

適正な研究投資のための 研究開発段階別研究成果評価

立石電機中央研究所
山本 通隆
今 勲

1. ま え が き

企業における研究・開発活動は企業の存続発展に重要な役割を果たすが、未知の分野を開拓し、企業化してゆく性質上、リスクを伴ない、研究投資にみあう成果は必ずしも期待できない。また研究・開発活動があまりにも専門化しているために、それらの進め方については、研究者や技術者個人の能力と判断にまかせなければならぬ面が多い。

そのために、企業の経営者は、それらの核心がつかめず、適格な判断や決心に欠けることがあり、研究・開発活動に対する経営方針をあいまいにしている。

研究・開発活動に関するこれらの本質的な問題に対処するために、立石電機では、適正な研究投資のための「研究成果評価システム」を開発して、既に実施している「DECIVALTICS^{注1}」（企業化決心のための評価方法）との関連のもとに研究・開発の効率化と研究投資の適正化を試みているので、ここにそのあらましを報告する。

2. 企業における5段階の研究・開発活動

研究・開発活動を5段階に分け、それぞれの役割を明確にする。

① 情報収集段階

研究・開発着手前のテーマの選択は、研究・開発活動全体を通じて最も重要な課題である。そこでこの段階では、あらゆる角度からの情報の収集とアイデアの創成を行なう。

そしてその情報群を「技術予測」・「市場予測」・「経営予測」の3つに分けて情報処理し、それぞれ「技術予測図」・「長期経営計画」・「情報地図」に取り入れる。

「技術予測図」は、未来技術の実現時期やその波及効果についての予測および各プロジェクトに関与する一般的技術レベルのパターン認識を目的とした一般的技術情報地図である。

「長期経営計画」は、研究・開発計画および各種の経営構造計画の長期的な検討を根底に持ち、それらを総合するための長期利益計画を頂点とする経営計画である。

「情報地図」は企業の進むべき方向を総合的に評価はあくするために、研究・開発の情報やアイデアを過去の実績に基づく商品別、プロジェクト別、固有技術別および適用分野別分類に従って、企業の現在位置を中核とする平面図にプロットしたものである。

そこでこの「情報地図」から企業にとって最も価値があり、しかもリスクの少ない研究・開発テーマ群（リサーチ～フィールド）を「技術予測図」および「長期経営計画」との対比によって選定し、更にその個々の具体的テーマの予測成果の位置づけを行なうたうえて研究評価会議A（REC-A）より調査研究命令が出される。

② 調査研究段階

調査研究命令の出されたリサーチ～フィールドおよびその中の具体的開発予定テーマについて、市場性調査研究・技術的可能性調査研究および企業性調査研究が行なわれ、その総合的評価に1式により定義される実質的研究メリット比 r_{s2} が用いられる。

$$r_{s2} = \frac{\text{全ライフ純利益 } RT_2}{\text{プロジェクトの研究費総額 } CT_2} \quad (1)$$

また具体的テーマの開発命令がだされるための最低条件は、

$$r_{s2} \geq \bar{r} \quad (2)$$

である。ここに \bar{r} は、企業固有の研究投資パターンに基づく最小許容研究メリット比である。更に具体的テーマの所要適正研究費総額 CT_2 の算定に基づいて、今後の研究開発段階別適正研究費 C^0_3 、 C^0_4 、 C^0_5 が算定される。

③ 構想試作段階

開発命令の出された個々の開発製品について、もう一度バラックセットによる製品としての技術的可能性の確認が行なわれる。そしてその可能性の検討結果と別途検討された販売計画と具体的な開発計画に基づいて(3)式により定義される研究メリット比 r_3 が算定され、開発評価会議A2（DEC-A2）において企業化確認のための総合的評価が最終的に行なわれる。

第1図は、以上述べた企業化決心までの過程を示すフロー～チャートである。研究開発段階別成果比較評

価のための研究メリット比 r_i は次式により定義される。

$$r_i = \frac{R_{Ti} + \theta_i C_{Ti}}{C_{Ti}} \quad (i=2\sim 5) \quad (3)$$

ここに、 R_{Ti} ：開発製品の全ライフ純利益
 C_{Ti} ：開発プロジェクトの推定される適正研究費総額
 θ_i ：技術開発度

(3)式の第1項は実質的研究メリット比 r_{si} であり、第2項は潜在的研究メリット比 r_{pi} である。また $\theta_i C_{Ti}$ は開発技術の等価価値であり、その増幅度を示す技術開発度 θ_i は開発製品の技術蓄積度 A_i と技術水準度 L_i との積であると定義する。

各段階の研究メリット比 r_i ($i=2\sim 5$) の満足すべき条件は(4)式で示される。

$$r_5 \geq r_4 \geq r_3 \geq r_2 \quad (4)$$

また、具体的開発製品の今後行なわれる開発段階別の適正研究費 C^0_4 および C^0_5 は、所要適正研究費総額 C_{T5} から算定される。

④ 初回試作段階

開発製品を具体的に進行させるための第1段階で、まず販売計画に織込まれている要望を満足させるための具体的な技術指針をうちたてる。そしてこの技術指針に基づいて試作品を造り、各種の試験が行なわれる。

更にこの試作品をもとに、プリプロダクション～アナリシスと生産設計が行なわれる。

以上の結果から、 r_4 の算定に基づく評価と最終研究開発段階の適正研究費 C^0_5 の算定とが行なわれる。

⑤ 増加試作段階

前段階でまとめた生産設計をもとに、すべて生産時の状態にできるだけ近づけた形で試作が行なわれる。そして各種の試験がなされる一方、工程表なども作成される。

この段階の研究メリット比 r_5 の算定にあたっては、開発プロジェクトの研究費総額実績値、開発技術の等価価値実績値および開発製品の全ライフ純利益予測値が用いられる。第2図、第3図は、全研究・開発段階のフロー～チャートである。

3. 研究メリット比の評価要因と必要情報

開発製品の全ライフ純利益 R_{Ti} の予測にあたり研究担当および販売トップ～マネージメントがスタッフのアドバイスを受けて決定すべきことは次の事項である (R_{Ti} の予測式について第3図参照)。

(1) A_0 ：研究・開発段階終了時における開発製品の潜在需要量

(2) T_{ri} ：各研究・開発段階の期間年 ($i=1\sim 5$)

(3) T_u ：需要の成長期間 (年)

(4) T_d ：需要の継続・減少期間 (年)

(5) T ：生産打ち切りまでの製品ライフ

$$T \leq \sum_{i=1}^5 T_{ri} + T_u + T_d \quad (5)$$

(6) g (> 0)：成長期間 T_u における需要成長率 (%)

(7) h (≤ 0)：継続・減少期間 T_d における需要成長率 (%)

(8) $r(t)$ ：企業の市場占拠率 (%)

(9) $j(t)$ ：企業の売上高利益率 (%)

$$\text{ここに、} \sum_{i=1}^5 T_{ri} < t \leq T \quad (6)$$

次に開発プロジェクトの所要適正研究費総額 C_{Ti} は、オポチュニティ～コスト (機会原価) の考え方にたつて算出される完了段階の研究費・実績値と、今後必要とする適正研究費との和として与えられた (第3図参照)。また技術蓄積度 A_i は(7)式により定義される。

$$A_i = W_1 A_{Ti} + W_2 A_{Pi} \quad (7)$$

ここに A_{Ti} および A_{Pi} はそれぞれ研究担当者1人当たりの年間工業所有権登録数と発表論文数の水準等級別格係数であり、 $W_1 \cdot W_2$ は $A_{Ti} \cdot A_{Pi}$ のマネージメント・ポリシーによって決定される統計的重みである (第2表参照)。第5図は技術開発度 θ_i の共線図表である。

C_{Ti} および θ_i の算定にあたって、研究担当トップ～マネージメントがポリシーとして決定すべきことは次の事項である。

(1) $f(N)_i$ ：研究関係要員1人あたりの ($i=2\sim 4$) 基準研究費予測関数

(2) N_{ei} ：開発プロジェクト完了時における企業の研究関係要員予定数

(3) μ_i ：研究・開発予定期間中の対研究関係要員平均数研究担当数比率

(4) L_i ：開発製品の目標技術水準

(5) l ：研究投資の年平均利率

(6) K ：研究投資の許容期待損失額

また C_{Ti} および θ_i の算定にあたって、直接研究担当責任者が算定して研究担当トップ～マネージメントが認可すべきことは次の事項である。 ($i=2\sim 4$)

(1) $(N_0 \cdot T_r)_i$ ：開発プロジェクトの今後必要とする開発作業基準量

(2) A_i ：目標技術蓄積度

(3) η_{ri} ：研究効率 (第1表参照)

$$\text{ここに、} \eta_{ri} = F_1 \cdot F_2 \cdot F_3 \quad (8)$$

4. 最小許容研究メリット比

研究メリット比 r_i の基準値として、企業固有の研究投資パターン (第6図参照) に基づく最小許容研究メ

リット比 \bar{r} を過去の実績から導いた次の前提条件のもとに定義する。

条件：所定期間中の研究・開発活動によって開発された新製品群のもたらす全ライフ純利益総額は、少なくとも同一期間中に研究・開発対象としてのテーマ全部に投じた総研究投資額より大でなければならない。

条件式：

$$\bar{r} \geq \left(1 + \frac{E_2}{P_1^0 P_2^0 P_3^0 P_4^0 P_5^0}\right) \left(1 + \ell\right)^{\frac{T - \sum_{i=1}^5 T_i r}{i=1}} \quad (9)$$

ここに、 E_2 ：調査研究段階終了時に(10)式によって算出する期待損失

$P_1^0 \sim P_5^0$ ：各段階成功率の平均的実績値

ℓ ：年平均利子率

$T - \sum_{i=1}^5 T_i r$ ：開発製品群の平均的販売期間

5. 研究・開発段階別適正研究費の算定

第7図は、第6図の研究投資パターン事例について研究・開発段階別投資比率をパラメータとして期待損失の計算結果(第3表参照)をプロットしたものである。第7図を利用して(10)式によって求められる期待損失から今後必要な適正研究費総額に対する研究・開発段階別配分比 R_3^0, R_4^0, R_5^0 が得られ、これに相当する今後の研究・開発段階別適正研究費 C_3^0, C_4^0 および C_5^0 が算定される。(第3図参照)

マネジメント～ポリシーとして設定される研究投資の許容期待損失値 K に対して各段階終了時に算出する期待損失 E_i は、

$$E_i = \frac{K}{C T_i} \quad (i=2 \sim 4) \quad (10)$$

によって与えられる。

6. むすび

この研究成果評価法は、各研究・開発段階の役割を明確にして、それぞれの研究成果を系統的に評価し、そこに研究メリット比と適正研究費という概念を導入することによって研究・開発の効率化を図っている。その主な特長は次のようである。

(1)研究・開発進行の決定において研究メリット比を評価インデックスとし、企業固有の研究投資パターンから得られる最小許容研究メリット比を評価基準としていること。

(2)研究・開発活動の潜在的メリットに対する評価要因として、目標技術水準の到達率のほかに研究担当者1人あたりの工業所有権登録数と発表論文数の実績を考慮していること。

(3)適正研究費の算定にあたっては、プロジェクトの開発作業量(人・年)および企業の研究関係要員1人あたりの基準研究費予測関数を導入することによって基準研究費が与えられ、これと担当プロジェクト～チームの研究効率とを考慮していること。

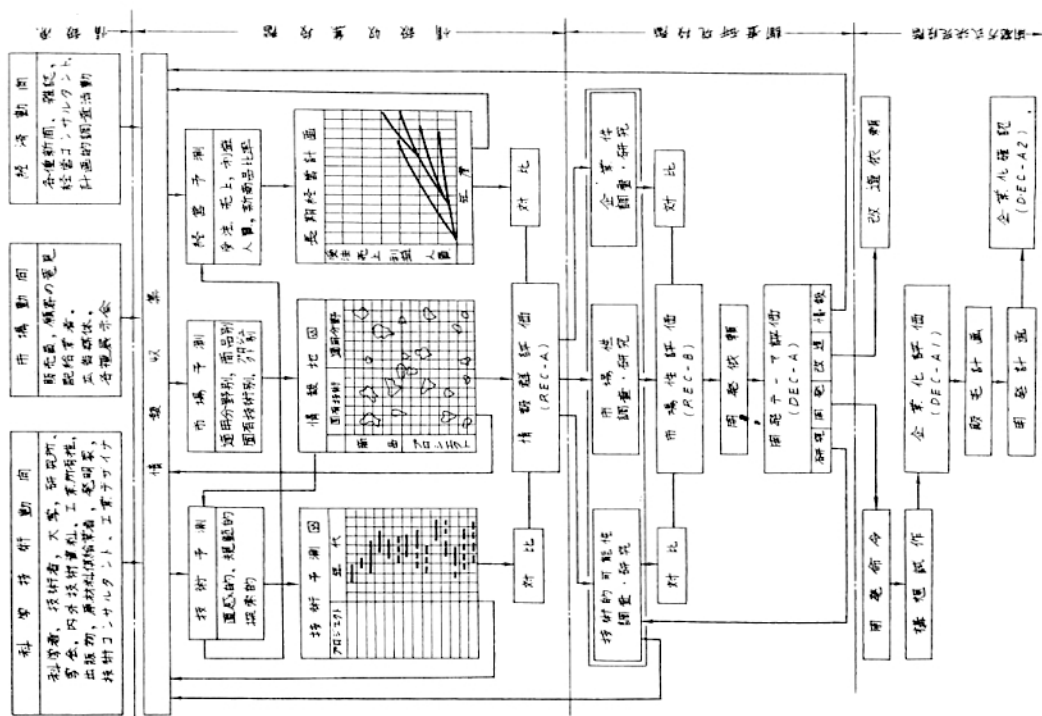
(4)研究・開発段階別の適正研究費配分にあたっては、企業固有の研究投資パターンから得られる研究投資の期待損失値を考慮していること。

(5)研究・開発活動に対して時間のファクターを考慮するために、開発作業量(人・年)を用い、更に研究投資にオポチュニティ～コスト(機会原価)の概念を導入していること。

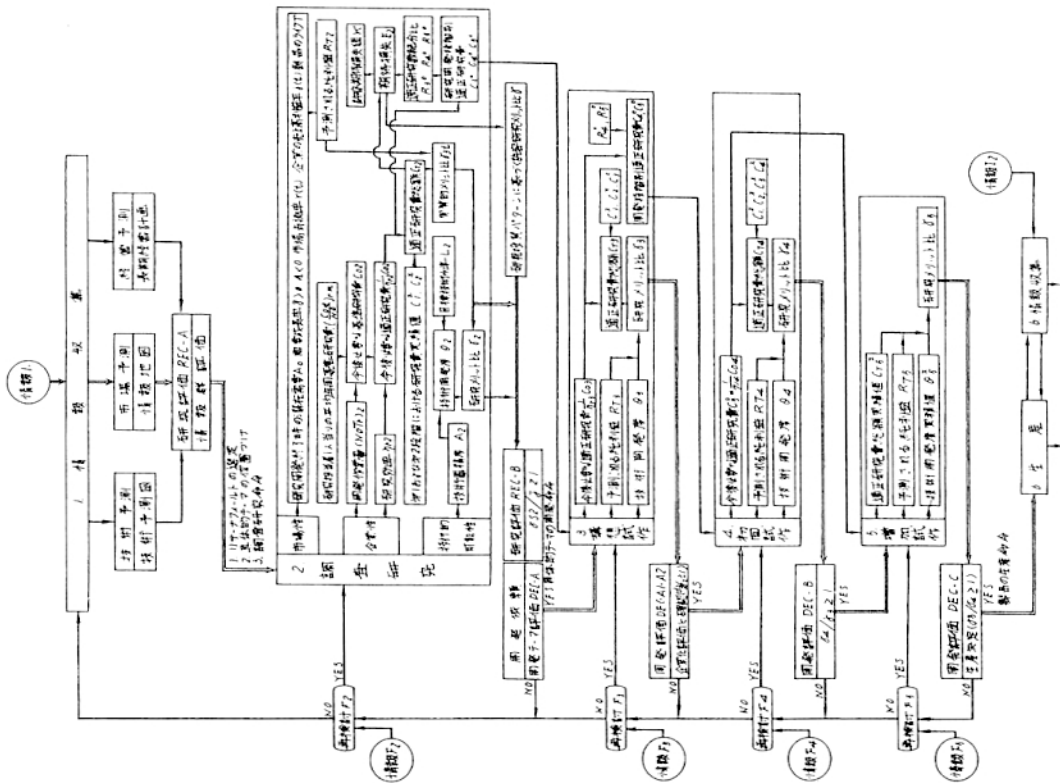
立石電機では、以上述べた研究成果評価法によって開発すべきテーマの選択、開発途中での評価を合理的に行ない、研究・開発の効率化によって今後ますます増大する研究投資の適正化を推し進めている。

文献 山本通隆：OMRON TECHNICS,

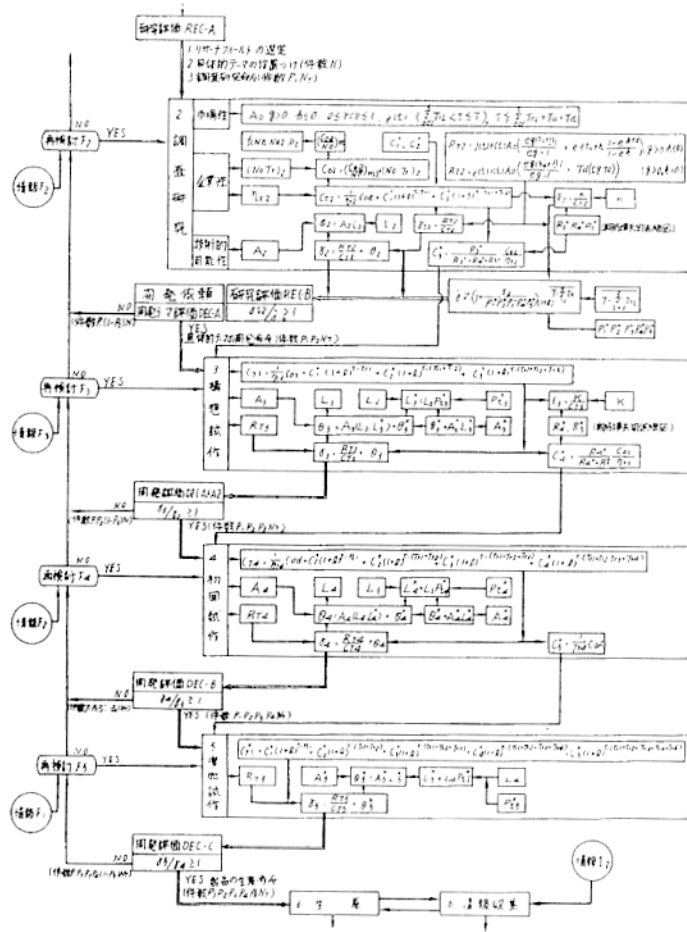
第1図 企業化決心までの過程



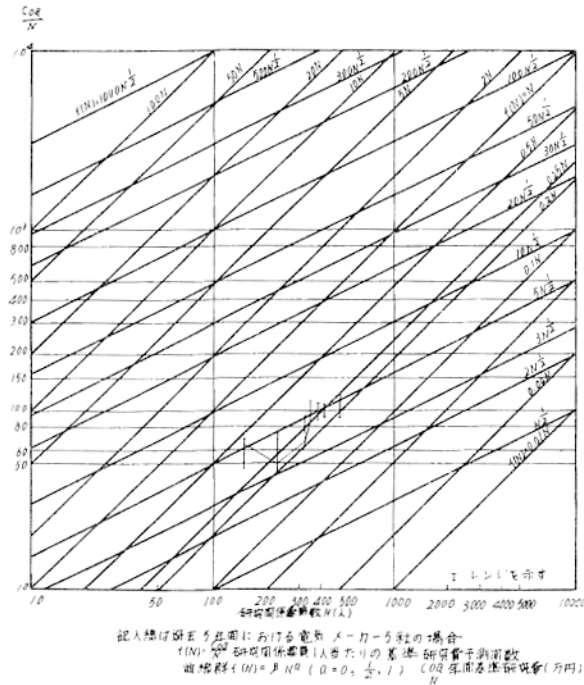
第2図 研究開発段階別研究成果評価のフローチャート



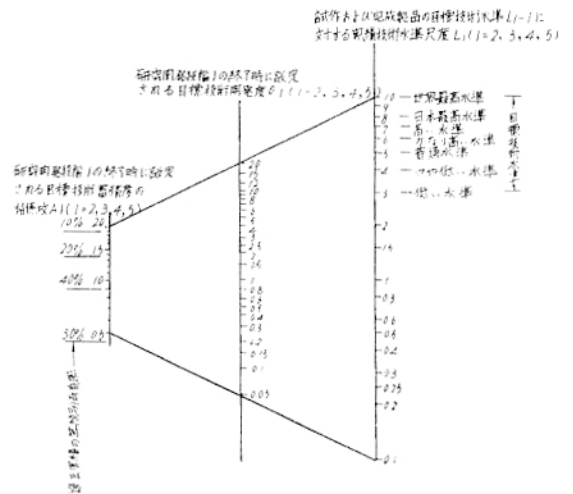
第3図 研究開発段階別研究成果評価の数式フローチャート



第4図 研究関係員1人当たりの基準研究費対研究関係員数関係線図



第5図 研究開発段階別技術開発度θの共線図表



第1表 研究効率 η の評価要因別格付け標準表

格	格係数	難易度 F_1	負荷状況 F_2	直接研究変動費 F_3	u_3 の場合を1とした比率
非常に良い	u_1	3	技術的にみてきわめて容易で必ず成功する	金額はきわめて少ない	0.5以下
良い	u_2	2	比較的容易でまず失敗はない	金額は比較的少ない	0.5~1
普通	u_3	1	技術的にはさほど困難ではないがやってみないとわからない点もある	金額は少なくともないが f_{c0} からみて妥当である	1
悪い	u_4	1/2	技術的にはやや困難であり成功の可能性は少ない	金額は比較的多い	1~3
非常に悪い	u_5	1/3	技術的にはきわめて困難であり成功の可能性がきわめて少ない	金額はきわめて多い	3以上

- (1) 「難易度」とは「要求される客観的技術水準」と「担当プロジェクトチームの現在の技術水準」とのレベル差認識度
 (2) f は直接研究変動費の全研究費を占める割合を表す値

C_0 はプロジェクトの基準研究費

- (3) 研究費の内訳

研究費内訳	
直接研究変動費	研究固定費
研究材料費	人件費
設備関係費	厚生福利費
出願手数料	図書新聞費
交際費	光熱費
通信関係費	事務消耗費
旅行交通費	

第2表 技術蓄積度 A の評価要因別格付け標準表とその事例

格係数	工業所有権登録数 A_1	発表論文数 A_P	過去実績の等級別割合
m_1	1.27以上件/人年	1.40以上件/人年	10%
m_2	0.88~1.26	0.63~1.39	20
m_3	0.31~0.87	0.40~0.62	40
m_4	0.30以下	0.39以下	30

A_1 : 研究担当者1人当りの年間工業所有権登録数 (件/人・年)

の水準等級別格係数

A_P : 研究担当者1人当りの年間発表論文数 (件/人・年) の水

準等級別格係数

第3表 研究投資パターンとその期待損失

研究開発段階	投資比率	成功率	期待損失
1 情報収集段階	R_1	P_1	$R_1(1-P_1)$
2 調査研究段階	R_2	P_2	$(R_1+P_2)P_1(1-P_2)$
3 構想試作段階	R_3	P_3	$(R_1+R_2+R_3)P_1P_2(1-P_3)$
4 初回試作段階	R_4	P_4	$(R_1+R_2+R_3+R_4)P_1P_2P_3(1-P_4)$
5 増加試作段階	R_5	P_5	$(R_1+R_2+R_3+R_4+R_5)P_1P_2P_3P_4(1-P_5)$