費利益率の検討」『国際プロジェクト・プログラムマネジメント学会誌』 4 (2) : 81-92
- 田中耕造 (1968) 「研究開発費の把握とその評価」『産業経理』 28 (8) : 47-53
- 徳久正元 (1961) 『研究管理』 丸善
- 長広仁蔵 (1995) 『評点法による研究開発の進め方と評価』 日刊工業新聞社
- 日本能率協会 (1982) 『戦略的研究開発の評価と意思決定』 日本能率協会マネジメントセンター
- 西澤 脩 (1980) 「研究開発費の費用便益分析—確率割引利益指数法を中心として—」『会計』 117 (5) : 702-719
- 西澤 脩 (1997) 『研究開発費の会計と管理』 新

- 5 訂版』白桃書房
- 西澤 脩 (2003) 『研究開発の会計と管理』白桃書房
- 原野谷朋治 (1982) 「研究開発をどのように管理するか—その効果の測定と評価」『企業会計』34 (10) : 101-105
- 本庄裕司・羽田尚子 (1999) 「DEA を用いた製薬企業の研究開発活動の評価」『研究技術計画』13 (1/2) : 96-105
- 宮川公男 (1969) 『PPBS の原理と分析 : 付録—用語の定義—』有斐閣
- 宗澤拓郎 (1997) 「戦略性・独創性を 2 軸とする研究開発ポートフォリオ・マネジメント方式の提唱」『研究技術計画』11 (3/4) : 222-236
- 森 匡介 (1963) 『原価計算実務全書』企業経営協会
- D. V. Steward, “The Design Structure System: A Method for Managing the Design of Complex Systems”, *IEEE Transactions on Engineering Management*, 28(3), 71-74, 1981.
- H. Thomas Johnson and Anders Bröms, *Profit Beyond Measure-Extraordinary Results through Attention to Work and People*. The Free Press, 2000.
- Peter Boer, *The Valuation of Technology: Business and Financial Issues in R&D(Operations Management Series)*. New York: John Wiley & Sons, Inc., 1999.
- Yassine, A., “An Introduction to Modeling and Analyzing Complex Product Development Processes Using the Design Structure Matrix (DSM) Method”, *Quaderni di Management (Italian Management Review)*, No.9., 2004.