

資 料

ライフサイクル・コストの発展

——ライフサイクル・コスト・マネジメントへのアプローチを中心として——

岡 野 憲 治

序文

第1章 ライフサイクル・マネジメント

——ライフサイクル・マネジメント・モデルを中心として——

はじめに

第1節 ライフサイクル・マネジメントの意義

1 システムないしはアイテムのライフ

2 ライフサイクル・コスト

3 ライフサイクル・マネジメント

第2節 ライフサイクル・マネジメント・モデル

1 製造企業のライフサイクル・マネジメント・モデル

2 アメリカ連邦政府のモデル

第2章 製品ライフサイクルのマネジメント

——サスマンの所説を中心として——

はじめに

第1節 製品ライフサイクルの意義

第2節 ライフサイクル収益の創出

1 導入ステージと成長ステージにおける収益の創出

2 成熟ステージにおける収益の創出

3 衰退ステージにおける収益の創出

第3節 ライフサイクル・コストの評価と低減

おわりに

第3章 製品ライフサイクル・コストのマネジメント

——シールズ＝ヤングの組織モデルを中心として——

はじめに

第1節 ライフサイクル・コストとライフサイクル・アプローチ

第2節 製品ライフサイクル・マネジメント

第3節 企業訪問の要約

第4節 製品ライフサイクル・コスト・マネジメント・モデル (PLCCM)

1 PLCCM の目標

2 PLCCM システムのための原則

3 PLCCM システムのためのガイドライン

おわりに

第4章 【資料】アメリカ国防総省のライフサイクル・コスト・マネジメント (LCCM)

はじめに

第1節 ライフサイクル・コスト・マネジメントのためのフレームワーク

第2節 ライフサイクル・コスト・マネジメントに利用される技法と概念

第3節 ライフサイクル・コスト・マネジメントにおけるロジスティクス支援分析と
統合的ロジスティクス

1 ライフサイクル・コスト・マネジメントの意義

2 LCCM プログラムの管理

3 ロジスティクス支援分析の意義 (Logistics Support Analysis: LSA)

4 統合的ロジスティクス支援 (Integrated Logistics Support: ILS)

第4節 ライフサイクル・コスト・マネジメント

——ケース・スタディーを中心として——

1 海軍ライフサイクル・コスト・コントロール (Navy Life Cycle Cost Control
F-18)

2 空軍 ARC-164 のデザイン・ツー・ライフサイクル・コスト (Air Force ARC
-164 Design to LCC)

第5章 ライフサイクル・マネジメント—投資管理のための統合的アプローチ—

はじめに

第1節 ライフサイクル・マネジメントの構成要素

第2節 新型オートバイのケース

第6章 製品ライフサイクル原価概念

はじめに

第1節 最終顧客の製品ライフサイクル原価 (FC)

第2節 生産者の製品ライフサイクル原価 (PC)

おわりに

序 文

1929年から1973年までのおよそ40年間にわたるアメリカ連邦政府による「調達」に関して争われた34件のケースについてアメリカ会計検査局の下した判定が、ライフサイクル・コスト展開の基礎となった。1929年のトータル原価 (Total Cost) 概念を支持する判定に始まり、1930年代のトータル原価概念をめぐる判定、1953年頃からの不確かな原価 (Speculative Cost) 概念をめぐる判定、1963年頃からのライフサイクル原価 (Life Cycle Cost) の具体化と明瞭化をめぐる判定などが、ライフサイクル・コスト生成の萌芽期を形成することになった。トータル原価概念が、ライフサイクル・コストの出発点をなしている¹⁾

1960年代に、アメリカ国防総省がライフサイクル・コストによる調達を實踐できた前提として、その頃までに、維持費の軽減を目的とする信頼性および保全性の研究に進展と完成があったこと、ロジスティクス・マネジメント協会がライフサイクル・コストとしてのロジスティクス・コストの研究を行い、産業界に対してライフサイクル・コストに関する啓蒙活動を展開したことなどを指摘することができる。さらに国防総省は、1971年7月の国防総省通達 5000.1 によって、主要な国防システムの調達においてライフサイクル・コストが実行されることを要求した。1970年代初期において「ライフサイクル・コストとは、ハードウェアとそれに関連する支援物の契約の裁定をするさいに、取得価格と同様に、所有中に発生する運用原価、保全原価、その他の原価などを考慮する調達技法である。この技法の目的は、調達するハードウェアの生涯を通しての全所有原価が、政府にとって最低となることを確実にする点にある²⁾」と説明されている。そして1988年のコンカレント・エンジニアリングに関する報告書にいたるまでの軌跡において、アメリカ国防総省を中心に軍と軍需産業は、ライフサイクル・コストの研究を推進してきた。これに続くアメリカ国防総省と陸・海・空軍を中心とするライフサイクル・コ

スティングの本格的な研究と実践の歴史は、現在、CALSを構築するに至っている。ライフサイクル・コストリングは、デザイン・ツー・コストとかCASBの原価計算基準などとも関係をもつものである。このように、ライフサイクル・コストリング研究の源流の一つは、1960年代のアメリカ国防総省に求められるのである³⁾

1970年代のオイル・ショック時代には、アメリカ商務省を中心とするライフサイクル・コストリング研究が存在する。アメリカ商務省は、民間企業の技術革新の促進を目的として、『実験的技術インセンティブズ・プログラム』を導入した。このプログラムは、民間企業の技術進歩を促進するための調達インセンティブとして、提示価格が最低ではなくとも、技術革新による効率的な運用により、政府にとってのトータル原価が最小となる製品を、ライフサイクル・コストリングを活用して調達することを目的としている。

1977年、カーター大統領は『連邦エネルギー・マネジメント・プログラム』を導入し、1985年までに、現在所有する建築物の平均年間エネルギー消費量の20%の削減と、新しく所有する建築物のその45%の削減を目標とした。このプログラムにライフサイクル原価法が採用され、そのために作成されたガイドブックはライフサイクル・コストリングを次のように説明している⁴⁾

「ライフサイクル・コストリングとは、利用期間中の支出に関連するすべての原価の総額を認識する支出評価方法である。それは評価の技法 (evaluation technique) であって、意思決定に利用するものである。ライフサイクル・コストリングはデータを総合的に取り扱い (synthesize), 論理的な意思決定に貢献する方法であって、それ自体が目的となるのではない。ライフサイクル原価分析とは、各活動ないしはプロジェクトに関するすべての関連原価 (relevant costs) とすべての便益について経済性の評価をなす方法である⁵⁾」そして制約のある予算額の中で、どのプロジェクトへ投資するかを判断するために「投資額対節約額比率 (Savings To Investment Ratio: SIR)」という規準が採用されている。

アメリカ・エネルギー省は、1975年の『エネルギー政策と管理法』、1978年の『国家エネルギー節減政策法』の要求する連邦政府建築物エネルギー保護投資に関するライフサイクル・コスト実践用のガイドブックを作成した。それによれば、「新しい連邦政府の建物のデザインにおいて、原価の評価がライフサイクル原価を基準にして行われる。新しい建物をデザインする場合には、建物の機能要件を満たす最小のライフサイクル原価デザイン案が選択される。エネルギー節減のための投資は、ライフサイクル原価に効果的でなければならない⁹⁾」と主張され、ライフサイクル・コストは次のように説明されている。

「ライフサイクル・コストとは、最初の投資額（廃棄価値を控除したもの）、取替、運用（エネルギー消費を含む）、保全、修理などの原価を割り引いた金額を、建物の研究期間中にわたって集計する経済性評価方法である。さらに、このガイドブックにおけるライフサイクル・コストとは、あるプロジェクトに対する長期にわたる金額的影響を考慮する技法であるライフサイクル原価総額 (Total Life Cycle Cost) 分析、正味便益ないしは正味節約額分析、投資額対節約額比率分析、内部利益率分析などの方法を含む、経済性を評価する方法である¹⁰⁾」そして『エネルギー政策と節減法』により『州エネルギー節約プログラム』が、『国家エネルギー節減政策法』により『消費者用製品効率標準プログラム』がそれぞれ作成されるに至った。これらのプログラムでは、13種類の消費者用製品の最低エネルギー効率標準が設定されている。エネルギー省は、冷蔵庫、冷凍庫、衣類乾燥機、温水器、ルームエアコン、台所用レンジとオーブンなどの消費者用製品のエネルギー効率標準を提示し、州政府に対してライフサイクル・コストを活用して、エネルギー効率を考慮する物品を調達するように求めたのである。そして「ライフサイクル・コストとは、製品あるいは建物を所有することによって発生する原価総額を考慮に入れた調達プロセスであり、特定製品を使用したり、処分するために必要な原価を考察の対象とする¹¹⁾」と理解されている。

1982年にアメリカ議会は、輸送担当機関がバスなどを調達する場合にライフサイクル原価で評価することを命令した。

アメリカ連邦政府を中心とする行政機関が開発したライフサイクル・コストリングは、原価計算システムとして構築されると同様に、政府の調達戦略を支援するコスト・マネジメント思考としても生成し、展開する歴史を歩んでいる。このライフサイクル・コストリングは、政府の作成するガイドブックとマニュアルに沿った実践から生成した「政府と契約企業間ライフサイクル・コストリング」と呼ぶこともできる。

イギリスにおいては、1970年代初頭に始まるイギリス商務省テロテクノロジー委員会を中心とするライフサイクル・コストリング研究が、ライフサイクル・コストリングの源流と認めることができる。それ以来、イギリス政府によるテロテクノロジー政策と国防政策を支援するライフサイクル・コストリングの理論と実践が展開されている。最近のイギリスの研究で注目すべきは、CALSとの関係でライフサイクル・コストリングおよび活動基準原価計算(ABC)が検討されていることである。

そして最新のライフサイクル・コストリング研究は、戦略的コスト・マネジメント、インテグレートド・コスト・マネジメント(Integrated Cost Management)、原価企画、戦略的原価計算、ライフサイクル・コスト・アセスメント、経営環境原価計算などの領域において展開されている。これらの研究は、製品やシステムのもつライフサイクル原価を、企業外部の消費者・環境問題などとの関係において分析し、低減するためにライフサイクル・コストリングが貢献できるという視点から展開されているとみることができる。これらの研究は、企業の立場から研究されているライフサイクル・コストリングと考えることができる。

以上の素描に見るように、現在のところ、ライフサイクル・コストリングに関しては、次のような見解を認識しておく必要があるように思う。すなわち、「ライフサイクル・コストリング(life-cycle costing)には、2つのタイプがあ

る。1つは、製品ないしサービスの供給者側からみたライフサイクル・コストであり、1つは、製品ないしサービスの需要者側からみたライフサイクル・コストである。後者の意味でのライフサイクル・コストは、顧客ライフサイクル・コスト (customer life-cycle costs) と呼ばれる。」「顧客ライフサイクル・コストは、1929年にアメリカ会計検査局 (General Accounting Office) が、『トータル・コスト概念を支持する』判定を下したときに始まるとされている。以後、ライフサイクル・コストは、アメリカ連邦政府の調達政策を支援する『マネジメント思考』として、広く展開し、普及することになった¹⁰⁾」あるいは、「顧客ライフサイクル・コスト (customer life-cycle costs) は、製品ないしサービスが取得され、使用され、そして取り換えられるまでの間の顧客にとってのトータル・コストに焦点をおく。顧客ライフサイクル・コストは、価格決定における重要な考慮事項である。たとえば、フォード社の目標は、100,000 マイル走行における最小の保全を必要とする車をデザインし、より高い価格を設定し、販売することによって、大きなマーケット・シェアを得ることである¹¹⁾」

供給者 (企業) 側「ライフサイクル・コスト (life-cycle costs) は、価格決定およびコスト・マネジメントにおける決定されたコスト (locked-in costs), 原価企画 (target costing), 価値工学 (value engineering) などの重要性を増大する¹¹⁾」

ここで、コスト・マネジメントの意義に関する論者の見解を引用する。この概念については、すでに本格的な研究が存在している¹²⁾

コスト・マネジメントの意義について、「現代のコスト・マネジメントは、価値連鎖における製造とマーケティングの分野だけでなく、研究・開発と製品デザインの役割を強調する。マネジャーの中心となる仕事は、コスト・マネジメントである。コスト・マネジメントとは、絶え間なく原価を引き下げ、しかもコントロールしながら、一方で、顧客を満足させるために行われる活動である。

コスト・マネジメントの重要な構成要素は、上流のマネジメント意思決定が、

下流の原価発生に影響を及ぼすことを認識することにある。¹³⁾」

「コスト・マネジメントとは、原価を発生させる諸要因を識別することである。コストマネジメントは、また、マネジャーが彼らのビジネスに影響を及ぼす要因についての理解を助ける方法によって原価を測定し、分析することでもある。それ故、コスト・マネジメントは、マネジャーが彼らの目的を達成するさいに、効果的なコントロールの遂行を助けるのである。¹⁴⁾」

「コスト・マネジメントとは、正確な製品原価を決定し、ビジネス・プロセスを改善し、浪費を消去し、コスト・ドライバーズを識別し、ビジネス戦略を設定するなどのための諸活動をマネジメントし、コントロールすることである。¹⁵⁾」

そして現在、ライフサイクル・コストイングの新しい観点からの研究は、「ライフサイクル・コスト・マネジメント」の理念によって象徴されるように、マネジメントへのライフサイクル・コストイングの理論的展開という形で現れている。たとえば、「製品ライフサイクル・コスト・マネジメント (Product Life Cycle Cost Management: PLCCM と略称する)」を対象とするシールズ＝ヤングの研究がある。彼らはアメリカとヨーロッパの9社の製造企業を訪問し、製品ライフサイクル・コスト・マネジメントの実践を研究した。企業はPLCCMに関心を寄せているけれども、『costing』と『組織』の視点の両方から必要とされる情報の種類の評価を試みる段階にあり、業績評価との明確な結合を確立できていないと結論づけている。そしてこの研究については次のようにも述べている。

「パラメトリック・モデリングのようなライフサイクル原価に関連する技法のいくつかは、軍需産業において多年に渡り利用されているけれども、Product Life Cycle Costing は、民間企業にとっては、比較的新しい概念である。Product Life Cycle Costing あるいは Whole Life Costing (アイディアの認識からその分野での退却までを対象とする) は、政府と契約を結ぶさいに重要であった。何故なら、政府の関心は、製品あるいはプログラムの原価総額 (entire cost) に関心があったからである。

マーケティング上の製品ライフサイクル概念は、製品の売上高曲線に焦点をおいている。これとは異なる『ライフサイクル・コスト・マネジメント』は、製品を認識し、デザインし、開発し、製造し、配給し、支援するために必要な活動 (activities) の原価に焦点をおく。製品原価の90%は、生産前の製品プランニング・デザイン段階で決定されてしまうので、これらの段階は上手にマネジメントされなければならない。

研究の一つの潜在的な分野は、軍需産業のなかにある。PLCCMが原価の抑制に及ぼす影響を検討する研究は、この会計技法 (accounting technique) を民間企業へ移転するのを促進するかもしれない。PLCCMを研究するさいのもう一つの困難は、製品原価の変化を評価するために要求される長期的な関与である。製品ライフサイクルは、エレクトロニクス産業では短く、航空機産業では長いかもしれないので、いくつかの産業を合理的な期間において研究することは、困難である¹⁶⁾」

また、「企業の立場からするライフサイクル・コスト・マネジメントに関する新しい考えのターニング・ポイントは1986年であった。CAM-Iがスポンサーとなった『Cost Management Systemes Project (CMS)』は、最初に、『Life Cycle Cost Management』のための概念的フレームワークを開発した。(このプロジェクトに関する著書が、*Cost Management for Today's Advanced Manufacturing: The CAM-I Conceptual Design*, Harvard Business School Press, 1988. である。)¹⁷⁾

このプロジェクトは新しいフレームワークを提示し、ライフサイクル・コスト・マネジメントに新たな光を当て、研究の重点を『原価会計システム』から『コスト・マネジメント・システム』へと移行させている。さらに次のような見解がある。

企業がデザイン、調達、製造、販売、配給、支援などのパイプラインの中へ新製品を投入することは、製品がその生涯に消費する資源に関わってくる。問題は、『この新製品が、その生涯において、利益を獲得するかどうか』ということになる。そしてライフサイクル・コスト・マネジメントの遂行に成功した企業は、次

の能力の開発に努力している。

- ・新製品をデザインし、開発し、製造し、配給し、そして支援するために必要な資源総量を予測し、評価するための能力。これは、プロダクトの優先権と実行可能性に関する上流における意思決定のための基礎を提供する。
- ・製品のライフサイクルの間の代替的意思決定が下流の原価に及ぼす影響を評価するための能力（製造プロセスと技術への効果も含む。）
- ・製品のライフサイクルを通じて原価が発生するに従って、原価を報告し、コントロールする、すなわち、原価をマネジメントするための能力。

次に、ライフサイクル・コスト・マネジメントを採用し、遂行するための原則として、以下を指摘できる。

- 1) ライフサイクル・コストについての明確な定義。
- 2) 製品がライフサイクルを動くにつれて、活動と原価にどのような影響が及ぶのかを理解すること。すなわち、コスト・ドライバーズと製品との関係が定義されなければならない。たとえば製品の調達コストは、新しい部品を使うか、現在の部品を使うかの意思決定がなされるデザイン・ステージで決定することができる。また、ロジスティクス・コストは、製造バッチ・サイズによって影響を受ける。このような理解を上流の意思決定の中に統合することが重要なのである。

最後に、ライフサイクル・コスト・マネジメントの組織上の意味を理解しなければならない。ライフサイクル・コスト・マネジメントは、コストを単に期間的に報告するのではなく、ライフサイクル・コストを報告するプログラム以上のものを含んでいる。原価を期間についてではなく、『製品のライフサイクル』について報告することが、組織にとってどのような意味があるのかを分析しなければならない。ライフサイクル・コスト・マネジメントの導入は、企業文化に大きなシフトをもたらさなければならない。ライフサイクル・マネジメントは、プロセスを強調する水平的視点を必要とする。意思決定は、下流へのインパクトの側面から評価されなければならない。製品のあるステージでコストを

最小化するマネジャーは、下流のコストおよび利益が逆の影響を受けるかもしれないことを認識していなければならない。ある企業では、ライフサイクル・コスト・マネジャーという地位を作り、ライフサイクル・コスト・マネジメントによる企業文化の移行を考えている¹⁸⁾」

以上の引用に見るように、ライフサイクル・コスト・マネジメントへのライフサイクル・コストイングの理論的展開の一側面は、製品原価計算 (Product Costing) をコスト・マネジメント・システムの中においてどのように位置づけるかの研究として理解することができるのである。「新しい原価計算手法を体系化する場合には、その理論的基礎を明確にする必要がある¹⁹⁾」けれども、この分野においては、今のところ、体系化を模索中の段階である。

本稿では、マネジメントへのライフサイクル・コストイングの展開に関する多様な研究を検討する。すなわち、各モデルの中でライフサイクル・コストイング思考といえるものが、概念的あるいは理論的にどのように組み込まれ、そして展開されているのかを研究することが、本稿の課題である。そのために、次の3つの特徴をもつ戦略的コスト・マネジメントへのライフサイクル・コストイングの展開は、残された研究課題としている²⁰⁾

- 1) 市場志向性が強い概念。顧客ニーズに適合する品質・機能をもつ製品を適時に提供することができるようにコストを管理する視点。
- 2) 組織内外のネットワークの関係に基づくトータルな原価低減活動が重視される。
- 3) 短期的な原価削減よりも長期的なコスト・マネジメント活動が重視される。

注

1) 岡野憲治「ライフサイクル・コストイング研究の源流」

『会計』第147巻 第6号, 1995年6月。pp. 75-90.

岡野憲治「ライフサイクル・コストイングの一形態」『松山大学論集』第7巻 第3号, 1995年8月。pp. 35-72.

U. S. General Accounting Office., *Ways To Make Greater Use Of The Life Cycle Costing Acquisition Technique In DOD*. U.S. National Technical Information Service. 1973.

U. S. Logistics Management Institute., *Life Cycle Costing in Equipment Procurement, LMITask 4c-5 Report*. U. S. National Technical Information Service. 1965

U. S. Logistics Management Institute. *Life Cycle Costing in Industry*. U. S. National Technical Information Service. 1967.

U. S. Logistics Management Institute. *Life Cycle Costing in Equipment Procurement-Supplemental Report to the Department of Defense*. U. S. National Technical Information Service. 1967.

U. S. Logistics Management Institute. *A Review of General Accounting Office Decisions on Life Cycle Costing*. U. S. National Technical Information Service. 1974. (中神芳夫翻訳・監修『VE資料 30 LCC Work Book 米国連邦政府調達庁(GSA)編 日本VE協会1977年。)

2) U. S. Department of Defense. *DOD Guide LCC-1, Life Cycle Costing Procurement Guide (Interim)*. 1970. p.1-1 を参照。

U. S. Department of Defense., *DOD Guide LCC-2, Casebook-Life Cycle Costing in Equipment Procurement.*, 1970. Preface の説明を参照。

3) アメリカ国防総省におけるライフサイクル・コストイングの歴史については、次の文献が参考になる。

Busek. R. Joseph Jr., 1976. *A Historical Analysis of Total Package Procurement, Life Cycle Costing, and Design to Cost*. U. S. National Technical Information Service.

Dover. Lawrence E. and E. Billie Oswald, Jr., *A Summary and Analysis of Selected Life Cycle Costing Techniques and Models*. U. S. National Technical Information Service. 1974.

4) 岡野憲治「ライフサイクル・コストイングの一形態」『松山大学論集』第7巻第3号, 1995年8月。pp. 51-78.

5) Reynolds, Smith and Hills Architects-Engineers-Planners, Inc., *Lifecycle Costing Emphasizing Energy Conservation Guidelines for Investment Analysis*. U. S. National Technical Information Service 1976. p. 1-1 と p. 1-2 を参照。

岡野憲治「ライフサイクル・コストイングとエネルギー原価管理」『松山大学論集』第8巻第5号, 1996年12月。pp. 51-78.

6) Ruegg, Rosalie T., John S. McConnaughey, G. Thomas Sav and Kimberly A. Hockenbery. *Life-Cycle Costing. A Guide for Selecting Energy Conservation Projects for*

Public Buildings. (Building science series 113) U. S. Department of Commerce. U.S. National Technical Information Service. 1978.

Ruegg, R. T., *Life-Cycle Costing Manual for the Federal Energy Management Program : A Guide for Evaluating the Cost Effectiveness of Energy Conservation and Renewable Energy Projects for New and Existing Federally Owned and Leased Buildings and Facilities.*

U. S. National Technical Information Service. 1987. pp. 1-2 を参照。

7) Ruegg, R. T., *Life-Cycle Costing Manual for the Federal Energy Management Program : A Guide for Evaluating the Cost Effectiveness of Energy Conservation and Renewable Energy Projects for New and Existing Federally Owned and Leased Building and Facilities.*

U. S. National Technical Information Service. 1987. p. XX を参照。

8) Coe, Charles K. Life Cycle Costing by State Governments, *Public Management Forum* 1981. (September/October): pp. 565-569.

9) 岡野憲治「ライフサイクル・コストニングの特質に関する一考察—調達戦略としてのライフサイクル・コストニングの展開を中心として」『原価計算研究』 Vol. 21, No. 1. p. 47.

10) 廣本敏郎『原価計算論』中央経済社, 1997年, pp. 398-405.

11) Horngren, C. T., G. Foster, and S. M. Dater, *Cost Accounting : A Managerial Emphasis*, 9th ed. Prentice-Hall, 1997. pp. 1-3, pp. 446-449.

12) 溝口一雄『近代原価計算—原価管理—』国元書房, 1978年, p. 158.

宮本匡章「コスト・マネジメント」(溝口一雄編著『経営統制』, 1971年, pp. 143-197 に所収)

13) Horngren, C. T., G. Foster, and S. M. Dater, *Cost Accounting : A Managerial Emphasis*, 9th ed. Prentice-Hall, 1997. pp. 1-3, pp. 446-449.

14) Bellis, Robin Jones, Activity-based cost management, in Drury, Colin ed. *Management Accounting Handbook*, Butterworth-Heinemann, 1992. p. 101.

15) Brimson, J. A., The Basics of Activity-based Management, in Drury, Colin ed. *Management Accounting Handbook*, Butterworth-Heinemann, 1992. p. 98.

16) Young, S. M. and F. H. Selto, New Manufacturing Practices and Cost Management: A Review of the Literature and Directions for Research. *Journal of Accounting Literature*, Vol. 10, 1991, pp. 265-297. p. 276.

17) Ansari, Shahid L., Jan E. Bell and the CAM-I Target Cost Core Group, *Target Costing : The Next Frontier in Strategic Cost Management*, Irwin, 1997. p. 57.

Berliner, C. and J. A. Brimson eds. *Cost Management for Today's Advanced Manufacturing : The CAM-I Conceptual Design*, Harvard Business School Press, 1988.

- (長松秀志監訳『先端企業のコスト・マネジメント』中央経済社, 1993年。)
- 18) Kammlade, John G., Life Cycle Cost Management, *Journal of Cost Management*, Spring 1989. p. 3.
- 19) 尾畑 裕「原価計算論の再構築—ドイツにおける原価理論・原価計算・コントローリングの発展に学ぶ」『会計』第149巻第4号。1996年4月。pp. 15-28。
- 20) 小林哲夫稿「戦略的コスト・マネジメント」『会計学大辞典：第四版』中央経済社, 1997年, pp. 651-652。
- 小林哲夫「戦略的コスト・マネジメントへのアプローチ」『国民経済雑誌』第167巻第4号, pp. 21-41。
- 小林哲夫『現代原価計算論—戦略的コスト・マネジメントへのアプローチ—』中央経済社, 1993年。
- 小林哲夫「ライフサイクル・コストと原価企画」『国民経済雑誌』第173巻第3号, pp. 1-13。

第1章 ライフサイクル・マネジメント

—ライフサイクル・マネジメント・モデルを中心として—

はじめに

ここでは、ライフサイクルの概念は生物学、生命組織の科学において確立されていることを認識する実務家が理解する「ライフサイクル・マネジメント」概念を検討する。ここで取り上げる例は、プロジェクトのライフサイクル・マネジメントであると理解できよう!

第1節 ライフサイクル・マネジメントの意義

1 システムないしはアイテムのライフ

システムないしはアイテムのライフとは、それらの据え付けに始まり、それらにたいするニーズが終了するまでの期間についての予測あるいは計画である。システムないしはアイテムのライフは、機器の実際のライフと同義語ではない。

2 ライフサイクル・コスト

ライフサイクル・コストは、主要システムの見積り有用ライフ間における、そのデザイン、開発、製造、運用、保全および支援などによって発生する、あるいは発生すると予測される直接原価、間接原価、繰り返し発生する原価、繰り返しては発生しない原価、そしてその他の関連原価などの総額を意味する。

3 ライフサイクル・マネジメント

ライフサイクル・マネジメントとは、3つの主要な協同的、職能的側面であるプランニング、モニタリングそしてコントロールに焦点をおくことである。ライフサイクル・マネジメント (LCMと略称する) 概念はプロセス・コントロールにおいて大いに普及しており、プロジェクトあるいは識別できるマネジメント実体に関する全体観的考え方である。たとえば、アメリカ国防総省には、図表1のような概念が存在している²⁾

図表1 プロジェクト・ライフサイクル・マネジメントの
6つの段階と30のタスクの詳細図 (アメリカ国防総省指針 7920.1)

ライフ サイ クル ・ マ ネ ジ メ ン ト	第1段階	ミッションの 分析とプロ ジェクトの開 始	1 性能要求を識別する 2 ニーズを確認する 3 代替的な機能コンセプトを調査する 4 承認を獲得する
	第2段階	コンセプトの 開始	5 代替案を総合的に取り扱う 6 代替案を評価する 7 更なる検討のために1つないしはそれ以上の案を推挙する 8 性能コンセプトを実物によって説明する 9 モデルの作成とシミュレーション 10 コンセプトの承認
	第3段階	定義とデザイン	11 性能要求を定義する 12 システムおよびサブシステムの明細な説明 13 実施可能なシステムをデザインする 14 ADPおよびテレコミュニケーションズの技術的な適応性を確認する 15 システム開発の承認
	第4段階	システムの開発	16 文書化されたプランによって支援される開発 17 ソフトウェア・コンセプト： トップ・ダウン・デザイン・プログラマー・チーム 18 標準的な高い規則性をもつ言語 19 システムの統合，テスト，評価，文書化 20 運転の承認
	第5段階	配置とオペ レーション	21 承認された運転プランの実行 22 他のサイトへの拡大 23 予算の承認 24 あらゆる変更についてのコントロール 25 システムの保全と修正 26 定期的な再評価 27 質的に向上させるか仕事を分担させる
	第6段階	移行ないしは 終了	28 拡大するか 29 縮小するか 30 終了

第2節 ライフサイクル・マネジメント・モデル

1 製造企業のライフサイクル・マネジメント・モデル³⁾

ここでは、コンピュータのプロセッサを製造する企業のライフサイクル・コスト・モデルを図表を利用して検討する。

この企業は、販売価格が1台あたり100,000ドルのプロセッサを1,000台製造し、売上高を1億ドルとする予定であるとする。「図表2」は、プロセッサ・デザインが承認された3年後に、プロセッサの船積みが始まり、6年後にそれがピークに達し、10年後に終了することを示している。それはまた、据え付けられるプロセッサの数が10年後にピークに達することを意味している。

次に、図表3は、このプロジェクトに関連する原価の詳細を表現している。開発原価は第3年度後にピークとなり、第5年度後に終了する。マーケティング（販売）原価は第2年度後に発生し始め、第5年度後にピークに達し、第9年度後に終了する。製造に関連する原価は、第4年度に開始し、第6年度後にピークに達し、そして製造ラインが閉鎖される第9年度後に終了する。保全原価は第4年度後に発生し始め、第11年度後にピークに達し、第20年度後に終了する。

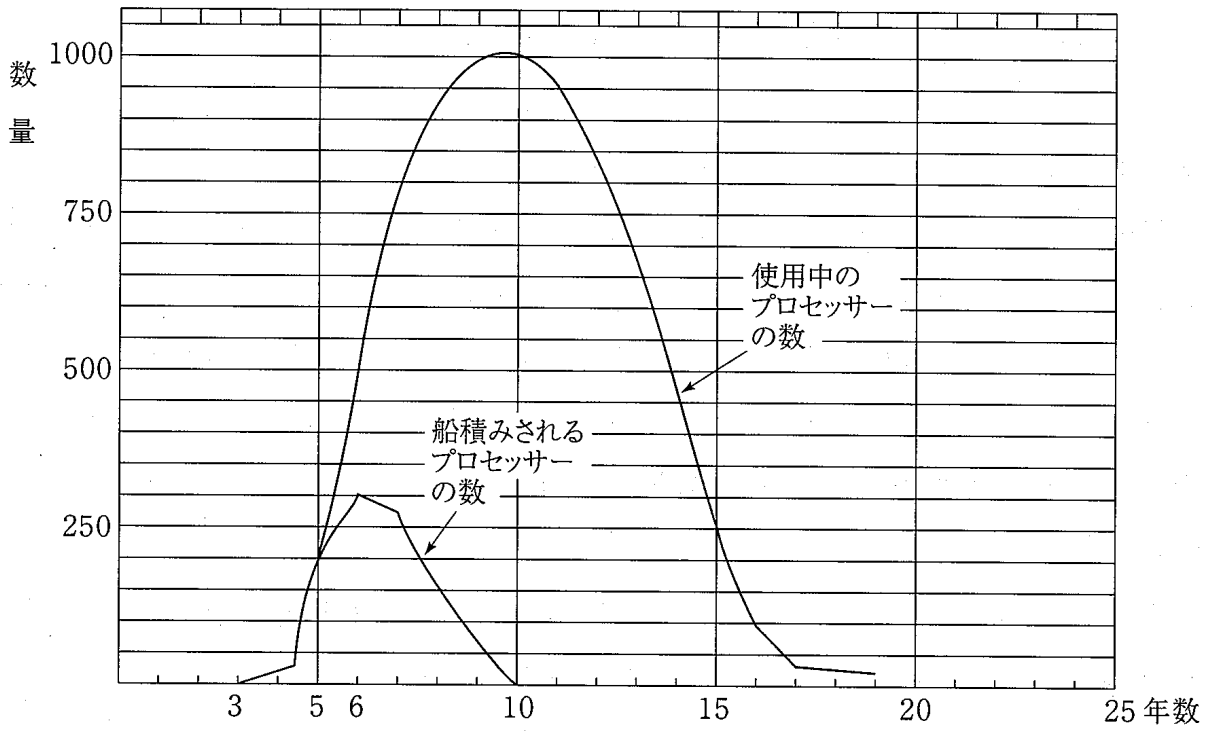
支援原価は、原価総額の1パーセント以下になると計算されている。

売上収益をモデルに組み込んでいることを表現するのが図表4である。売上収益のうち、70%はリースからのものであり、30%が直接の売上によるものである。

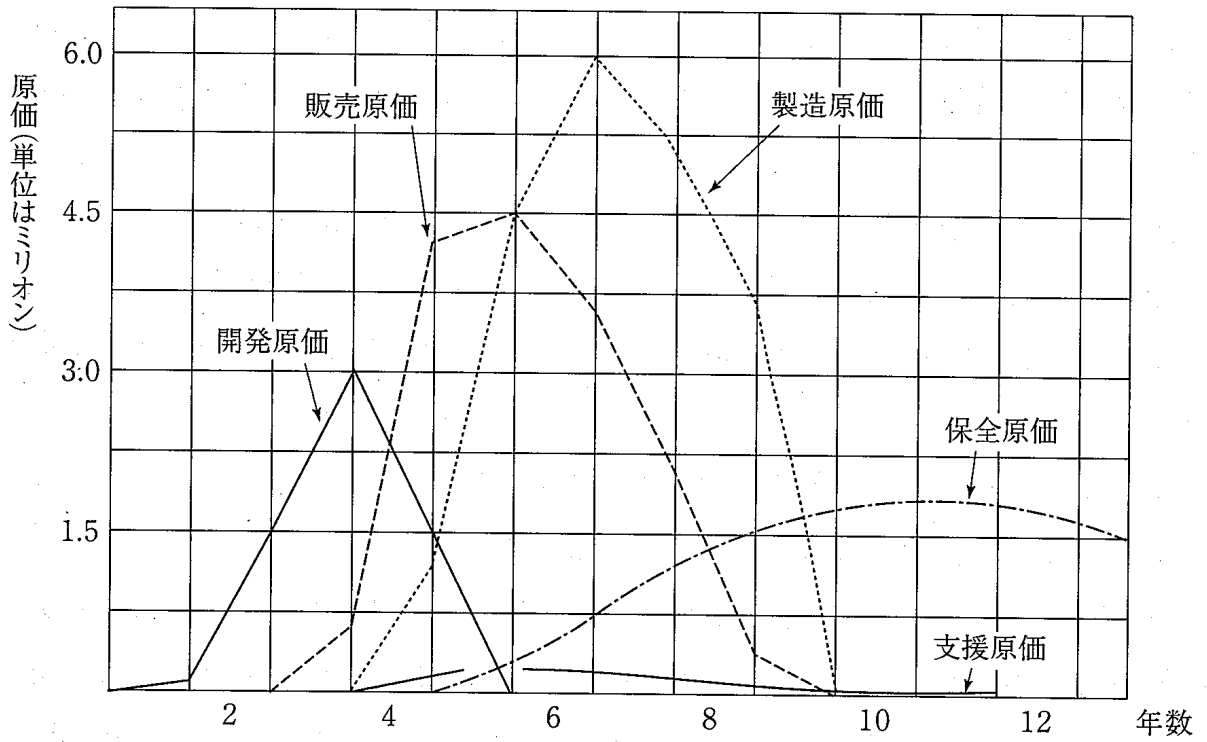
キャッシュ・フローの累計を示すのが図表5である。お金のコストは10%と仮定されている。第12年度が分岐点となっている。

第19年度に、すべての台数をリースにするという代替案は、300万ドルの累計利益総額となる。この案では、最初の7年間で損失が発生させている。それに対して、すべての台数を直接販売にするという代替案は、200万ドルの累計利益総額となる。この案では、第5年度が、分岐点となる。

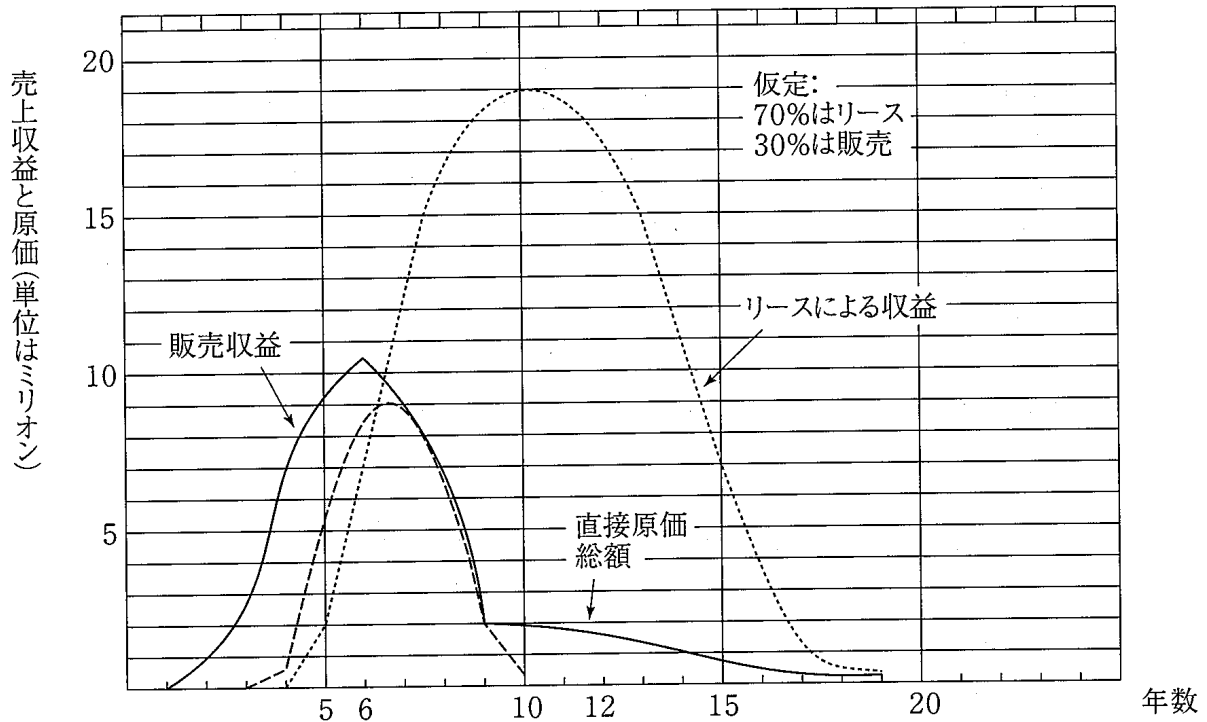
図表2 プロセッサの船積み数と累計数



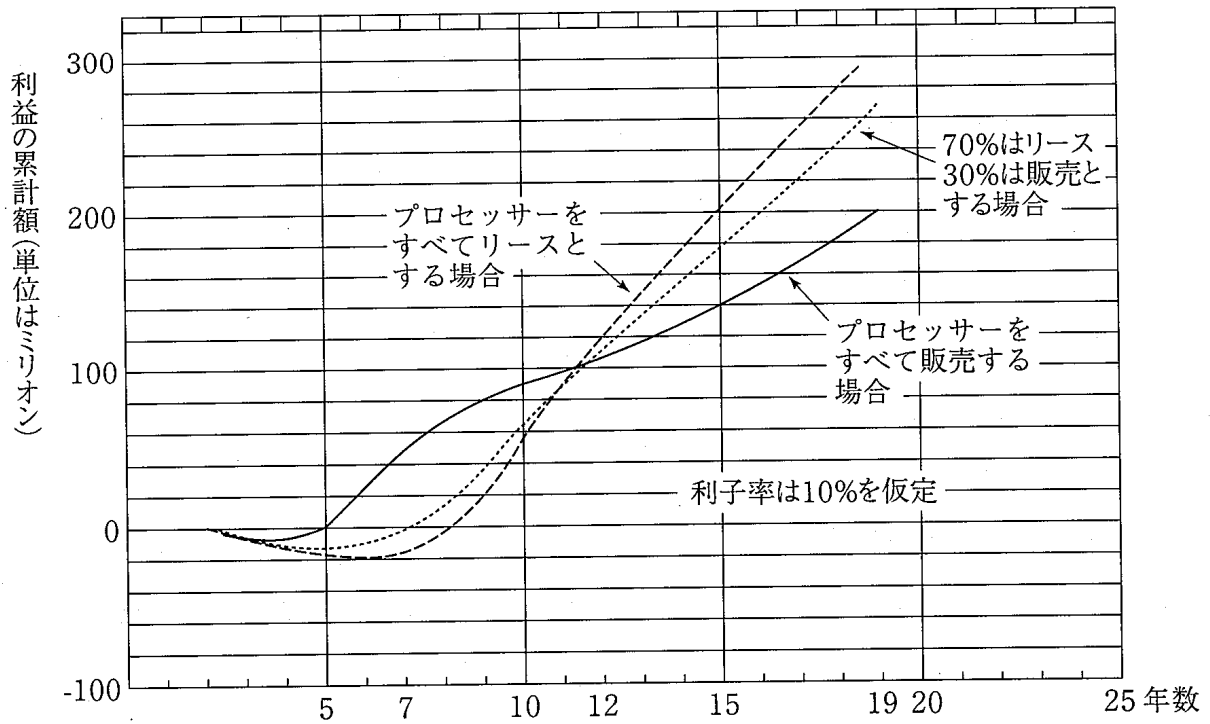
図表3 原価概念と原価額



図表4 売上収益と原価総額



図表5 利益の比較



図表6 費用便益分析：内国歳入システム（単位は100万ドル）

概 念	調整済原価	概 念	調整済便益
開発原価	107.0	監査	956.4
資本投資額	260.5	インテリジェンス	195.2
リースおよび他の原価	84.5	税金還付処理	164.8
設備保全原価	137.9	その他	122.4
ソフトウェア保全原価	121.9		
運転員原価	552.5		
コスト総額	1,264.3	便益総額	1,538.8

図表7 費用便益分析：国防システム部門（単位は千ドル）
一開発と遂行のコスト一

資本原価		8,455.9	ドル
転換原価			
ADP 人件費	22,406.5		
他の人件費	23,314.1		
その他	20,156.4		
小計		65,877.0	
国防総省原価総額		74,332.9	
年間の運用原価		38,200.0	
ライフサイクル原価		112,532.9	
定量化可能な便益額		0	

ここで説明したモデルは、5個の原価概念と2個の売上収益概念によって構成されている。

2 アメリカ連邦政府のモデル⁴⁾

ここでは、顧客側の視点からのライフサイクル・マネジメントを検討する。図表6は、アメリカ内国歳入庁による、10年の経済的年数を持つ専門化されたコンピュータについての費用便益分析を詳細に示している。

特別な目的を持つこの税金管理システムは、その借方（左側）に1,264.3 ミリオン（100万）という合計額を示している。

基本的なハードウェア・コスト 260.5 ミリオンは、システムのライフサイクル・コストの 20.6%を示している。リースと他のコストの 84.5 ミリオンドルを加えても、ハードウェアのコストは、27%より以下である。ソフトウェア保全コスト (107.0) の数字は、ハードウェアとソフトウェアの両方に含めては計算できない。

ソフトウェア保全のための年間の 121.9 ミリオンは大きな額である。『人件費』は、10 年間にわたって約 5 億ドルである。

貸方 (右側) は、このコンピュータ・システムが、そのライフサイクル・コスト以上を稼得すること、すなわち、便益を示している。

コンピュータ化された税金監査は、毎年、およそ 1,000 ミリオンドルを連邦政府の財源の中にもたらすと期待されている。納税者の還付を準備することは多くの間違ったファイリングを消去することで 160 ミリオンドルのプラスをもたらす。

もう 1 つのライフサイクル・マネジメントのケース・スタディーは図表 7 に示されている。これはアメリカ国防総省ロジスティクス部の費用便益分析を示している。この例においては定量化が可能な便益について『ゼロ金額』と示している。軍事オペレーションと国防オペレーションの便益をどのように定量化するのが問題である⁵⁾

注

- 1) Hammer, Carl, Life Cycle Management, *Information & Management*, 4, 1981, pp. 71-81.
- 2) Hammer, Carl, op. cit., 1981, p. 73.
- 3) Hammer, Carl, op. cit., 1981, pp. 74-76.
- 4) Hammer, Carl, op. cit., 1981, p. 78.
- 5) Hammer, Carl, op. cit., 1981, p. 79.

第2章 製品ライフサイクルのマネジメント

——サスマンの所説を中心として——

はじめに

製品ライフサイクルに関する1つの視点は、収益の創出に焦点をおくものであり、その基礎をマーケティングとビジネス戦略に持っている。もう一つの視点は、コスト低減およびコスト抑制に焦点をおくものであり、その基礎をデザイン・エンジニアリングとプロジェクト・マネジメントにおいている。ここでは、これら学科目における諸概念を、ライフサイクル・マネジメントのためのフレームワークに統合するサスマンの所説を検討する。サスマンは、製品ライフサイクルの異なるステージにおいて収益を創出し、原価を低減するためにとられる諸活動の影響を評価するためのフレームワークを提示している¹⁾。

第1節 製品ライフサイクルの意義

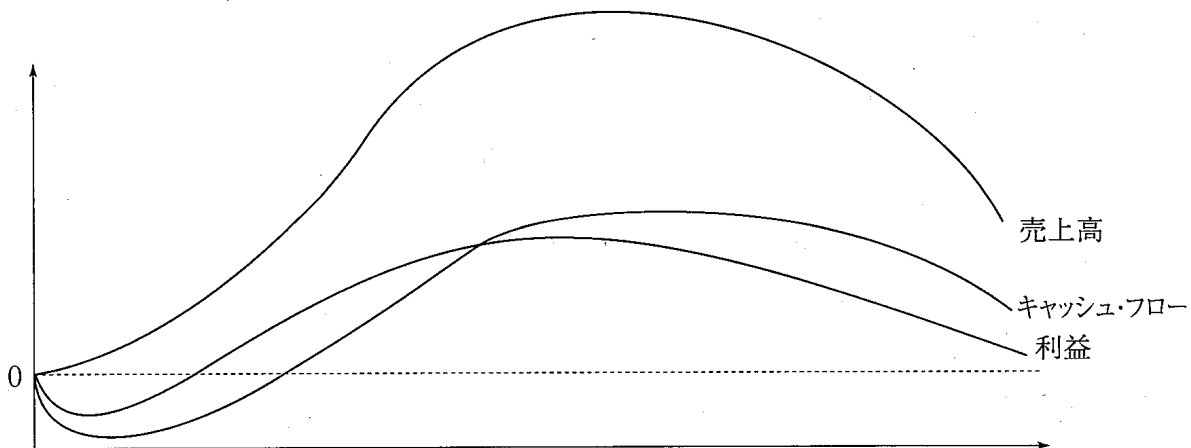
まず、製品ライフサイクルは、マーケティングと生産の視点から考えることができる。マーケティング視点からの製品ライフサイクルの各ステージは、売上高曲線を基礎にして、導入、成長、成熟、衰退の4つのステージに区分する。次に、生産視点からの製品ライフサイクルは、諸活動のタイプを基礎にして、製品の概念作り、デザイン、開発、生産、ロジスティクス支援の5つに区分する。

サスマンはライフサイクル利益の追求が理論的に理想であると考え、製品ライフサイクル・マネジメントの目的を製品全体ライフにわたる利益の最大化であるとしている。したがって、製品ライフサイクルのすべてのステージにおいてコストを最小化することと収益を最大化することが、必ずしも、この目的の達成へと導かない。製品ライフサイクル概念が、ライフサイクル利益を最大化するために体系的な努力をするための基礎となっている。

また、ライフサイクル利益の追求は、生産者が製品ライフサイクルをマーケ

ティング視点と生産視点の両方から考えることを要請する。この2つの視点から見るステージ間の関係は、4つのマーケティング・ステージと5つの生産ステージを統合する図表1に示されている。図表1は、戦略目標にたいする生産ステージの重要性、マーケティング・ステージと生産ステージの関係、戦略目標タイプと業績および費用指針を要約して示している。このような考えの基礎となっているのは、図表2に見られるように、1970年代のマーケティング理論研究の蓄積である²⁾

図表1 製品ライフサイクルのマーケティングと製造ステージの関係



販売ステージ	導入期	成長期	成熟期	衰退ないし(復活期)
戦略目標	売上高の成長	売上高の成長	利益	キャッシュフロー
製造ステージ	デザインと開発	デザインと開発	製造とロジスティクス	製造とロジスティクス
業績指針	品質とサービス	品質とサービス	価格	価格
費用指針：				
●プロダクトの研究開発費	高い	中くらい	中くらい	低い (中くらい)
●プロセスの研究開発費	中くらい	高い	高い	低い (中くらい)
●広告費	中くらい	高い	中くらい	低い (中くらい)
●工場と設備費	低い	高い	中くらい	低い (低い)

図表2 製品ライフサイクルの各ステージの重要な戦略要素および戦略

導入期	成長期	成熟期	衰退期
<p>Hofer (1975):</p> <ul style="list-style-type: none"> • 製品の新しい • 製品デザインにおける技術変化の速度 • 製品の忠誠心 • 製品差別化の程度 • 価格の需要弾力性 • 企業の市場シェア • 製品の品質 • 限界的工場サイズ 	<p>Rumelt(1979):</p> <ul style="list-style-type: none"> • 価格 • 製品の性能 • 配給チャネルへの接近 • 生産特性とセグメントの対応 • 生産・販売の能率・規模の経済 	<p>Hofer (1975):</p> <ul style="list-style-type: none"> • 買手のニーズ • 製品多様化の程度 • プロセス・デザインにおける技術変化の割合 • 販売セグメンテーションの程度 • 製造付加価値にたいする配給コストの割合 	<p>Hofer (1975):</p> <ul style="list-style-type: none"> • 買手の忠誠心 • 製品差別化の程度 • 価格の需要弾力性 • 企業の市場シェア • 製品の品質 • 限界的工場サイズ
<p>Hay & Ginter (1979)</p> <p>Wind (1981)</p> <ul style="list-style-type: none"> • 購買頻度 • 広告宣伝 • 製品の高価格決定 • 不調和な配給 	<p>Hay & Ginter (1979), Wind (1981):</p> <ul style="list-style-type: none"> • 差別化製品の広告宣伝 • 製品の差別化 • 価格の引き下げ • 販売経路の数が減少し始める 	<p>Hamermesh & Silk (1979):</p> <p>(不振な産業)</p> <ul style="list-style-type: none"> • 成長セグメントを識別し、創造し、開発すること • 製品品質、革新的製品改善を強調すること • 製品システムと配給システムの能率を体系的に改善する • 製造プロセスを改善し、コスト低減をはかる。 	<p>Hay & Ginter (1979)</p> <p>Wind (1981):</p> <ul style="list-style-type: none"> • 広告宣伝の低下 • 製品の多様化 • 販売経路の減少
<p>Hambrick et al. (1982):</p> <ul style="list-style-type: none"> • 工場設備の新しさと資本強度 • 従業員の生産性 • 製造、研究・開発、販売の原価 • 新製品 	<p>Hall (1980):</p> <ul style="list-style-type: none"> • 利益を得る営業量および市場シェア成長を達成するために承認できる品質および価格政策と連携し、競争相手よりも低い配給コスト・ポジションを占めること。 • 競争相手よりも高い製品・サービス品質を達成すること。 	<p>Hambrick et al (1982):</p> <ul style="list-style-type: none"> • キャパシティの利用 	<p>Harrigan (1979):</p> <ul style="list-style-type: none"> • 産業構造と競争相手の強みと弱点を強調するコンテナー・アプローチ
<p>MacMillan Et al. (1982):</p> <ul style="list-style-type: none"> • 資本強度と製造原価引下げによる利益増大 • 利益へ貢献する付加価値 • プレミアム価格による利益の改善 • 販売力関係費用の回避 • 製品研究・開発費の回避 	<p>Hamermesh, Anderson, & Harris (1978):</p> <ul style="list-style-type: none"> • セグメンテーション • 研究開発費用の能率的な利用 • 最高経営責任者の影響力の行使 • 市場シェア成長を強調しない 	<p>MacMillan et al. (1982):</p> <ul style="list-style-type: none"> • 従業員生産性、キャパシティの利用、製品品質の強調 • 資本強度と製造コストの引き下げによる利益の増加 • 利益へ貢献する付加価値 • 製品研究・開発費の回避 • 異常な販売費の回避 • プレミアム価格による利益の増加 	<p>Harrigan (1979):</p> <ul style="list-style-type: none"> • 産業構造と競争相手の強みと弱点を強調するコンテナー・アプローチ

第2節 ライフサイクル収益の創出³⁾

1 導入ステージと成長ステージにおける収益の創出

新しい産業においては、企業間の競争は、製品の性能に基づいている。さらに、導入ステージと成長ステージにおいて基本的な価格意思決定をしなければならない。長期的な戦略が自らを競争相手と差別化することにあると考えるならば、企業は高い価格を課すかもしれない。あるいは、習熟曲線を追求することによって経済性を得ることができ、コストは生産量が増加するにつれて下がるという予測をして、将来へ向けての低価格戦略を取るかもしれない。

しかしながらこのステージの間に製品について利益を生み出す企業は少ししかない。キャッシュフローも負となる傾向にある。スタートアップと成長ステージは売上高に対する製品プロセスについての多額の研究開発コスト、高い広告コスト、工場と設備における巨大な投資などによって、特徴づけられるのである。

2 成熟ステージにおける収益の創出

製品の成熟ステージの間に利益は最高値に達し、そして横ばい状態になり始める。

新製品を成熟産業の中へ導入する企業は、注意を価格戦略に向けなければならない。

3 衰退ステージにおける収益の創出

製品の売上高は、市場が飽和状態になっているために、あるいは消費者の選好が変化するために、あるいは技術進歩がより優れた製品を開発するために、衰退する。企業は製品を継続的に改善したり、新しいユーザーを見つけることによって、あるいは、現在の製品の新しい利用を見つけることによって、製品売上高を回復することができる。

第3節 ライフサイクル・コストの評価と低減⁴⁾

すでに述べたように、生産ライフサイクルは、遂行される諸活動のタイプに

よって、製品の概念作り、デザイン、開発、生産、ロジスティクス支援という5つのステージに区分できる。生産ステージの完了後、製品は消費者に送られる。消費者の製品に関する諸活動は、オペレーション、支援、処分ステージの3つに区分できる。

生産と消費において発生するライフサイクル・コストを評価する1つの方法は、5つの製造ステージと3つの消費ステージごとにコストをグループ化し、ステージごとにコストの配分を考える方法である。この方法は、ライフサイクル・コスト総額の中、最も高いコストが発生するところを識別するのを可能にする。

コストを評価するもう1つの方法は、製造と消費のライフサイクル・ステージにわたるコストを累積する方法である。

ライフサイクル・コストの低減には、次の点を考慮すべきである。

- ・ライフサイクル・コストを低減することのできる活動を識別すること。
- ・製品に使用される部品の種類と数に焦点をおき、仕損じリスクの少ない部品をデザインし、製造容易性をデザインすること。
- ・企業は進んだ製造技術を購入し、据え付けることによって製造コストを引き下げる。CAM, CAD, CIMなどのテクノロジーへの投資がコストを引き下げることになる。
- ・他のコスト引き下げ方法は、より少ない棚卸資産、より少ないフロアスペース、より短いスループット時間、より高い品質（これはより少ないスクラップ、より少ない作り直しのコスト、保証コストの低減）などである。
- ・習熟曲線を考慮に入れることも重要である。
- ・将来に向けての価格決定戦略は、累加的数量を通してのプロダクト・コストの引き下げを前提としている。
- ・規模と範囲 (Scope) の経済性を考慮に入れることも重要である。

規模と範囲の経済性は補足し合う。前者はコストを営業量に関連づけ、後者はコストを多様性に関連づける。工場は、規模の経済を同一の製品を大量に

図表3 収益を生み出す活動とコストを引き下げる活動

収益を生み出す活動

- 製品の改善 a
 - ・ 特色
 - ・ 性能
 - ・ 耐久性
- 保全性能 (Maintability)
- サービス性能 (Serviceability)
- 顧客サービス
 - ・ 迅速な配達
 - ・ 直通電話
- 製品の注文生産化 (Customization)
- 拡張された製品ライン
- 製品の保証 (Warranty)
- 新しい使用法, 新しい利用者
- 価格の引き上げ b
- 広告宣伝 c

コストを引き下げる活動

- 新しいプロセス
- 累計的な生産量 (Volume)
 - ・ 経験曲線 d
- 平均的な生産量
- キャパシティーの利用
- 集中した工場
 - ・ 協働 (Coordination) コスト
- 進んだ製造テクノロジー
 - ・ 少ない仕掛品と補修品
 - ・ 棚卸資産, フロアー, 空間
- 製造のためのデザイン
 - ・ 少ない組立時間
 - ・ 訓練のコスト
 - ・ 保証コスト
 - ・ 予備部品
- 補給支援のためのデザイン
- 保全性能 (Maintability) のためのデザイン
- 信頼性 (Reliability) のためのデザイン

- a この3つの製品属性は、品質の製造基準定義に比較して、品質の製品基準定義の中に含まれる。品質の製造基準定義の中に含まれる属性は、信頼性 (Reliability) および標準との適合性 (Conformity) である。
- b これは、利用出来る製品代用品、顧客の忠誠、取り替えるコスト、需要弾力性にたいする他の貢献者などの支配を受ける。
- c 有効性は、当該企業の製品と競争相手の製品についての現在の顧客の世間なれに依存する。
- d 曲線の速度は、製品の標準化に依存する。

製造することによって達成することができる。

図表3は、収益の創出とコストの低減のために仮定される諸活動を要約している⁵⁾

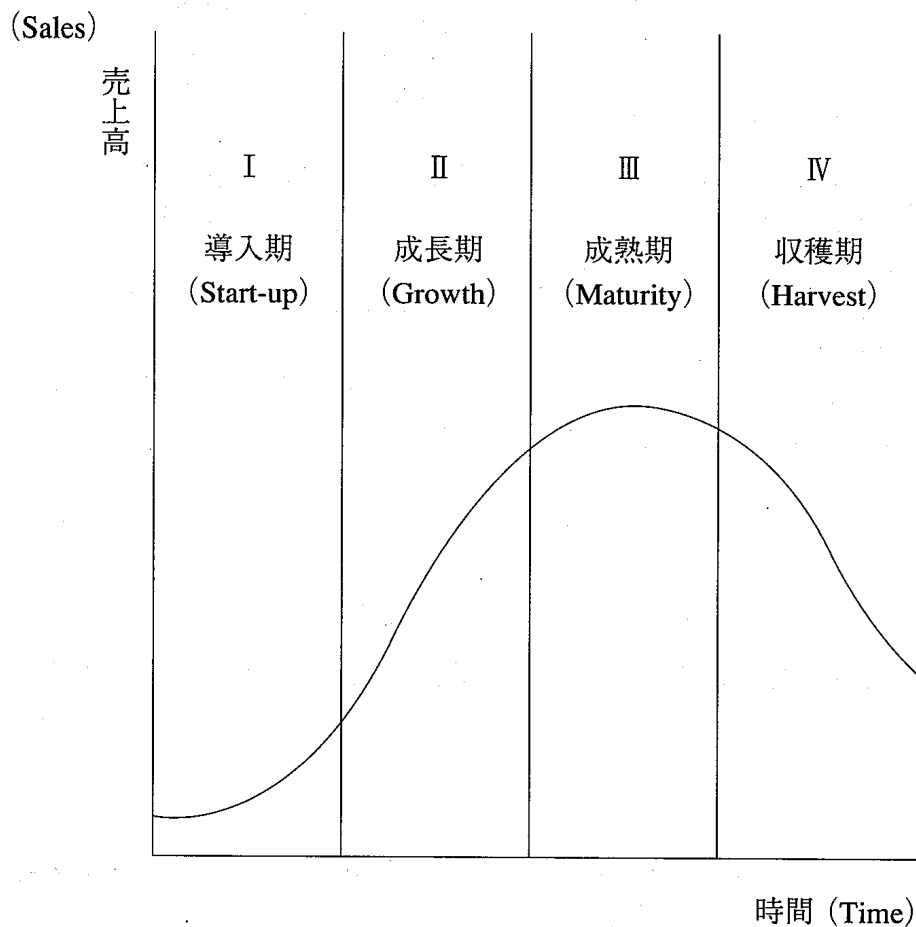
おわりに

製品ライフサイクルのマネジメントは、製品ライフサイクルの多様なステージを通して製品をいかにマネジメントし、そして販売するかに関連している。

サスマンは、意思決定の視点から、意思決定そのものを識別し、製品ライフサイクル・マネジメントに結合するトレードオフも識別する。彼はこれらを収益の創出とコスト引き下げに分類する。収益に関する意思決定は、製品差別化と価格決定、市場シェア、価格、ROI、販売量、業績、品質、利益および広告などの製品ライフサイクルの多様なステージでのトレードオフを含んでいる。原価に関する意思決定は、ライフサイクルの各ステージでのコスト引き下げ方法への先端技術への投資、能力利用などに関する意思決定を含むのである。

なお、1970年代におけるマーケティング理論と会計の関係を図表4、5、6のように示す論者がいる。⁶⁾

図表4 古典的な製品ライフサイクル・カーブ



図表5 製品ライフサイクル概念

局面	1	2	3	4
市場	導入期	成長期	成熟期	収穫期
リスクとリターンの比較	宝くじ	株式	公社債	抵当証券
マネジメントのスタイル	企業家	洗練されたマネジャー	精確な管理者	日和見主義的乳しぼり人
測定と報告	定性的で市場指向的, 成文ではない	定性的かつ定量的, 早めの警告システム	定量的で生産指向的, 成文による	数字表現による貸借対照表指向的, 成文による
企業内の部門	市場調査 製品開発	オペレーションズ・リサーチ, 組織開発	価値分析, データ処理, 税金と保険	購買
構造	自由な形態 タスク・フォース	準常設的なタスク・フォース, プロダクトないしは販売事業部	ビジネス事業部 プラス革命のためのタスク・フォース	削減される事業部
プランニング期間のフレーム	試験的なライフサイクルを描くのに十分な長さ (7~10年)	長期投資を支払う (5~7年)	中間 (3~5年)	短期 (1~3年)

図表6 損益計算書

	導入期	成長期	成熟期	収穫期
売上高	低いが上昇中	急速に上昇する	一定水準にある	減少する
売上原価				
直接材料費 直接労務費	スクラップがある 単位あたりで高い	上昇 学習曲線利益	能率を捜す 労働組合に依存	売上高に結びつく 著しく減少
間接費				
減価償却費 間接労務費 固定資産税 経費など	加速度償却法で高い 最小 最小 研究・開発に関連	取得のために上昇 労働力とともに上昇 設備とともに上昇 設備とともに上昇	安定的 安定的 工場賦課に依存 安定的	低い 配置転換 低下 減少
売上総利益	弾力的	一定割合	平均化	市場に関連する
諸費用				
売上報酬 広告 旅行・催し 市場調査	変動的 高い 非常に高い 非常に高い	個別的な報酬 上昇 販売力とともに成長 一定の水準	グループの報酬 安定的 減少 新市場の探求	固定的 なし なし 敗北の承認
販売・管理費				
給料 減価償却費 研究・開発 所得税 配給 会計と情報 保険	事業部マネジャー 少ない 非常に高い 負 様子見 スタート・アップ・コスト 最小	労働力とともに拡大 備品とともに増加 製造指向 上昇 上昇 正式な形にする 高い	管理の費用 安定的 コスト引き下げ指向 安定的 安定的 安定的 コンスタント	減少 なし 新製品の探求 減少 途中でやめる 利益を探る 必要なし
利益	最小	よい	最高	平均以下
株式あたりの利益	最小	平均	最高	平均

注

1) Susman, G., Product Life Cycle Management, *Journal of Cost Management*, Vol. 3, No. 2, Summer 1989, pp. 8-22.

Susman, G., Product Life Cycle Management, in Brinker, Barry J., ed., *Handbook of Cost Management*, 1996 Edition, Warren, Gorham & Lamont, 1995. pp. D3-1-D3-29.

Susman, G. and Richard E. Walton, People policies for the new machines, *Harvard*

Business Review, March-April 1987.

Susman, G. and James W. Dean, Jr., Organizing for Manufacturable Design, *Harvard Business Review*, January-February 1989.

Susman, G. and James W. Dean, Jr., Strategic use of computer-integrated manufacturing in the emerging competitive environment, *Computer-Integrated Manufacturing Systems*, Vol. 2, No. 3, August 1989.

- 2) Susman, G., Product Life Cycle Management, *Journal of Cost Management*, Vol. 3, No. 2, Summer 1989, p. 10. (図表 1)

Anderson, Carl R. & Zeithaml, Carl P., Stage of the Product Life Cycle, Business Strategy, and Business Performance, *Academy of Management Journal*, March 1984 p. 7. (図表 2)

- 3) Susman, G., Product Life Cycle Management, *Journal of Cost Management*, Vol. 3, No. 2, Summer 1989, pp. 10-14.

Susman, G., Product Life Cycle Management, in Brinker, Barry J., ed., *Handbook of Cost Management*, 1996 Edition, Warren, Gorham & Lamont, 1995. pp. D3-6-D3-14.

- 4) Susman, G., Product Life Cycle Management, *Journal of Cost Management*, Vol. 3, No. 2, Summer 1989, pp. 19-21.

Susman, G., Product Life Cycle Management, in Brinker, Barry J., ed., *Handbook of Cost Management*, 1996 Edition, Warren, Gorham & Lamont, 1995. pp. D3-22-D3-27.

- 5) Susman, G., Product Life Cycle Management, *Journal of Cost Management*, Vol. 3, No. 2, Summer 1989, p. 19.

Susman, G., Product Life Cycle Management, in Brinker, Barry J., ed., *Handbook of Cost Management*, 1996 Edition, Warren, Gorham & Lamont, 1995. p. D3-23.

- 6) Savich, Richard S. and Thompson, Laurence A., Resource Allocation within the Product Life Cycle, *MSU Business Topics*, Autumn 1978. p. 36, p. 38, p. 39.

図表 2 作成のための参考文献

Anderson, C. R., Paine, F. T., Managerial Perceptions and strategic behavior. *Academy of Management Journal*, 1975, 18, pp. 811-823.

Anderson, C. R., & Paine, F. T. PIMS: A reexamination. *Academy of Management Review*, 1978, 3, pp. 602-612.

Buzzell, R., & Wiersecma, F. D., Successful share building strategies. *Harvard Busi-*

- ness Review*, 1975, 53(1), pp. 97-106.
- Buzzell, R. D., Gale, B., & Sultan, R. Market share-A key to profitability. *Harvard Business Review*, 1981, 59(1), 135-144.
- Chow, G. C., Tests of equality between sets of coefficients in two linear regressions. *Econometrics*, 1960, 28, pp. 591-605.
- Day, G. S., The product life cycle: Analysis and applications issues. *Journal of Marketing*, 1981, 45(4), pp. 60-67.
- Hall, W. K., Survival strategies in a hostile environment. *Harvard Business Review*, 1980, 58(5), pp. 75-85.
- Hambrick, D., MacMillan, I., & Day, D. Strategic attributes and performance in the BCG matrix-A PIMS-based analysis of industrial-product businesses. *Academy of Management Journal*, 1982, 25, pp. 510-531.
- Hamermesh, R. G., Anderson, M. K., & Harris, J. E., Strategies for low market share businesses. *Harvard Business Review*, 1978, 56(3), pp. 95-102.
- Hamermesh, R. G., & Silk, S. B., How to compete in stagnant industries. *Harvard Business Review*, 1979, 57(5), pp. 161-168.
- Harrigan, K. R., *Strategies for Declining businesses*. Unpublished doctoral dissertation, Harvard University, 1979.
- Hay, R. D., & Ginter, P. M., Strategies for Maintaining a share of market. Paper presented at the Annual Meeting of the Southern Academy of Management, Atlanta, 1979.
- Hofer, C. W., Toward a contingency theory of business strategy. *Academy of Management Journal*, 1975, 18, pp. 784-810.
- Hofer, C., & Schendel, D., *Strategy formulation: Analytical concepts*. St. Paul, Minn: West, 1978.
- MacMillan, I., Hambrick, D., & Day, D., The product portfolio and profitability-A PIMS-based analysis of industrial-product businesses. *Academy of Management Journal*, 1982, 25, pp. 733-755.
- Rink, D., & Swan, J., Product life cycle research: A literature review. *Journal of Business Research*, 1979, 7, pp. 219-242.
- Rumelt, R. P., Evaluation of strategy: Theory and models. In D. E. Schendel & C. W. Hofer (Eds.), *Strategic management: A new view of business policy and planning*. Boston: Little, Brown, 1979, pp. 196-212.
- Rumelt, R. P., & Wensley, R. In search of the market share effect. *Proceedings of the Academy of Management, Forty-first Annual Meeting*, San Diego, 1981, pp. 2-6.

- Schoeffler, S. Nine basic findings on business strategy. *The Pimsletter of Business Strategy*, 1977, 1, pp. 1-7.
- White, R. E., & Hamermesh, R. G. Toward a model of business unit performance: An integrative approach. *Academy of Management Review*, 1981, 6, pp. 213-224.
- Wind, J., Product life cycle. Unpublished manuscript, The Wharton School, University of Pennsylvania, 1981.
- Dhalla, N. K. and Yuspeh S., Forget the Product Life Cycle Cocept!, *Harvard Business Review*, 54(January-February), 1976, pp. 102-112.
- Nielsen, Inc., Identifying Phases in an Average Product 'Life Cycle', *Nielsen Researcher*, 8, 1967, pp. 3-7.
- Rink, D. R. and Swan, J. E., Product Life Cycle Research: A Literature Review, *Journal of Business Research*, 78(September), 1979, pp. 239-242.

プロダクト・ライフサイクル関連文献

《1959年》

- Patton, A., Stretch Your Product's Earnings: Top Management's Stake in the Product Life Cycle, *Management Review*, 48(June), pp. 9-14, 67-79, 1959.

《1960年》

- Fourt, L. A. and J. W. Woodlock, Early Prediction of Market Success for New Grocery Products, *Journal of Marketing*, 25(October), pp. 31-38, 1960.

《1961年》

- Mansfield, E., Technical Change and the Rate of Imitation, *Econometrica*, 29(October), pp. 741-766, 1961.

《1962年》

- Rogers, E. M., *Diffusion of Innovation*, New York: The Free Press, 1962.

《1964年》

- Young, R. B., Product Growth Cycles—A Key to Growth Planning, Stanford Research Institute, Menlo Park, California, unpublished research paper, 1964.

《1965年》

- Chifford, Jr., D., Managing the Product Life Cycle, *Dun's Review of Modern Manage-*

ment, 85(June), pp. 34-38, 1965.

Levitt, Theodore, Exploit the Product Life Cycle, *Harvard Business Review*, 43(November-December), pp. 81-94, 1965.

《1966年》

Buzzell, Robert, Competitive Behavior and Product Life Cycles, in *New Ideas for Successful Marketing*, John Wright and Jac Goldstucker, eds., Chicago: American Marketing Association, 1966.

Vernon, Raymond, International Investment and International Trade in the Product Cycle, *Quarterly Journal of Economics*, 80(May), pp. 190-207, 1966.

《1967年》

Berenson, Conrad, The Purchasing Executive's Adaptation to the Product Life Cycle, *Journal of Purchasing*, 3(May), pp. 52-68, 1967.

Brockhoff, Klaus, A Test for the Product Life Cycle, *Econometrica*, 35(July-October), pp. 472-484, 1967.

Cox, William E., Jr., Product Life Cycles as Marketing Models, *Journal of Business*, 40(October), pp. 375-384, 1967.

《1968年》

Boston Consulting Group, *Perspectives on Experience*, Boston: The Boston Consulting Group, 1968.

Polli, Rolando, A test of the Classical Product Life Cycle by Means of Actual Sales Histories, Ph. D. dissertation, University of Pennsylvania, 1968.

Wells, Louis T., Jr., A Product Life Cycle for International Trade, *Journal of Marketing*, 5(July), pp. 1-6, 1968.

《1969年》

Bass, Frank, A New Product Growth Model for Consumer Durables, *Management Science*, 15(January), pp. 215-227, 1969.

Cunningham, M. T., The Application of Product Life Cycle to Corporate Strategy: Some Research Findings, *British Journal of Marketing*, 3(Spring), pp. 32-44, 1969.

Polli, Rolando, and Victor Cook, Validity of the Product Life Cycle, *Journal of Business*, 42(October), pp. 385-400, 1969.

Scheuing, E., The Product Life Cycle as an Aid in Strategy Decisions, *Management*

International Review, 9(no. 4-5), pp. 111-124, 1969.

Webster, Frederick E., Jr., New Product Adoption in Industrial Markets: A Framework for Analysis, *Journal of Marketing*, 33(July), pp. 35-39, 1969.

Wells, Louis T., Jr., Test of a Product Cycle Model of International Trade, *Quarterly Journal of Economics*, 82(February), pp. 152-62, 1969.

Wells, Louis T., Jr., Test of a Product Cycle Model of International Trade: M.D. Exports of Consumer Durables, *Quarterly Journal of Economics*, 83(February), pp. 152-62, 1969.

Wilson, Aubrey, Industrial Marketing Research in Britain, *Journal of Marketing Research*, 6(February), pp. 15-28, 1969.

《1970年》

Conley, Patrick, Experience Curves as a Planning Tool, *IEEE Spectrum*, 7(June), pp. 63-68, 1970.

Toffler, Alvin, *Future Shock*, New York: Bantam Books, 1970.

《1971年》

Rogers, Everett M. and Floyd Shoemaker, *The Communication of Innovations: A Cross-Cultural Approach*, New York: The Free Press, 1971.

Field, George A., Do Products Really Have Life Cycles?, *California Management Review*, 14(Fall), pp. 92-95, 1971.

Michael, George C., Product Petrification: A new Stage in the Life Cycle Theory, *California Management Review*, 14(Fall), pp. 88-91, 1971.

Michael, George C., Product Petrification: A New Stage in the Life Cycle Theory, *California Management Review*, 9(Fall), 88-91, 1971.

Robertson, Thomas S., *Innovative Behavior and Communication*, New York: Holt, Rinehart, and Winston, Inc, 1971.

《1972年》

Balachandran, V. and Subhash Jain, A Predictive Model for Monitoring Product Life Cycle, in *Relevance in Marketing/Marketing in Motion*, Fred Allvine, ed., Chicago: American Marketing Association, 1972.

Fifty Years of Statistics and History, *Merchandising Week*, 104(February), entire issue, 1972.

Kovac, F. J. and M. F. Dague, Forecasting by Product Life Cycle Analysis, *Research*

Management, 15(July), pp. 66-72, 1972.

Luck, David J., *Product Policy and Strategy*, Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall Inc, 1972.

Zaltman, Gerald and Ronald Stiff, Theories of Diffusion, in *Consumer Behavior: Theoretical Sources*, Scott Ward and Thomas S. Robertson, eds. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, 1972.

《1973年》

Cooke, Ernest F. and Ben C. Edmondson, Computer Aided Product Life Cycle Forecasts for New Product Investment Decisions, in *Increasing Productivity and Conceptual and Methodological Foundations of Marketing*, Thomas Greer, ed., Chicago: American Marketing Association, 1973.

Fox, Harold, Product Life Cycle—An Aid to Financial Administration, *Financial Administration*, *Financial Executive*, 41(April), pp. 28-34, 1973.

Smallwood, John E., The Product Life Cycle: A Key to Strategic Marketing Planning, *MSU Business Topics*, 21(Winter), pp. 29-35, 1973.

《1974年》

Catry, Bernard and Michel Chevalier, Market Share Strategy and the Product Life Cycle, *Journal of Marketing*, 38(October), pp. 29-34, 1974.

Eide, K. and R. Ness, Estimation Algorithm, working paper, Krannert Graduate School, Purdue University, 1974.

Schoeffler, S., and R. D. Buzzell, and D. F. Heany, Impact of Strategic Planning on Profit Performance, *Harvard Business Review*, 52(March/April), pp. 137-145, 1974.

Wasson, C. R., *Dynamic Competitive Strategy and Product Life Cycles*, St. Charles, IL: Challenge Books, 1974.

《1975年》

Buzzell, Robert D., B. T. Gale, and R. G. M. Sultan, Market Share—A Key to Profitability, *Harvard Business Review*, 53(January/February), pp. 97-107, 1975.

Grubel, H. G. and P. J. Lloyd, *Intra-Industry Trade*, New York: Halsted Press, 1975.

Hofer, Charles W., Toward a Contingency Theory of Business Strategy, *Academy of Management Journal*, 18(December), pp. 784-810, 1975.

Parsons, L., The Product Life Cycle and Time Varying Advertising Elasticities, *Journal of Marketing Research*, 12(November), pp. 476-480, 1975.

Robinson, B. and Lakhani, Dynamic Price Models for New Product Planning, *Management Science*, 21(June), pp. 1113-22, 1975.

《1976年》

Davidson, William R., Albert D. Bates, and Stephen J. Bass, The Retail Life Cycle, *Harvard Business Review*, 54(November-December), pp. 89-96, 1976.

Dhalla, Nariman and Sonya Yuspeh, Forget the Product Life Cycle Concept, *Harvard Business Review*, 54(January-February), pp. 102-112, 1976.

Doyle, P., The Realities of the Product Life Cycle, *Quarterly Review of Marketing*, 1(Summer), pp. 1-6, 1976.

Midgley, D. F., A Simple Mathematical Theory of Innovative Behavior, *Journal of Consumer Research*, 3(June), pp. 31-41, 1976.

Rink, David, The Product Life Cycle in Formulating Purchasing Strategy, *Industrial Marketing Management*, 5(August), pp. 231-242, 1976.

White, G. E. and P. F. Ostwald, Life Cycle Costing, *Management Accounting*, 54(January), pp. 39-40, 1976.

Wind, Yoram and Henry Claycamp, Planning Product Line Strategy: A Matrix Approach, *Journal of Marketing*, 40(January), pp. 2-9, 1976.

《1977年》

Dobzhansky, Theodosius, Francisco J. Ayala, G. Ledyard Stebbins, and James W. Valentine, *Evolution*, San Francisco: Freeman and Company, 1977.

Enis, Ben M., Raymond La Garce, and Arthur E. Prell, Extending the Product Life Cycle, *Business Horizons*, 20(June), pp. 46-56, 1977.

Kluyver, Cornelis A., Innovation and Industrial Product Life Cycles, *California Management Review*, 20(Fall), pp. 21-33, 1977.

Richards, Elizabeth A. and Stephen S. Sturman, Life-Cycle Segmentation in Apparel Marketing, *Journal of Marketing*, 41(October), pp. 89-91, 1977.

Robock, Stephan H., Kenneth Simmonds, and Jack Zwick, *International Business and Multinational Enterprise*, revised ed., Homewood, IL: Irwin, 1977.

Schoeffler, S., Cross-Sectional Study of Strategy, Structure, and Performance: Aspects of the PIMS Program, in *Strategy Plus Structure Equals Performance*, H. B. Thorelli, ed., Bloomington: Indiana University Press, 1977.

《1978年》

- Ayal, Igal and Jehiel Zif, Competitive Market Choice Strategies in Multinational Marketing, *Columbia Journal of World Business*, 13(Fall), pp. 72-81, 1978.
- Dodge, H. Robert and David R. Rink, Phasing Sales Strategies and Tactics in Accordance With the Product Life Cycle Dimension Rather Than Calendar Periods, in *Research Frontiers in Marketing: Dialogues and Directions*, Subhash Jain, ed., Chicago: American Marketing Association, 1978.
- Midgley, D. F., Toward a Theory of the Product Life Cycle: Prospects and Problems, Proceedings of the Management Education Conference, Australian Graduate School of Management, University of New South Wales, 1978.
- Patel, Peter and Michael Younger, A Frame of Reference for Strategy Development, *Long Range Planning*, 11(April), pp. 6-12, 1978.
- Richards, Elizabeth A. and David Rachman, eds., *Market Information and Research in Fashion Management*, Chicago: American Marketing Association, 1978.
- Savich, Richard S. and Laurence A. Thompson, Resource Allocation Within the Product Life Cycle, *MSU Business Topics*, 26(Fall), pp. 35-44, 1978.
- Strategic Planning Institute, *PIMS Data Manual*, Cambridge, MA: The Strategic Planning Institute, 1978.
- Terpstra, Vern, *International Marketing*, 2nd ed., Hinsdale, IL: The Dryden Press, 1978.
- Wasson, Chester R., *Dynamic Competitive Strategy and Product Life Cycles*, St. Charles, IL: Challenge Books, 1978.
- Young, Shirley, Leland Ott, and Barbara Feigin, Some Practical Considerations in Market Segmentation, *Journal of Marketing Research*, 15(August), 1978.

《1979年》

- Adler, C. R., Forecasting for New Products without Sales Data with a Life Cycle Model, working paper, Eastman Kodak, 1979.
- Cardozo, Richard N., *Product Policy: Cases and Concepts*, Reading, MA: Addison-Wesley, 1979.
- Hayes, Robert H. and Steven C. Wheelwright, Link Manufacturing Process and Product Life Cycles, *Harvard Business Review*, 57(January-February), pp. 133-140, 1979a.
- Hayes, Robert H. and Steven C. Wheelwright, The Dynamics of Process Product Life Cycles, *Harvard Business Review*, (March-April), pp. 127-136, 1979b.
- Mahajan, Vijay and Eitan Muller, Innovation Diffusion and New Product Growth Models in Marketing, *Journal of Marketing*, 43(Fall), pp. 55-68, 1979.

- Rink, D. R. and J. E. Swan, Product Life Cycle Research: A Literature Review, *Journal of Business Research*, 7(September), pp. 219-242, 1979.
- Rink, D. R. and John E. Swan, Product Life Cycle Research: A Literature Review, *Journal of Business Research*, 78(September), pp. 219-242, 1979.
- Shields, William S. and Roger M. Heeler, Analysis of Contingency Tables with Sparse Values, *Journal of Marketing Research*, 16(August), pp. 382-6, 1979.
- Simon, Hermann, Dynamics of Price Elasticity and Brand Life Cycles: An Empirical Study, *Journal of Marketing Research*, 16(November), pp. 439-452, 1979,
- Yelle, Louis E., The Learning Curve: Historical Review and Comprehensive Survey, *Decision Sciences*, 10, pp. 302-328, 1979.

《1980年》

- Bagozzi, Richard P., *Causal Models in Marketing*, New York: John Wiley & Sons, 1980.
- Bass, Frank M., The Relationship Between Diffusion Rate, Experience Curves, and Demand Elasticities for Consumer Durable Technological Innovations, *Journal of Business*, 53, pp. 551-567, 1980.
- Hanssens, Dominique M., Market Response, Competitive Behavior, and Time Series Analysis, *Journal of Marketing Research*, 17(November), pp. 470-485, 1980.
- Harrigan, Kathryn Rudie, Strategies for Declining Industries, *Journal of Business Strategy*, 1(Fall), pp. 20-34, 1980.
- Heeler, Roger M. and Thomas P. Hustad, Problems in Predicting New Product Growth for Consumer Durables, *Management Science*, 26(October), pp. 1007-1020, 1980.
- Keegan, Warren J., *Multinational Marketing Management*, 2nd edition, Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, 1980.
- Kotler, Philip, *Marketing Management: Analysis, Planning and Control*, 4th edition, Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, 1980.
- Midgley, D. F., Toward a Theory of the Product Life Cycle: Some Testable Propositions, Working Paper No. 95, Center for Marketing Studies, Graduate School of Management, UCLA, 1980.
- Olshavsky, R. W., Time and the Rate of Adoption of Innovations, *Journal of Consumer Research*, 6(March), pp. 425-428, 1980.
- Porter, Michael E., *Competitive Strategy: Techniques for Analyzing Industries and Competitors*, New York: The Free Press, 1980.
- SAS/ETS *User's Guide*, Econometric and Time Series Library, NC: SAS Institute Inc,

1980.

Smith, Ward C., Product Life Cycle Strategy: How to Stay on the Growth Curve, *Management Review*, 69(January), pp. 8-13, 1980.

Tigert, D., The Impact of Change on Retail Structure, Strategy, and Performance, *Proceedings of the ESOMAR Conference on Social Change*, Amsterdam: ESOMAR, 1980.

Wells, L. T., Jr., A Product Life Cycle for International Trade? *Journal of Marketing*, 32(July), 1-6, reprinted in *International Marketing Strategy*, H. B. Thorelli and H. Becker, eds., New York and Oxford: Pergamon Press, 1980.

58th Annual Statistical and Marketing Report, *Merchandising*, 5(March), entire issue, 1980.

《1981年》

Ayal, Igal, International Product Life Cycle: A Re-Assessment and Product Policy Implications, *Journal of Marketing*, 45(Fall), 1981.

Buzzell, Robert D., Are There 'Natural' Market Structures?, *Journal of Marketing*, 45(Winter), pp. 42-51, 1981.

Dolan, Robert J. and Abel P. Jeuland, Experience Curves and Dynamic Demand Models: Implications for Optimal Pricing Strategies, *Journal of Marketing*, 45(Winter), pp. 52-73, 1981.

Harrell, Stephen G. and Elmer D. Taylor, Modeling the Product Life Cycle for Consumer Durables, *Journal of Marketing*, 45(Fall), 1981.

Midgley, D. F., Toward a Theory of the Product Life Cycle: Some Testable Propositions, *Journal of Marketing*, 45(Fall), 1981.

Qualls, William, Richard Olshavsky, and Ronald E. Michaels, Shortening of the PLC—An Empirical Test, *Journal of Marketing*, 45(Fall), 1981.

Sproles, George B., Analyzing Fashion Life Cycles: Principles and Perspectives, *Journal of Marketing*, 45(Fall), 1981.

Tellis, Gerard J. and C. Morle Crawford, An Evolutionary Approach to Product Growth Theory, *Journal of Marketing*, 45(Fall), 1981.

Thorelli, Hands B. and Stephen C. Burnett, The Nature of Product Life Cycles for Industrial Goods Businesses, *Journal of Marketing*, 45(Fall), 1981.

Tigert, Douglas and Behrooz Farivar, The Bass New Product Growth Model: A Sensitivity Analysis for a High Technology Product, *Journal of Marketing*, 45(Fall), 1981.
66/*Journal of Marketing*, Fall 1981.

Wind, Yoram, *Product Policy : Concepts, Methods, and Strategy*, Reading, MA : Addison-Wesley., 1981.

第3章 製品ライフサイクル・コストのマネジメント

——シールズ＝ヤングの組織モデルを中心として——

はじめに

製品ライフサイクル・コスト・マネジメント (Product Life Cycle Cost Management: PLCCM) のシールズ＝ヤングのモデルは、ライフサイクル・コストが発生し、管理される広い組織関係を考察することによって、ライフサイクル・コスト概念を発展させ、PLCCMの組織モデルとPLCCMプログラム・デザインおよび遂行のためのガイドラインを示したものであり、以下の要素によって構成されている¹⁾

- ・ライフサイクル・コスト
- ・製品ライフサイクル・マネジメント (サスマンのモデルを基礎にしている)
- ・組織構造
- ・コスト引き下げ方法

第1節 ライフサイクル・コストとライフサイクル・アプローチ

組織、製品、技術などは、すべて『ライフサイクル』をもっている。製品のライフサイクル・コスト (life cycle costs) と製品の全ライフコスト (whole life costs) を区別し、次のように定義する²⁾

- ・ライフサイクル・コストとは、製品のデザイン、製造、販売、ロジスティクス、サービスなどのライフサイクルの間に発生する全てのコストである。
- ・製品の全ライフ・コストとは、ライフサイクル・コストに加えて、消費者側において発生する、据え付け、オペレーション、保全、復活、処分などによって発生するコストも含む原価概念である。消費者は、製品購入後コストに敏

感になっているので、全ライフ・コストが、製品ライフサイクル・コスト・マネジメントの焦点となる。

第2節 製品ライフサイクル・マネジメント

前章で説明したサスマンのモデルを基礎にするシールズ＝ヤングは、製品ライフサイクル・マネジメントを、製品のライフサイクルの多様なステージを通じて、製品をいかに管理し、そして販売するかに関係する概念として理解し、製品ライフサイクル・マネジメントにおけるライフサイクルに関しては、以下のように整理するサスマンに同意している³⁾

- (1) ライフサイクルに関するマーケティングの視点：マーケティング・ライフサイクルの視点からするサイクルは次の4つのステージである。
 - ・導入 ・成長 ・成熟 ・衰退ないしは復活
- (2) ライフサイクルに関する生産者の視点：製造企業ないしは生産者の視点からするライフサイクルは、次の構成要素から成る。
 - ・製品の概念作り ・デザイン ・製品およびプロセスの開発
 - ・製造 ・ロジスティクス
- (3) ライフサイクルに関する消費者の視点：全ライフサイクルに焦点をおく消費者（ユーザー）の視点からするライフサイクルは、次のようである。
 - ・購買 ・オペレーティング ・サポート ・保全 ・処分
- (4) ライフサイクルに関する社会の視点：製品のライフサイクルに関する社会の視点があり、それは次の原価を含んでいる。
 - ・処分コスト ・外的コスト (externality costs, たとえば、製品の汚染によって発生させられる健康コスト)

シールズ＝ヤングによれば、競争優位を強化するためのカギは、製品コストを絶え間なく引き下げることである。図表1に分野別のコスト引き下げ方法のリストが示されている⁴⁾

図表1 コスト引き下げ方法

デザイン・製造方法

- ・デザイン・ツー・製造
- ・グループ・テクノロジー
 - 部品の標準化と部品点数の引き下げ
 - 製造プロセスの標準化
 - 製造セル
- ・デザイン・ツー・コスト
- ・組立のためのデザイン
 - タグチ方法
 - Boothroyd and Dewhurst の組立のためのデザイン
- ・コンカレント・エンジニアリングとサイマルテニアス・エンジニアリング
- ・価値分析・エンジニアリング
- ・デザインおよび開発のための TQC

デザイン・製造組織構造

- ・初期に製造と関わること
- ・製造サイレン・オフ
- ・インテグレーター
- ・クロス・ファンクショナル・チーム
- ・コンカレント・エンジニアリング・チーム
- ・サイマルテニアス・エンジニアリング
- ・プロダクト・プロセス・デザイン部門

材料管理

- ・売手の選択
- ・売手の許可
- ・電子データの交換
- ・材料の購買
- ・到着前の材料の TQC

在庫管理

- ・MRP
- ・JIT

先端製造技術

- ・CAD
- ・ロボット
- ・FMS
- ・CIM
- ・MRP

キャパシティー利用

- ・最適化製造技術
- ・CIM
- ・TPM
- ・MRP

製造コスト

- ・規模の経済
 - テクノロジーへのひたむきさ
 - 標準化・プロセス・プロダクト
 - 大量・経験カーブ
- ・範囲の経済
 - 弾力的なテクノロジー
 - 焦点をおく工場
 - 転換の排除

アクティビティー・コスト・ドライバー分析

- ・価値を生まない活動の排除
- ・価値を生むコスト・ドライバーの引き下げ

TQC

- ・統計的プロセス・コントロール
- ・品質のコスト
- ・品質のサークル

顧客消費コスト

- ・保全性のためのデザイン
- ・信頼性のためのデザイン
- ・サービス性のためのデザイン

持続的改善のための業績測定

- ・在庫品の一定の流れ
- ・永続的な在庫
- ・単純性
- ・品質
- ・生産性
- ・弾力性
- ・時間

動機づけ (モチベーション)

- ・ターゲット・コストイング
- ・動機づける標準
- ・Ratchet 生産性標準
- ・デザイン・ターゲット・アカウンタビリティー
- ・デザイン生産性標準
- ・目標管理
- ・従業員オーナーシップ
- ・従業員訓練
- ・提案システム
- ・業績に応じた報酬
- ・技術に応じた報酬

会計コントロール

- ・予算プランニング・コントロール
- ・コスト・プランニングと見積り
- ・実際原価会計
- ・標準原価会計

第3節 企業訪問の要約

シールズ=ヤングは、PLCCM システムを研究するために9社を訪問し、『バックグラウンド情報』、『プロダクトと戦略』、『プロダクト・コストとコストの見積り』、『PLCCM システムのデザイン』、『PLCCM システムの遂行』、『PLCCM の実践』、『PLCCM の性能』、『PLCCM への変更』などについてのケース・スタディーを行い、そこから得られた知見を図表2のように要約している⁵⁾

さらに、このケース・スタディーによって得られた知見は次のようである。

1. PLCCM は競争の成功にとってますます重要となりつつある。
2. 現在の PLCCM システムは新しい未完の作品の一部であり、いまだに充分には分析されていない。
3. PLCCM システムのデザインおよび遂行について、トップ・マネジメントからのリーダーシップが欠けている。
4. PLCCM にたいする抵抗のいくつかの源泉が存在する。
5. 多くの製造コスト引き下げ方法、特に、デザイン・ツー・コストと製造容易性 (manufacturability) のためのデザインが利用されている。
6. コストを引き下げるために、企業は進んだ製造テクノロジーへの投資を増加している。
7. 組織構造にはほとんど変化が起きていなかった。
8. PLCCM は業績評価ないしは報酬に結びつけられていない。
9. ほとんどの企業の PLCCM についての教育プログラムは不適當なものである。
10. 現在の原価会計システム (Cost Accounting System) は、PLCCM にとっては効果的ではない。現在の原価会計システムは、活動による製品の全ライフ・コストではなく、部門別コストないしは職能別コストを報告している。現在の原価会計システムは、製造前の活動において行われる製品に関する意思決定を指導できない⁶⁾

図表 2 9社への訪問調査の要約 (PLCCM = Product Life Cycle Cost Management の略称)

調査内容/ サイト		企業 1	企業 2	企業 3	企業 4
産 業		航空宇宙	航空宇宙	航空宇宙	エレクトロニクス
企業に関する情報		投資と戦略的プランニング部門の責任者およびエンジニアリングと新製品マネジメントの担当者	会計近代化の責任者と財務および会計担当者	事業部の原価見積責任者、パラメトリック法の専門家、新製品のマネジャー	プロジェクト・マネジャーと事業部マネジャー
情報提供者					
プロダクトと戦略		戦闘機。新競争戦略は特色、弾力性、ライフサイクルの長さ、インベーション、品質、サービスなどに基礎をおいている。	民間航空機。戦略はリード・タイムおよび引き渡し時間、コスト、弾力性、品質、サービス、などに基いている。	兵器システム。新競争戦略は、プロダクトの機能、重量、そしてライフサイクル・コストに基礎をおいている。	データ収集の工夫
プロダクト・コストとコストの見積		戦略的プランニングによって集計される PRICE モデル法。プロダクトは30年のライフサイクルを有している。	パラメトリック法と原価会計情報が使われる。耐久性計算に基づくライフサイクル。	プロダクトの全ライフ・コスト (whole life cost) は、4種のパラメトリック・モデリング法で見積もられる。DCF 法が使用されている。	すべてのコストがコスト見積の中へ含まれ、それは主観的に決定される。ライフサイクルの長さを評価するためには経験が利用される。
PLCCM システムのデザイン		顧客の要件に応じるために、最初にデザインされる。各プロダクトに適用される。コストをマネージし、引き下げるための統一的なシステムを開発することが試みられている。	すべてのプロダクトおよび主要なサブシステムについてのデザインを助けるために利用される。トップ・ダウン・プロセスおよびボトム・アップ・プロセスを利用するために3年前に遂行された。	PLCCM は各プロダクトに対して、マトリックス組織構造(技術上の機能別の)を通じて適用される。そして PLCCM はエンジニアリング文化の一部である。部分的な機能上の問題には、ボトム・アップ・デザインで対応している。	主要な事業部におけるモデルによってすべてのプロダクトについてデザインされる。
PLCCM システムの遂行		3人のチャンピオンが、一連の独立したプロセスを統合している。	プロダクト・デザイン・プロセスを助けるために利用される。トップ・ダウン・プロセスおよびボトム・アップ・プロセスを利用するために3年前に遂行された。	非公式に、マトリックス組織構造とエンジニアリング文化を利用することによって、新しい要素を導入するために遂行された。	多くの職能分野における重要人物が、仮定のプロダクトの作業時間を見積もる。
PLCCM の実践		PLCCM は、プロダクト・マネジャーの責任である。コストを引き下げるために利用される方法としては、デザイン・ツー・コストと ATM への投資が重要である。	システムの目標はプロダクト信頼性とコストの引き下げを通して企業利益を増加させることにある。システムはプロダクト・デザイン、プロダクト・コスト・コントロール、動機づけのために利用される。	目標は機能を最大化し、全ライフ・コスト、空気抵抗による減速、重量などを最小化することである。デザイン・ツー・コストと原価企画(target costing)が利用されている。コストを引き下げるために ATM が導入された。原価引き下げプログラムの遂行を助けるために文化コンサルタントが利用される。	目標プロダクト・コストをさらに可視的にすることにある。コストを引き下げるために、デザイン・ツー・製造コスト、バリュー・エンジニアリング、価値分析などが利用される。
PLCCM にたいする社内の抵抗		固定価格契約の導入が PLCCM を重要なものとする。しかしエンジニアはこの認識される制約に抵抗する。トップ・マネジメントは PLCCM に反対する。何故なら、それはコスト・プラス契約にとっては必要ではなかったからだ。ATM の使用に対する反対もある。	多くのものは、システムへのニーズがないと感じていた。推進委員会は、教育プログラムによって、抵抗を処理しようと試みつつある。	PLCCM に対する抵抗はほとんどない。何故なら、PLCCM はマトリックス構造およびエンジニアリング文化の中に埋め込まれているからである。	抵抗が起こった。何故なら、従業員は、時間データがどのように使われるかを疑ったからである。遂行手続きもトップ・ダウンであった。
PLCCM システムに関する評価		まだ、システムについての正式な評価はない。	現在の LCC についての業績測定値が採用されている。	パラメトリック・モデルの目盛り検査分析。	システムは多くのプロダクト意思決定に役立った。しかし遂行事業部は独立企業に分割されてしまったので、現在、PLCCM システムは使用されていない。
PLCCM システムへの変更		PLCCM はプロジェクト・コントロール・グループへ移るだろう。CAD システムに結びつけることのできるコンピュータ会計システムの開発が求められている。PLCC 遂行に左右される報酬の導入。PLCCM の個別の構成要素を統一すること。	現在の LCC から PLCCM への移行が進行中である。	航空電子工学の下請業者がもっとデザインに関与することを希望している。彼らはエンジニアを雇うこと、そしてジョブ・ローテーション・プログラムの範囲を増加することも望んでいる。	変更は考えられていない。
利用される技法 (筆者注)		・デザイン・ツー・コスト ・コンピュータ会計システム	・パラメトリック法	・パラメトリック法 ・DCF 法 ・エンジニアリング ・デザイン・ツー・コスト ・原価企画	・デザイン・ツー・製造コスト ・VE と VA

企業 5	企業 6	企業 7	企業 8	企業 9
電気通信	コンピュータ	航空宇宙エネルギー	航空宇宙	エレクトロニクス
財務部長, プロダクト・マネジメント責任者, 原価見積責任者, 管理会計責任者など。	コスト・エンジニアリング責任者, エンジニア, 会計担当者	会計専門家, 財務マネジャー・プログラマー・マネジャー	航空宇宙プロダクト・コントロール部の3人のエンジニア	価値分析の事業部長, 戦略的プランニング, プロダクト・デザイン, マーケティング担当者など。
2年ないし3年のライフサイクルを持つテレコミュニケーション・ハードウェア。競争戦略はライフサイクル・コスト, 品質および特性などに基礎をおいている。	コンピュータ関連の製品	核兵器の弾頭, 競争相手はなく, 唯一の生産者	ミサイル, サテライト, 宇宙ステーションなど。競争戦略は価格, 品質, 引き渡し, イノベーション, サービスなどに基いている。	ソフトウェア・プロダクト。競争戦略は特性, 価格, 品質, サービスなどに基いている。
PRICEプログラムがコスト・エンジニアリングによって原価見積が「What if Costing」と呼ばれるプログラムを使って行われる。	プロダクト・コストの見積は4つの局面において行われる。最初の3つの局面の見積はパラメトリック・モデルを使って行われ, 最後の局面の見積は, コンピュータ化されたデータ・ベースを利用するコスト・エンジニアによるボトム・アップ・プロセスを通して行われる。	プロダクトの原価見積は類似法によって行っている。DOEがプロダクトのライフサイクルを決定する。	局面およびマイルストーンは各プロジェクトについて利用される。パラメトリック・モデルが利用されている。	ライフサイクル・コストは, 類似法に基づいて, 定量的に, 主観的に各活動, マイルストーン, 期間についてボトム・アップによって見積もられる。
PLCCMは180万ドルを超過するすべてのプロダクト・コストに対して適用される。CAM-ICMSプロジェクトに対応してデザインされる。	主要な変化はコスト・マネジメントに焦点をおくことへ向かっている。訓練プログラムは従業員が彼らの役割を学習するのを助ける。	DOEがシステムを設計した。現在のシステムはさらに詳細な新しい強力なシステムと取り換えられつつある。新システムをデザインするために, 15人の社員が2年間従事した。	PLCCMは各プロダクトに適用される。デザイン・プロセスはトップ・マネジメントを通じて顧客からの最初の推進力を伴う総合的かつトップ・ダウンだった。本社コントロールは3カ月でシステムをデザインした。	LCCMは各ソフトウェア・プロダクトに適用される。情報はプロダクトの戦略的プランニングのために利用される。1972年に遂行されたPLCCMの目的はプロダクトの収益性への焦点を高めることにあり, テクノロジーと部門コストへの焦点ではなかった。
PLCCMはトップ・ダウンで遂行される。「What if costing」は開発に4年を要した。	すべての原価見積とマネジメント方法はトップ・ダウンである。	プロダクトの決定, コスト・マネジメント, DOEの指示などのために遂行されている。	プロダクト・マネジャーと本社プロジェクト・コントロールがシステムを遂行した。トップ・マネジメントは含まれていなかった。システムは3カ月で遂行された。	遂行責任者は上級マネジメントである。統計専門家がパラメトリック・モデリングの遂行を支持した。プロセスはトップ・ダウンであり, すべてのプロダクトへの適用が増加しつつある。
PLCCM, プロダクト・マネジャーの責任はコストに焦点をおくために利用される。彼らの業績評価と報酬は目標(たとえば目標原価)の達成に基礎をおいている。各局面(Phase)でのレビューがコストへの焦点を強調するために利用される。	原価意識, 原価追跡, 原価引き下げ, 技術追跡, 競争的原価分析などへ焦点をおいている。	PLCCMは, プロダクトの仕上りにつれて構成部品の見積原価との継続的な比較のために利用されている。	PLCCは部品を標準化し, 点数を少なくすること, 研究開発, デザイン・ツー・製造コストなどによって引き下げられた。PLCCMは本社のプロジェクト・コントロールによって遂行されている。	目標は, 時間, 品質, 特性などに支配されるプロダクトのトータル・ライフサイクル・コストを最小化することにある。PLCCMはコスト・エンジニアと価値分析家から構成されるチームによって遂行される。
ほとんど抵抗はない。おそらく合併企業の新しさのためであろう。コスト意識は文化プログラムおよびデザイン・ツー・製造原価教育プログラムを通して創造されつつある。	トップ・マネジメントが積極的にシステムを導入し, エンジニアがそれに焦点をおかず, 原価会計担当者が, 含まれないので, ほとんど抵抗はない。	新しく強化されたシステムを遂行するために必要な現在の資源がないために, 抵抗があった。	会計専門家, エンジニア, マネジメント, 政府職員からの抵抗がある。	PLCCMに対する抵抗はない。というのは, それはマネジメントとエンジニアリングのシステムの中へ統合されているからである。パラメトリック・モデリングの導入は遅かった。
企業としての正規の評価は2年前であり, PLCCMシステムを評価する機会はなかった。	コンピュータ化された原価見積プログラムが満足のいく正確さを示した。	プロダクト・ライフサイクル・コストは従業員報酬と業績評価のためには利用されない。	システムが新しいので, 業績評価はなされない。データの利用可能性と正確性が問題である。	システムは1年に2度評価される。実際のライフサイクル・コストとライフサイクル・コストが比較される。
原価見積グループは「What if costing」プログラムの拡大を望んでいる。活動原価計算によってプロダクト・コストをさらに正確に経常的に報告する原価会計システムの再デザインを望んでいる。	実践のセクションを参照のこと。	強化されたシステムはすべての新プロダクトについて適用される予定である。	本社プロジェクト・コントロールはPLCC見積者の数を増加し, インプット・データの正確性を高めたいと望んでいる。	プロダクトに基づく原価報告システムが望まれている。そのシステムは, LCCを利用する業績および報酬も評価することになるだろう。
・原価見積 ・管理会計 ・What if costing ・デザイン・ツー・コスト ・Activity Costing	・コスト・エンジニアリング ・パラメトリック・モデル ・原価見積プログラム	・原価見積	・マイルストーン ・パラメトリック・モデル ・デザイン・ツー・製造コスト	・VA ・マイルストーン ・パラメトリック・モデル ・エンジニアリング

第4節 製品ライフサイクル・コスト・マネジメント・モデル (PLCCM)

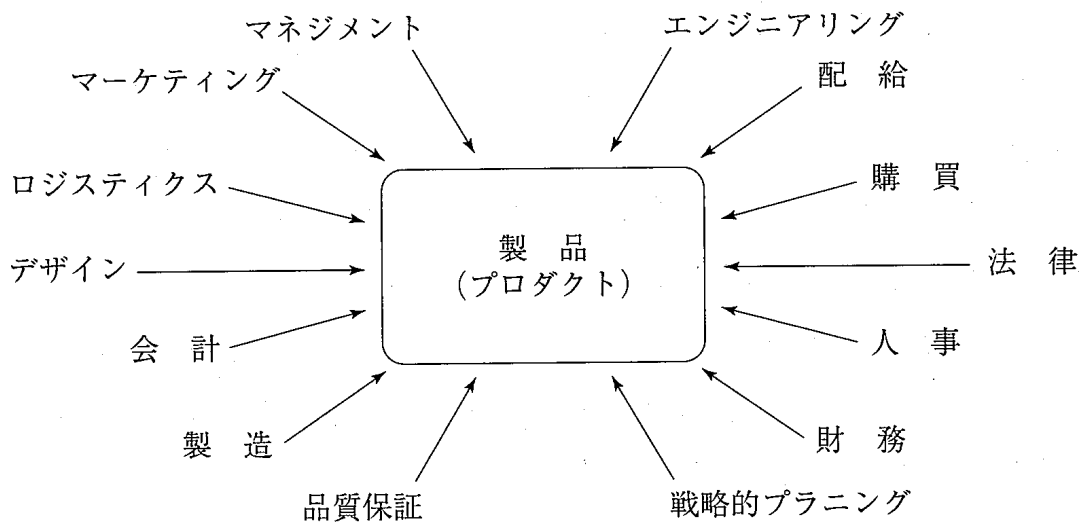
『製品ライフサイクル・コスト・マネジメント (PLCCM と略称する) とは、短いリード時間および短い配給時間を必要とする革新的かつ高品質製品の競争市場において、長期的な成功に必要なものにすべての従業員の注意を向けることを意味している。これは、製品に基礎をおく組織戦略である。図表3が示すように、PLCCM は組織内の多様な専門家の協調と協働を必要とする⁷⁾』

そしてシールズ＝ヤング・モデルは、製造企業の効果的な PLCCM システムをデザインし、遂行するための目標と2つの原則および10のガイドラインから構成されている⁸⁾

1 PLCCM の目標

PLCCM の目標は、従業員が企業の長期的な競争優位を創造し、それを強化するようなやり方で、製品をデザインし、販売し、配給し、運用し、保全し、サービスを提供し、処分するなどの原因となる意思決定をし、そして活動を行うことにある。これは、製品の全ライフ・コスト、配給の方法、革新性、品質などを含む製品の特徴を適切にバランスさせることによって遂行される。品質のディメンジョンは、性能、特徴、信頼性、適合性、耐久性、サービス性能、美的感覚、知覚品質などである。

図表3 製品ライフサイクル・コスト・マネジメントに関する従業員および諸活動



2 PLCCM システムのための原則

PLCCM のための2つの重要な原則がある。

原則1. PLCCM 成功の最も重要な決定要素は、企業の構造およびプロセスを、PLCCM システム目標の達成に必要なすべての従業員と諸活動の広いビジョンおよび統合を最大化するように組織化することである。

原則2. PLCCM の成功にとって最も重要な行動上の変数は、上手に管理される持続的な改善である。持続的な改善の文化は、すべての従業員が長期的な成功を達成するために共有する強い信念、価値観、そして目標などの集合を提供する上で望ましい。これは次に、イノベーション、品質の増大、ライフ・コスト総額および時間の引き下げなどを必要とする。

3 PLCCM システムのためのガイドライン

PLCCM システムをデザインし、遂行し、管理するための10個の重要なガイドラインがある。

ガイドライン1：人間統合企業

企業の構造およびプロセスは人間統合企業を創造しなければならない。水平的構造は製品を中心に組織化されなければならない。組織の主要な単位は製品に焦点をおくチームにあり、このチームは製品のライフサイクルを通じて製品のすべての諸活動に責任を負う。このようなチームの成功のカギは、製造前の活動を最適化することである。

ガイドライン2：全ライフ・コスト

生産者のライフサイクル・コストとユーザーあるいは消費者の発生させるコストの総額である全ライフ・コストが、製品コストのもっとも適切な概念である。購入者が製品を買い入れた後に発生させるコストは、全ライフ・コストの大きな割合を占め、購買意思決定においてますます重要となりつつある。消費者との長期的な成功は、製品が低い期待全ライフ・コストを持つことを要請する。『全ライフ・コスト』の観点は、製品の長期的な経済性の優位性を示すための精巧な販売戦略の一部として利用できる。

ガイドライン3：関連原価

製品の全ライフ・コストは、特定の意思決定に関連するコストのみを利用する。ある意思決定によって影響されるすべての活動が識別され、そのような活動のコストが集計され、そして意思決定のために利用される。全ライフ・コストは、最初の製品デザインに始まり、顧客がその製品を廃棄するにいたる間に発生する原価である。

ガイドライン4：投資

製造前の資産と人間の技術（教育など）にたいしては、より多くの投資をし、コストの引き下げ、製品品質の向上、イノベーションの実現などを可能にすること。

ガイドライン5：前（源流）に資源を増加せよ。

ライフサイクルのより後のステージでのコストを引き下げるために、製品ライフサイクルのより前に多くの資源（たとえば、デザイン時間、製品のテスト）を使用せよ。

ガイドライン6：原価企画 (Target Costing)

原価企画が、製品コスト目標を確立するためのカギである。原価企画は、マーケットから導き出される概念であり、その論理は、まず、目標市場シェアと価格を計画し、次に、目標価格から目標利益を控除し、その結果としての許容目標コストを算定する。この目標コストが製品全ライフ・サイクル目標となる。コスト引き下げの重要な機会には間接労働を担当する知識労働者とか技術労働者などにある。

ガイドライン7：原価低減であって、コスト・コントロールではない。意思決定および活動の焦点はコストの引き下げにおかれるべきであり、コスト・コントロールにおかれるべきではない。

ガイドライン8：業績評価

業績評価と報酬システムは、全ライフ・コストの視点を補強すべきである。個人の評価および報酬は、製品ライフサイクル中の製品業績に結び付けられる

べきである。デザイン・エンジニアは、製品が実現した生産コストと利益に基づいて評価され、報酬が与えられるべきである。報酬システムの構成要素は、たとえば、次のようになる。

1. イノベーションへ進むリスクを負うのを刺激する固定サラリー
2. 個人の技術に基づく技術ボーナス
3. 期待される全ライフ・コスト総額を最小にしたり、全ライフ・コストを目標コストよりも低く維持するように個人を動機づけるためのチーム・デザイン・ボーナス。計算式は次のように考えられる。

$$DB = P \times [E(TTC) - E(WLC)]$$

DB = デザイン・ボーナス

P = パーセンテージ

E(TTC) = 期待目標コスト総額

E(WLC) = 期待全ライフ・コスト

4. 実際の全ライフ・コストを最小化するように動機づけるためのチームの遂行ボーナス。計算式は次のように考えられる。

$$IB = P \times [E(WLC) - TAC]$$

IB = デザイン・ボーナス

P = パーセンテージ

E(WLC) = 期待全ライフ・コスト

TAC = 実際コスト総額

ガイドライン9：従業員の抵抗を減少すること

PLCCMのデザインおよび遂行にすべての従業員を参加させることが効果的な方法である。

ガイドライン10：従業員教育を持続すること

おわりに

シールズ＝ヤングは、ライフサイクル・コストニング関連文献についてのレ

ビューと9社への訪問によって製品ライフサイクル・コスト・マネジメントの現在の実践についての知見とモデルを提示した。彼らによれば、多くの企業がPLCCMに強い関心を持っているけれども、製品の全ライフ・コスト総額(overall whole life costs)についての情報がまだ不十分である。本章では、製品ライフサイクル・コスト・マネジメントと組織構造の関係についての議論を省略した。組織内のコスト・マネジメント・システムと人間行動のモデルは、研究課題として残されている。

注

1) Shields, M. D. and S. M. Young, Managing Product Life Cycle Cost: An Organizational Model, *Journal of Cost Management*, Fall 1991, p. 39.

Shields, M. D. and S. M. Young, Effective Long-Term Cost Reduction: A Strategic Perspective, *Journal of Cost Management*, Spring 1992.

Shields, M. D. and S. M. Young, Manufacturing Controls and Performance: An Experiment, *Accounting, Organization and Society*, Vol. 13, No. 6, pp. 607-618. 1988.

Shields, M. D., The Effects of Management Controls and National Culture on Manufacturing Performance: An Experimental Investigation, *Accounting, Organization and Society*, Vol. 16, No. 3, pp. 209-226, 1991.

Shields, M. D., A Behavioral Study of Accounting Variables in Performance-Incentive Contracts, *Accounting, Organization and Society*, Vol. 13, No. 6, pp. 581-594, 1988.

Shields, M. D. and S. M. Young, A Behavioral Model for Implementing Cost Management Systems, *Journal of Cost Management*, Winter 1989, pp. 17-27.

Young, S. M. and F. H. Selto, New Manufacturing Practices and Cost Management: A Review of the Literature and Directions for Research, *Journal of Accounting Literature*, Vol. 10, 1991, pp. 265-298.

Shields, M. D. and S. M. Young, A Behavioral and Organizational Issues, in Brinker, Barry J., ed., *Handbook of Cost Management*, 1996 Edition, Warren, Gorham & Lamont, 1995, pp. E1-1-E1-31.

2) Shields, M. D. and S. M. Young, Managing Product Life Cycle Cost: An Organizational Model, *Journal of Cost Management*, Fall 1991, p. 39.

3) Shields, M. D. and S. M. Young, OP. cit., p. 40.

4) Shields, M. D. and S. M. Young, OP. cit., p. 43.

- 5) Shields, M. D. and S. M. Young, OP. cit., pp. 45-47.
- 6) Shields, M. D. and S. M. Young, OP. cit., p. 44.
- 7) Shields, M. D. and S. M. Young, OP. cit., p. 48.
- 8) Shields, M. D. and S. M. Young, OP. cit., pp. 48-51.

第4章 【資料】アメリカ国防総省の ライフサイクル・コスト・マネジメント (LCCM)

はじめに

1960年代以来、ライフサイクル・コストイングを発展させてきたアメリカ国防総省は、ライフサイクル原価を低減するためにライフサイクル・コスト・マネジメントのための技法・概念・プログラムなどを開発し、導入し、計画の作成、見積りの提供、トレードオフ意思決定等において利用してきた。アメリカ・ロジスティクス・マネジメント協会報告書によれば、アメリカ国防総省の「段階別調達プロセスのフレームワーク」が、「ライフサイクル・コスト・マネジメントのための統合的フレームワーク」である¹⁾。この段階別の兵器システム取得プロセスにおいては、プログラム・概念・技法などが、ライフサイクル原価をコントロールするために機能し、プロセスの各段階は、次の段階のための必須条件が満たされることの保証に役立つレビューと意思決定マイルストーンによって区分される。すなわち、アメリカ国防総省のライフサイクル・コスト・マネジメント活動は、主要システムの調達を管理するための段階別プロセスに焦点を当てているのである。マイルストーン意思決定は、単一プログラムの詳細なレビューに基づいており、システムが次の段階へ移行する準備に影響する。そしてプログラムの資金に関しては、プランニング・プログラミング・予算編成システム (PPBS) における他の要素と競争しなければならない。システムを取得し、運用するための適切な資源を提供する能力である Affordability は、原則的には PPBS 決定である。

本章では、アメリカ国防総省のライフサイクル・コスト・マネジメントを検討する。

第1節 ライフサイクル・コスト・マネジメントのためのフレームワーク²⁾

『所有原価総額』をマネジメントするためのフレームワークは、図表1に示されるように、4つの意思決定マイルストーンを基礎とする段階別の取得プロセスである。

図表1 段階別取得プロセス

次の段階へ導く意思決定	次の意思決定へ導く段階別の諸活動 使命領域の欠陥の分析
マイルストーン0	代替的諸概念の検討
マイルストーンI	代替的システムについての解答の提示と正当化
マイルストーンII	1つまたはそれ以上の代替的システムのフル・スケール開発
マイルストーンIII	選択されたシステムの製造と配備 システムの運用と支援

(1) ミッション（使命）分野の分析

プランニングのルーチンな部分として、DOD コンポーネントは、能力の欠陥や業務をより効果的に遂行するための手段を認識するために、割り当てられた使命の分野を継続的に分析する。

(2) マイルストーン0：代替的概念を検討するための承認

通常、Secretary of Defense は、システムが主要システムとして管理されるようにデザインする。Affordability が考慮される。プログラムは、当段階に対して十分な資源が計画されない限り、概念的検討については承認されない。

(3) マイルストーンI：代替的システム概念を表現し、正当化するための承認

Affordability についての考慮が、代替的概念の選択を決定するさいに利用される。プログラム資源についての見積りは、最新の PPBS 計画と比較される。

(4) マイルストーンII：フル・スケール開発へ入るための承認

最も初期の実践時期とマイルストーンII以前において、プログラム・マネジャーは、フル・スケール開発、テストと評価 (T&E) そして製造に対して包括

的な戦略をもつ。

フル・スケール開発へ移行するための承認は、諸資源が利用可能であり、その資源が開発と取得を完成し、Secretary of Defense の命ずるシステムを運用し、支援するように計画することが可能であるというコンポーネントの保証に依存する。フル・スケール開発への移行を承認する決定は、製品改善と他の修正を含む計画システムのライフサイクル原価が最新の予算内にない限り遂行されない。

統合的ロジスティクス支援 (ILS) 目標を満たすための詳細なマイルストーン・プランがフル・スケール開発の初期に開発される。積極的なコントロールは、ILS 要素、デザイン活動、そして雇用プランの間における内部依存性を認識するために、そしてスケジュールを統合するために、設定される。

開発 T&E は、マイルストーンⅢ以前に遂行される。運用 T&E は、システムの運用効果性と適合性についての妥当な見積りを提供するために遂行される。

(5) マイルストーンⅢ：生産し、配備するための承認

取得戦略は、マイルストーンⅢで最新のものにされる。選好される意思決定は、システムの計画ライフサイクル原価が最新のデータでない限り、マイルストーンⅢでは遂行されない。担当部門は、製造と配備への進行に承認が与えられる前に、Affordability の保証について再び主張する。

段階別の兵器システム取得プロセスは、プログラム・概念・技法などが、ライフサイクル原価をコントロールするために機能する統合的フレームワークである。プロセスの段階は、次の段階のための必須条件が満たされることを保証することに役立つレビューと意思決定マイルストーンによって区分される。プログラム、概念、技法などは、意思決定マイルストーンに対する助けとなる。

第2節 ライフサイクル・コスト・マネジメントに利用される技法と概念

多くの契約技法とマネジメント概念が、ライフサイクル原価のマネジメントとコントロールを助けるために導入されてきた。それら概念と技法が、低いライフサイクル原価の達成においてどのように機能するかを、図表2を参照しな

がら検討する³⁾

図表2は、フレームワークのプロセスにおいて、概念・技法・プログラムなどが、いつ、実践されるのかを示している。▲印は、規則 (regulation) と通達の要求する強制的な事柄を示し、△印は、自由裁量的に実行できる事柄を示している。

(1) Affordability

DODD 5000.1 の1980年版で導入された『Affordability』とは、提案される兵器システムを効率的かつ効果的な方法で取得し、運用するために適切な諸資源を提供するための能力である、と定義される。Affordabilityは、システム取得プロセスの全てのマイルストーンにおいて考慮される。それは、原価、優先順位、財務資源および人的資源の利用可能性などの関数である。Affordabilityは、主として、プランニング・プログラミング・予算編成システム (PPBS) プロセスにおいて確定される要素である。

Affordability 規律 (discipline) は、兵器システムのトータル所有原価は、システム・ライフサイクル中の財務プランニングに含められる事を要求している。

Affordability 分析は、兵器システム取得プログラムを進行する権限がDODの予算と他の財務プランから構成される事を保証するというマネジメント概念である。

(2) ライフサイクル原価

ライフサイクル原価は、システムの耐用年数全体に渡るシステム・トータル原価を意味する用語であり、開発原価、調達原価、運用原価、支援原価、廃棄原価などを含んでいる。ライフサイクル原価は、意思決定において、『代替案のライフサイクル原価を考慮せよ』、『最低のライフサイクル原価を約束する代替案を選択すべきである』などと利用される。

他方、ライフサイクル・コスト (LCC) は、ハードウェアとそれに関する支援のための契約を結ぶさいに、あるいは、代替的な活動コースに関する意思決定をするさいに、取得原価だけでなく、将来の運用、保全、その他の所有

図表2 ライフサイクル・コスト・マネジメントのフレームワーク (1982年)

活動 (ACTIVITY)	ミッションの 分析	マイルストーンO		マイルストーンI		マイルストーンII		マイルストーンIII	
		構想の研究	表明と有効性確認	フルスケール開発	フルスケール開発	製造と配備			
・アフォードability (AFFORDABILITY)	△	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲
・ライフサイクル原価の見積 (LIFE CYCLE COST ESTIMATE)			▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲
・原価の計算 (COSTING)		△	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲
・デザイン・ツール・コスト (DESIGN TO COST)			▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲
・価値工学 (VALUE ENGINEERING)				▲	▲	▲	▲	▲	▲
・価値工学のインセンティブ (VALUE ENGINEERING INCENTIVES)					▲	▲	▲	▲	▲
・信頼性改善保証 (RELIABILITY IMPROVEMENT WARRANTIES)					▲	▲	▲	▲	▲
・取得戦略 (ACQUISITION STRATEGY)			▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲
・調達プランニング (PROCUREMENT PLANNING)	▲		▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲
・プログラム・マネジメント (PROGRAM MANAGEMENT)			▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲
・プロダクト・プランニング (PRODUCT PLANNING)	△		△	▲	▲	▲	▲	▲	▲
・統合的ロジスティクス・サポート (INTEGRATED LOGISTICS SUPPORT) と 統合的ロジスティクス分析 (INTEGRATED LOGISTICS ANALYSIS)	△		▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲
・信頼性 (RELIABILITY) と 保水性 (MAINTAINABILITY)	▲		▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲
・品質プログラム (QUALITY PROGRAM)			▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲
・標準化 (STANDARDIZATION) と 仕様決定 (SPECIFICATIONS) プログラム			▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲
・部品 (PARTS) コントロール			△	▲	▲	▲	▲	▲	▲
・コンフィギュレーション・マネジメント (CONFIGURATION MANAGEMENT)					▲	▲	▲	▲	▲
・テストと評価 (TEST & EVALUATION)			△	▲	▲	▲	▲	▲	▲
・人的資源と訓練 (MANPOWER & TRAINING)			▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲
・仕様決定と標準化 (SPECIFICATIONS & STANDARDS)			▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲

記号の説明：▲ = 強制される事柄 (Event)
△ = 自由裁量の事柄 (Event)

原価の評価を要求する技法である。LCCの目的は、要求されるハードウェアが、そのハードウェアの耐用年数の間、政府にとって最低の所有原価総額となる事を保証する点にある。

(3) 調達プランニング

DAR 1-2100による調達プランニングは、国防資材の調達を調整し、統合するためのプロセスである。その目的は、タイムリーかつ合理的な原価で品質の良い製品を獲得する事にある。それは、プログラムの調達ライフサイクルに渡るプログラム目標の達成を満たすマイルストーンを設定している。

(4) デザイン・ツー・コスト (DTC)

デザイン・ツー・コストは、マネジメント概念である。それは、新製品を開発するさいの商業ビジネス実践の論理的な適用であり、性能の特質とスケジュールを設定し、テクノロジーを選択するさいに、プログラム原価が、解放された許容度 (unfettered latitude) によって上昇する可能性があると言う事実によって正当化されている。原価目標は、システム開発中に設定される。目標は、運用能力、性能、原価、スケジュール間でのトレードオフによって達成される。DTCの目的は、技術的要求事項と、兵器システム、サブシステム、構成部品などについてのデザイン、開発、製造、運用を通じたスケジュール等と同じ重要性をもつパラメータとして、原価を設定する事にある。ライフサイクル原価、受け入れ可能な性能、そしてスケジュール間の最善のバランスをとるために、調達マネジャーおよび契約者のマネジメント目標として原価要素を設定する事もデザイン・ツー・コストの目的である。

(5) 信頼性と保全性 (R&M)

信頼性と保全性は、以下の目標を遂行するためのプログラムに統合されるエンジニアリング規律 (disciplines) である。

1. 現場に導入される品目の運用準備と使命の成功を増加すること。
2. 構成部品の保全とロジスティクス支援の需要を減少すること。
3. DODにおいて利用可能と考えられるスキルと訓練によって運用され、保

全が可能な品目を現場へ導入すること。

4. 調達, 運用, そして支援マネジメントに対して必要な特殊なタイプの R&M データを提供すること。
5. R&M における原価とスケジュール投資への増加が, 上述の目標に対して大いに貢献する事を保証すること。

DODD 5000.40: 信頼性と保全性 (1980/7/8) は, 信頼性を, 安定した状況の下での故障のない性能の確率であると定義している。使命信頼性とは, 特定の使命プロファイルの期間中, 要求される諸機能を遂行する品目の能力である。そして保全性とは, 特殊な技能水準をもつ人員によって, 保全と修繕の予測される水準の下で, 予測される手続きと資源を利用して, 保全が遂行されることによって維持され, または回復される品目の能力である。

(6) 品質保証 (Quality Assurance)

DOD コンポーネントは, DODD 4155.1: 品質プログラム (1978/8/10) によって, 使命と運用効果性とユーザーの満足を保証するように, そして提供される全てのサービスと, デザインされ, 開発され, 購入され, 製造され, 運用され, そして保全される製品が, 具体化された要求事項に従うことを保証するように, 品質プログラムを開発し, 管理するように要求されている。

(7) テストと評価 (T&E)

兵器システムの取得における T&E のための DOD 政策は, DOD 通達 5000.3: テストと評価 (1979/12/26) において示されている。T&E は, できるだけ初期に開始され, リスクを評価し, 低減させるために, そしてシステム運用効果性と適合性を見積るために, 調達プロセスを通じて遂行される。評価基準, テスト目標, そして重要な項目などは, テストが開始される前に設定される。

(8) 標準化と関連プログラム

DODD 4120.3: 国防標準化と仕様書プログラム (1979/2/10) は, DOD コンポーネントの運用準備を改善し, システムおよび設備の原価効果的的使命性能を, 資源の効率的利用, 製品の再利用とエンジニアリング努力の奨励によって保証

するために、これまでの政策を最新のものにしていく。

DODI 4120.19 : DOD 部品コントロール・システム (1981/6/11) は、諸資源を保護し、多様な構成部品を低減することによって、そして設備と兵器システムのデザイン、開発、製造、または修繕における部品の利用を促進することによって、ライフサイクル原価を低減する。

(9) 価値工学 (バリュー・エンジニアリング : VE)

VE は、最低の所有トータル原価によって性能、信頼性、品質、保全性安全要求を満足するために、DOD システム、設備、施設、手続き、運用、保全、そして資材などの高い原価のかかる機能要求をシステムティックに分析するための連続したプロセスである。

DOD の VE プログラムは、DODD 5010.8 : DOD 価値工学プログラム (1976/5/12) において示されている。その政策は、VE が、特にエンジニアリング開発期間中に、調達と所有原価のための『デザイン・ツー』目標に対してシステムと設備の継続的なレビューを支援することにある。VE は、システムと設備の生涯における製造とロジスティクス支援段階の原価低減の重要なメカニズムになることが意図されている。

(10) 統合的ロジスティクス支援 (Integrated Logistics Support : ILS)

ILS とは、マネジメントと技術的諸活動によって統一された反復的なアプローチであり、最小の原価で、要求事項とデザインに影響を及ぼす支援項目を考えさせ、デザインに関連する支援項目を定義し、運用段階で要求される支援を獲得し、そして提供することである。ILS 要素は、保全プラン、人員配置、供給支援、支援とテスト設備、訓練と訓練計画、技術データ、コンピュータ資源支援、パッケージング、取扱い、貯蔵、輸送、そして施設等である。

ILS の政策と責任は、DODD 5000.39 : システムと設備に対する統合的ロジスティクス支援の調達とマネジメント (1980/1/17) で示されている。

(11) 信頼性改善保証 (Reliability Improvement Warranties : RIW)

保証 (warranty) とは、販売者が購入者に対して、提供する品目またはサービ

スの性質、使いやすさ、または状態に関して行う約束である。一般的に、保証は、受領後、一定の期間、適用される。保証は、製品またはサービスに欠陥が生じた場合の購入者と販売者の権利と義務を記述している。RIWは、契約者が、特定の期間または利用の測定期間中に欠陥が生じる全ての設備を修繕するかまたは取り替えるかに同意する契約技法である。RIWの意図は、契約者にたいして、より低い故障率の設備、そして故障の修繕が経済的になるような設備をデザインさせ、製造させるように動機づけることにある。これによって、政府にとって設備のライフサイクル原価が低減されるのである。

第3節 ライフサイクル・コスト・マネジメントにおける ロジスティクス支援分析と統合的ロジスティクス⁴⁾

ここでは、ライフサイクル・コストは調達プロセスにおいて『制度化 (institutionalized)』されているという前提の下で、ライフサイクル・コスト・マネジメントの基礎をなすと考えられるロジスティクス支援分析および統合的ロジスティクス支援概念を考察する。ロジスティクス支援分析は、統合的ロジスティクス支援の部分集合であり、統合的ロジスティクス支援は、ライフサイクル・コスト・マネジメントの部分集合であると考えられている。

1 ライフサイクル・コスト・マネジメントの意義

ライフサイクル・コスト・マネジメント (LCCM と略称する) 目的の変遷を、まず理解しておくことが大切である。ライフサイクル・コスト・マネジメントの目的は、最初、仕事を得るために最低のトータル・コストを目指して努力することであると理解されていた。次に、パフォーマンス、スケジュール、コスト間の最善のバランスを追究することにシフトした。さらに、そういうバランスに支援可能性の規準が加えられたのである。

次に、品目またはシステムのライフサイクル・コストとは、その品目またはシステムに直接関連する開発コスト、取得コスト、所有コスト、処分コストなどから構成されるトータル・コストである。品目は、コンピュータ・チップか

ら兵器システムにまで及んでいる。LCCM は、代替案に関する意思決定が遂行される前に、代替案品目の LCC 見積りを要求する。全ての意思決定は代替案をもっているからである。

LCCM は、ガイドラインとデータの調査と並行して、これらの代替案コストを見積るための要求事項を課している。我々は、これらのコストを不確実性を考慮にいれて、便益とコストの最善のコンビネーションをもつ代替案を選択するときの要因として考慮しなければならない。

一般的な内容として、制限された資源の利用となる全ての意思決定に関しては、トータル・コストを考慮するべきである。

アメリカ国防総省のライフサイクル・コスト・マネジメントとは、広義には、ライフサイクル・コストであるトータル・コストを規準にして意思決定すること、すなわち、最善の代替案を選択することであると理解される。より具体的には、『パフォーマンス (性能)』、『スケジュール』、『コスト』、『支援可能性』などをバランスさせることである。

2 LCCM プログラムの管理

ここでは、LCCM プログラムを管理する作業内容が、7つの理解を通じて要約される。

ライフサイクル・コストに関係するマネジャーと組織は、従来のプログラムにおいて『成功』してきた方法による事柄の遂行に安堵感を感じる。変化に抵抗する壁 (buidt) が存在している。しかしながらこれまでの方法は、総合的に『成功』しているとはいえない。プログラムを管理する人に LCCM の目的について知らせ、ライフサイクル・コストについて教育することが重要となる。

第2の理解は、探求する (questioning) アプローチを展開することである。制限された資源の状況が与えられると、マネジャーは、パフォーマンス、コスト、スケジュールおよび支援可能性パラメータに対する企業要求事項を意識的に決定することに努力しなければならない。全てのパラメータは、その他のパラメー

タとトレード可能である。要求事項を決定し、その要求事項がどの様にトレードされるかを決定する方法の一つは、疑問を投げかけることである。

第3の理解は、数量化することである。パフォーマンス、スケジュール、および支援可能性と同等の重要性をもつトレード項目としての『コスト』の利用は、適切な見積りを要求する。そして主要でかつ重要なコスト・ドライバーとデザイン・パラメータを含むいくつかのモデルが開発される。コスト・ドライバーやデザイン・パラメータが意思決定プロセスにおいて重み付けされる場合、それらは分析によって支援されるべきである。

第4の理解は、デザインを反復することである。ライフサイクル・コストの基本構想の一つは、システムまたは品目のデザイン中に行われる意思決定が製造コストまたは所有コストにインパクトを与えることにある。設計者は、コスト要素の細分化と提案されたデザインの期待コストに関するフィードバックを必要としている。これは、デザイン努力を高いコスト要素に焦点をおくことを可能にする。LCCMプログラムは、デザイン局面中に膨大な時間をかける必要があることを意味している。

第5の理解は、パフォーマンス、スケジュール、コストおよび支援可能性パラメータをトレード・オフすることである。これは、これらパラメータのどれかを無視することを意味しているわけではない。

第6の理解は、どのプログラムも、品目を必要とする政府と、それを供給する契約者間のチームワークを必要とする点を認識することである。これは、契約者のコミットメントが重要であることを明確にすることである。契約者が良いライフサイクル・コストの性質をもつシステムまたは品目を調査することに興味がなければ、顧客は、システムまたは品目を入手しない。良いLCCを有する契約者には報酬を与えるというある種の契約的な入札手続きがある。

第7の理解は、ユーザー・コミットメントを明確にすることである。ユーザーは、要求する側の組織 (requiring organization) なので、彼らが取得プロセスに継続的に含まれることが重要である。

このような7つの理解を守ることによって、取得プログラムが良いLCCの性質を確実に持つように手助けすべきである。次に、ロジスティクス支援分析と統合的ロジスティクス支援を検討し、それらとLCCMの比較を試みる。

3 ロジスティクス支援分析の意義 (Logistics Support Analysis : LSA)

LSAは、次のように定義されている。取得プロセス中に、システム・エンジニアリングおよびデザイン・プロセスの一部として遂行される科学的小およびエンジニアリング努力の選択的適用であり、支援可能性と他のILS目的に一致することを助けるためのものである。(MIL-STD-1388-1A, LSA) LSAは、信頼性と保全性と同様に、システム・エンジニアリングとデザイン・プロセスの一部である。ブランチャードは、この概念を次のように説明している。

「ロジスティクス支援分析 (Logistics Support Analysis : LSA) とは、新しいシステムにとって必要なロジスティクス支援が識別され、評価されることの繰り返しの分析プロセスである。LSAは、次のために選択される定量的方法の適用を構成する。

- (1) システム・デザインへのインプットとしてのロジスティクス規準についての最初の決定および設定を助けること。
- (2) 多様なデザイン代替案の評価を助けること。
- (3) ロジスティクス支援要素の識別と準備を助けること。
- (4) 消費者が使用中のシステム支援能力についての最終的な評価を助けること。

LSAは、システム開発の初期の段階を通じて利用されるデザイン分析手法であり、保全分析、信頼性中心の保全要件、修繕分析水準、ライフサイクル・コスト分析、ロジスティクス・モデリングなどを含んでいる。LSAのアウトプットは、ロジスティクス支援資源、すなわち、予備・修理部品タイプと数量、テスト・支援設備、人員量と技術レベル要件など、についての識別および正当化である。このアウトプットは、Logistic Support Analysis Record : LSARとして識別され、そしてCALISへのインプットの構成要素をなすのである⁵⁾」

パフォーマンス、スケジュール、コストおよび支援可能性間のバランスを取るといふ考えもこの意義に関連する。

コストをパフォーマンスとスケジュールが持つ重要さと同等の地位に引き上げようとした1970年代の努力は成功したと考えられる。1980年代においてコストは「支援可能性」と同等の位置に引き上げられる。LSAとILSは、この目的を達成するためのツールである。これらのツールを適切に適用することによって、LCCMプログラムを手助けするのである。

LSAの歴史についてふれると、LSAの概念は、MIL-STD 1388-1（ロジスティクス支援分析）、とMIL-STD 1388-2（ロジスティクス支援分析記録）において1973年10月に公表された。改訂されたMIL-STD-1388-1Aが1983年4月に公布された。新しいMIL-STD-1388-2Aが1984年7月に公布されている。古いLSAの概念は、フル・スケール開発において選択され、そして製造の結果を選択されたポスト・デザイン努力としてLSAを考えている。新しい標準は、デザイン・プロセスにおいて考慮されるLSAを必要としている。

LSA概念の背景にある基本的な考えは、ロジスティクス支援可能性のための適切なプランニングが、戦闘中に支援可能な兵器システムと設備に結果的になることである。この支援可能性に対して明瞭な2つの側面が存在する。第1に、LSAプロセスは、良い支援可能性特徴を持つシステムまたは設備を作り上げることを手助けすることである。LSAのこの側面には、以下の点が含まれる。

- ・流動性、要求事項、使命頻度と存続期間、そして運用要求事項等のような核となる支援可能性要因が認識され、文書化される。
- ・標準化プログラムに関する情報が開発され、提供される。
- ・支援可能性を改善するテクノロジーによるデザイン機会が認識され、評価される。
- ・新システムのデザイン目的、兵たん、構築に関して数量化できる支援可能性が設定される。

LSAプロセスの第2の側面は、システムを支援する能力が、必要なときに利

用できるようにすることである。この部分は、第一の部分と並行して行われる。

LSA の両側面が、より高い準備とより高い持続性へと導くことは明らかである。最初の側面は、複雑な支援可能性をより明確にすることを助け、第2の側面は、施設、訓練された人員、支援設備、スペア、修繕部品が必要なときに利用可能となるように助けるのである。

4 統合的ロジスティクス支援 (Integrated Logistics Support : ILS)

ブランチャードはこの概念を次のように説明している。

「統合的ロジスティクス支援 (Integrated Logistics Support : ILS) とは、最終消費者あるいはユーザーが、計画ライフサイクルを通じて、性能要件を満たすだけでなく、能率的かつ経済的な支援を受けることができるシステムを保証するのに助ける最初のプランニング、資金調達、コントロールなどを提供するマネジメント職能である。統合的ロジスティクス支援の主たる目標は、テスト・支援機器、予備・修理用の部品などの、支援に関連する多様な要素を統合することにある。

アメリカ国防総省における定義は次のようである。

ILS とは、次のことに必要なマネジメントおよび技術的活動への科学的、統一的、繰り返しのアプローチである。

- (1) システムおよび設備デザインの中に支援考慮を統合すること。
- (2) 準備目的とデザインに、首尾一貫して関連する支援要件を開発すること。
- (3) 必要とされる支援を取得すること。
- (4) 運用段階中に要求される支援を最小のコストで提供すること。

さらに、ILS の概念の中に含まれるのは、プログラムの最初の段階における ILSP の開発である⁵⁾。

最新の ILS 要素には、次のものがあげられる。

- ・ 保全プランニング
- ・ マンパワーと人員
- ・ 供給支援

- ・技術データ
- ・訓練と訓練支援
- ・コンピュータ資源支援
- ・施設
- ・梱包, 取扱い, 貯蔵, そして輸送

(DODD 5000.39, 1986)

MIL-STD 1388-1A によれば, LSA は, ILS プログラムの一部であり, LSA は, システム・エンジニアリング・プロセスの統合部分である。

ライフサイクル・コスト・マネジメントは, 高いパフォーマンス, 低いコスト, そして優れた支援可能性に対する混在した要求のバランスをとるという概念である。その概念には多くのものが含まれているので, コストを強調するあまり LCCM を間違えて理解するかも知れない。この概念が初期のテスト時の 1960 年代後半と 1970 年代前半において, システムまたは設備の開発においてライフサイクル・コストを重要な品目として考慮することは, いくつかの事例にみられるように, 『ライフサイクル・コスト・アプローチ』の価値を示したのである。

ILS は, 明らかに LSA よりも多くのものを含んでいるが, ニーズに対する疑問と運用要求事項については言及されていない。パフォーマンス, スケジュール, コスト, そして支援可能性のバランスを取ることが無視されている。

LSA プロセスは, 政府と契約組織によって遂行されるサブタスクの集合である。77 のサブタスクが MIL-STD 1388-1A で認識されている。それらは 15 のタスクにまとめられ, 5 つのタスク・セクションにまとめられた。第 1 のタスク・セクションは, LSA プログラムのマネジメントとコントロールを処理している。このセクション内のタスクは, LSA プログラムのそしてプログラムを含み, LSA プログラムのための手続きを考察している。第 2 のタスク・セクションは, LSA ワークが実際開始するセクションである。これらのタスクは, 新システム/設備と既存のシステム/設備の比較, 支援可能性, コスト, そしてリー

ドネス・ドライバーの分析を取り扱っている。この比較は、新システム／設備のデザイン、ゴール、倉庫、そして構築に関連する支援可能性の目的と支援可能性に結果としてなる。このタスク・セクションの基軸要素は、使用研究である。このタスク・セクションは、次のタスク・セクションの間に、成功するトレード・オフのための攻撃手段 (am-munition) を提供する。

第3のタスク・セクションは、ロジスティクス代替案の準備と評価を取り扱っている。前のタスク・セクションやその他のインプットからの情報を利用して、支援要求事項が締めくくられる。それから代替案支援概念が認識され、分析される。LCCM タイプのトレード・オフが、コスト、パフォーマンス、スケジュール、そして支援可能性の最善のバランスを達成するために遂行される。この最善の代替案のロジスティクス要求事項は、タスク・セクション4で焦点が向けられる。タスク・セクション4は、タスク・セクション3の結果を受け、ロジスティクス支援資源要求事項を認識する。これは、新しいまたは重要な要求事項と訓練、輸送可能性、そして provisioning のための要求事項の認識を含んでいる。それはまた、新しい品目が現場に送られたとき、そして製造後には、期待されるインパクトと相互作用の分析を要求している。

タスク・セクション5は、基本的には手続きのトラッキングとフィードバックである。数量的な支援可能性の要求事項が満たされているかどうかを調べるためにテストが行われる。このセクションは、初期の予測を明確にするために必要となるデータを提供する。

LSA とLSAR タスクは、契約項目であり、契約コストを増加させる。例えば、ILS は、設備 modularity, accessibility, 人間性要因、そして増加した信頼性を統合することによって取得コストを増加させると一般的に考えられる。LSA による早期の増加コストは、LSA に帰属可能な後の期待されたコスト低減と比較されなければならない。

LCCM プログラムのコスト効果性は、早期の再調達によって示される。ライフサイクル・コストの考慮は、パフォーマンスまたはスケジュールを犠牲にす

ることなく、よりよいコスト特徴をもつ取り替え部品と供給の調達になる。validationのためのこのオプションは、LSA に対しては簡単に利用できそうにない。なぜなら、それは、主として、新しい取得プログラムと主要な修繕において利用されているからである。

LSA と LSAR についての疑問とコメント

改善された支援可能性に対する DOD プログラムの実施に関係する数多くの問題が存在する。ロジスティクス・ゴールの適切な定義が一つの問題である。ロジスティクス・ゴールを契約者に対して達成可能にし、明瞭なゴールにするために、どの様にして適切なゴールをプログラム指針の中で定義するのか。他の問題は、ゴール・コンフリクトとして認識される。パフォーマンスと支援可能性の競合しているゴールのバランスをどの様にするのか。第3の問題は、ロジスティクスに敏感な人間をそのサイクルに投入している。

取得マネジャーが彼らの問題に関与し始めたということは良く知られている。どの様な強調が支援可能性テストに置かれるのであろうか。Carosh が1969年に、使命リードネス、利用可能性、そして安全性が総合的にプログラム目的を駄目にしてしていると指摘しようとも、支援可能性と測定可能なこれらのタームとを関係づける際の困難さが問題を引き起こしている。

その他の問題は、データである。分析はデータを要求し、データは、デザインの複製生産物としてのみ生み出されることが指摘した。Carosh は、デザインは、それ故、分析を遂行しなければならないという結論を出した。ILS と LSA は、後方支援者がデザイン・プロセス中に早期にインプットを作らなければならないとすることを要求しているので、何が行われるのであろう。ILS (と LSA) の効果性は、継続しているプログラムにおける変化を記録し、配分するための文書に依存している。この歴史は、また LSA の第3のタスク・セクション (ロジスティクス代替案の準備と評価を取り扱っている) の大きな部分を提供する。現在の経験を文書化することのみによって、我々は、よりよい未来を望むことができる。さらに、LSA に対して要求されているデータは、いく

つかのケースにおいて、あらゆる場所で必要とされているデータの複製物である。Carosh は、データが2つのデータ報告に対して共通な時、疑問を投げかけられるところのデータが重要になる、と指摘し、MIT-STD-1629 の下で要求されている R&M データだけでなく、LSAR の下で要求されている R&M データも説明している。このデータの詳細は、しばしば、契約においては具体化されることはない。

要 約

取得は、最も効率的でかつ経済的なあらゆる方法によって要求されているコンフィギュレーションにおいて必要とされている資源の獲得を網羅している。コンフィギュレーションとロジスティクス支援システムとの様々なコンビネーションが様々なリードネス、支援可能性、コスト、そして安全性特徴となるので、徹底したプランニングが望ましい。LCCM、ILS、そして LSA のゴールは一致している。一般的に、LSA は ILS プログラムの一部である。それらの間における重要な違いは、LCCM から LSA へと範囲が減少することである。異なる範囲内で、パフォーマンス、スケジュール、コスト、そして支援可能性の最善のバランスを取ることに努力すべきである。

より大きくかつより困難な疑問は、「LSA プロセスの効果をどの様にして評価するか？」である。

第4節 ライフサイクル・コスト・マネジメント

—ケース・スタディーを中心として—⁶⁾

1 海軍ライフサイクル・コスト・コントロール (Navy Life Cycle Cost Control F-18)

ここでは、アメリカ海軍の F-18 戦闘機に関するライフサイクル・コスト・コントロールの事例を紹介する。

F-18/A-18 マルチタスク戦闘機は、海軍の最新の戦闘航空機であり、海軍と海兵隊の F-4 航空機と海軍の A-7 攻撃航空機に代わるものである。開発段階の

初飛行は1978年9月に予定され、製造開始決定は、1980年の始めに予定されている。主な機体の契約者は、MoDonnell Aircraft (MACAIR)社であり、機体の二次契約者であるNorthrop社とF404エンジンの二次契約者であるGeneral Electric社と契約を結んでいる。

MACAIR社におけるライフサイクル・コスト・マネジメントの新しい視点は、以下の点を強調することにある。

- ・LCC 要求事項は、デザイン・ツー・コスト (DTC) と統合的ロジスティクス支援要求事項に契約によって全体に結びついている。
- ・契約企業の DTC 単位あたり製造コスト目標にはインセンティブが設定されている。
- ・LCC マネジメントとコントロール・インセンティブが設定されている。
- ・契約企業の信頼性と保全性の保証 (guarantees) にはインセンティブが設定されている。
- ・早期に設定され、継続的にモニターされている LCC ベースライン。そして F-18 プログラムには、LCC コントロールが適用される以下の要素を含んでいる。
- ・開発コスト (LCC の 10%)
 - エンジニアリング開発とテスト
 - 戦闘テスト航空機 (11 機)
 - 戦闘テスト支援
- ・製造コスト (LCC の 34%)
 - 航空機 800 機
 - 430 Fighters
 - 310 Attack
 - 60 Trainers
- ・初期の支援コスト (LCC の 12%)
 - 初期のスペア

- トレーナーと訓練
- 地上支援設備
- 技術報告書
- 運用・支援コスト (LCC の 44%)
 - 人員 (直接と間接マネジメントと支援)
 - 取り替えスペア
 - 消耗品
 - 燃料
 - 航空電子, エンジン, そして航空機体の再作業

、 LCC 目的のインセンティブは、実質的なものである。フル・スケール開発 (FSD) 段階における最大の報酬は、ターゲット・コストの 55% である。DTC 報酬あるいはペナルティーは、製造契約ターゲット・コストに対して 85 対 15 の割合である。LCC マネジメントと信頼性/保全性に対する運用・支援コストをコントロールするための報酬額は、それぞれ \$15 ミリオンと \$24 ミリオンである。

LCC マネジメントの報酬額が決定され、1976 年の初めと 1981 年の終わりに 6 カ月のインターバルをあけてその報酬が与えられた。報酬額は、MACAIR 社の主張を取り入れて海軍が一方的に決定する。信頼性と保全性についての報酬額は、そのシステムが開発され、運用がテストされる 1980 年と 1981 年に計画されている。

LCC 目標の達成を評価するために、主観的評価要因と客観的評価要因の両方が認識された。客観的要因には、信頼性、保全性、単位あたりの製造コストが適用される。主観的規準には、フル・スケール開発中に LCC の低減を達成するための DTC/LCC トレードオフの遂行によって、LCC 問題を解決する際のマネジメントとエンジニアリングの効果が適用される。追加の要因には、受け入れ可能な保証 (warranty)、二次契約者の LCC パラメータのコントロール、そしてロジスティクス支援分析プログラムなどが含まれている。契約上の信頼性

および保全性に関する保証 (guarantees) 内容は、以下の通りである。

・信頼性

—Air Vehicle MFHBF

1,200 累積飛行時間では 2.9

2,500 累積飛行時間では 3.6

—使命の信頼性

0.8 時間

・保全性

—MMH/FH

11.0 時間

—MTTR

1.8 時間

—MTBMA

0.5 時間

—往復時間

15 分

—運用の利用可能性

80%

—運用の快適さ

85%

・トレード・スタディー

F-18 プログラムに関するトレード・スタディー遂行プロセスによって、当該システムのトータル LCC を考慮する意思決定が可能となる。デザイン、信頼性、保全性、そして重量などのパラメータが、最終目的である最小ライフサイクル・コストと開発コスト、単位あたり製造コスト、運用・支援コストに対してトレード・スタディーされる。

1977 年 3 月から、360 のトレード・スタディーが、186 の完成されたトレード・

スタディーと 93 のキャンセルされたトレード・スタディーをもって開始された。トレード・オフ・スタディーから生じる LCC に対する予測されたコスト回避節約総額は、\$ 228 ミリオンで、その内訳は、運用・支援コストが \$ 78 ミリオン、製造コストが \$ 140 ミリオン、フル・スケール開発コストが \$ 10 ミリオンであった。

・保全性と信頼性

保全性の特徴に多くの強調が向けられた。航空機の往復時間を満たすために MACAIR 社によって開発された特徴は、水圧、エンジンオイルの量、そして酸素状態を即座にモニターするための Consumables Status system などである。ロジスティクスの考慮は、エンジン・スタートの初期の補助パワー・ユニットである。

・LCC トラッキングと可視性

海軍と MACAIR 社の協力によって、コスト予測と報告のための LCC モデルが提供された。海軍は、望まれるフォーマットと数式、さらにそのモデルを開発する際に利用される運用および支援の要因を提供した。MACAIR 社は、トータル・システム・トラッキングのために利用されるトップレベルのコスト・モデルを考慮する LCC モデル、サブシステム・コスト・トラッキング、ロジスティクス評価、そして LCC トレード・スタディーに備えたより詳細な設備レベルのコスト・モデルを開発した。

コスト見積り技法は、回帰分析を通じた類似のシステムまたは現場の経験から導かれる適切なコスト見積り関係式によるパラメトリック・モデルを利用している。開発局面を通じてシステムが進行するにつれ、詳細なボトムアップ・エンジニアリング見積りが、コスト見積りの正確さと信頼性を増加させるために準備される。

・統合的ロジスティクス支援 (ILS) プラニング

追加の節約を提供する DTLCC における主要な変化は、早期に必要な不可欠な支援をデザインすることである。歴史的に、ロジスティクスの考慮は、デザイ

ンが本質的に硬直している場合、開発段階の後の段階で適用されるので、コスト節約に対して最小の機会しか提供することが出来ない。

・学び得た教訓

MACAIR社は、F-18プログラムに関する海軍とのLCCマネジメントの実施において成功した。それは、LCC低減プログラムにおける海軍と同社の二次契約者との信頼性を発展させるために、プログラム人員の総参加に集中したチーム努力を行い、運用・支援コスト節約のために、高いコスト・ドライバーが強調されたからである。報酬インセンティブは、信頼性、保全性、ライフサイクル・コストの管理のために設定された。

2 空軍ARC-164のデザイン・ツー・ライフサイクル・コスト (Air Force ARC-164 Design to LCC)⁷⁾

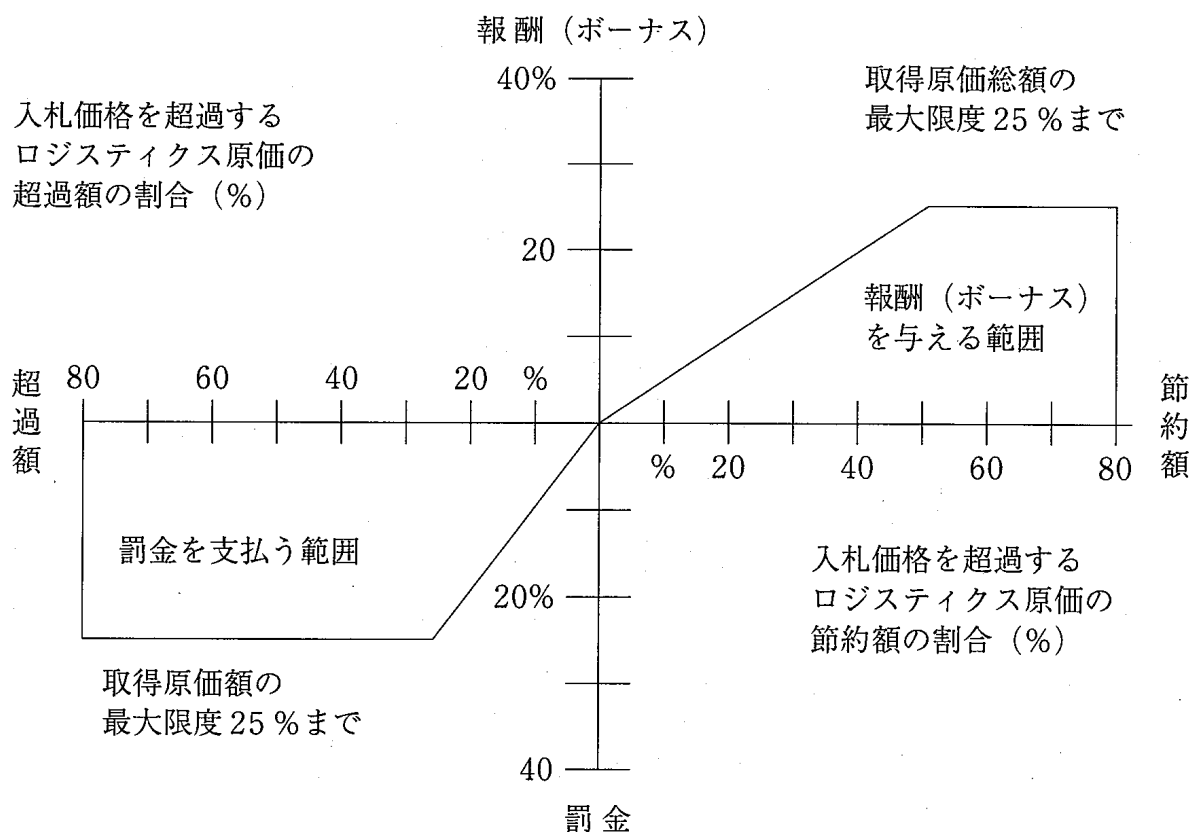
Magnavox社のプログラム・ディレクターである、William H. Bodinは、1977年9月のデザイン・ツー・ライフサイクル・コスト (DTLCC) セミナーで、ARC-164の現状を示した。このプログラムは、LCC調達の初期の適用を示している。

ARC-164 (ラジオ) プログラムは、LCC調達の経験として空軍によって述べられた。1972年、古くなったARC-27とARC-34に対する取り替え評価のために3社に契約候補の資格が与えられた。製造契約は、最も低い予測LCCを持つシステムに基づいて行われる。空軍は、製造契約者の決定に利用するLCCモデルを開発した。Magnavox社が勝利し、1974年4月から製造契約を開始した。

ARC-164のLCC調達は、図表3に示されているような報酬/ペナルティー・インセンティブを有する取得コスト、初期のロジスティクス・コスト、繰り返して発生するロジスティクス・コスト (保全修繕コスト) を含んでいた。プラスマイナス3%のデッドゾーンと取得コスト (AC) の25%に相当する最大ボーナス/ペナルティーが存在する。

平均故障間隔 (MTBF) に関するインセンティブは、提示された報酬/ペナルティー曲線に直接関係している。契約上MTBF要求事項は、予測された1,200

図表3 契約企業へのライフサイクル・コストの低減と報酬（インセンティブ）



時間の現場 MTBF, 1,000 時間の工場 MTBF, そして 800 時間の兵たん MTBF ペナルティーを含んでいる。60 システムの中の 2 つのロットが, 初年度の製造と第 2 年度の最初の四半期の製造から, LCC 実証システムのために選択された。システムは, 空軍の trainer, 戦闘機, 輸送機に据え付けられ, そして 1976 年 1 月からテスト実証が行われた。

保全コストと支援コストの大きな節約が実現された。2 年間に渡り, 飛行時間当たりの保全マンパワーが大幅に低減された。ロジスティクス・コスト節約は, 非常に良く, そして Base と Depot 修繕人員は, 50% 低減された。燃料とエンジン保全の二次的な節約も実現した。空軍のトータル節約額は, 月額 \$ 1 ミリオンと見積られた。

その他の調達特徴は, 契約者によって提供される 1 年間故障無料保証 (one year failure free warranty) である。

保全概念, そして最終的には設備の運用と支援のコストに影響するデザイン局面において早期のトレード・オフが遂行された。

LCC 実証テスト・プログラムは, 要求される MTBF, MTTR, そしてボーナス/ペナルティー・インセンティブに契約的に従うことを決定するために選択された製造単位において運用テストを提供した。これは, 人員訓練の集中努力と保全マニュアルのデザインという結果になった。空軍人員は, Magnavox 社によって訓練され, ARC-164 設備の修繕に対して公認された。ドラフト・マニュアルは, 空軍にリリースされる前に契約人員においてテストされた。

学び得た教訓は, 次の点である。

- ・ LCC 調達 は, 空軍にとって, 信頼性改善保証 (Reliability Improvement Warranty) よりも低いコスト・アプローチである。
- ・ 価格/信頼性/スケジュールの内, 少なくとも一つは柔軟性を残すこと。

F-18 のケースにおける信頼性と保全性に関するインセンティブの大きさは非常に魅力的である。インセンティブ報酬は, ライフサイクル・コスト・マネジメントの重要性を示す証拠である。

ARC-164 プログラムは, LCC 調達の観点からすれば, 空軍と Magnavox 社にとって収益をもたらすものであった。このプログラムから得られた重要な教訓は, 類似の適用に対するモデルとして役立つべきである。信頼性改善と工場内のインセンティブ・テストは, より低い保証 (warranty) リスクとより低い支援コストを提供する。コスト, 信頼性, そしてスケジュールのパラメータの内の少なくとも一つは, 柔軟性を残しておかなくてはならない。

デザイン・ツウ・ライフサイクル・コストは, 所有コストの歴史的傾向を一変させるために, DOD と防衛産業内の全てのレベルにおいて確実に必要とされるのである。

注

- 1) U.S. Logistics Management Institute: By Richard P. White, *The Framework for*

Life Cycle Cost Management, January 1982. この本を参照。要約して引用する。

2) U.S. Logistics Management Institute: By Richard P. White, *The Framework for Life Cycle Cost Management*, January 1982. この本を参照。要約して引用する。

3) U.S. Logistics Management Institute: By Richard P. White, *The Framework for Life Cycle Cost Management*, January 1982. この本を参照。要約して引用する。

国防部門におけるコンフィギュレーション・マネジメントおよびコンフィギュレーション変更コントロールについては、次の文献を参照のこと。

U.S. Department of Defense, MIL-STD-483, *Configuration Management Practices for Systems, Equipments, Munitions, and Computer Programs*.

U.S. Department of Defense, DOD-STD-480A, *Configuration Control-Engineering Changes, Deviations, and Waivers*.

4) Kankey, Roland D., *Logistics Support Analysis In Life Cycle Cost Management*, 1986. NTIS. この本を参照。要約して引用する。

5) Blanchard, B.S., *Logistics Engineering and Management (4th.ed.)*, Prentice-Hall, 1992, pp. 13-14.

6) Berard, Andrew H., *Life Cycle Cost Management, Methodology, and Case Studies*, 1977. Defense Systems Management College, NTIS. この本を参照。要約して引用する。

7) Boden, William H., Designing for Life Cycle Cost, *Defense Management Journal*, January 1976. pp. 29-37. この論文を参照。特に, p. 31. 要約して引用する。

Berard, Andrew H., *Life Cycle Cost Management, Methodology, and Case Studies*, 1977. Defense Systems Management College, NTIS. この本を参照。要約して引用する。

参 考 文 献

Fabrycky, Wolter J., Designing For the Life Cycle, *Mechanical Engineering*, January 1987, pp. 72-74.

Connolly, Joseph H., Defense Factory Modernization Needs New Contract Cost Accounting and Management Controls. *National Contract Management Journal*, Fall 1984. pp. 37-43.

Engwall, Richard L., Cost Management Systems for Defense Contractors. In *Cost Accounting for the 90s-Responding to technological change*. National Association of Accountants. 1988. pp. 205-223.

Berard, Andrew H., *Life Cycle Cost Management, Methodology, and Case Studies*. N. T. I. S. 1978.

Kankey, Roland, *Logistics Support Analysis in Life Cycle Cost Management*, N. T. I. S. 1986.

- Blanchard, B. S., *Logistics Engineering and Management*, 2nd ed. Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, N. J., 1981.
- Blanchard, B. S. and Fabrycky W. J., *Systems Engineering and Analysis*, Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, N. J., 1981.
- Blanchard, B. S. and Lowery E. E., *Maintainability Principles and Practices*, McGraw-Hill Book Company, New York, 1969.
- Blanchard, B. S., *Engineering Organization and Management*, Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, N. J., 1976.
- Blanchard, B. S., *Life Cycle Costing: A Management Concept For System/Product Acquisition*, A Report from Virginia Polytechnic Institute and State University, Blacksburg, Virginia 24061, U. S. A. 1978.
- Blanchard, B. S., Life Cycle Costing-A Review, *Terotechnology*, Vol. 1, 1979, pp. 9-15.
- Blanchard, B. S., Cost Effectiveness, System Effectiveness, Integrated Logistics Support, and Maintainability, *IEEE Transactions on Reliability*, Vol. R-16, 1967, pp. 117-125.
- Blanchard, B. S., *Design and Manage to Life Cycle Cost*, M/A Press, Forest Grove, Oregon, USA, 1978.
- Blanchard, B. S., *Cost Effectiveness Analysis Concept/Applications/Risk and Uncertainty/Case Study Approach*, A Report from Virginia Polytechnic Institute and State University, Blacksburg, Virginia 24061, USA, 1978.
- Blanchard, B. S., and Fabrycky W. J. *Systems Engineering and Analysis*, Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, NJ, 1990.
- Blanchard, B. S., *Logistics Engineering and Management*, 3rd ed., Prentice Hall, INC., Englewood Cliffs, NJ., 1986.
- Blanchard, B. S., *System Engineering Management*, John Wiley & Sons, Inc., New York, 1991.
- Blanchard, B. S., and Lowery E. E., *Maintainability Principles and Practices*, McGraw-Hill Book Company, New York, 1969.
- Blanchard, B. S., *Engineering Organization and Management*, Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, N. J., 1976.
- Blanchard, B. S., *Logistics Engineering and Management* 4th ed. Englewood Cliffs, N. J.: Prentice-Hall, 1992.
- Blischke Wallace R., Prabhaker Murthy D. N., *Warranty Cost Analysis*, Marcel Dekker, Inc. 1993.
- Dhillon B. S., and Reiche H. *Reliability and Maintainability Management*, VanNostrand

- Reinhold Company, Inc., New York, 1985.
- Dhillon B. S., and Singh C., *Engineering Reliability : New Techniques and Applications*, John Wiley & Sons, Inc., New York, 1981.
- Dhillon B. S., *Life Cycle Costing : Techniques, Models and Applications*, Gordon and Brech, Science Publishers, Inc., New York, 1989.
- Dhillon, B. S., *Engineering Management*, Technic Publishing Co., Inc., Lancaster, Pa., 1988.
- DOD-HDBK-766, Design to Cost, Department of Defense, Washington, D. C.
- DOD-SRD-337, Design to Cost, Department of Defense, Washington, D. C.
- Fabrycky, W. J., and B. S. Blanchard, *Life-Cycle Cost and Economic Analysis*, Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, N. J., 1991.
- Mihaels, J. V., and W. P. Wood, *Design to Cost*, John Wiley & Sons, INC., New York, 1989.
- MIL-HDBK-259, Life Cycle Cost in Navy Acquisitions, Department of Defense, Washington, D. C.

第5章 ライフサイクル・マネジメント ——投資管理のための統合的アプローチ——

はじめに

ここで検討するライフサイクル・マネジメント(以下、LCMと略称する)は、マネジャーが、いくつかの投資プランニングとその成功を判定するために利用する『同一規準』をプランニングと予算編成に取り入れるものである。LCMの理論に基づくフレームワークは、「ライフサイクル・コスト」を「改善された業績測定」、「進歩的なコスト・マネジメント技法」、「投資のポートフォリオ理論」などと結合させ、より実践的なものとするために開発されたものである。その目的は、マネジャーに、投資のライフを通して意思決定を改善する情報を提供することにある。

また、LCMは、投資ライフサイクルの異なる段階においては異なる成功要因が重要になり、マネジャーが投資の進行を監視するためには異なる情報のタイ

プを評価しなければならない、という認識に立っている。さらに LCM は、製品ライフを通じて、初期の投資計画で利用される同一のフォーマットに情報を収集するために、マネジメント情報のフォーマットを標準化する¹⁾

第1節 ライフサイクル・マネジメントの構成要素

すでに述べたように LCM は、投資を計画し、追跡するために、次の4つのマネジメント理論を組み合わせたものである²⁾

(1) ライフサイクル・モデル

製品の概念が作られ、市場から撤退するまでには、以下に示す7つの段階(ステージ)があると仮定する。LCM は、このライフサイクル・モデルを拡張して、各段階の特質に応じて、マネジャーの洞察を特定投資の将来に向けることが意図されている。

ライフサイクルの7つの段階

1. 分析段階：製品またはサービスについてのコンセプトが、基軸的な属性などの観点から、評価される。
2. スタート・アップ段階：製造の開始、設備の建設などが実践的に評価される。
3. 導入段階：新製品または新サービスを市場に導入し、売上高成長に対する価格構造のインパクトなどを調査する。
4. 成長段階：製品やサービスの売上高成長から投資を回収し始める。
5. 成熟段階：市場における投資ポジションを利用するために投資からの利益を獲得し、過去の再投資戦略の便益を受ける。
6. 衰退段階：製品やサービスの需要が下降し、売上高が減少する。
7. 撤退段階：市場から撤退し、投資のコストを回収する。

(2) バランスのとれた業績測定値の集合³⁾

重要な成功要因にリンクする業績測定値が、製品ライフサイクルの7つの段階を通して監視される。

A. 成功要因の変化と業績評価との結合

ライフサイクルを通じた投資の管理は、7つのライフサイクルの各段階で異なる競争環境が存在するという事実を認識する。マネジャーは、各段階で投資を評価し、各段階で利用する業績測定値も変更しなければならない。

B. 重要な成功要因をライフサイクル段階へマッピングすること

LCMの重要な貢献は、ライフサイクル段階の成功要因を明らかにし、それらが図表1に示されるように認識される点にある。重要な成功要因として、たとえば、次のものが上げられる。

- ・ 時間
- ・ 顧客の要求事項と顧客の満足
- ・ 目標価格の設定
- ・ 資源の必要事項
- ・ 継続的改善
- ・ キャッシュ・フロー

C. 成功要因の変化：重要な成功要因は、製品ライフサイクルの各段階で異なる。

スタートアップ段階における重要な要素は、顧客要求を満たす事にある。何が要素を重要にするかの決定は、ライフサイクル曲線と産業における投資の状態に依存するので、重要な成功要因のウエイト付けが必要である。また、正確な情報を入手するための業績測定デザインも重要となる。

D. マネジャーによるライフサイクルの異なる段階における成功要因のウエイト付けが完了したら、次には、それら成功要因を管理するのに必要な情報の入手方法を工夫する。LCMの下では、特殊な業績測定は、投資の進行を追跡できるようにこれらの要因と結び付けられている。

E. バランスのとれた業績測定値

企業が利用する業績測定値の集合は、プロセスの測定と結果の測定間のバランスを強調しなければならない。プロセスの測定は、ライフサイクルの段階に

図表1 ライフサイクル段階別の成功要因

ライフサイクルの段階	時間	顧客の要求と満足	目標設定	資源要求	継続的改善	キャッシュ・フロー
分析		○	○	○	○	○
スタートアップ	○		○	○	○	○
導入	○	○	○	○		○
成長	○	○	○	○	○	○
成熟		○	○		○	○
衰退			○			○
撤退						○

基づく業績とプロセスの多様性を反映する。結果の測定は、事実の後に特定業績の帰属を評価し、全体として検討される。

(3) 進歩的なコスト・マネジメント・システム (Advanced Cost Management : ACM)⁴⁾

進歩的なコスト・マネジメント・システムとは、投資のライフサイクルを通して、その投資の監視のために利用できる情報を提供するシステムである。このシステムと LCM の結合は、ライフサイクルを通じて、マネジャーに投資のための資源を予算化し、資源を追跡させ、バランスのとれた業績測定値の集合を提供する事によって、投資が組織に与える影響を測定できるようにするのである。

A. 活動基準型コスト・マネジメント (Activity-based cost management)

業績測定のコレクションを持つことになれば、企業は、マネジャーに投資のライフサイクルを通じて投資に関する意思決定に必要な情報を提供する『活動基準型の進歩的なコスト・マネジメント・システム (ACM)』に頼る事が出来る。この ACM システムは、予算編成プロセスと報告プロセスを結合する。

新しい技術や設備に投資するかどうかを決定する時、マネジャーは、投資す

る前と後の企業の割引キャッシュフロー (DCF) の純変化に基づいて、投資の初期の判断をおこなう。この意思決定規準は、上層部のマネジャーには有意義であるが、職能マネジャーにとっては無意味なものになる。ACM システムは、ライフサイクル曲線概念を職能とプロセスの両方について数量で表現することを意図している。また、異なる成功要因が投資ライフサイクルの段階において重要であり、マネジャーが投資の進行を監視するためには、異種の情報を評価しなければならない。

ACM システムの構造のコード化は、プロセス予算と職能的な一般元帳とをリンクする。そのデータは、自動的に、最新の一般元帳と一致する ACM システムの一部となる。ACM システムは、実際の測定と現在の予算化された測定を比較する適切なデータを有している。

B. ACM はどの様に予算編成に影響するのか

初めの分析段階で、投資の要求事項が認識される。1つのデザインを製造に移すのに必要なエンジニアリング時間数は、プロセスと製造可能なデザインを完成するのに必要な活動の確認によって把握される。

これらの活動と必要事項は、エンジニアリング時間に換算され、そして総等価時間 (full-time equivalents: FTEs) に換算される。

C. ACM と投資ライフ拡張者

ACM システムは、マネジャーが初期のプランニング段階で行われる意思決定を監視し、そして最新のものにする手助けをする。

ACM システムは、また、投資に関する最新の業績データを提供する事によって、マネジメントが投資を継続するかどうかの決定を手助けする。この情報は、次に、初期の投資意思決定を背景として計画された一組の仮定と比較される。

ACM システムは、マネジャーが投資業績を最大にするために、ライフサイクルの各段階を長くするか短くするか意思決定に役立つ。投資の現金流入が流出よりも少ない段階では、ACM システムは、マネジャーに、消極的なキャッシュフローの期間を短くするために必要とする情報、つまりコストがかかるも

のは何かについての情報を提供する。例えば、もし企業が過剰なキャパシティーを持っているとすると、ACM システムは、投資の開発サイクルを短くするために、このキャパシティーを利用するのにどれくらいのコストがかかるのかを指摘する。あるいは、ACM システムは、マネジャーにそのキャパシティーを取り除くために必要となる情報を提供する。反対に、投資が現金発生段階に到達したときは、ACM システムは、プロセス改善が増分コストを回収するように、現金発生期間を引き延ばすための意思決定に必要な情報を提供する。

(4) ポートフォリオ理論⁵⁾

ポートフォリオ概念は、マネジャーが企業の投資を全体的に評価するのを可能にし、組織による資源の流入と流出の効果を含む投資を管理するのに役立つ。

A. ポートフォリオとしての投資をマネジメントすること

LCM を支える最後のものは、ポートフォリオ概念である。ポートフォリオの一部として全投資を考慮する事は、上位マネジャーが資源の需要をより合理的に管理する事を手助けする。ポートフォリオ・マネジメントの目標は、投資ライフサイクルの山と谷を円滑にする事にある。

ポートフォリオ・アプローチは、マネジャーに、投資が組織に対して与えるインパクトについてのよりよい理解を提供する。多くの投資を統合することによってマネジメントは、お金を生み出す投資とお金を使う投資との間での資金調整を理解する事ができる。

B. キャッシュ・ポジション

ポートフォリオ・アプローチの下でマネジメントは、組織のキャッシュ・ポジションに対する全ての投資のインパクトを評価する。個別の投資ライフサイクル曲線は、現金を生み出し、そして現金を消費する組織の潜在的能力の全体に渡る視点を提供するために集約される。企業は、次に、新たに投資を加えるか、または既存の投資の組み替えをするかを決定する。

C. 資源ニーズをバランスさせること

企業の投資は、投資ライフサイクルの各段階に存在する。ポートフォリオ・

アプローチを利用する事により企業は、現金を生み出す能力に対する新たな投資を作り出すのに必要となる資源のバランスをとることができる。

D. 職能別の予算編成

職能や部門レベルで、必要とされる活動量の変化は、必要とされる特定の従業員を提供する職能のために FTEs に翻訳される。職能マネージャーは、その職能において各々の投資が引き起こす需要を満たすために必要となる資源の計画をする。

マネージャーは、製品や投資について計画されたライフサイクル曲線を展開するために、投資の要求事項を利用する。投資の要求事項は、活動やプロセスの要求事項に翻訳され、職能別の予算に翻訳される。投資を実行させる職能予算は、ポートフォリオにおいてそれぞれの投資のために計画された要求事項としてレイアウトされる。

E. 継続的改善

LCM は、継続的な改善と結びつき、重要な役割を引き受けている。継続的改善の理念は、ライフサイクル概念と結合する事により高められる。投資の意思決定を予算編成に統合する事により、LCM は、生産性、コスト、品質そして時間に関する目標を達成するプロセスを確立し、継続的改善プロセスを促進するのである。

継続的改善においては、2つの方法において、生産性を増加することができる。

1. 生産能力を増加するプロセスへの投資を通じて生産量を増加する。
2. 生産量をコンスタントに保つことによりコストを低減し、他の投資に必要な資金を生み出すこと。

F. 技術の重要性

LCM アプローチは、同一のデータを利用して、異なる視点に基づいて企業が、『投資』、『プロセス』、『職能』に関する意思決定を行うことのできる技術の進歩によってのみ可能となる。

第2節 新型オートバイのケース⁶⁾

レジャー用の単車を製造するイーグル社は、競争者の圧力や、LCM 技法の利用によって、投資プロセスを変更した。

変更の発端は、市場から浮上してきた。1991年の市場調査は、オートバイ市場は再び熱烈なファンにより盛り上がるというイーグル社のマネジャーの予測を確認した。

イーグル社のマネジメントは、強力エンジンのイーグル FX 1550 というオートバイの製造を企画した。しかし、コスト面に対して注意を払う余裕はなかったため、マネジメントは、現在の顧客と潜在的な顧客の要望に焦点を当てた市場調査をして、この投資をテストする事に決めた。この調査は、以下に示したものに基づいて行われた。

- ・顧客の調査
- ・競争者の分析
- ・サイト訪問による能力分析
- ・製品およびプロセスに関する社内のリエンジニアリング努力。この努力の焦点は、コンカレント・エンジニアリング技法を通じて製品開発時間を短縮し、可能な限り既存の方法や製造プロセスを使うというものであった。

A. 顧客の要求マップ

市場調査情報に基づいてイーグル社は図表2のような『顧客の要求マップ』を作成した。顧客要求を示すこの表は、顧客の主観的要求（たとえば、力強さ）を採用し、顧客の主観的要求が製品の特徴、開発要求事項、そして製造要求事項へとどのように翻訳されたかを示すものである。これにとって、顧客はエンジンの力強さではなく『保全費のかからないエンジンを求めている』こと、さらに、エンジン・トラブルが発生したら、顧客は保全費に対する財務的責任を負担したくないので、オートバイの利用を控えるという情報が得られたのである。

B. 投資規準

イーグル社のマネジメントは、図表3に示すような新しいオートバイエンジ

図表2 顧客の要求要因

顧客の要求	スケール尺度	製品の特徴	内部の目標	競争相手の目標	クラスにおける最善
パワー	8	1550 cc	1550 cc	1650 cc	1650 cc
パワー	8	4 シリンダー	4 シリンダー	4 シリンダー	4 シリンダー
低保全費	9	保証の延長	3 年間	なし	3 年間
燃料効率	5	>36 mpg/hwy	39 mpg/hwy	30 mpg/hwY	33 mpg/hwY

ンの投資規準を作成した。図表3は投資にとって最も適切なシナリオを数量化したものであり、以下の事柄を含み、各ステージの意思決定点において、最新のものにされるのである。

- ・割引投資額の観点から企業が何に支出しなければいけないかの見積り
- ・10年間の割引キャッシュ・インフロー
- ・期待販売量
- ・単位コスト（デザインの変更による予想増分コストか他のコスト上昇分などを含む）
- ・プロセス別および職能組織別の人間労働時間の開発
- ・市場シェアの見積り

この投資を予算編成プロセスに統合し、職能的組織について組織の予算を編成した。この作業は、マネジメント・チームが新製品に対する顧客の要求を満たすという方法に基づいて行われた。

イーグル社の顧客は、保全費のかからない新エンジンが好みであることが明らかになったので、この要求を満たすために、エンジン開発のクロスファンクショナル・チームは、代替案を考慮し、以下のことを意思決定した。

- ・より耐久性のある製品開発のためにデザインと製造エンジニアリングに投資すること。

イーグル社は、エンジン投資に対して設定された目標に対して、どの段階に

図表3 新型オートバイの投資分析

項 目	目 標 値
割引投資額	\$ 55,432,000
割引キャッシュ・インフロー (10年)	\$ 184,000,000
販売数量	21,000 単位
単位原価 (平均割引額)	\$ 5,500
開発時間 (人間労働時間) ・部門別・プロセス別・組織別に報告される	42,300 時間
マーケット・シェア	
・14年から21年まで	35%
・22年から30年まで	40%
・31年から36年まで	40%
・37年から44年まで	35%
・45年から59年まで	10%
・60年以上	0%

においてもその投資の進行を監視できるように、業績測定システムを改善した。特定の業績測定のもていばえシヨナルなインパクトは、マネジャーの評価とFX 1550のライフサイクルに渡る業績測定とをリンクすることによって確実なものとなった。

ガソリン価格が上昇し、顧客の要求が低保全費から燃料の経済性にシフトした時、投資は重要な時期を迎えた。燃料の経済性の改善をし、パワーと低保全費を維持するために、新エンジン性能にセラミックと合金が必要となり、製品を高価格にするデザイン変更が必要となった。さらにイーグル社は、以下の代替案に直面した。

- ・既存の製品を切り捨て、新しい設計と取り替える。
- ・既存の製品と新製品の両方を発展し、そして両方の市場を維持する
- ・既存の製品が売上をあげなくなるまで新製品の導入を遅らす

最終的にイーグル社は、FX 1550を推進することに決め、顧客の指示によってモデル・チェンジを始めることも決めた。このモデル・チェンジは、初期モ

デルの FX 1550 の後の 2 年以内に導入される予定である。

注

- 1) Adamany, Henry G. and Frank A. J. Gonsalves, Life Cycle Management: An Integrated Approach to Managing Inventments, *Journal of Cost Management*, Summer 1994, p. 35.
- 2) Adamany, Henry G. and Frank A. J. Gonsalves, op. cit., pp. 35-36.
- 3) Adamany, Henry G. and Frank A. J. Gonsalves, op. cit., pp. 38-40.
- 4) Adamany, Henry G. and Frank A. J. Gonsalves, op. cit., pp. 41-43.
- 5) Adamany, Henry G. and Frank A. J. Gonsalves, op. cit., pp. 43-46.
- 6) Adamany, Henry G. and Frank A. J. Gonsalves, op. cit., pp. 46-48.

第 6 章 製品ライフサイクル原価概念

はじめに

ここでは、耐久消費財のライフサイクル全体にわたって高いコスト・パフォーマンスを示さなければ、顧客が満足しない状況の存在を認識し、『最終顧客の製品ライフサイクル原価(顧客側から見た製品ライフサイクル原価, 以下, FC と略称する)』と『生産者の製品ライフサイクル原価(生産者側から見た製品ライフサイクル原価, 以下, PC と略称する)』を区別し、ライフサイクル・コストニングと原価企画(Target Costing)を検討し、ライフサイクル・コスト分析は、「製品原価」だけでなく、「品質」、「時間」および「引き渡し」などの規準をも考慮しなければならないと主張する論文を検討する¹⁾

第 1 節 最終顧客の製品ライフサイクル原価 (FC)

最終顧客の製品ライフサイクル原価(FC)とは、最終顧客が製品ライフ中に発生させるコストであり、顧客の視点から見た製品原価概念である²⁾

市場および顧客に関する分析が出発点であり、主たる焦点は、製品デザイン

と製造プランニングにおかれ、顧客が製品を選択する基準として、次の3点が考慮されるべきであるとされる。

1. 製品品質（あるいは、製品の機能）
2. 時間に関する要因（製品配給と製品関連サービス・支援などの利用可能性、ライフの長さ：購買後サービスとサービス・コストは経済的製品ライフの長さとは密接に関連する。）
3. 購入価格

図表1がFCの代表的なコスト構成要素を示し、顧客の支払う価格と製品ライフ中に発生する以下のコストを含んでいる。「ここで、エクストラな収益とは、他の代替的な財やサービスとの品質や機能の差から得ることができる価値の大きさを示している³⁾」原価は次のものである。

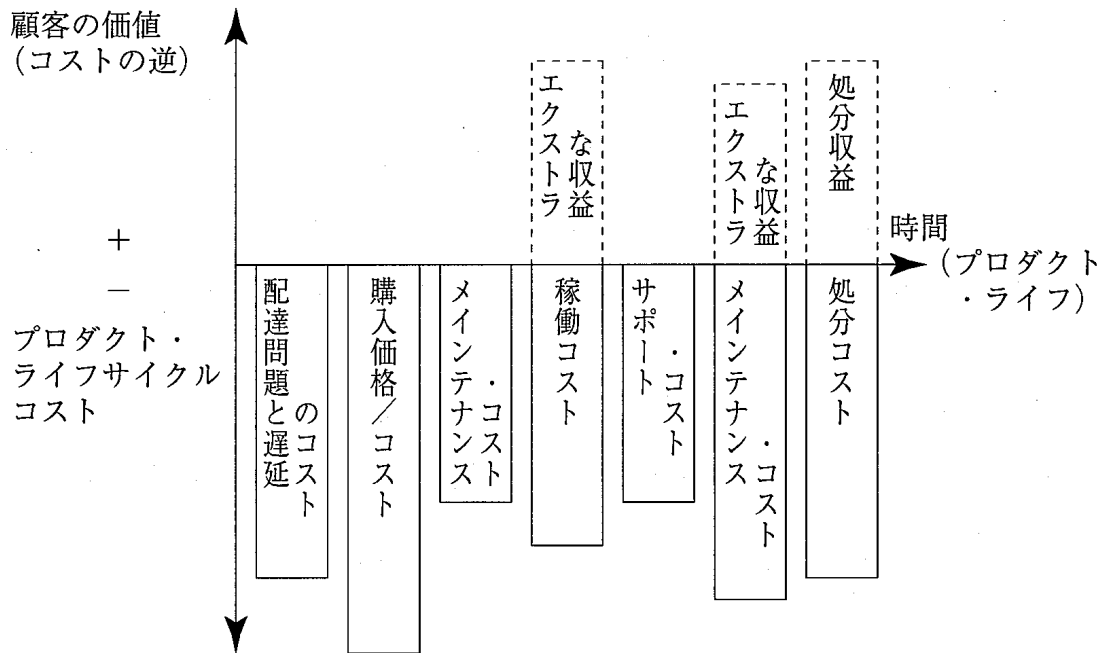
- ・遅れた引き渡し、遅延、長いリード・タイムなどに起因する原価
- ・取り付け費
- ・運用原価
- ・支援原価
- ・メンテナンス費用あるいは新しい活力を与えるための費用
- ・廃棄費用あるいは廃棄収益

品質や製品の時間に関する特質は、顧客の全ライフサイクル・コストに対する重要な効力を持つ。品質および他の諸要素の量を定めることも大切であるが、ライフサイクル分析の基本となる原理のうちの1つは、コストの量を定めることにある。FC分析が、製品間のコストの違いを調節し、異なる代わりの製品の機能や、品質を比較すれば、「エクストラな収益」構成要素のような顧客価値を考察することが必要となる。

FC分析は、「製品ライフ中に、製品の特質にたいして顧客がいくらのコストを発生させるのか、または便益を受け取るのか」という問題に解を与える市場分析の一部として使われる。

FCは、顧客の製品選択基準を考慮に入れる市場志向の分析であり、製品計画

図表1 顧客から見た製品ライフサイクルコスト (FC)



に対して基本的な枠組みを与える。

第2節 生産者の製品ライフサイクル原価 (PC)

生産者の製品ライフサイクル原価(PC)とは、単一製品ライフ中に生産者が発生するすべてのコストであり、次に述べる活動に関連して発生するコストを含むものである⁴⁾

- 製品コンセプト作り
- デザイン
- 製品およびプロセスの開発
- 製造
- ロジスティクス
- マーケティング
- サービス
- 保証

PC分析は、有用な製品の特質に対するコストの効果の決定を助ける「製品の

収益性を正当化するための製品原価はいくらであるか」という問題に解を与えるるのである。

PC分析においては、製品のライフ中に生産者が発生させるすべてのコストを配分することによって、生産者の製品原価が分析される。FC分析で仮定する希望価格からPCを控除して仮定利益を計算する。最適な解は、FCとPCを反復的な方法で分析し、計算することにより獲得される。ホーングレンは、図表2のような形で、同様の思考を表現している⁵⁾

ここで経営機能原価 (Business Functions Costs) とは、価値連鎖における特定の経営機能におけるすべての原価の総計額であり、総製品原価 (Full Product Costs) と同じ意味である。

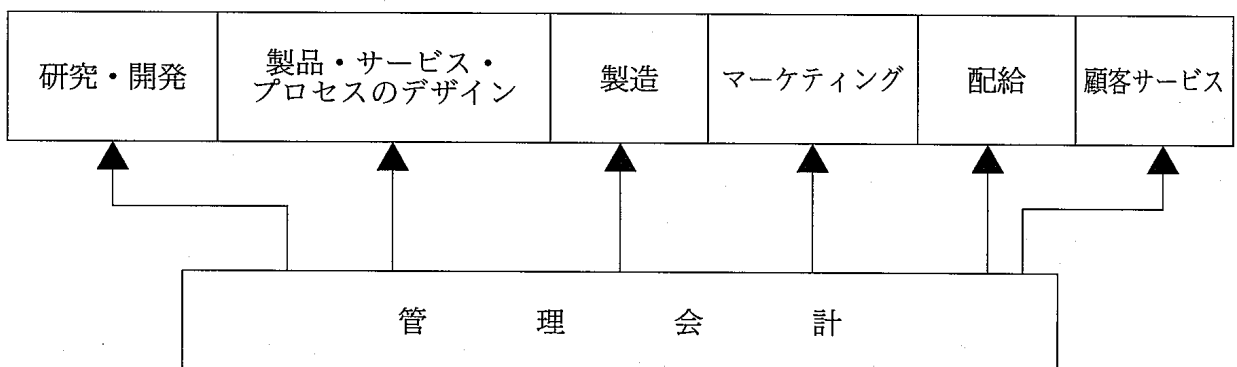
おわりに

製品原価のマネジメントにおいては、顧客と生産者の両方のライフサイクル・コストが考察される必要があると主張する Artto は、さらに次の点を指摘している⁶⁾

企業は、製品を中心に組織されるべきであり、プロダクト・チームが、ライフサイクル分析を実行する。ライフサイクル分析は長期間を考察するので、コスト変化に関して、次のようにリスクを分析する必要がある。

- ・収益や費用に影響を及ぼすコンティンジェンシーが考察される。

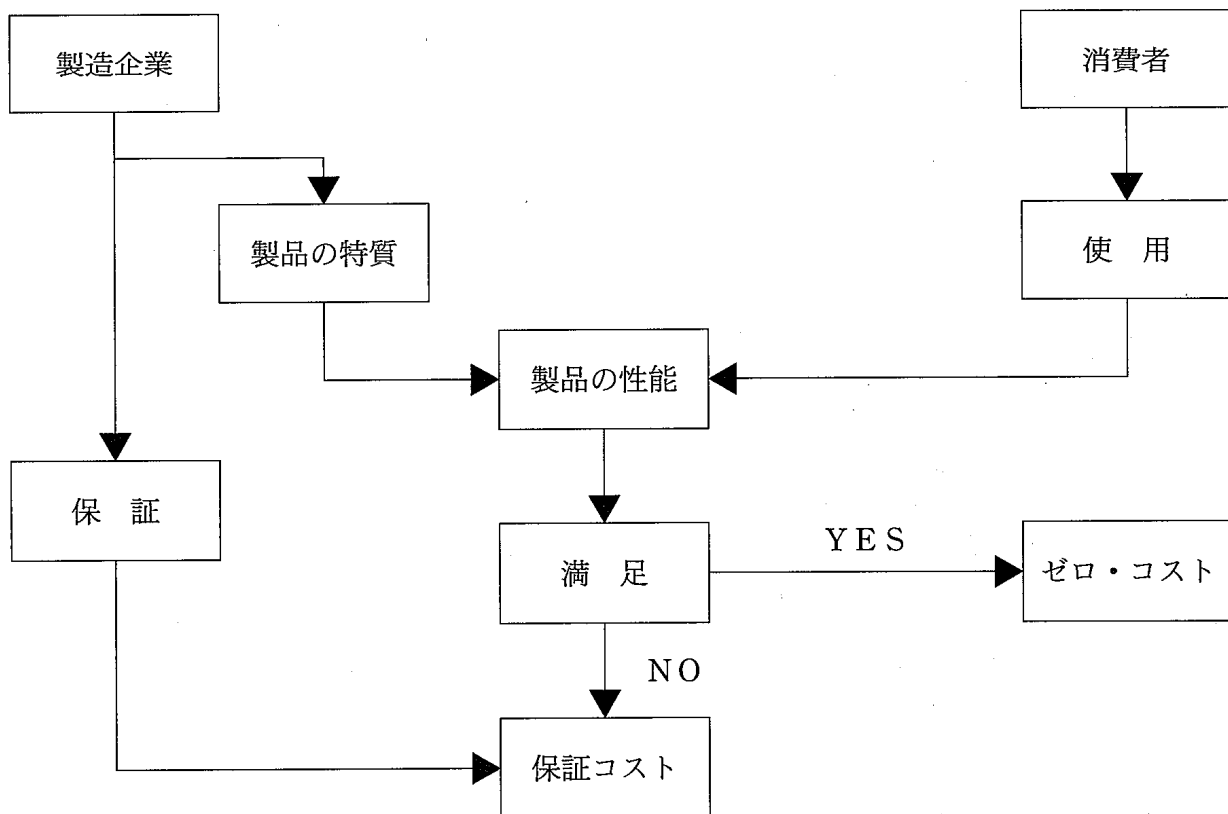
図表2 経営機能 (Business Functions) の価値連鎖 (Value Chains)



- ・異なるリスク効果が比較される。
- ・コストへのリスクの因果関係が説明される。
- ・提示される重要な問題とリスクが認識される。
- ・定量的情報は、起こるかもしれない現実的な見通しを与えるために提供される。
- ・管理努力が集中されるべき領域が強調される。
- ・測定値に依存するので、起こり得る結果の範囲の存在が従業員に示される。

製品ライフサイクル原価概念についても、図表3、図表4、図表5のような視点を取り入れて研究することが、今後の課題である?

図表3 ライフサイクル・コストと保証 (Warranty)

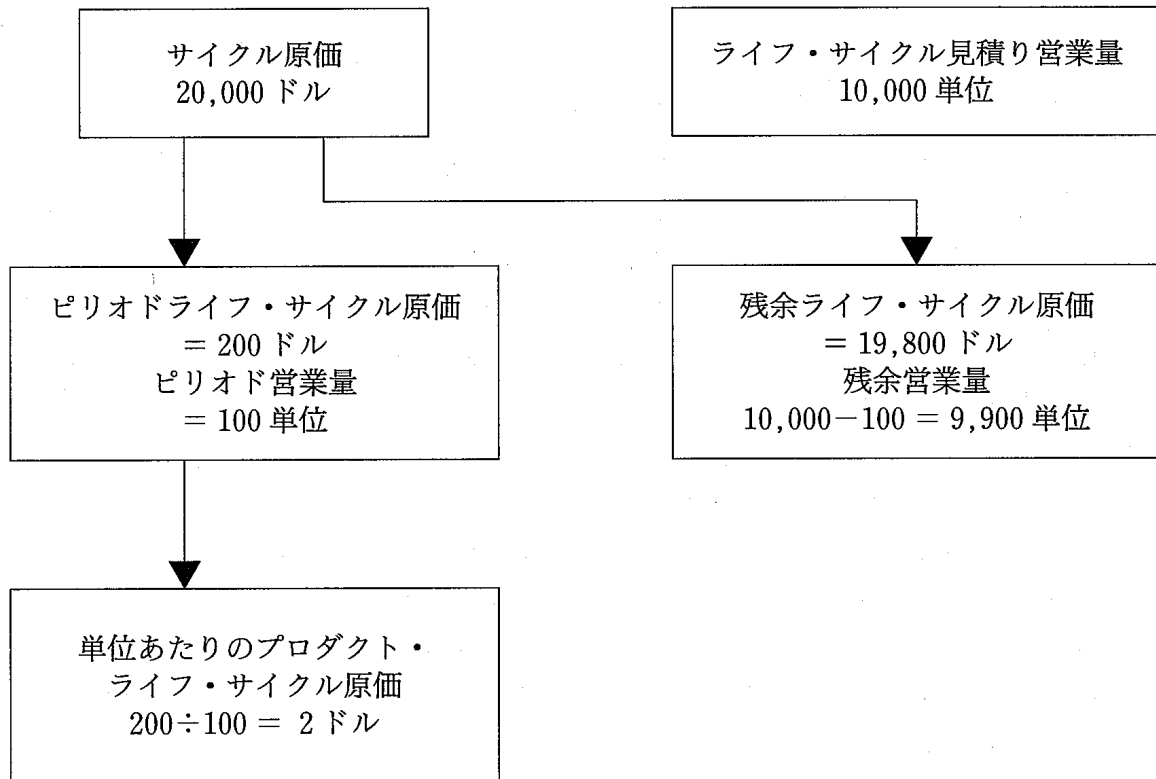


図表4 活動基準型原価計算とライフサイクル原価概念

活動は製品にたいして追跡可能である。製品にたいして追跡可能な活動の例として、以下のものが上げられる。

活動	ライフ・サイクル原価	単位あたりの原価
研究・開発		
製品の応用研究	*	*
プロセスの応用研究	*	*
エンジニアリング開発		
製品のデザイン	*	*
製品の修正	*	*
製造エンジニアリング		
製造プロセスのデザイン	*	*
製造プロセスの修正	*	*
品質のプランニング	*	*
ツーリング (tooling)	*	*
販売と広告		
製品の販売		*
製品のマネジメント		*
材料の調達		
材料の調達		*
実験室承認テスト		*
製造の支援		
スケジューリング		*
製造のコントロール		*
製造		
製造プロセス I		*
段取		*
材料の移動		*
材料の貯蔵		*
製造プロセス n		*
検査とテスト		*
ロジスティクスと支援		
船積み		*
製品の輸送		*
完成品を倉庫に貯蔵する		*
予備部品の供給		*
顧客設置場所での評価		*
ロジスティクス	*	*
顧客の技術支援	*	*
フィールドの支援	*	*
保証サービス契約の管理	*	*
製造物責任	*	*

図表5 ライフ・サイクルコストニングの構造：ライフ・サイクルコストニングは、ライフ・サイクル原価およびライフ・サイクル営業量の見積りを必要とする。



注

- 1) Artto, Karlos A., Life Cycle Cost Concepts and Methodologies, *Journal of Cost Management*, Fall 1994. pp. 28-32.
- 2) Artto, Karlos A, op. cit., pp. 28-29.
- 3) Artto, Karlos A, op. cit., pp. 29-30.
小林哲夫「ライフサイクル・コストと原価企画」『国民経済雑誌』1996年3月。p. 4.
- 4) Artto, Karlos A, op. cit., pp. 29-30.
- 5) Horngren, C. T., G. Foster, and S. M. Dater, *Cost Accounting: A Managerial Emphasis*, 9th ed. Prentice-Hall, 1997. p. 4, pp. 389-390.
- 6) Artto, Karlos A, op. cit., p. 32.
- 7) Blischke, Wallace R. and Murthy, Prabhakar D. N., *Warranty Cost Analysis*, Marcel Dekker, 1993. p. 32. (図表3)
Brimson, J. A., The Basics of Activity-based Management, in Drury, Colin ed. *Management Accounting Handbook*, Butterworth-Heinemann, 1992. p. 88. (図表4)

Turney, Peter B. B., *COMMON CENTS: The ABC Performance Breakthrough, Cost Technology*, 1991. p. 181. (図表5)

参 考 文 献

- 小林哲夫「ライフサイクル・コストと原価企画」『国民経済雑誌』1996年3月。
- 岡野憲治「ライフサイクル・コストとアメリカ連邦政府」『松山大学論集第8巻第3号』1996年8月。
- 岡野憲治「ライフサイクル・コストの実践的適用」『松山大学論集第8巻第4号』1996年10月。
- Artto, Karlos A., Life Cycle Cost Concepts and Methodologies, *Journal of Cost Management*, Fall 1994. pp. 28-32.
- 小林啓孝「ブリムソンのアクティビティ製品原価」『経営実務』1993年6月。pp. 12-18.
- 木島淑孝「ブリムソンの活動コストの計算」『経営実務』1993年6月。pp. 19-33. IMA 日本支部『米国管理会計の新しい潮流—1989~1991 研究会報告—』1991年11月。
- Brimson, J. A., The Basics of Activity-based Management, in Drury, Colin ed. *Management Accounting Handbook*, Butterworth-Heinemann, 1992. p. 98.
- Brimson, J. A., *Activity Accounting: An Activity-Based Costing Approach*, John Wiley & Sons, 1991. P. 88.
- Brimson, J. A., The Basics of Activity-based Management, in Drury, Colin ed. *Management Accounting Handbook*, Butterworth-Heinemann, 1992. p. 98.
- Turney, Peter B. B., *COMMON CENTS: The ABC Performance Breakthrough, Cost Technology*, 1991. p. 181.
- Blischke, Wallace R. and Murthy, Prabhakar D. N., *Warranty Cost Analysis*, Marcel Dekker, 1993. p. 32.
- Berard, Andrew H., *Life Cycle Cost Management, Methodology, and Case Studies*. N. T. I. S. 1978. PP. 23-41., P. 33.
- Kankey, Roland, *Logistics Support Analysis in Life Cycle Cost Management*, N. T. I. S. 1986. PP. 1-15.

(本稿は平成9年度松山大学研究助成金による研究成果の一部である。)