

デザイン・ツー・ライフサイクル・コスト研究序説

岡 野 憲 治

はじめに

第1節 デザイン・ツー・コストの生成

- 1 デザイン・ツー・コスト概念の創造
- 2 デザイン・ツー・コストの意義
- 3 デザイン・ツー・コスト適用のための規準
- 4 デザイン・ツー・コストの長所と短所
- 5 アメリカ国防総省のデザイン・ツー・コスト概念

第2節 航空機のデザイン・ツー・ライフサイクル・コスト

- 1 ライフサイクル・コスト概念とライフサイクル・コスト分析
- 2 コスト・ドライバー
- 3 ライフサイクル・コストの見積り方法
- 4 例示
- 5 要約

第3節 デザイン・ツー・ライフサイクル・コストの理論モデル—コスト効果性分析の方法—

第4節 アメリカ国防総省におけるライフサイクル・コストイングの新展開—コンカレント・エンジニアリングと CALS—

- 1 コンカレント・エンジニアリングの意義
- 2 Could-Cost 戦略
- 3 CALS の意義

第5節 【資料】デザイン・ツー・コスト参考文献

は じ め に

アメリカにおけるライフサイクル・コストイングの最初の形態は、アメリカ国防総省の『LCC-3：システム取得におけるライフサイクル・コストイング・ガイド書（中間報告）1973年1月』によって、一応の整備がなされたと考えられる。これに続く国防総省のコスト・マネジメント思考として展開するのが、「デザイン・ツー・コスト (Design to Cost: DTC)」である。この概念はアメリカ国防総省が開発し、1971年の国防総省通達 5000.1『主要国防システムの取得について：1971年』における勧告が始まりとされている。そして国防総省通達 5000.28『デザイン・ツー・コスト：1975年』とアメリカ三軍『デザイン・ツー・コスト共通ガイド (Joint Design-to-Cost Guide-Life Cycle Cost As A Design Parameter) 1973年に初版、1976年と1977年に改訂版』などにおいて概念が整備されている。

デザイン・ツー・コストは、製品あるいはシステムの開発段階で正確なコスト目標を設定し、『性能』、『コスト』、『スケジュール』間のトレード・オフによって、システムコスト（取得、運用、補修のコスト）などをコントロールして、コスト目標を達成するマネジメント概念である。コストは、基本設計パラメータであり、開発と製造段階の不可欠の要素として、継続的に評価を行うのである。デザイン・ツー・コストでは、「物理的特性」と「性能特性」を「コストの見積り (Cost Estimation)」として表現する点に一つの特徴がある。

デザイン・ツー・コスト概念が創造されるまでのアメリカ国防総省は、国防システムおよび設備は、テクノロジーが提供できる最善の機能を提示しなければならないという仮定の下に活動をしてきた。生産・オペレーション・支援などに関するコストは、国防システムおよび設備などのデザインおよび開発において強調されず、コストは二次的な考慮事項であった。デザイン段階で得られるコスト情報は、開発担当マネジャーとかデザイン・エンジニアに知られることはなかったので、彼らにとって、将来の製造コスト、運用コスト、支援コ

ストなどを考慮する動機づけがなかったのである。

本稿では、ライフサイクル・コストイングと深い関係にある「デザイン・ツー・コスト (Design to Cost: DTC)」の生成と展開を議論する。

第1節 デザイン・ツー・コストの生成

兵器システムなどに関する構想段階からシステムの生涯を通じてのコストをコントロールするために開発されたのが『デザイン・ツー・コスト』の概念である。デザイン・ツー・コストは、「与えられた目標原価の範囲内で要求品質・機能を満足させるように設計活動を行うこと¹⁾」とか、「Design-To-Cost (DTC) とは、コスト目標を達成するために、製品 (Product) のコストに帰属するすべての要素のコントロールを追究するデザイン・プロセスである²⁾」と理解されている。しかしこの概念の生成期には、『性能 (Performance)』がシステムの取得において主要な考慮事項であるという調達哲学とデザイン・ツー・コストの考えは、決定的に異なるので、議論もあったようである。デザイン・ツー・コスト概念の萌芽とその創造過程は、次のようである³⁾。

1 デザイン・ツー・コスト概念の創造

1969年6月 アメリカ国防総省の文献の中にデザイン・ツー・コストの参考文献が発見された。

1970年3月 『デザイン・ツー・コスト』に関する最初の公的文書が作成された。「価格は性能と同様の優先権をもつ。」「われわれは design-to-a-price でなければならない。」

1970年5月 アメリカ国防総省は、兵器システムの取得における厳密な『Design-to-requirement』を A-10 飛行機に課した。

1970年5月 前の国防長官 Packard 氏が、『主要兵器システム取得に関する政策ガイダンス』というメモランダムを発行した。その中に次

の一文がある。

「新しい兵器システムを開発し、取得するためのコストは、指示される運用上の要件とエンジニアリング・デザインとの間の実践的なトレードオフの遂行に依存する。」

1971年7月 国防総省通達 5000.1

コスト要素は『デザイン・ツー・要件』の中に表現される。
この通達によって、『特定のコスト目標に対してデザインすること (designing to a specific cost goal)』が発布されたのである。

1973年6月 国防総省副長官は「Design to a Cost Objective on DSARC (Defense System Acquisition Review Council) Programs」

と題するメモランダムを発表した。内容は次のようである。

「デザイン・ツー・コスト目標はすべての主要な DSARC プログラムに適用される。将来の『デザイン・ツー・コスト』見積りは、取得プロセスの最も速い時期に設定される。しかしそれは、フルスケール開発段階より後では行われえない。将来においては、すべての新しい主要プログラムはデザイン・ツー・コスト目標を設定するであろう。」

この時点で、デザイン・ツー・コストの概念は、通達 5000.1 で認識され、達成する『目標』から、取得プロセスにおけるすべての主要プログラムについての『要件』へと移行したのである。

1973年10月 アメリカ国防総省は、重要なガイドブック2つを公表した。

Joint Design to Cost Guide (ASFC Pamphlet 800-19)

Cost To Produce Handbook

1974年5月 国防長官クレメントはメモランダムを公表し、デザイン・ツー・コスト概念の使用をサブシステムおよび主要国防システム以下のシステムにまで拡大することを明らかにした。

1975年 国防総省通達 5000.28 は、「パラメータとしてのコストは、技術

上の要件およびスケジュールと同じ重要性を有する。」と規定した。

1976年 国防長官は、開発中の各システムの運用コストおよび支援コストについてもコスト目標を設定するようにと要請した。

以上の点から、『デザイン・ツー・コスト』の概念は1970年代半ば頃に生成したと判断されるのである。

2 デザイン・ツー・コストの意義

国防総省通達 5000.1 は取得コスト、運用コスト、支援コストなどについてデザイン・ツー・コスト概念を適用するようにと指示していた。しかしデザイン・ツー・コストに関する初期の議論の焦点は、取得コストのみに向けられていた。

1971年の国防総省通達 5000.1 のパラグラフ III C .2. の定義によれば、『コスト・パラメータは、取得コストと所有コストを考慮して設定される。個別のコスト要素（たとえば、単位あたりの製造コスト、運用コスト、支援コスト）は、要件に対するデザイン』という形で表現される。

このパラグラフの重要な点は、次の2点である。

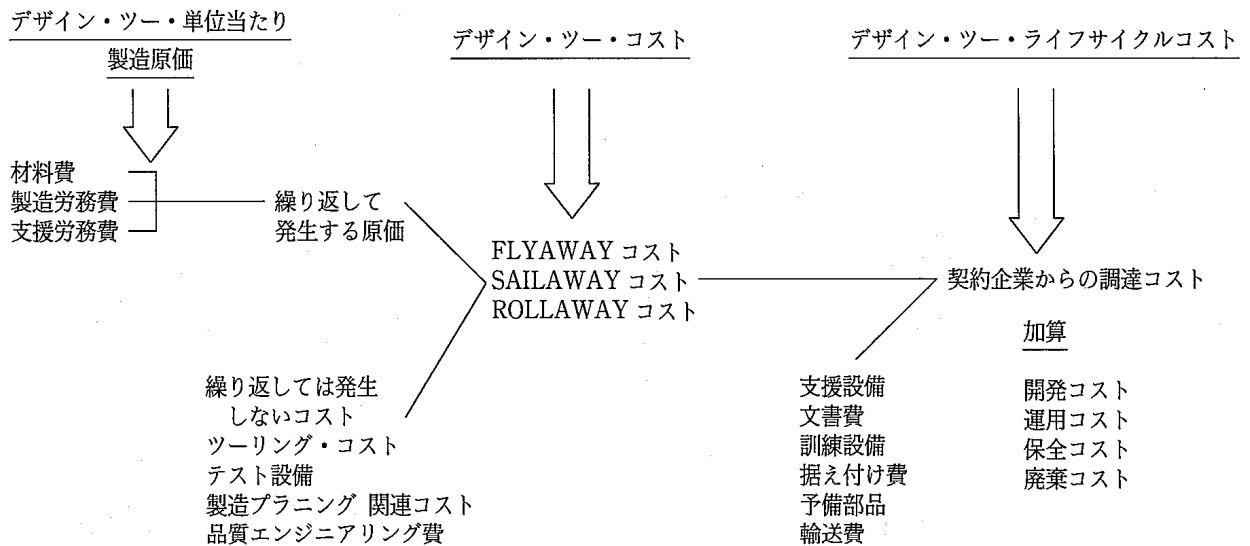
- (1) コスト・パラメータが取得コストと所有コストの両者を考慮すること。
- (2) 個別のコスト要素が、要件に対するデザインという形で表現されること。

これらのことは、単位あたりの製造コスト目標と年度あたりの運用コストおよび支援コスト目標の両者がシステムの初期の開発段階において設定されるべきであることを意味している。通達 5000.1 の要求は、『ライフサイクル・コスト総額 (total life cycle cost)』に関してデザインすることであつたが、デザイン・ツー・コストが最初に導入された時には、合理的な運用コストおよび支援コストは、指定されていなかった。

デザイン・ツー・コストは、「平均単位あたりの『flyaway』コスト目標」と平均運用コストおよび支援コスト目標の両者が取得ライフサイクルの出来る限り早い時期に設定されることを目指すものである。そしてデザイン・ツー・コ

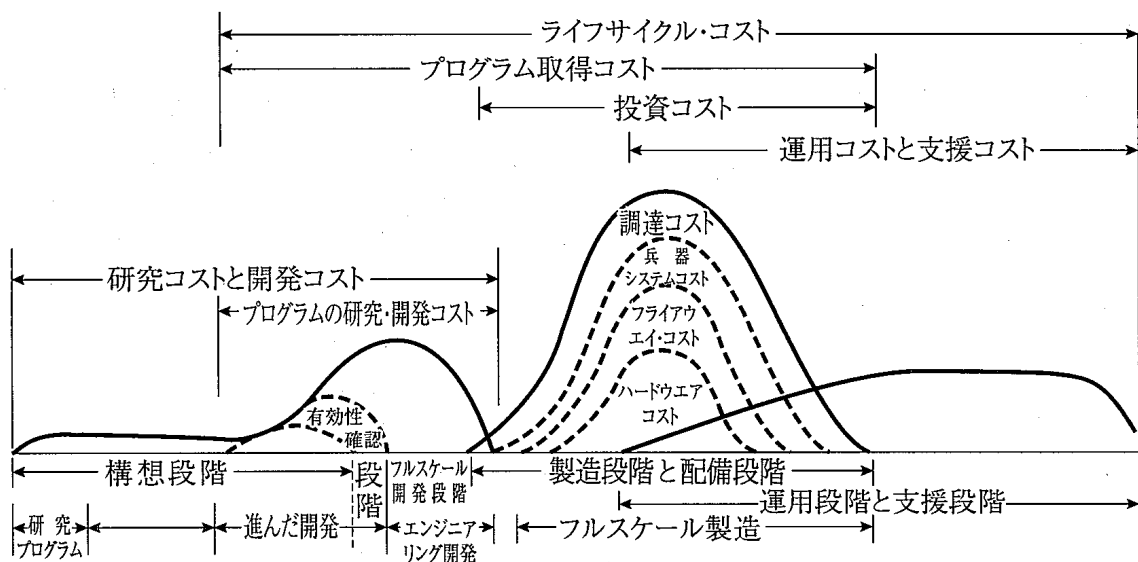
スト概念およびそこで展開されるコスト概念は、時代がすすむにつれて、多様な使われ方をされてきたようである。この点を理解するための参考として、図表1から図表5までを示しておく⁴⁾

図表1 デザイン・ツー・コスト



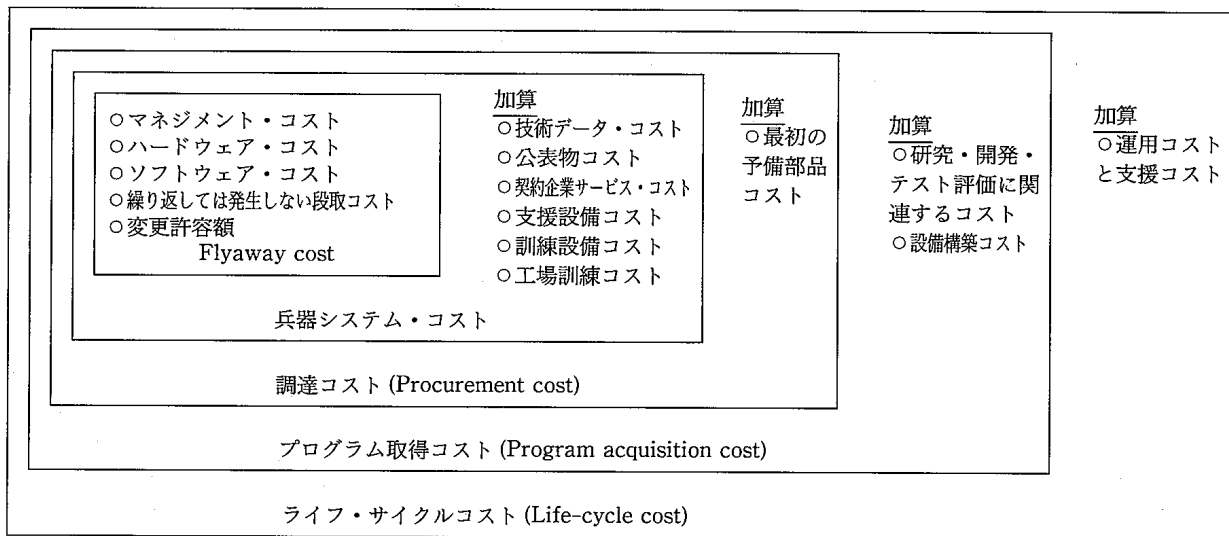
(注) デザイン・ツー・単位当たり製造原価は、デザイン・ツー・コストの中で、デザイナーがコントロールできる部分である。

図表2 兵器システムのライフサイクル



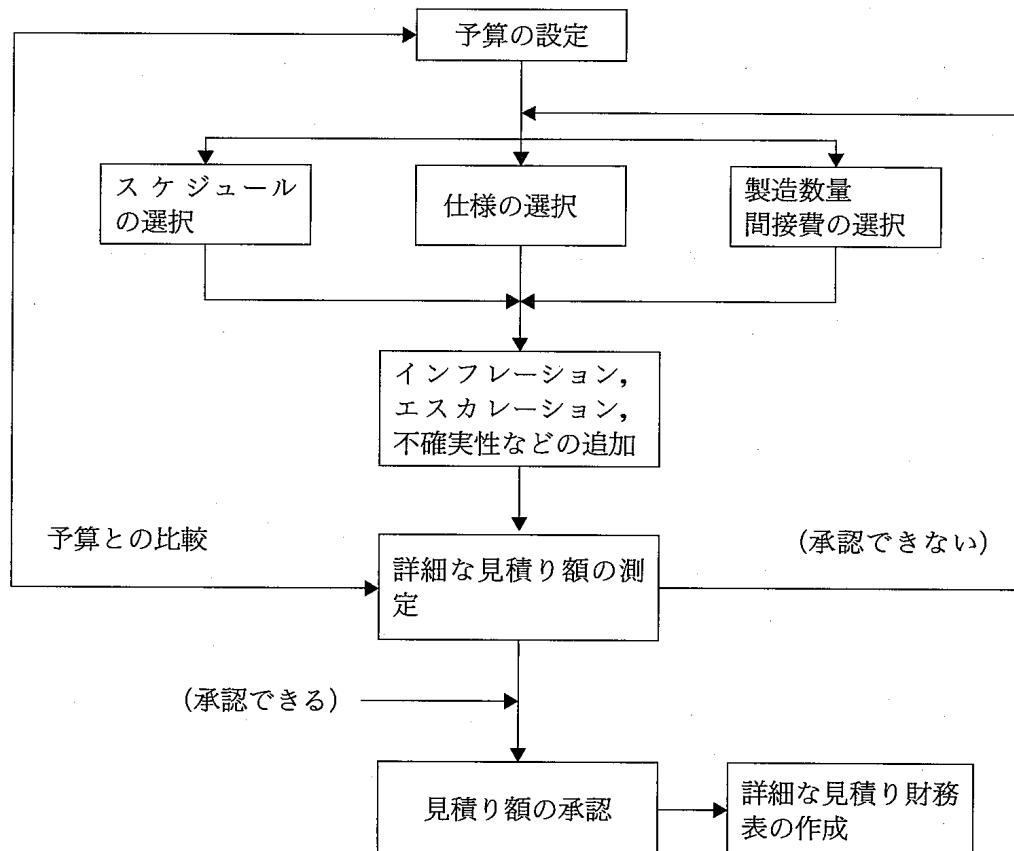
(Source: Department of Army Pamphlet No. 11-3, *Investment Cost Guide for Army Materiel Systems*, 1976.)

図表3 ライフサイクル・コストの構成要素

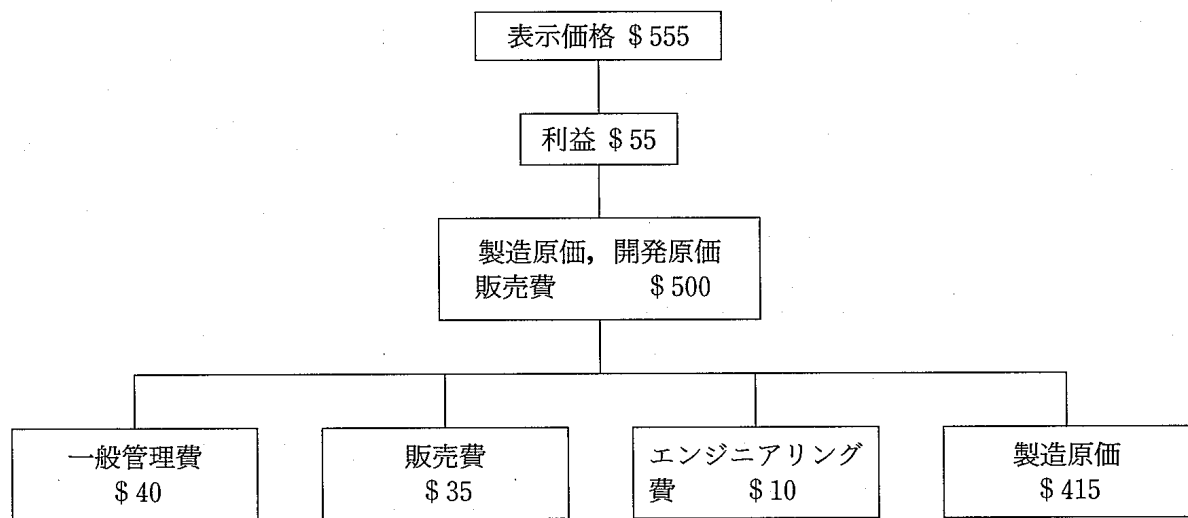


(Source: Defense Systems Management College, *System Engineering Management Guide*, 1982.)

図表4 DESIGN-TO-COST



図表5 デザイン・ツー・コスト



3 デザイン・ツー・コスト適用のための規準

ここでは、デザイン・ツー・コストを適用するさいの規準となる考えを、デザイン・ツー・コスト生成期の論者たちの主張を要約する形で紹介する。

- (1) デザイン・ツー・コストは、低い技術上のリスクを持つプログラムに適用されるべきである。
- (2) デザイン・ツー・コスト目標は、開発プロセスの出来るだけ早い段階において設定されるべきである。
- (3) デザイン・ツー・コスト目標は、幅のある目標ではなく、一点の目標として設定されるべきである。
- (4) デザイン・ツー・コストにおいては、指定される性能上のパラメータ数は、最少にされ、その優先順位が付けられるべきである。
- (5) デザイン・ツー・コストは、適切な時間および十分な資金が開発期間中に代替的デザイン・アプローチを可能にするように要求すべきである。
- (6) デザイン・ツー・コスト目標に含まれるコストの明確な定義が、契約上の視点から重要である。

- (7) デザイン・ツー・コストの成功は、提案に対する要件の仕様に依存する。
- (8) 現実的な製造速度 (rate) が、目標を設定するために利用されるべきである。
- (9) コスト目標は、安定的 (stable) でなければならない。
- (10) コスト目標は現実的なものでなければならない。目標は利用可能なデータに基づく最善の見積り額を反映すべきである。
- (11) 成功するデザイン・ツー・コスト・プログラムは、契約企業間競争が現実的に正当化される限り、維持されることを保証すべきである。
- (12) デザイン・ツー・コスト・プログラムは、コストを追跡する方法を強調すべきである。
- (13) デザイン・ツー・コストは、コスト指定がなされない国家的関心事にたいしては適用されるべきではない。
- (14) コスト目標は、指定される契約年度の金額で表示されるべきである。これは、インフレーションが将来年度の値に影響を及ぼすとしても、コストを測定するためのベースラインを提供する。
- (15) デザイン・ツー・コスト・プログラムにおいては、プログラム・マネジャーは最大の弾力性を必要とする。彼はトレード・オフ意思決定をするための権限を持たなければならない。

そして取得ライフサイクルにおけるデザイン・ツー・コストの適用は、図表 6 である。デザイン・ツー・コストは、『構想段階』と『有効性確認段階』において適用される。構想段階 (Conceptual Phase) とは、取得プログラムに関する技術的、経済的基礎が、包括的な研究、実験によるハードウェアの開発と評価などを通じて設定される最初の期間である。有効性確認段階 (Validation Phase) とは、主要プログラムの特徴が、広範な研究と分析、ハードウェアの開発、テストと評価などを通じて洗練される期間である⁵⁾

図表6 取得ライフサイクルにおけるデザイン・ツー・コスト

DSARC I		DSARC II
概念構想の段階	有効性確認段階	フル・スケール開発の段階
取得のための技術的, 軍事的, 経済的基礎の確立	パラメトリック研究	ハードウェアの開発と試験
	デザインの定義	
	プロトタイプ	
ハードウェアの研究, 実験, 評価	コスト, スケジュール, 性能に関する研究とトレードオフ	
←----- デザイン・ツー・コスト目標を設定する段階 ----->		

4 デザイン・ツー・コストの長所と短所

デザイン・ツー・コストの長所として次の点が指摘される。

(1) 統合されたデザイン・チーム・アプローチ

デザイン・ツー・コストは、設計者と製造エンジニアが、デザイン・プロセスにおいてデザイン製造チームによるアプローチを取る。これは製造設備の大きな修正をすることなく、生産に入ることができるという利点を有する。

(2) 保全性の改善

デザイン・ツー・コストは、デザインの単純化を通じて、より易しい保全性を提供する。

(3) デザイン・ツー・コストは、性能要件についてのより良い定義を引き起こす。

(4) トレードオフが運用コストおよび支援コストの引き下げを実現する。トレードオフにおける弾力性およびチーム・アプローチの結果として単純化されたシステムを得られる。

- (5) コスト目標が達成されるか否かについて、早い段階において認識できる。
- (6) デザイン・ツー・コストは、より多くの構準化されたコンポーネントへと導くことができる。
- (7) デザイン・ツー・コストは、プログラム・マネジャーにたいして、より大きな弾力性を与える。

デザイン・ツー・コストの短所として、次の点が指摘される。

- (1) デザイン・ツー・コストは、出来るだけ早い段階においてコスト目標を設定する。新システムの開発においてはトレードオフとか変更が多くなされるため、コスト目標も変更される機会が多くなる。
- (2) デザイン・ツー・コストはイノベーションを抑圧し、新技術の使用を制限するかもしれない。
- (3) デザイン・ツー・コストは下位最適化の原因となる。
- (4) 変更にたいするバイアスがある。
- (5) デザイン・ツー・コスト概念は、融通性はコスト増加の原因であるという理由で、システムの中に融通性を含めない。
- (6) デザイン・ツー・コストが工場コストないしは製造コストについてあまりにも詳細に指定し過ぎると、契約企業側の弾力性を失わせ、コスト・コントロールに逆の影響を及ぼすことになる。
- (7) デザイン・ツー・コストは、充分な開発時間とお金を要求するので、開発コストを増加させる可能性がある。

5 アメリカ国防総省のデザイン・ツー・コスト概念

デザイン・ツー・コスト (Design to Cost: DTC) 概念は、すでに述べたように、アメリカ国防総省の1971年の通達5000.1において勧告されたことが、普及に大きな役割を果たした。しかしながら、この指針の要求する「コスト」が何を意味するのか、あるいは、その正確な見積りが、問題とされていたようである。

通達 5000.1 のパラグラフ C.2. は、次のように述べている。

「取得コストおよび所有コストの個別コスト要素（単位当たりの製造コスト、運用コストと支援コストなど）のコスト・パラメータは、要求に対する設計『design to』という形で表現され、設定される。システム開発は、技術的要求に適用されるのと同じ厳しさで、このような要求に対して絶えず評価される。実践的なトレード・オフが、システム能力、コスト、スケジュールなどの間で行われる。経済上のエスカレーションを含む、コストの見積りと計算についての追跡可能性が保持されるべきである。」

このパラグラフの鍵は、コスト・パラメータは、取得コストおよび所有コストの両方について考慮されること、そして個別のコスト要素が、『design to』という形で表現され、設定されることにある。つまり、コスト目標が、単位当たりの製造コストと年間当たりの運用コストおよび支援コストという形で、システムの初期の開発段階において設定されるべきことが要求されているのである。したがって、デザイン・ツー・コストは、「取得コストと運用コストおよび支援コストをコントロールすることを意味している。」しかしながら、デザイン・ツー・コストが導入された初期においては、デザイン・ツー・コストは、製造コストについて行われるという理解が支配的であったようである。

次に、アメリカ国防総省の 1975 年の通達 5000.28 『Design to Cost』において、デザイン・ツー・コストの適用方針が提示されている。この通達より早く、1973 年 10 月には『Joint Design To Cost Guide-Life Cycle Cost As A Design Parameter』が、陸・海・空軍用に公表され、1976 年と 1977 年に改訂版が出されている。ここでは、日本語訳の引用によって、1975 年の通達 5000.28 におけるデザイン・ツー・コストの一部を紹介する⁹⁾

〈定義〉

A. Design to Cost

開発段階で正確なコスト目標を設定し、性能、コスト、スケジュール間のトレード・オフによって、システムコスト（取得、運用、補修のコスト）をコン

トロールして、コスト目標を達成しようとするマネジメント概念をさす。コストは、基本設計パラメータであり、開発と製造段階の不可欠の要素として、継続的に評価を行う。

〈方針〉

A. Design to Cost の概念

1. Design to Cost の概念は、システムの開発と設計の段階で、設計パラメータとしてコストを設定し、システムの取得と運用の段階で適用するコストをコントロールする方針を示すものである。
2. ライフ・サイクル・コスト目標は、個々の取得アイテムごとに設定し、開発、製造、運用、補給のカテゴリーにコスト要素に細分化コントロールする。システムの定義がすすむにしたがってコスト要素はコスト目標として固まり、そのコスト目標にもとづいて、システム設計してシステムのコストをコントロールする。
3. 開発と設計の段階において、コスト上の要求事項とコスト目標の達成度について、技術上の要求事項と性能目標の達成度と同様に詳細な評価を行う。開発するシステムが、最低のライフ・サイクル・コストで性能とスケジュール上の要求事項を確実に達成できるように、システム性能、コスト、スケジュール間のトレードオフを継続的に実施する。
4. 開発段階で設定したコスト目標値は、システム・ライフ・サイクル開発以降の段階でも使用する。製造コストは、製造目標値にもとづいて詳細にコントロールする。
5. システムが運用段階に入ると、最初の装備コスト、作業コスト、予備品や手直しのコストなどをコントロールするために、運用と補給のコスト目標値を使用する。運用段階で使用者から提出される変更要求は、設計技術部門にフィードバックされ、Design to Cost の原則を適用し、最低のコストで許容性能を確実に達成するために、必要なトレードオフを行う。

〈ライフ・サイクル・コスト〉

1. 有効性確認段階 (validation phase) の開始時期, あるいはプログラム着手後の初期に, コスト・モデル計算式などを使用して, ライフ・サイクル・コストの見積りを行う。DODコスト分析改善グループの運用と補給コスト計算ガイドには, 計算事例が示してある。プログラムの全面的な技術開発段階と製造段階以前に, コスト見積りを最新のものにすることを要求する。

さらに, 国防総省の指針 4245.3 (1983 年 4 月公表) は, 次の諸政策を設定している。⁷⁾

1. デザイン・ツー・コストは技術上の合意およびスケジュールと同様に重要なパラメーターである。
2. ライフサイクル・コスト目標は各取得について設定され, そして開発, 生産, 運用, 支援という広いカテゴリーの範囲内でコスト要素に区分される。
3. コスト要件およびコスト目標の達成は, デザインおよび開発の間に評価される。システムの能力, コスト, スケジュール間のトレード・オフは継続して検討される。
4. 開発局面において設定されるコスト目標は, 以後のシステム・ライフサイクルの段階に拡張される。
5. システムが導入されるにつれて, 運用コストおよび支援コスト目標が, 当初のコスト, 労務のコスト, 予備部品, 修繕などの項目をコントロールするために利用される。

注

- 1) 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, P. 170。
- 2) 昭和 60 年度製造プラントのメンテナンス技術に関する調査研究委員会『製造プラントのメンテナンス技術—ライフサイクル・コストに関する調査研究報告書』 日本プラントメンテナンス協会, 1986 年, P. 11。
- 3) Busek, Jr. Joseph R., *A Historical Analysis of Total Package Procurement, Life Cycle*

Costing, and Design to Cost, 1976. (Master's thesis) [NTIS DATA BASE] 本節は、この本の PP. 59-89 の内容を要約して紹介する。

- 4) Seldon, Robert M., *Life Cycle Costing: A Better Method of Government Procurement*, Westview Press, Boulder, Colorado, 1979. 図表 1 は, P. 225。

Michaels, J. V., and W. P. Wood, *Design to Cost*, John Wiley & Sons, Inc., New York, 1989. 図表 2 は P. 4, 図表 3 は P. 5, 図表 4 は P. 8 からの引用。

Ostwald, Phillip F., *Cost Estimating Second Edition*, Prentice Hall, 1984. 図表 5 は P. 348。

- 5) Busek, Joseph R., op. cit., P. 77.

- 6) 江崎通彦著『デザイン・ツー・コストの新しい考え方とその手順』産能大学出版部刊, 1990 年。pp. 156-158 を参照。

- 7) Michaels, J. V., and W. P. Wood, *Design to Cost*, John Wiley & Sons, Inc., New York, 1989. PP. 373-374 からの引用。

第 2 節 航空機のデザイン・ツー・ライフサイクル・コスト

兵器システムの開発の重要な部分である『性能』, 『スケジュール』, 『ライフサイクルコスト (LCC と略称する)』をいかにバランスさせるかを支援するライフサイクル・コスト分析 (LCC 分析と略称する) をここでは議論する¹⁾。

1 ライフサイクル・コスト概念とライフサイクル・コスト分析

ここで取り上げる航空機, 特に戦闘機のライフサイクル・コスト要素の構成割合は, 開発コスト (10%), 調達コスト (35%), 15 年間の運用コスト・支援コスト (55%) である。

開発コストには, 新しい航空機システムのデザインと開発, テストと評価, 飛行テストの支援コスト (地上支援設備, 予備部品, 人員), データ作成コスト (テスト報告書, 緊急報告書) などが含まれる。

調達コストは, 飛行準備コスト (エンジンを除いた機体, エンジン, 航空電子機器), 当初の支援コスト (地上支援設備, 予備部品, 訓練と訓練設備, 棚卸資産の記録とマネジメント関連のコスト), システム・プロジェクト・マネジメ

ント、テストと評価、データ（技術上の出版物、訓練マニュアル）作成コスト、新しい航空機システムのための施設関連コストなどを含んでいる。

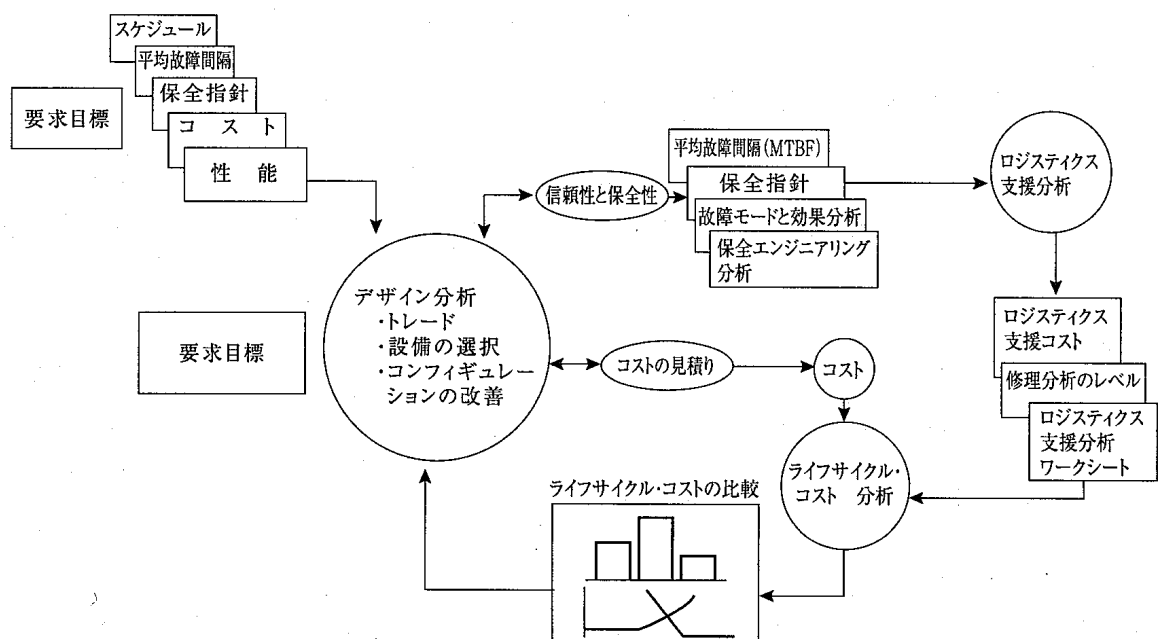
運用コストと支援コストは、人件費、補給部品、兵站部の保全、基地保全資材、燃料、品目マネジメント交換訓練、修整、施設などに関連するコストである。

これらの「コスト」と「性能」、「スケジュール」間のトレードオフが、相互に関連し合うパラメーター（航続距離、有効積載量、資材、生産数量、重量、信頼性と保全性）などを含むライフサイクルコスト分析において行われ、LCCは、これらパラメーターを定量化するために利用される。LCC分析は、以下の分野において適用される。

(1) デザインと分析

デザインおよび分析プロセスにおいて、関連するデザイン・パラメーター（例えば、重量、資材、信頼性と保全性など）が、コスト見積値にまで引き下げら

図表1 デザイン・ツー・ライフサイクル・コスト・プロセス

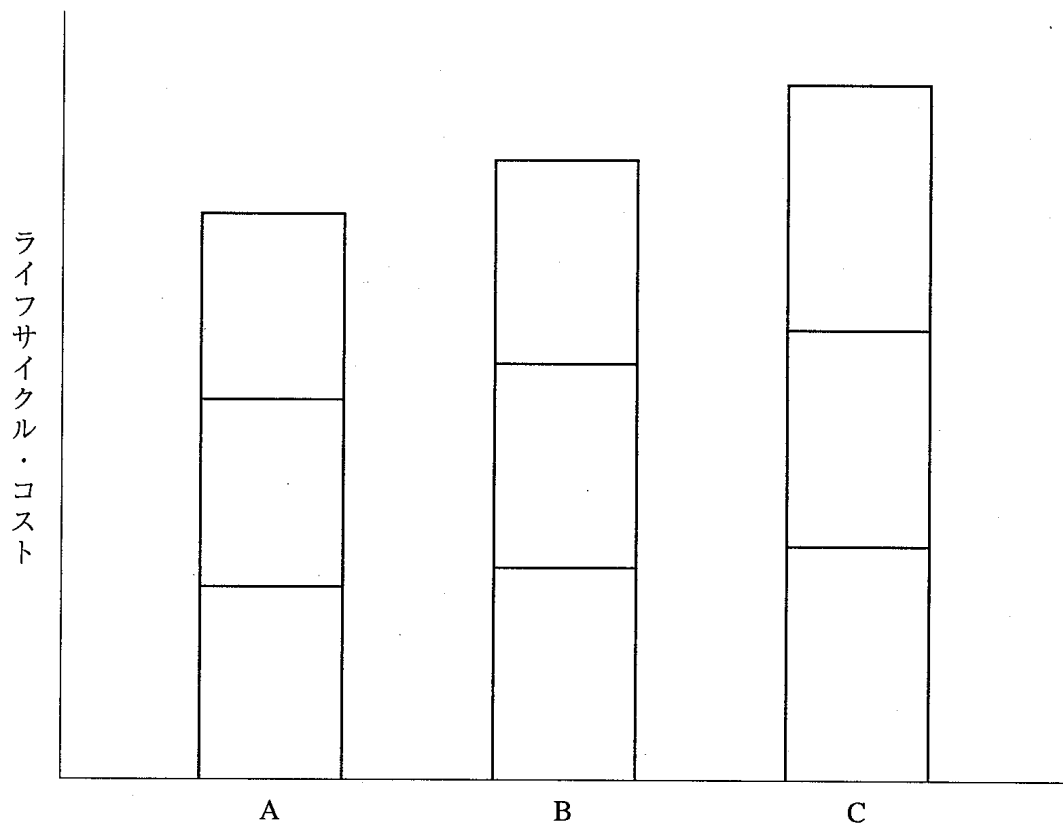


れたり，関係づけられ，意思決定パラメーターとして利用できる。このプロセスはデザイナーにデザイン決定のコストと便益についての知識および理解を提供する。図表1は，デザイン意思決定プロセスにおいて利用される LCC 見積値を開発するために使用できる「デザイン・ツー・ライフサイクルコスト」(DTLCC) プロセスを表している。

(2) 調達先の選択

航空機ライフサイクルコストの重要な部分は，サプライヤーから購入する装

図表2 最初のライフサイクル・コスト分析



サブライヤー	A	B	C
開発コスト	1.00	1.20	1.50
調達コスト	1.00	1.20	1.30
運用コスト&支援コスト	1.00	0.95	0.90
ライフサイクルコスト	3.00	3.35	3.70

備などによって発生する。

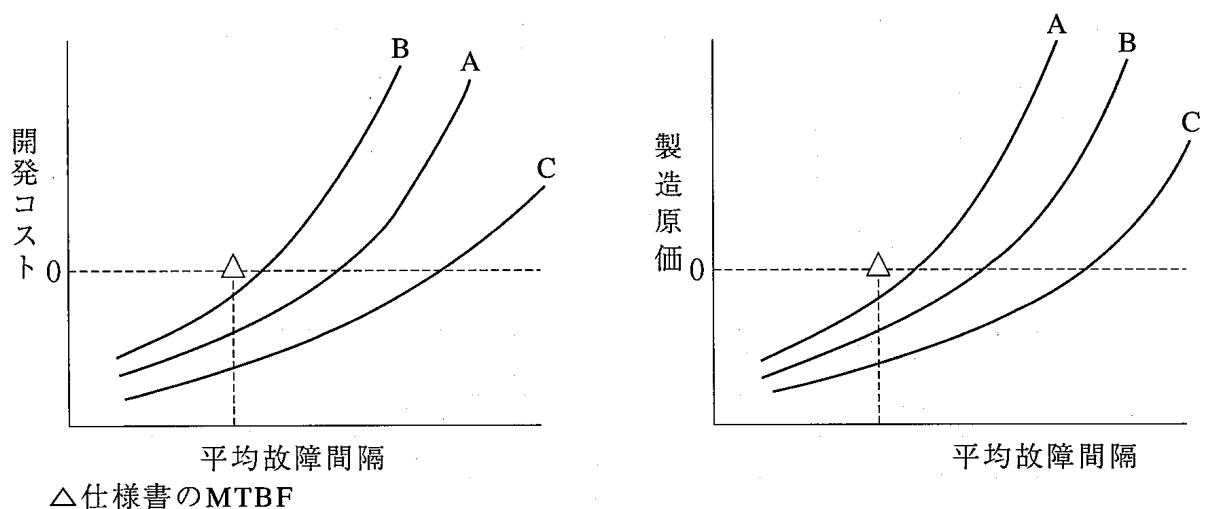
最初のステップは、LCC 要求を調達仕様の中に統合することである。次のステップはその仕様を満足するサプライヤーを選択することである。LCC 分析は各サプライヤーの提案を評価するために利用される。

例えば、ある装備について3社のサプライヤーが図表2に示されるデータを提供したとする。

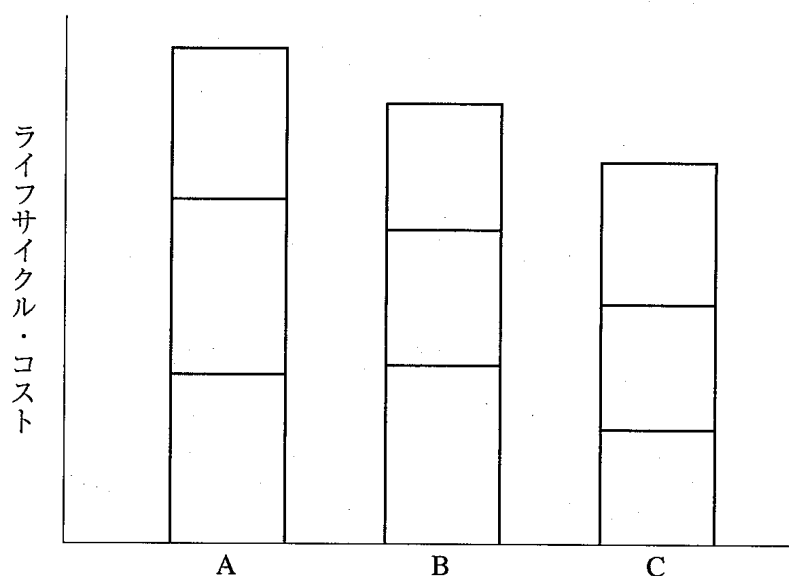
もしも評価が単に提示された提案のみに基づくならば、サプライヤーAのLCCが他のサプライヤーのLCCよりも低い。サプライヤーの提案を理解するために、デザインパラメーターにおける変化に対する開発コストおよび単位あたりの調達コストの感度が求められた。図表3Aは、サプライヤーの反応の部分を示している。0（ゼロ）ポイントは、サプライヤーの最初の提案を示している。サプライヤーCの装備がサプライヤーAとBよりも高い平均故障間隔でデザインされており、それに応じて高い開発コストと調達コストを発生させている。各サプライヤーについて同じMTBFを利用すると、図表3Bに示される

図表3 ライフサイクル・コスト分析

3A. サプライヤーのインプット



3B. ライフサイクル・コストの比較



ように、運用コストと支援コストが引き下げられ、LCC ランク順位の逆転を示すことになり、その結果、サプライヤーCが選択されることになる。

(3) プログラム・マネジメント

プログラム・マネジャーは、取得コスト、性能、スケジュールと同様に、運用コストと支援コストへ大きな注目を払わなければならない。契約上の LCC 目標を満たすためにプログラム・マネジャーは、LCC ドライバーを定量化し、デザインがコストに与える影響をも定量化しなければならない。LCC ドライバーの定量化によって、プログラム・マネジャーは「デザイン・ツー目標（単位あたりの原価、信頼性、保全性、重量など）」を主要サブシステムにたいして設定することができるし、このような目標をサブシステム・デザイン・マネジャーにたいして割り当て、契約 LCC 目標の達成責任を与えることができるのである。

(4) 支援諸資源のプランニング

LCC 分析は、代替的支援資源要求量を評価するために利用される。支援諸資源プランニングの目標は、新しいシステムの運用上の要件を遂行するために必要な諸資源を提供する支援プランを展開することにある。

2 コスト・ドライバー

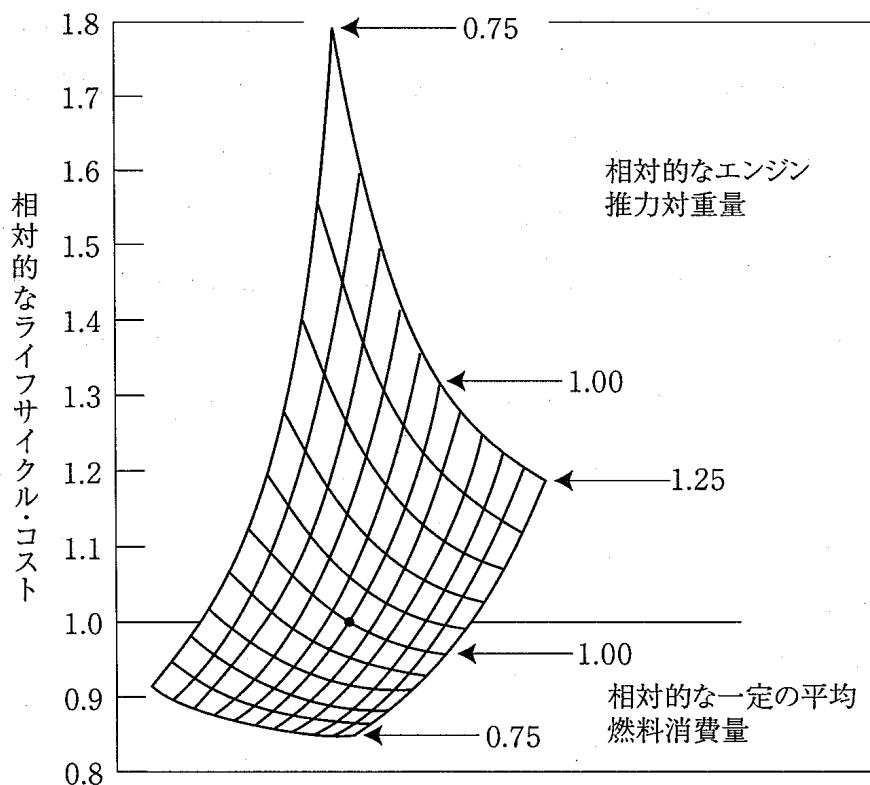
航空機 LCC は、性能、仕様、運用・支援目的などによって発生させられる。

図表4 ライフサイクル・コストに対するデザイン・コスト・ドライバーズの効果

4 A. 代表的なデザイン・コスト・ドライバーズ

- | | |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> ・性能要求 <ul style="list-style-type: none"> — 航続距離 — 有効積載量 — 速度 — ミッションの役割 ・仕様 <ul style="list-style-type: none"> — 腐食コントロール — 疲労年数 | <ul style="list-style-type: none"> ・信頼性と保全性の要求 <ul style="list-style-type: none"> — 平均故障間隔 — 平均修理時間 |
|---|---|

4 B. ライフサイクル・コスト分析の結果



航空機の性能要件は、航続距離、有効積載量、スピード、高度、ミッションの役割などとして表現される。仕様要件は資材、腐食コントロール、加重などによる疲労ライフなどを含み、運用および支援目的には、MTBF, MTTR, 配備コンセプトなどが含まれる。

図表 4 A に示されている諸要件はデザインの展開に影響を及ぼす要素の例である。例はエンジン選択基準を確立するプロセスの一側面を表示している。航空機の LCC に影響を及ぼすエンジンの特徴は、エンジン推進力と重量比率、一定の燃料消費量、長さ、直径、気流などである。

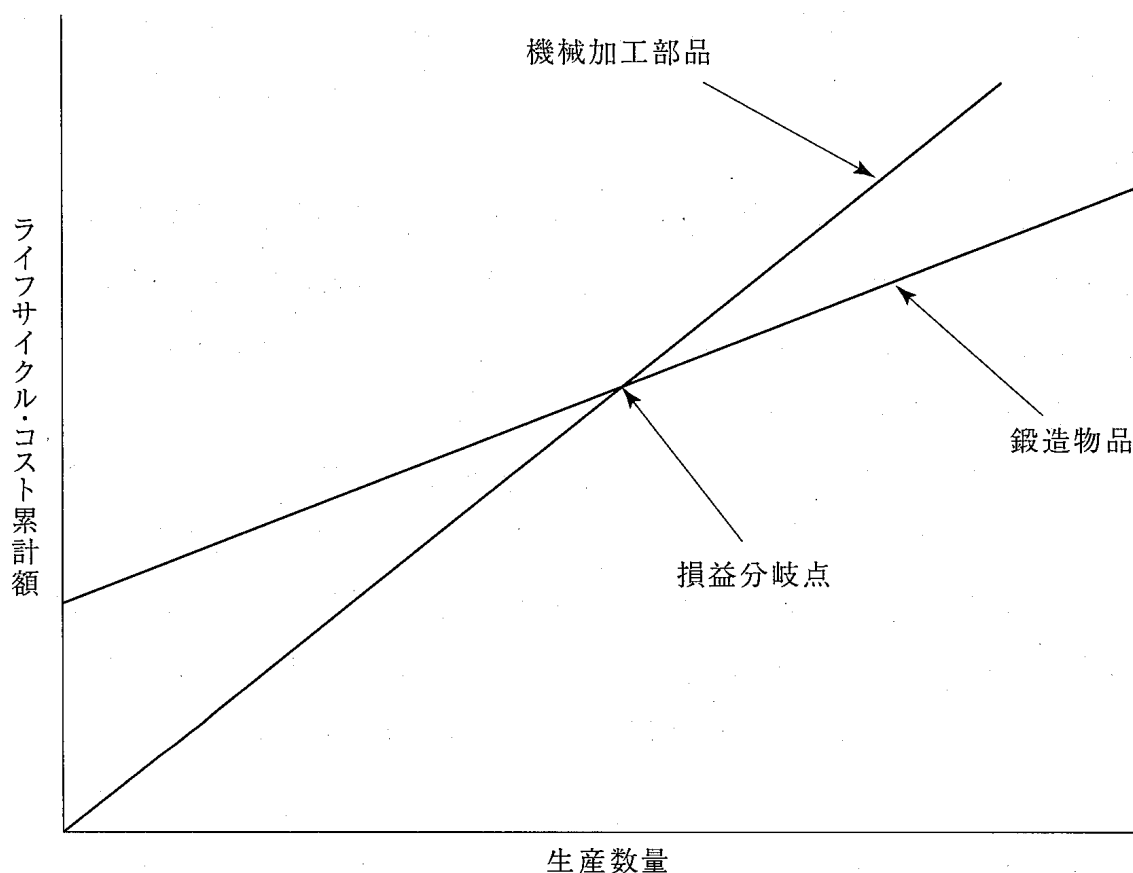
航空機のコスト・ドライバーは、エンジン推進力対重量 (T/W)、ミッション一定の場合の燃料消費量 (MASFC) などである。この例では、航空機ミッション能力をコンスタントとし、 T/W の値、MASFC および LCC は 1.0 の標準に合わせられ、それらの変更の範囲は、プラスマイナス 25% である。図表 4 B は T/W および MASFC における変更に対する LCC の感度を示している。

図表 5 製造原価ドライバーがライフサイクル・コストにおよぼす影響

5A. 代表的な製造原価ドライバーズ

材 料	製造プロセス
<ul style="list-style-type: none"> ・チタニウム ・アルミニウム ・合成材 ・鋼鉄 	<ul style="list-style-type: none"> ・薄板金属材料 ・機械加工部品 ・鍛造物品 ・鋳物 ・化合物
構 造	サブシステムズ
翼・湿気と乾燥 <ul style="list-style-type: none"> ・ハードポイントの数 ・コントロール表面の複雑性 	<ul style="list-style-type: none"> ・重複物の数 ・自動飛行と電信飛行
機体 <ul style="list-style-type: none"> ・翼の取付方法 ・着陸ギアの取付方法 ・サブシステムズの数 ・開放の回数 	着陸ギア <ul style="list-style-type: none"> ・着陸と移動 ・ホイールとブレーキの数

5B. ライフサイクル・コスト分析の結果



次に、性能、仕様、運用、支援要件が、デザイン(大きさ、コンフィギュレーション、重量など)を推進する。資材の選択は航空機システムの重量目標によって行う。航空機の指定重量目標を満たすために、アルミニウムの代わりに、チタニウムの利用が要件とされることは、製造コストに一定のインパクトを持つ。図表5Aは製造原価ドライバーズを示している。図表5Bは製造プロセスにおける変更がコストに与える意味の例を示している。

LCC分析は、構成部品の製造を鉄工場においてするか機械にかけて作るのかについてのインパクトを評価するために遂行された。分析は、機械加工される部品の当初コストが最小であるのに対して、鉄工場の当初コストが相対的に高いが、鉄工場の繰り返して発生する部品コストが低いことを示している。

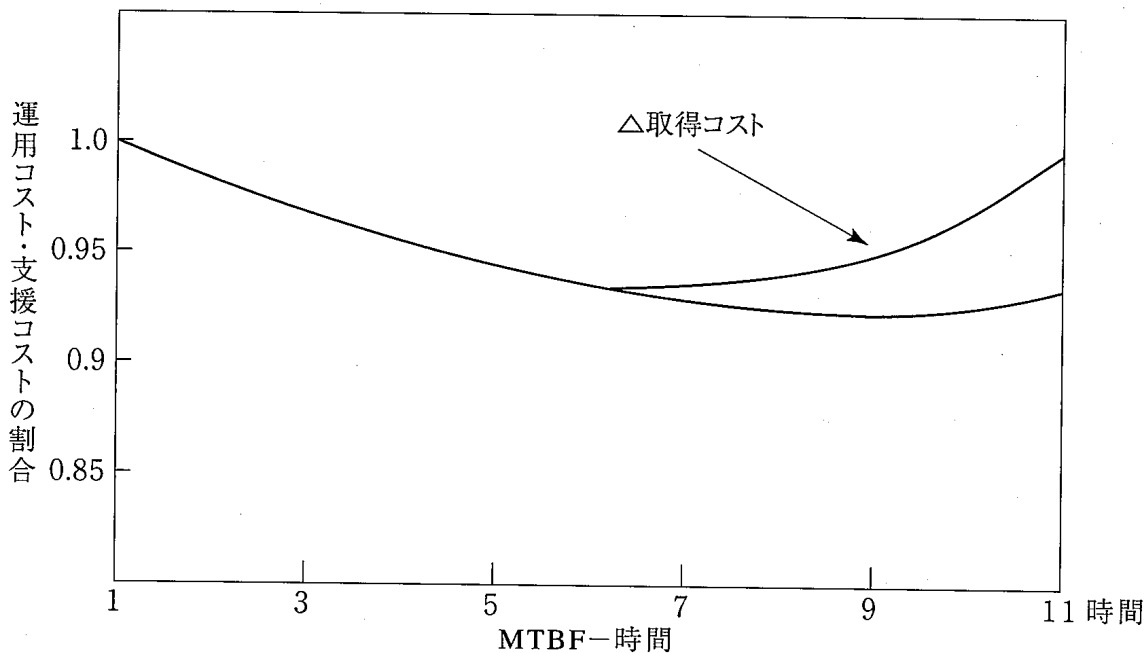
次に、図表 6 A は、航空機システムの代表的な運用・支援コスト・ドライバーを示している。主要なパラメーターである MTBF, 移転と取り替え時間, 基地対兵站部修理, MTTR, 単位あたりの予備部品コストなどがデザイン・コンフィギュレーション, 装備選択などによって決定される。たとえば, 必要とされる予備部品の数量, 装備の保全頻度などは, 装備の MTBF および MTTR などに

図表 6 運用および支援コスト・ドライバーズがライフサイクル・コストにおよぼす影響

6A. 代表的な運用および支援コスト・ドライバーズ

- ・単位あたりの予備部品コスト
- ・燃料
- ・平均故障間隔
- ・平均修理時間
- ・保全概念
- ・利用率

6B. 感度分析の結果



よって影響される。燃料コストは燃料消費量、航空機コンフィギュレーション、エンジンの特徴、ミッション持続期間などによって発生する。航空機 MTBF の変化に対する LCC の感度は図表 6 B に示され、信頼性の改善がコストに及ぼす影響が示されている。システム MTBF の改善は、運用・支援コストを減少させるけれども、MTBF 目標を達成するために高い取得コストが発生している。

3 ライフサイクル・コストの見積り方法

LCC の見積り方法として、トータル・システム・パラメトリックス法、サブシステム・パラメトリックス法、詳細な分析法などがある。図表 7 は、プログラム段階ごとの原価見積り関係 (Cost Estimation Relationships: CERs) の各方法とその利用、期待できる正確性などを示している。

図表 7 ライフサイクル・コストの見積り方法

タ イ プ	期待される 正確性
○トータル・システム・パラメトリックス（概念／原形／全体規模の開発）方法 —重量 —飛行コントロール・システム —速度 —エンジンの数 —推力	±30%
○サブシステム・パラメトリックス（原形／全体規模の開発）方法 —電子機器モデル —ミサイル・モデル —航空機のフレームと基準構造モデル	±15%～25%
○詳細な分析（全体規模の開発／製造）方法 —詳細見積り —課業時間分析 —類推 —サプライヤーの付値 —測定の基準	±10%

(1) トータル・システム・パラメトリックス法

プログラムの初期の段階で利用されるパラメトリックス・コスト見積り法は、歴史的コスト・データから引き出される数学的関係を利用する。次式のような線形関係が利用される。

$$\text{航空機のコスト} = A + B \times (\text{重量}) + C \times (\text{推力}) + D \times (\text{速度})$$

A = 固定コストで一定

B, C, D = パラメトリック係数

(2) サブシステム・パラメトリックス法

この方法は、トレード研究を遂行するための能力を提供し、デザイン、製造と運用・支援コスト・ドライバーを反映するコスト・レベルを設定する。CERsは多くの技術的なインプットを要求し、期待される正確性はプラス・マイナス15%から25%となる。図表8に適切なサブシステムパラメーターの例が示されている。

図表8 サブシステム・パラメーターの例示

電子機器	ミサイル	航空機のフレームと基本構造
・ 重量	・ 探究する重量	・ 構成部品点数と重量
・ 容積	・ 探究するタイプ	・ 雨天時の表面
・ デザインの複雑性	・ 信管重量	・ デザイン幾何学
・ 製造の複雑性	・ 信管タイプ	・ デザイン積載量と
・ 浪費されるパワー	・ モーター重量	ダイナミック圧力
・ 新しいデザインの分量	・ ミサイル速度	・ 燃料慣性
・ 統合努力	・ ミサイル重量	・ 損傷と修理感応性

(3) 詳細な分析法

詳細な分析に基づくコスト見積り方法は、検討中のシステムとかサブシステムについての十分な定義が存在する段階で使用される。詳細なハードウェアに

ついて利用される方法は、(1)インダストリアル・エンジニアリング法による詳細なコスト見積り、(2)現在のハードウェアのコストを新しいハードウェアへ関係づける類似点法、(3)下位契約者およびサプライヤーの付けた価格を利用する方法、(4)構成部品についての規模、パラメトリックス法に基づく CERs などである。図表 9 に LCC 分析関係において利用される詳細な構成要素が示されている。この方法による正確性は、プラス・マイナス 10% に改善される。

図表 9 ライフサイクル・コスト分析において利用される構成要素の詳細

ライフサイクル・コスト要素	パラメータ	技法
・調達ユニット	・製造テクノロジー	・詳細見積り
・予備部品	・平均故障間隔	・タスク時間分析
・基地保全	・平均修理時間	・サプライヤーの付け値
・兵站部保全	・使用不適率	・保全エンジニアリング分析
・燃料	・修理時間	・兵站部標準
・支援装備	・基地・兵站部修理	・統計的分析
・施設	・ユニット予備部品コスト	・測定の基準
・データ		

4 例 示

ライフサイクル・コスト分析は、兵器システムの開発と評価の段階において次のように利用される。

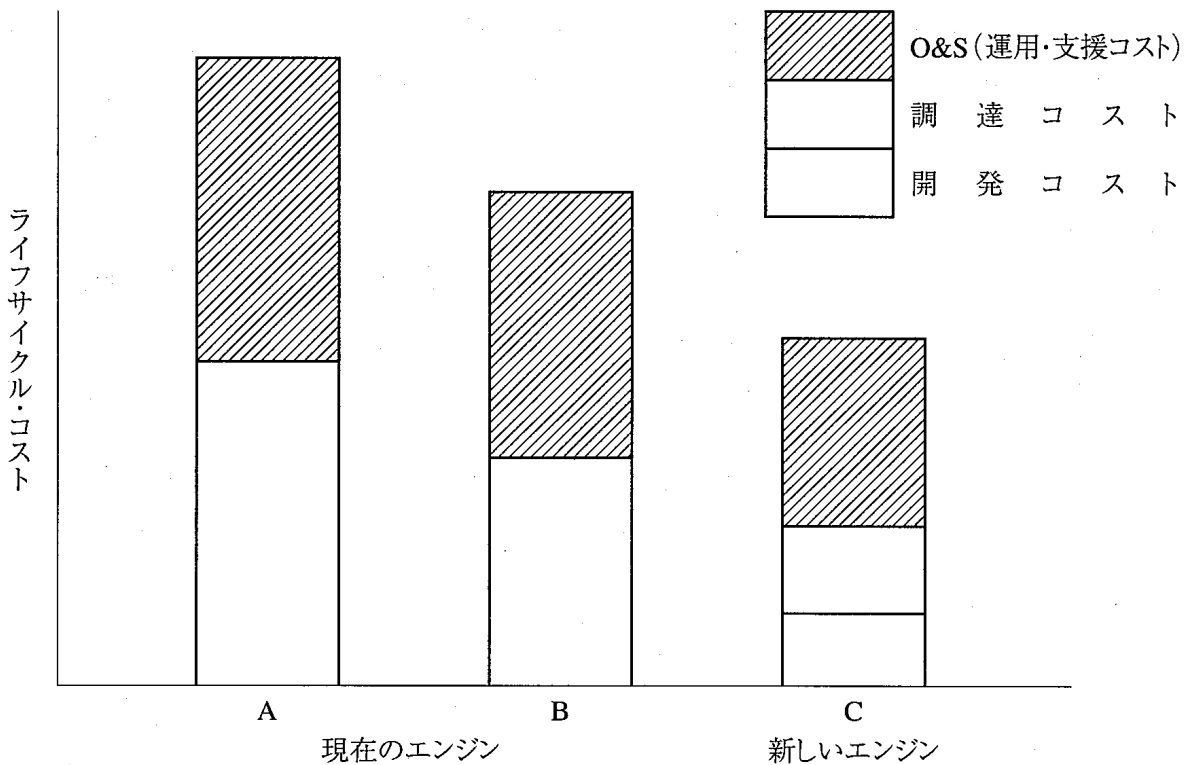
(1) デザインと分析

例は、LCC 分析が新しい航空機のエンジンの選択においてどのように使用されたかを示している。概念形成の段階において、航空機デザイナーは、ユーザーの要件を評価し、望ましいエンジン特性（重量に対する推力、一定の燃料消費率など）を決定した。予備的な評価に基づいて、LCC 見積り値が現在のエンジンおよび望ましいエンジン特性を持つ新しいエンジンについて展開された。LCC 評価の結果は、図表 10 A に示されている。分析から、重要なコスト差異が

現在のエンジン対新しいエンジンの中で得られた。開発中の航空機には、新しいエンジンを使用することが決定された。コスト差異の理由は図表 10 B に要約されている。

図表10 ライフサイクル・コスト分析に基づくエンジンの選択

10A. エンジンのライフサイクル・コストの比較



10B. エンジンのライフサイクル・コストの改善

	新	旧
・部品点数	15,000	20,000
・平均飛行故障間隔	250 HR	150 HR
・基地修理の割合	90 %	60 %
・基地での直接労働時間／飛行時間	1.0	2.0
・平站部労働時間／オーバーホール	1,000	2,000
・最初の予備部品コストの割合	17 %	25 %
・エンジン・ユニット・コスト	\$ 550 K	\$ 600 K

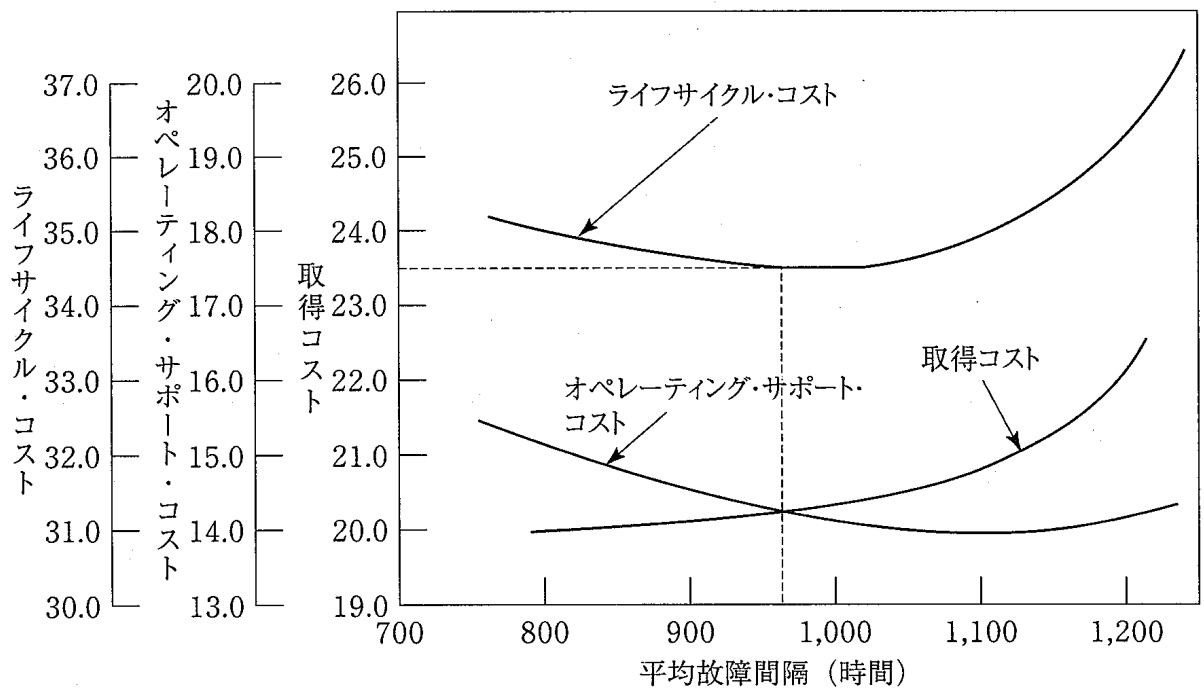
新しいエンジン・デザインは、古いデザインよりもライフサイクル・コストが30%だけ低くなる。

(2) 装備の選択

例は、最小のコスト解決を提供する予備動力単位 (APU) のデザインに関連する MTBF を決定するための LCC 評価を提示している。ライフサイクル・コスト評価は 800, 1,000, 1,200 時間の APUMTBF について遂行された。図表 11 に示されている結果は期待されているものである。取得コストは信頼性 (MTBF) 要件が増加するにつれて増加し、MTBFs のある一定範囲内においては相対的にコンスタントな割合であり、それを越えると取得コストの変化率は、高い信頼性要件を満たすのに必要な費用のかかるデザイン変更によって増加する。

図表 11 は、運用コスト・支援コストが MTBF の増加に従って減少することも示している。しかしながら、運用・支援コストのカーブの最後で増加に転じる。APU については 950 時間の MTBF が最小コストである。

図表11 平均故障間隔対予備動力単位



(3) 支援プランニング

デザイン・ツー・LCC は保全状況報告システム (MCRS) のコスト的意味と便益を評価するために使用された。図表 12 に示されている例は MCRS を備えた戦闘機と備えていない戦闘機の運用・支援コストを評価するために実行された研究を要約している。MCRS は飛行中における主要な航空機システムのモニタリング、改善される飛行ライン故障隔離、故障分析などを提供する。このような要因は予備部品、人員、燃料などの資源の節約をもたらす。評価は、航空機あたり 4,000 飛行時間の飛行プログラムに基づいて行われた。

図表12 航空機ライフサイクル・コスト（単位は100万ドル）

	保全状況報告システムを 装備していない	保全状況システムを 装備している
開発コスト	—	5
調達コスト	—	45
運用・支援コスト	380	170
△ライフサイクル・コスト	380	220
△ライフサイクル・コスト優位		160

5 要 約

LCC は、意思決定プロセスにおける代替案の評価を助ける数字の一つである。戦闘機のライフサイクル・コストとコスト・ドライバーは、図表 13 のようにまとめられる²⁾

図表13 戦闘機のライフサイクル・コスト

	開発コスト (10%)	調達コスト (35%)	運用コスト・支援コスト (55%)
コスト要素	<ul style="list-style-type: none"> ○テスト・コストと評価コスト ○データ・コスト (報告書の作成コストなど) ○デザイン・開発コスト ○飛行テスト支援コスト (予備部品, 人員, 地上支援装備などのコスト) 	<ul style="list-style-type: none"> ○最初の支援コスト ○システム・プロジェクト・マネジメントのコスト ○テスト・コストと評価コスト ○フライアウェイ・コスト (エンジン, 機体, 航空電子機器コストなどを含む) ○諸装備のコスト ○データのコスト (マニュアル, 技術説明書などのコスト) 	<ul style="list-style-type: none"> ○燃料コスト ○人員コスト ○兵たん保全コスト ○品目マネジメント・コスト ○修正のコスト ○予備部品を補給するコスト ○基地での保全に要するコスト ○取替作業の訓練に要するコスト ○諸装備のコスト
(原価を発生させる原因) コストドライバー	<ul style="list-style-type: none"> ○信頼性 (MTBF: 平均故障間隔) ○保全性 (MTTR: 平均修理時間) ○物理的特徴 ○ミッション能力 	<ul style="list-style-type: none"> ○訓練システムの要求 ○信頼性と保全性の特徴 ○保全概念 ○ミッション能力 ○基地の数 	<ul style="list-style-type: none"> ○利用率 ○保全概念 ○単位あたりの装備コスト ○燃料消費率 ○推進力 (馬力) の大きさ ○オーバーホールの間隔 ○平均飛行故障間隔

注

1) 本節は、以下の論文を要約して紹介する。

Huie, E., H. F. Harris, Balanced Design-Minimum Cost Solution, in *Design to Cost and Life Cycle Cost*, North Atlantic Treaty Organization (NATO) Advisory Group for Aerospace Research and Development (AGARD) Conference Proceedings No. 289, May 1980, pp. 18.1-18.8. Available from the National Technical Information Service (NTIS), Springfield, Virginia 22161, USA.

2) Dhillon, B. S., *Life Cycle Costing: Techniques, Models and Applications*, Gordon and Breach Science Pub., 1989. pp. 216-219 を参照。

第3節 デザイン・ツー・ライフサイクル・コストの理論モデル ーコスト効果性分析の方法ー

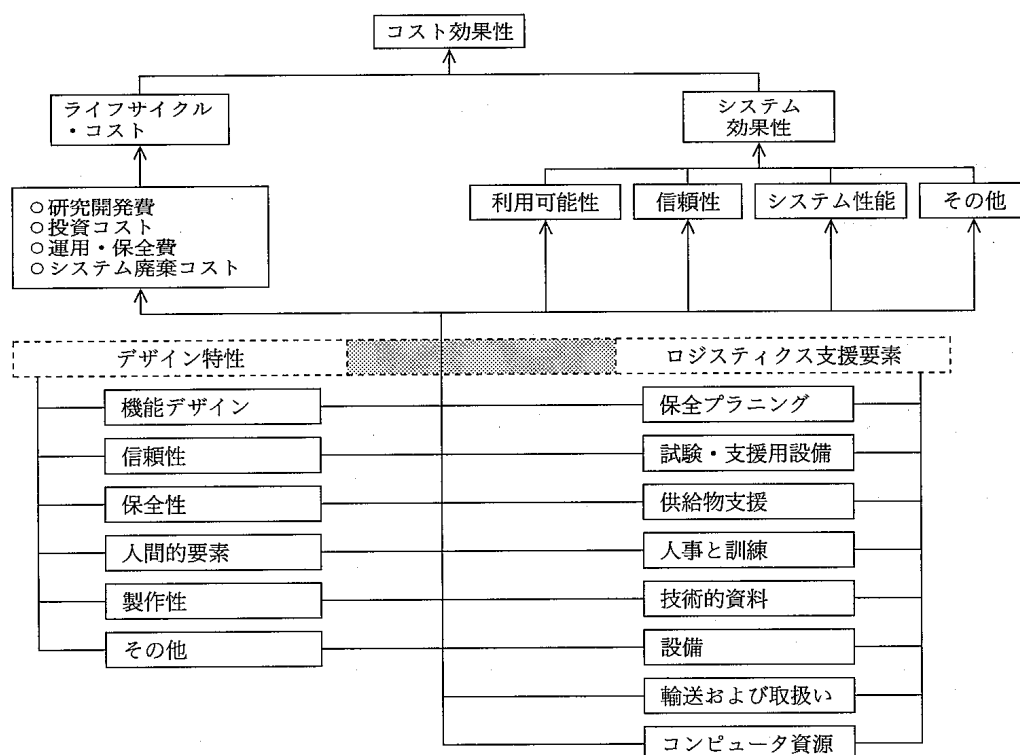
ハイテクノロジー製品を運用したり，保持するためのコスト分析のプロセスは『コスト・オペレーション・効果性分析』あるいは単に『コスト効果性分析』と呼ばれている。コスト効果性の基本要素は図表1のように示される¹⁾

効果性とは，システムがそのミッション目的を遂行するためのシステムの能力の測定値である。ここでは，コスト効果性分析の理論的方法の検討を通して，デザイン・ツー・ライフサイクル・コストの理論モデルを考察する²⁾

〈方法〉

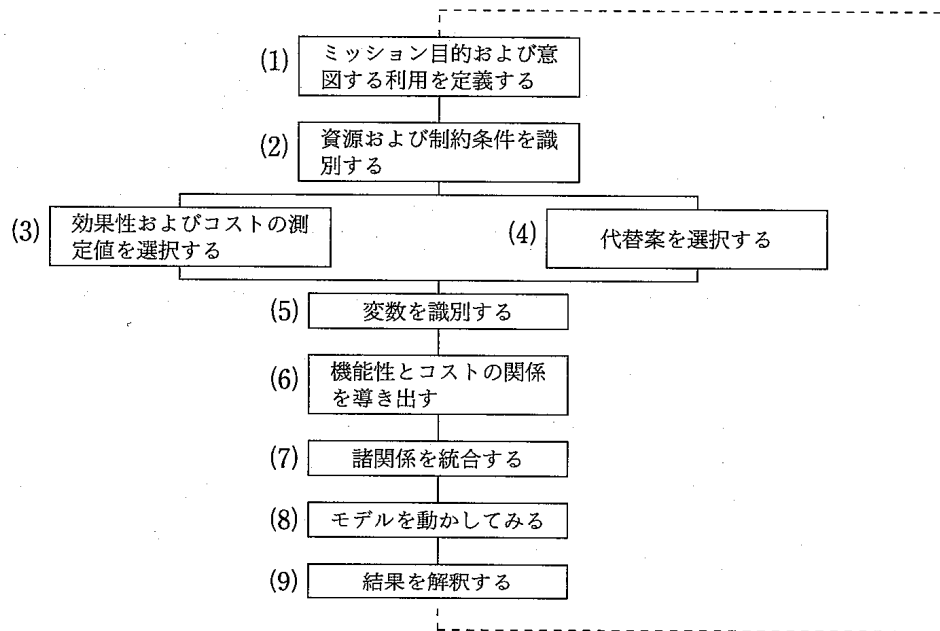
コスト効果性分析のための一般的なアプローチは図表2に示されるステップから構成される。波線の示すフィードバック・ループは，ミッション目的と意図する利用が，利用可能資源とオペレーショナル制約の範囲内で適合しない場

図表1 コスト効果性の基本要素



合には、再び定義され直すことを示している。この図表2を説明する。

図表2 コスト効果性分析のフロー



(1) ミッション目的と意図する利用を定義する

コスト効果性分析は、ミッション・レベルからシステムおよび構成レベルまでの秩序正しいフローにおいて行われる。システムは機能性と信頼性の限られた範囲内で性能とコストを交換することによって、構成要素レベルで最適化される。

(2) 資源と制約を識別する

資源はタスクとかプログラムを遂行するために利用できる項目であり、テクノロジー、消耗品、設備、時間、お金、人間などを含んでいる。資源への要求は、ミッションないしはタスクについての説明と優先順位、そして資源についての制約などを述べる。

(3) 効果性およびコストの測定値を選択する

最適化のプロセスは、基準の何らかの集合によって最善となる資源消費と得

られる効果性の結合の達成を本質的に含んでいる。最適化プロセスを実行可能なものとするために、基準が正確に定量化可能なタームで表現されるように開発されなければならない。コストの量に関する測定値も時間、人的資源、そして他の諸資源などの側面から表現される。測定値が取る形は、特定プロダクトないしはシステムについての意思決定基準に関連する。効果性の測定値は定量化可能である。たとえば、信頼性は MTBF の側面から、保全性は MTTR の側面から表現することができる。

(4) 代替案を識別する

システムを最適化するための能力は、要件を満足するための代替的手段のアーヴェラビリティに依存する。代替案はコストの制約内でミッション要件を満足するために使用することができる手段、アプローチ、テクニックなどを含んでいる。

(5) 変数を識別する

『変数 (Variables)』とは、ミッションの多様な側面を定義するために使用されるパラメーターとして、プログラム目的の効果的な遂行へのインパクトとして定義される。変数の変化は、性能のあるレベルを維持するための資源要求における変化を発生させる。このようなパラメータは独立変数であり、資源要求は従属変数である。このステップは、選択される代替案における従属変数を引き出す独立変数を識別することから成り立っている。独立変数は、オペレーションズにおいては制約する必要がある。たとえば、信頼性は MTBF の最小の値と最大の値によって制約されるべきであるし、保全性は MTTR の最小の値と最大の値によって制約されるべきである。

(6) 機能性とコストの関係を導き出す

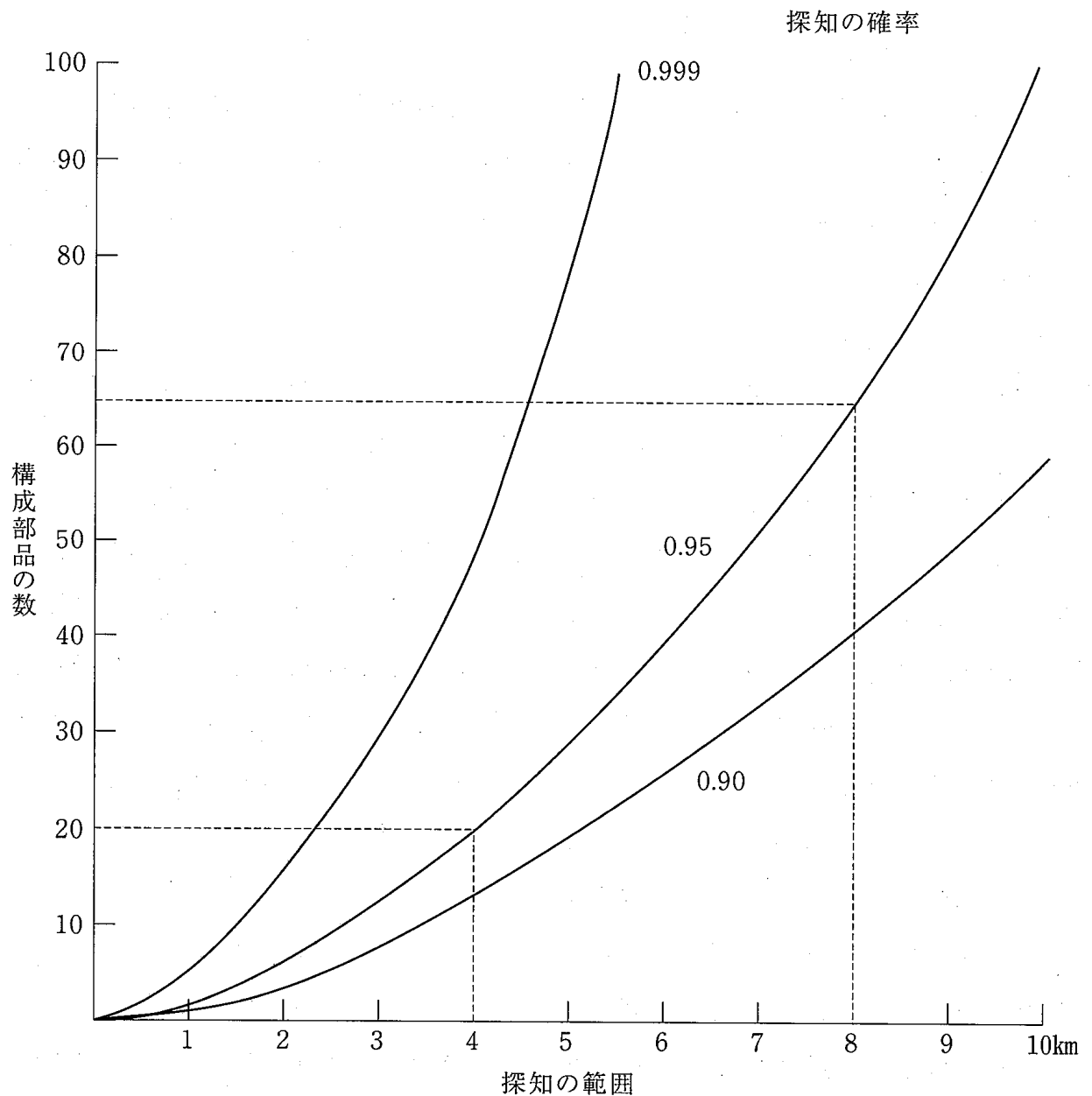
このステップでは、考察中の代替案における機能性のレベルとコストの関係を明らかにする。コストは、性能、パワー、複合性、信頼性、ウェイト、比重などの正の指数関数である。以下において、『航空機衝突回避システムの中の探知システム構築』の例示を通して、この点を検討する。

例示：デザイン・ツー・ライフサイクル・コストの手続き

1) デザイン複合性を確立する

探知の確率と探知の範囲が独立変数である。図表3の横座標の8 kmの点に垂直直線が引かれ、0.95の探知確率カーブと交わる。水平線がこの点から引か

図表3 探知の確率および探知の範囲の関数としての構成部品の数

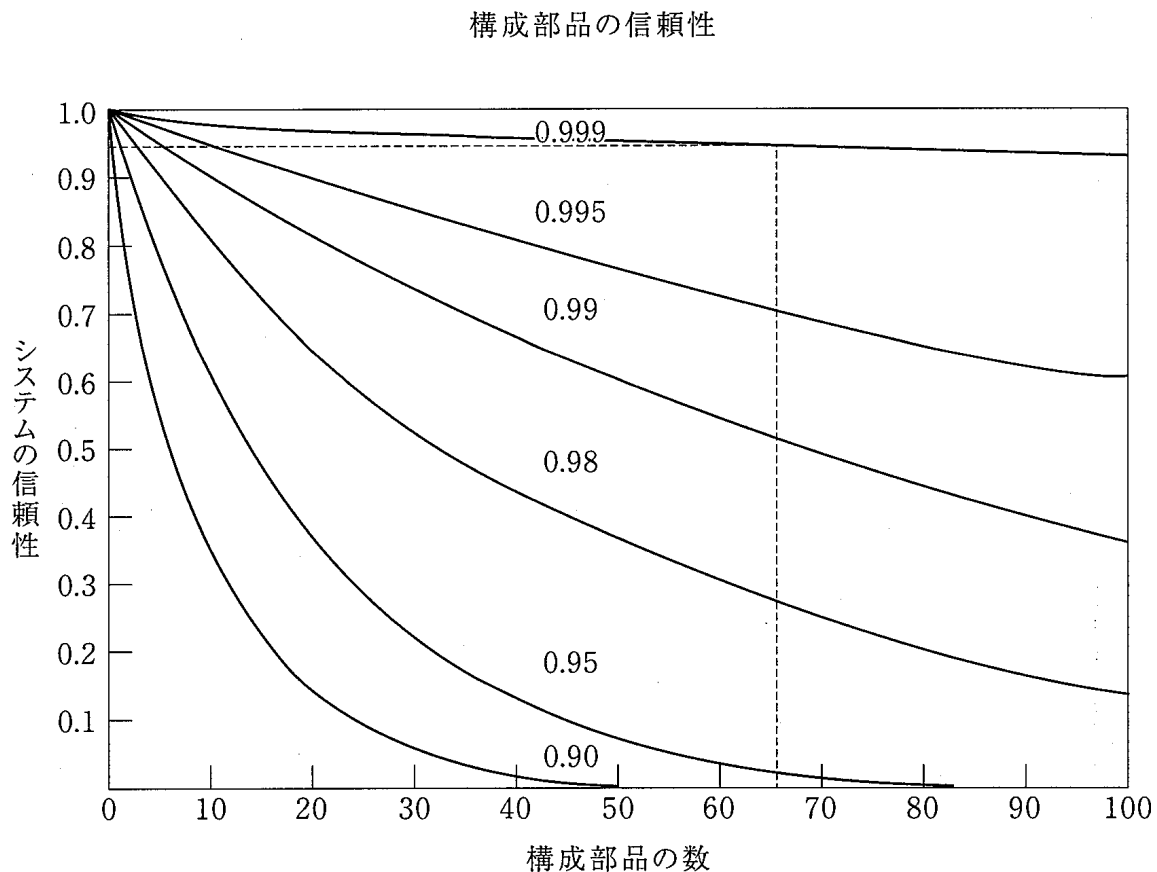


れ、およそ 65 個の構成部品のところで交わるので、システムを構成する部品点数を 65 個と決定する。ここでは、システムを構成する部品点数が、従属変数である。

2) 構成部品 65 個の信頼性を確立する

図表 4 では、構成部品数と要求されるシステム信頼性が独立変数であり、従属変数は、要求される構成部品の信頼性である。65 個の構成部品と要求されるシステム信頼性が 0.95 の場合では、構成部品の信頼性は 0.999 が要求される。

図表 4 システムの信頼性および構成部品の数の関数としての構成部品の信頼性



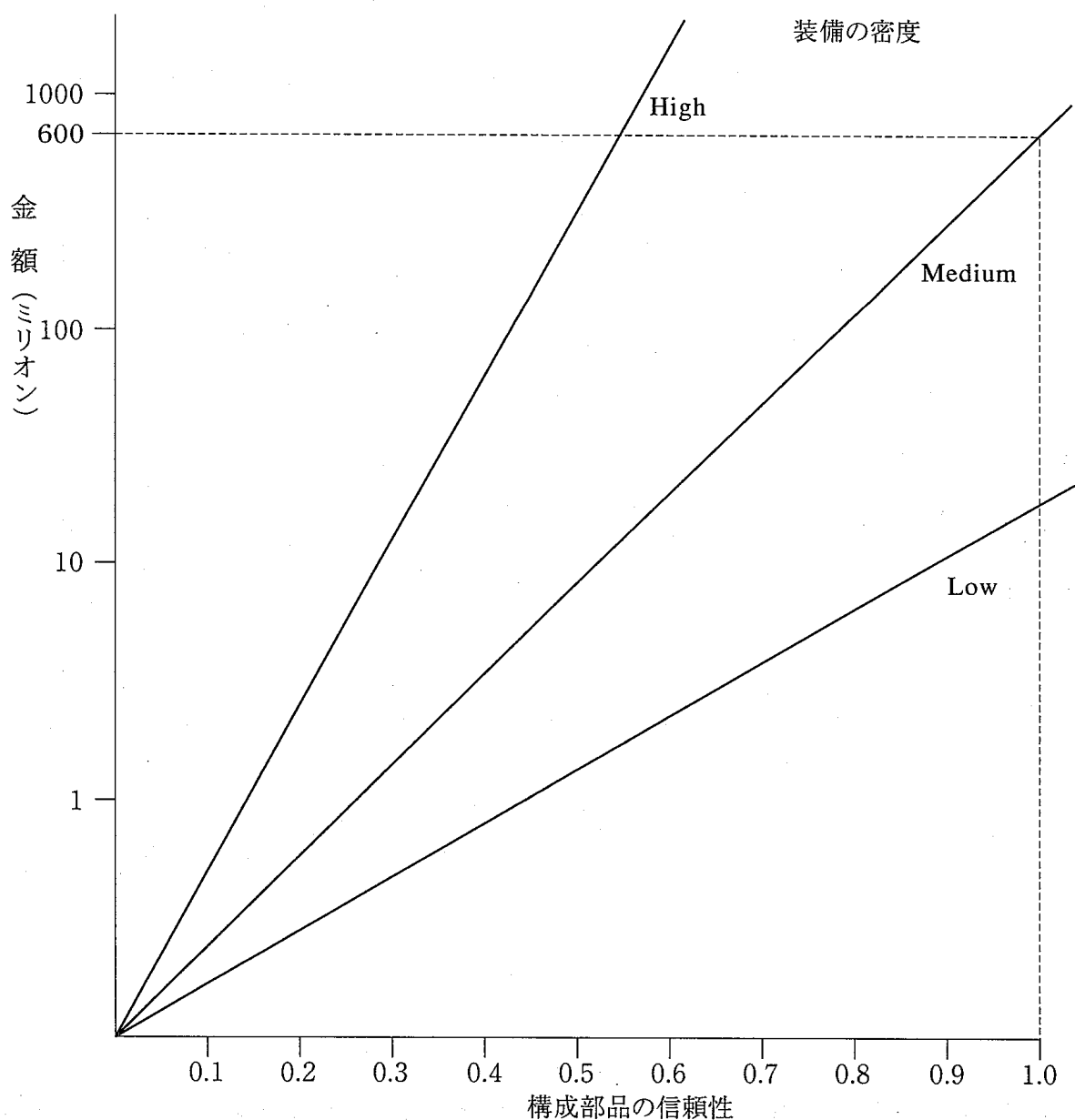
3) 開発コストを見積る

図表 5 は、設備の密度と構成部品信頼性の相互作用および開発コストの関係

を示している。密度 (density: 単位ボリューム当たりの構成部品の重量) は、ウェイトとボリュームの両方を考えるので、設備複合性の測定値として利用する。

図表5では、装備の密度と構成部品信頼性が独立変数である。従属変数は開発コストである。検出のサブシステムのボリュームをおよそ0.5キュービック

図表5 装備の密度および構成部品信頼性の関数としての開発費



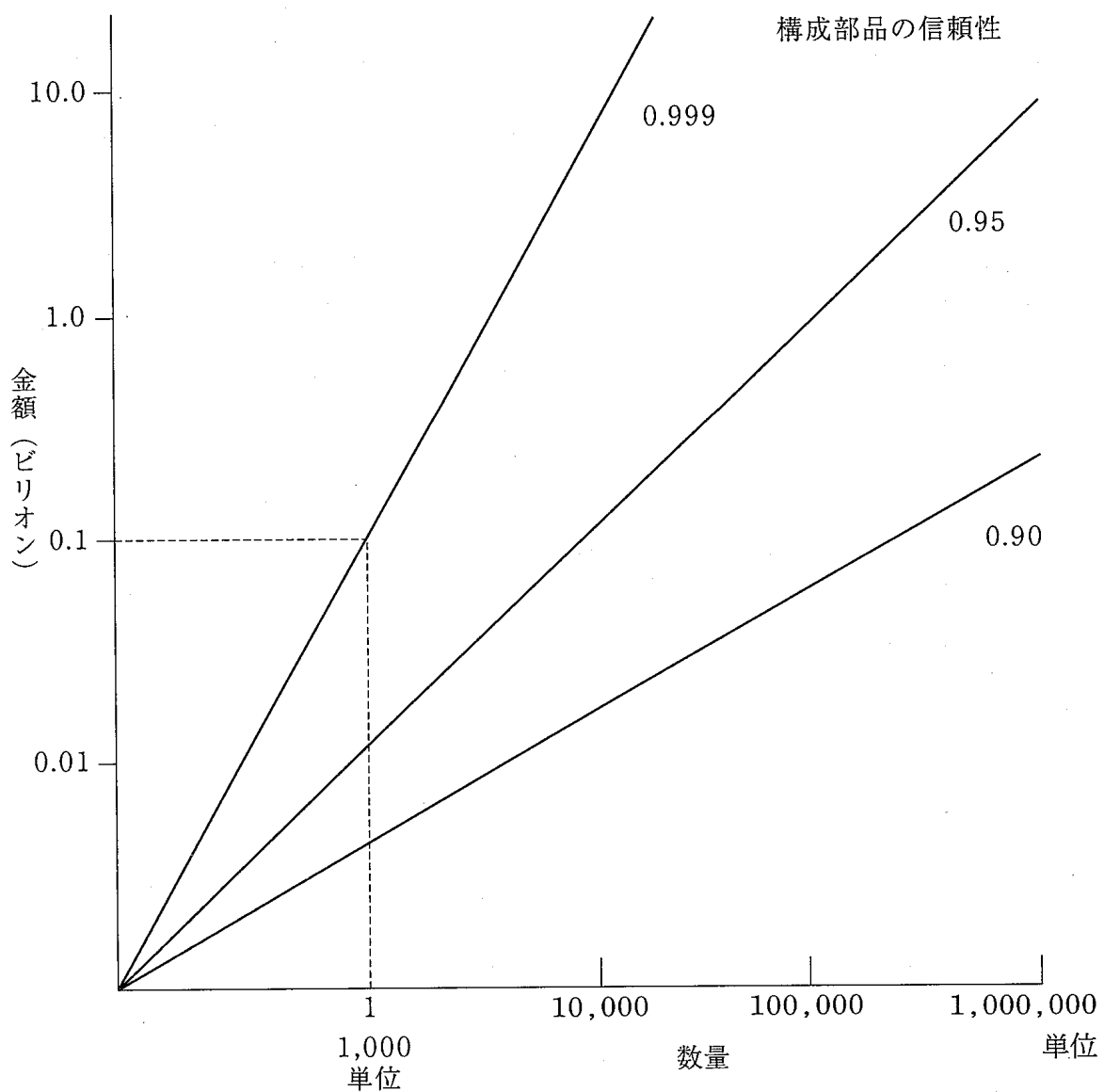
フィート (ft³) を仮定すると、このボリュームでは 65 個の構成部品は中間密度を構成する。中間密度と 0.999 の要求される構成部品の信頼性はおおよそ 600,000,000 ドルの開発コストであることが、図表 5 で示されている。

開発コストは 600,000,000 ドルと見積られる。

4) 製造コストを見積る

図表 6 は、新しいパラメーターである生産数量を導入し、生産数量と構成部

図表 6 構成部品の信頼性および数量の関数としての製造費

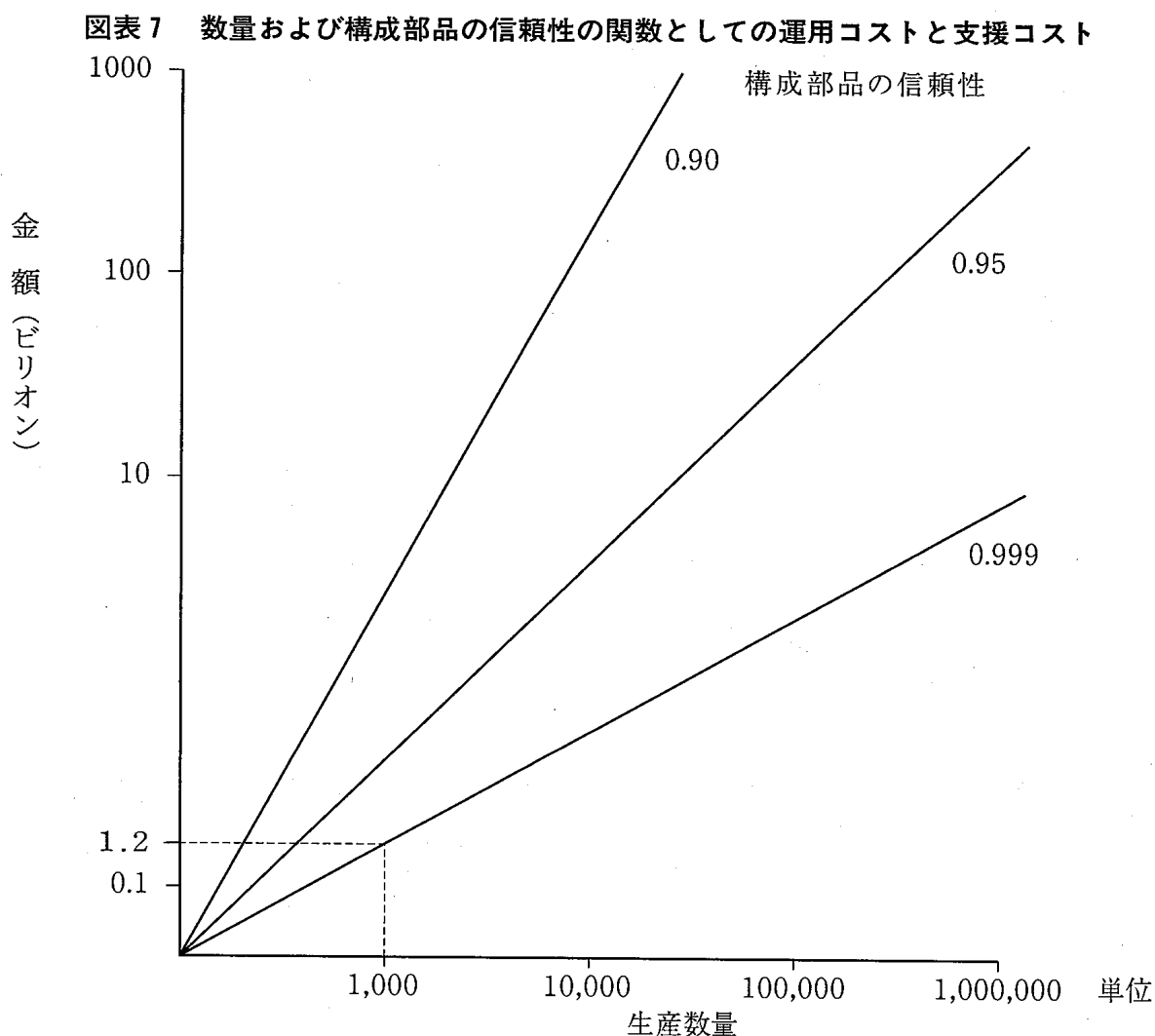


品信頼性および製造コストの相互作用を示している。

要求される信頼性が大きくなればなるほど、検査とテストへの支出が大きくなる。図表6の独立変数は、生産数量と構成部品信頼性であり、従属変数は製造コストである。探知サブシステムの生産数量は、1,000単位と仮定する。製造コスト総額はおよそ100,000,000ドル、単位あたりのコストはおよそ100,000ドルと見積られる。 $100,000,000 \text{ドル} \div 1,000 \text{個} = 100,000 \text{ドル}$

5) 運用コストと支援コストを見積る

図表7は、運用コストと支援コストにたいする構成部品信頼性および生産数量の相互作用を示している。カーブのスロープは構成部品信頼性によって確立される。信頼性が低くなればなるほど、保全への支出は大きくなる。独立変数は配備される探知サブ・システムの生産数量と構成部品信頼性である。独立変



数は運用コストと支援コストである。配備される 1,000 単位と 0,999 の構成部品信頼性について、探知サブ・システムの耐用年数 10 年間の運用コストと支援コストは、およそ 1,200,000,000 ドルと見積られる。

6) ライフ・サイクルコストを集計する。

探知サブ・システムの生産数量 1,000 単位における予備的なデザイン・ツー・コスト目標としての見積値は、次のようになる。

開発コスト	600,000,000 ドル
製造コスト	100,000,000 ドル
運用コストと支援コスト	1,200,000,000 ドル
合計	1,900,000,000 ドル

(7) 諸関係を統合する

このステップは、機能性とコストの関係を代替案評価のために全体の測定値の中に統合する。ライフ・サイクルコストが望ましい測定値である。

図表 8 は、このような諸関係がいかに典型的に描かれるのかを示している。最小のライフ・サイクルコストで達成可能な MTBF が信頼性投資プラス保全コストのカーブの低い点からの垂直線によって示される。信頼性を改善することは、システムの耐用年数にわたって保全コストを減少させる。その目的はライフ・サイクルコストが最小となるように、運用における保全コストの引き下げと開発の間に改善される信頼性への投資との間の最適バランスを発見することである。このバランスは図表 8 における 2 つのカーブの交点で達成される。

(8) モデルを動かしてみる

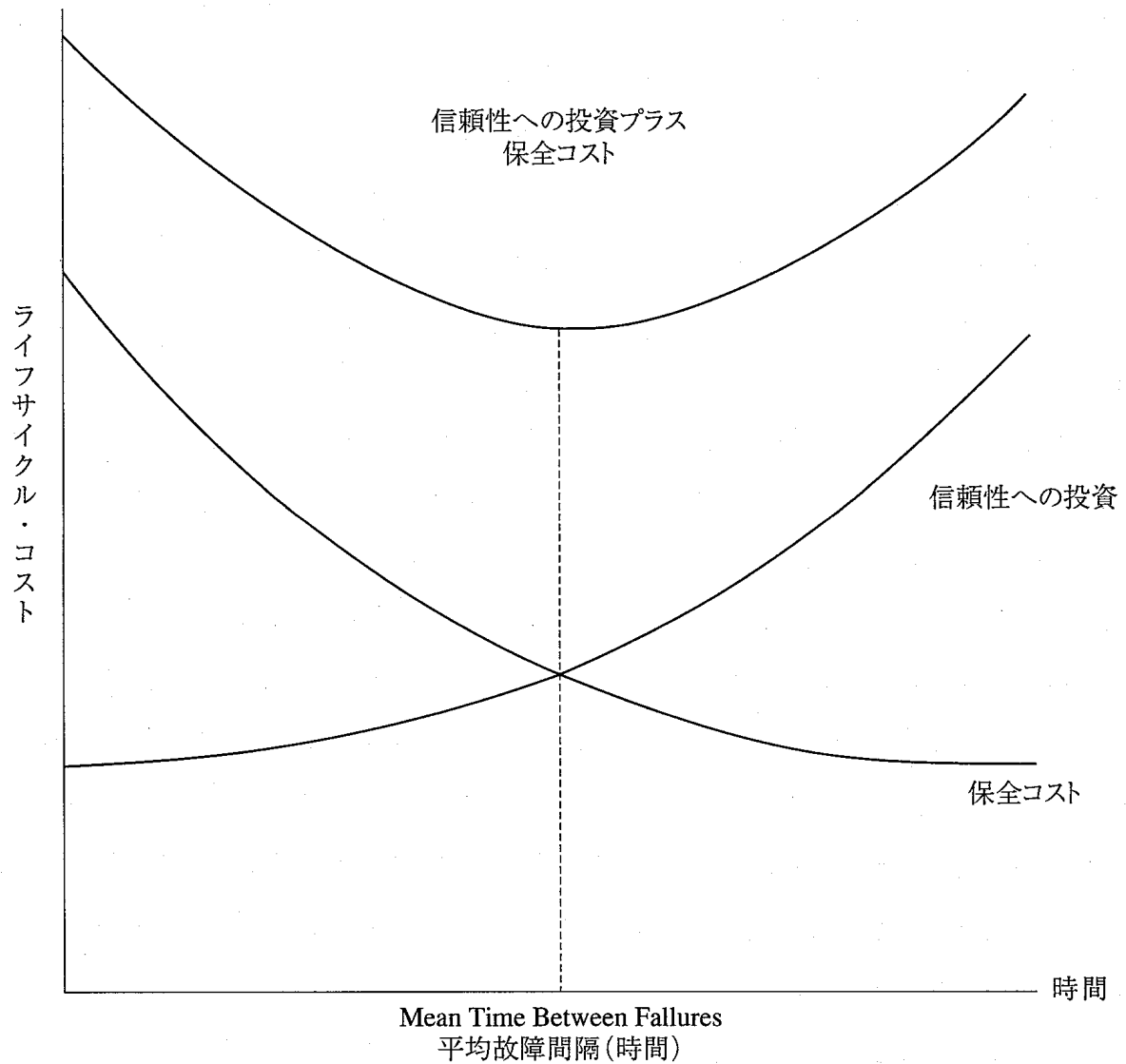
コスト効果性モデルは、多数の代替案について実行される。上の例では、レーダーによる探知、赤外線による探知、レーザーによる探知などが検討されるかもしれない。

(9) 結果を解釈する

コスト効果性モデルは『現実世界』の正確なレプリカではない。以上において説明した方法のステップは、マネジメントの領域である。このことはマネ

ジャーは分析家ではなく、意思決定をする人であるという事実を強調する。分析家は意思決定のための基礎のみを提供すべきである。

図表 8 信頼性および保全の関数としてのライフサイクル・コスト



注

- 1) Blanchard, B. S., *Logistics Engineering and Management*, Prentice-Hall 4th ed, 1992. P. 24.
- 2) Michaels, J. V., and W. P. Wood, *Design to Cost*, John Wiley & Sons, Inc., New York, 1989. PP. 33-44.

第4節 アメリカ国防総省におけるライフサイクル・コストニングの新展開—コンカレント・エンジニアリングと CALS—

1980年代の製品開発においては、革新的なテクノロジー、製品の複雑さの増大、組織の拡大などに対応するため、企業においては新しい製品開発手法を探す必要があった。アメリカ国防総省関連では、1980年代の調達戦略の技法として、コンカレント・エンジニアリングと CALS が開発された。

1982年に DARPA (Defense Advanced Research Projects Agency) が設計プロセスを向上する方法を求めて研究を開始し、1988年、IDA (Institute for Defense Analyses) の報告書 R-338 によって、製品とその下流工程である製造、さらにサポート工程を並列的に設計するコンカレント・エンジニアリング概念が新しく創造され、コンカレント・エンジニアリングの定義がはじめて示されたのである。そして CALS (Computer-Aided Logistics Support) という概念も、この報告書において、はじめて登場したのである¹⁾

1 コンカレント・エンジニアリングの意義

コンカレント・エンジニアリングの基本原則はプロダクトとプロセスを統合することにある。IDA 報告書 R-338 は、次のように述べている。

「コンカレント・エンジニアリングとは、製品およびそれにかかわる製造やサポートを含んだ工程に対し、統合されたコンカレントな設計を行おうとするシステムティックなアプローチである。このアプローチは、品質、コスト、スケジュール、ユーザーの要求を含む、概念から廃棄に至るまでのプロダクト・ライフサイクルのすべての要素を、開発者に最初から考慮させるよう意図されたものである²⁾」

以下はコンカレント・エンジニアリングを表している³⁾

- ・ チーム設計
- ・ 同時進行のエンジニアリング

- ・製造可能性のためのエンジニアリング
- ・コンカレント設計
- ・設計から製造へのスムーズな移行
- ・統合された製品開発

「このマネジメント、エンジニアリング、そしてビジネス・アプローチは、プロダクトのデザインおよびその製造とサポート・プロセスを統合する。その実行は多様な形態を取り、異なる方法および技法を利用する。しかしながら次のような一般的な要素が存在する。

- ・プロダクトのデザインとその製造およびサポート・プロセスを統合するための多機能チームにたいする信頼。
- ・共存するプロダクトおよびプロセス・モデル、データ・ベースなどを通じてのデザイン統合を支援するためのコンピュータ支援デザイン、エンジニアリング、製造方法 (CAD/CAE/CAM) の利用。
- ・プロダクトのデザインとその製造および支援プロセスを最適化するために多様な分析方法を利用すること⁴⁾」

報告書は、ケース・スタディーを通してコンカレント・エンジニアリングの適用を紹介し、ライフサイクル・コストに関しては、次のような記述がみられる。

「企業は、品質を改善することが、ライフサイクル・コストだけでなく、多くの点検を消去し削除し、スクラップと作りなおしを減少し、機能および信頼性を改善、単位を減少するということを報告している。」(P. 3)

「マクドネル・ダグラス社は、ミサイル提案においてライフサイクル・コストの60%の引き下げと40%の製造原価の引き下げを行った。」(P. 26の注37)

「マクドネル・ダグラス社は、紙の方法に代えて Computer-aided Acquisition Logistics Support (CALS) digital データを利用することによって、サイクル・タイムを20~25%引き下げた。また同社は、戦闘機開発のワン・ステップから18か月をカットした。45週間ではなく、8時間において高速運搬車についての

予備的な概念の再設計を、実行することができる。」(P. 27)

「システムの取得段階においてコンカレント・エンジニアリングを利用して、ライフサイクル・コスト (LCC) を低減するという目標は、国防総省と産業が大きな利益を生む可能性を持つことになる。コンカレント・エンジニアリングが導入され、取得サイクルが早くなればなるほど、潜在的なコスト節約額は大きくなる。」(P. 30)

「ウェスチングハウス社による研究は、国防調達サイクルにおける多様なポイントで行われる意思決定によって影響されるプロダクト・ライフサイクルコストの割合を示した。新プロダクトのオペレーショナル・シナリオが定義される構想段階において、LCC の 20% に影響を及ぼす意思決定が行われた。プロトタイプ・デザインの開発段階において、プロダクト・LCC の 75% が決定され、プロダクトの製造段階では、LCC のおよそ 10% が影響されていた。」(P. 31)

そして、国防総省は、兵器システム調達を改善するための次の 10 の戦略をもっていると述べられている⁵⁾

- 1) 産業の競争力を支援すること
- 2) 調達ワーク・ホースの有効性を改善すること
- 3) 調達取り締まり (統制) の改善を指揮すること
- 4) 国際的なテクノロジー調達およびロジスティック・プログラムのための戦略を開発すること
- 5) 国防総省が特別プログラムをマネージする方法に影響を及ぼすこと
- 6) 小規模ビジネスおよび小規模で不利な立場にあるビジネスへのコミットメントを強調すること
- 7) 国防総省と産業との新しい関係を作り上げること
- 8) 『COULD COST』と呼ばれる新しい調達技法を開始すること
- 9) 新しいテクノロジーを導入するためのリード・タイムを減少すること
- 10) トータル・クオリティ・マネジメント (コンカレント・エンジニアリングは、トータル・クオリティ・マネジメントの遂行メカニズムである。)

2 Could-Cost 戦略

デザイン・ツー・コストで用いられる原価概念に『Should-Cost』, 『Could-Cost』, 『Would-Cost』がある。

『Should-Cost』とは、開発および生産仕様に従って、プロダクトあるいはシステムを開発するためのコストの最も発生しそうなコストを意味する。should-cost はリスク・マネジメントの議論において導入される用語『50対50コスト』の概念と本質的に同じである。『50対50コスト』とは、特定のコストが限度を越えないであろうという50対50のチャンスが存在することを意味している。

『Could-Cost』は、リスクマネジメントの議論で導入される『20対80コスト』の概念に類似している。これは、もしも潜在的なリスク項目が具体化されないならば、そしてもしも他の価値を生まないコストが回避されるならば、発生するであろうコストである。『20対80コスト』のタームは特定のコストが限度を越えない確率が20%であることを意味している。

『Would-Cost』は、もしもリスクが具体化されるならば、そして他の非付価値コストが回避されないならば、発生するであろうコストを意味する。Would-Cost は、リスクマネジメントでは、『80対20コスト』の概念に類似する。『80対20コスト』は、特定コストが限度を越えないであろうという確率が80%であることを意味している⁶⁾。

国防総省は、『Could-Cost』概念を、次のように、調達戦略に導入した。

「調達についての国防次官の立場は、最初、1987年に、確立された。新しく就任した次官は、『Could-cost』の問題について次の発表をした。

Could-cost は、兵器システムおよび他の軍事製品を開発し、そして製造するコストの実質的な引き下げを追求する国防総省および契約者の新しいアプローチである。その実施は軍事力を備えるさいに、ビジネスを行う国防総省および産業の両者において、基本的な文化的変化を通じてのみ効果的となりうる。このような変化は調達プロセス、すなわち、軍需物資の開発から兵器システムの生産および設置までの、範囲に及んでいる。Could-cost の基礎は、政府と産業

が共同してチームとして、節約のために価値をうまないものの削減を交渉することにある。この交渉プロセスは、新しい方法を行う、政府と産業の2つの道である。

Could-cost とは、システムのコンセプトの形成および開発のまさに着手時に、要件および仕様の完全な scrub (すり合わせ) を意味する。拡大されたさらなる協同的な調達努力をふくまなければならない。

Could-cost は、契約プロセスを合理化することを意味している。それは短い RFP (調達についての要求) を意味する。それは 1970 年代に成功例がある。最近では DARPA がスポンサーになった transport prototype プログラムがそのような革新的な調達の例である。

Could-cost は政府および産業の間接費を著しく引き下げることの意味している。

Could-cost は製造方法および設備における革新的な変化を意味する。それは品質を高めるための統計的プロセス・コントロールの導入を意味する。

Could-cost は安定した開発および製造プランニングおよび遂行を意味する。それはシステムズの開発および調達局面の両方について安定した資金とスケジューリングを意味する。

Could-cost は、主に、政府と産業が共同して働くことを意味している。⁷⁾

3 CALS の意義

IDA 報告書 R-338 の導入した CALS の定義には、その歴史に沿って、4 種類のものがある。⁸⁾

(1) 1985 年 Computer-Aided Logistics Support

1970-1980 年代のアメリカ国防総省は、後方支援 (ロジスティクス、補給) コストの増大とライフサイクル・コスト明確化の必要性和マニュアルなどの資料 (ペーパー) の増大による管理・運用が問題となっていた。兵器システムの調達と後方支援改善のためのコンピュータ利用に関する研究が

1984年に開始された。その結果、アメリカ軍の補給のシステム化をコンピュータを利用して行うこととなり、この概念が創造された。以後、この概念はアメリカ国防総省の戦略に従って、変化し続けることとなった。

(2) 1988年 Computer-Aided Acquisition and Logistic Support

ドキュメントの電子化と調達と補給が加えられた。

(3) 1993年 Continuous Acquisition and Life-cycle Support

調達・生産・運用支援統合情報システムとなり、システムの調達・設計・製造・後方支援における磁気データの統合を実現し、加速化することによって、製品ライフサイクル・プロセスでの情報活用を既存のペーパー・ベースに比較して革新的に効率化する活動を意味することとなった。ここでの製品ライフサイクル・プロセスとは、調達—設計—製造—納入—運用—廃棄である。そしてCALSの効果は、リード・タイムの短縮、コストの削減、品質の向上、即応体制の確立にあると考えられるようになった。

(4) 1994年 Commerce At Light Speed

アメリカ国防総省の戦略に沿って改善されてきたCALSが、一般の商取引にも利用しようという活動に伴って、このような名称となった。高速商取引と訳されている。製品の設計から開発、マニュアルの作成、保守、教育、仕様の変更、廃棄に至る情報をコンピュータによって管理し、さらに一般の商取引における受注データまでも電子化して統合しようという考えである。これを実現するための国際的データ規格標準を意味することもある。

注

- 1) Winner, Robert I., James P. Pennell, Harold E. Bertrand, Marko M. G. Slusarczuk, *IDA Report R-338 : The Role of Concurrent Engineering in Weapons System Acquisition*, Institute for Defense Analyses, December 1988. NTIS.
- 2) IDA Report R-338, op. cit., P. V と P. 2.
- 3) Carter, D. E., and B. S. Baker, *Concurrent Engineering : The Development Environment for the 1990s*, Addison-Wesley Publishing Company, 1992. (末次逸夫, 大久保浩)

監訳『コンカレント・エンジニアリング：顧客ニーズ対応の製品開発』日本能率協会マネジメントセンター，1992年。

4) IDA Report R-338, op. cit., PP. V-VI.

5) IDA Report R-338, op. cit., P. 31 の注 44 を参照。

日本においてコンカレント・エンジニアリングとは、「製品設計と、その製品の製造や支援活動などのプロセスの設計とを統合して、これらの設計を並行的におこなう系統的なアプローチである。このアプローチの目的は、開発者に、製品コンセプトから製品の廃棄に至るまでの全ライフサイクルに含まれるすべての要素を、開発の最初から考えるようにさせることにある。」つまり「コンカレント・エンジニアリングとは、新製品を作るプロセス、生産システムを作るプロセスをシステム化するもので、原価の70-80%が決まる設計段階、あるいはさらにその前の研究段階で、生産システムを作ることに携わっている生産技術者、製造技術者などを加えて、原価の低減を図り、品質を作り込み、新製品開発、設計、生産準備、製造に要するリードタイムを短縮しようとするものである。」(鈴木徳太郎・山品元編『製品開発リードタイムの短縮』日本プラントメンテナンス協会，1994年。4-5頁)

コンカレント・エンジニアリングの発想の原点は、「市場ニーズに合うような商品化をして、それを市場に投入するまでの総合的なスピード競争に勝つための手段」である。コンカレント・エンジニアリングを実際に推進するための手法として、次の5つが上げられる。

- (1)業務プロセスの管理
- (2)情報の共有化
- (3)ツールの導入とその活用
- (4)組織体制の改革
- (5)意識改革

コンカレント・エンジニアリングについては、以下の文献を参照。

谷 武幸「コンカレント・エンジニアリングと管理会計：原価企画を越えて」『企業会計』第47巻第6号 1995年6月。

清水信匡「コンカレント・エンジニアリングによる製品開発における原価低減」『企業会計』第47巻第6号，1995年6月。

6) Michaels, J. V., and W. P. Wood, *Design to Cost*, John Wiley & Sons, INC., New York, 1989. PP. 279-280 を参照。

7) Michaels, J. V. and W. P. Wood, op. cit, PP. 380-381 を参照。

8) IDA Report R-338, op. cit., P. 27, 32, 33, 48, 110 と次の論文を参照。

岩淵吉秀・谷 武幸「CALS と戦略的コスト・マネジメント」『企業会計』第48巻第2号，1996年2月。

第5節 【資料】デザイン・ツー・コスト参考文献

デザイン・ツー・コスト生成期の参考文献

1960年—1969年

Ritland, Oamond J., Concurrency, *Air Unibversity Review*, Winter-Spring 1960-1961.

Charles, Robert H., The So-valled Mllitarty-Industrial Complex. Speech reprint. *Air Force and Space Digest*, October, 1964.

Logistics Management Institute, *Total Package Procurement Concept, Synthesis of Findinge LMI Task 67-3*. Washington, June 1967.

Ulsamer, Edgar E. The Lessons of the C-5 Program, *Air Force and Space Digest*, 52, 51-55 September 1969.

Finan, Willian F., Life Cycle Costing Arrives for Major Systems, *Defense Management Journal*, Winter, 1968-1969.

1970年

Boyne, WalterJ., The Programming Process, *Air Unibersity Beview*, 22: 19-25, November-December 1970.

Casebook Life Cycle Costing in Equipment Procurement., Washington, U. S. Government Printing Office, July 1970.

Crow, Duward L., Air Force Management, *University Review*, 21, 10-18 January-February 1970.

Life Cycle Costing Procurement Guide (Interim). Washington, U. S. Gov-ernment Printing Office, July 1970.

Packard, Devid., Policy Guidance on Majar Weapon System Acquisition. Memorandum Reprint., *Defense Management Journal*, 6, 57-59. Summer 1970.

Poncar, Jerry V. and James R., Johnston, III, *History and Analysis of the C-5A Program, An Application of the Total Package Procurement Concept*. Unpublished thesis. Wright-Patterson Air Force Base, Ohio, Air Force Institute of Technology, October 1970.

Welch, Thaddeus B. Jr., *Defense Management, A Discussion of the McNamara Style*. Research Report. Maxwell Air Force Base, Alabama Air War College, December 1970.

1971 年

Foster, John S., Jr. Research and Development of Defense Systems, *Defense Industry Bulletin*, Fall 1971.

Kats, Irving and Raymod K. Cavender. *Operations Analysis Report Number 11, Weapon System Life Cycle Costing*, Paper presented to 10th Annual Reliability and Maintainability Conference in Anaheim, California. 28-30 June 1971.

An Orientation to Air Force Acquisition Management and the System Program Office. Briefing. Wright-Patterson Air Force Base. Ohio, Deputy for Systems, Aeronautical Systems Division, August 1971.

Packard, D., *Department of Defense Directive 5000.1 Subject, Acquisition of Major Defense Systems*, Washington, Department of Defense. 13 July 1971.

Packard, D., Defense and Industry Must Do a Better Job, *Defense Industry Bulletin*, 7: 3-4 Fall 1971.

Perry, Robert, et al., *System Acquisition Strategies*. Report prepared by RAND for Advanced Research Projects Agency (ARPA)-R-733-PR/ARPA. Santa Monica, California, Rand Corporation, 1971.

Shillito, Barry J., Production and Support, *Defense Industry Bulletin*,

7 : 6-8 Fall 1971.

1972 年

Air Force Regulation 800-2. Acquisition Management Program, Washington, Department of the Air Force 16 March 1972.

Air Force Systems Command Manual 173-1. Cost Estimating Procedures. Andrews Air Force Base, Maryland Headquarters Air Force Systems Command, 17 April 1972.

Putnam, W.D., *The Evolution of Air Force System Acquisition Management*. Report prepared by RAND-B-B68-PR. Santa Monica, California, Rand Corporation, August 1972.

Reich, Eli T., The Challenge of Cost-to-Produce, *Defense Management Journal*, 8 : 6-10 April 1972.

Strube, Pelbert H., Competitive Prototyping A Development Strategy, *Air University Review*, 23, 2-11 May-June 1972.

Srull, Donald W., Parametric Cost Estimating Aids Department of Defense in Systems Acquisition Decisions, *Defense Management Journal*, 8 : 2-5 April 1972.

1973 年

Air Force Systems Command Manual 173-1. Cost Estimating Procedures. Andrews Air Force Base, Maryland, Headquarters Air Force Systems Command, 25 April 1973.

Air Force Regulation 800-11. Acquisition Management Life Cycle Costing (LCC). Washington, Department of the Air Force, 3 August 1973.

Air Force Manual 11-1, Volume II, Air Force Glossary of Comptroller Terms, Department. Washington, Department of the Air Force, 2 Janu-

ary 1973.

Anderson, Hichard H., *et al. Models and Methodology for Life Cycle Cost and Test and Evaluation Analysis*, Report, Kirtland Air Force Base, New Mexico. Office of the Assistant for Study Support, DCS/Development Plans, AFSC July 1973.

Clements, William P. Jr., Design to a Cost Objectives on DSARC Programs, Memorandum for Secretaries of the Military Departments and Defense Systems Acquisition Review Council Principals. Washington, Office of the Deputy Secretary of Defense, 18 June 1973.

Cost To Produce Handbook (Draft)., Washington, Office of the Assistant Secretary of Defense (Installations and Logistics), 26 October 1973.

Diron, Thomas F., *et al. Designing to System Performance/Cost/Effectivenesses*. Briefing. Kirtland Air Force Base, New Mexico, Office of the Assistant for Study Support, DCS/Development Plans, AFSC, April 1973.

Gernscheld, Thomas C., *Is Fiy-Before-Buy Hers to Stay ?*, Research Report. Carlisle Berracks, Pennsylvania U. S. Army War College, 15 January 1973.

Haser, stephen A., *Problems Encountered in Implementing Design to a Cost in Major Air Force Weapon System Acquisition Programs*, Unpublished Thesis. Wright-Patteraon Air Force Base, Ohio Air Force Institute of Techology, October 1973.

Jackson, Lee S., *Managing to Cost, A Spectrum of Management Cost Environments*. Research Report. Fort Belvoir, Virginia Defense Systems Management School, 30 June 1973.

Life Cycle Costing Guide for Systems Acquisition (Interin). Washington, U. S. Government Printing Office, January 1973.

Linville, Ray P. and Warren M. Rese, *Design-to-Cost, An Examination of Its Use in Weapon System Acquisitions*. Unpublished Thesis. Wright-Patterson Air Force Base, Ohio, Air Force Institute of Technology, August 1973.

McCullough, James D., *Design to Cost Problem Definition, Survey of Potential Actions and Observations on Limitations*. Report. Arlington, Virginia. Institute for Defense Analyses, January 1973.

McCullough, James D., *Design to Cost-Buzz-Word or Viable Concept?* Report. Arlington, Virginia Institute for Defense Analyses July 1973.

Seamens Robert C. Jr., Improving Air Force Operating Efficiency. *Air Force Magazine*, 56, 46-51 May 1973.

Seamens Robert C. Jr., Air Force Appropriations Request FY-74, *Supplement to the Air Force Policy Letter*, 512-22 May 1973.

Stellini, Edward, The threat, foreign Policy, and Cost Control, Parameters for Force Planning. *Air University Review*, 24, 2-15 September-October 1973.

Wilson, T. A. Design to Cost Reducing Costs Can Be Fun Judgement, Flexibility Needed. *Defense Management Journal*, 9 : 60-64 April 1973.

Bucy J Fred, Chairman, Task force on Reducing Costs of Defense Systems Acquisition, *Design to Cost Commercial Practice versus department of Defense Practice*, Task Force Report. Washington, U. S. Government Printing Office, 15 March 1973.

Joint Design to Cost Guide : A Conceptual Approach for Major Weapon System Acquisition (AFSC Pamphlet 800-19). Washington, Departments of the Army the Air Force, 3 October 1973.

Bidwell, Robert L., Selecting Design to Cost Goals requires Realism and Flexivility, *Defense Management Journal*, 10, 27-31 September 1974.

Bidwell, Robert L., *Summary of Lessons Learned on Design to Cost*, Paper Presented to LCC Conference of American Defense Preparedness Association, 14-15 November 1974.

Brown, George S., Chief of Staff Posture Statement, *Supplement to the Air Force Policy Letter*, 4, 21-35 April 1974.

Callaway, Howard H., Design to Cost, Memorandum for the Chief of Staff, U. S. Army, Washington, Office of the Secretary of the Department of the Army, 3 July 1974.

The Contratual Implications of the Design to cost Concept. Report Washington, Logistics Management Institute, March 1974.

Frye, Warne T., A Case History, The A-10 Aircraft, *Defense Management Journal*, 10, 32-33 September 1974.

Gansler, Jacques S. and George W. Sutherland, A Design to Cost Overview, *Defense Management Journal*, 10, 2-7 September 1974.

Hinrichs, Frank A., Design to Cost Requires Common Underatanding, Clear Direction, *Defense Management Journal*, 10, 59-66 July 1974.

Life Cycle Cost Estimeting-Its status and Potential Use in Major Weapon System Acquisitions. Report to the Congress by the Comptroller General of the United States, 30 December 1974.

McDonald, Warren E., *Design to Cost and Life Cycle Costing Complementary or Dichotomous?* Research Paper. Fort Belvoir, Virginia, Defense Systems Management School, November 1974.

Mendolia, Arthur I., Improving Electronics Acquisition and Maintenance Costs. Speech reprint. *Supplement to the Air Force Policy Letter*, 4, 36-40 April 1974.

Mendolia, Arthur I. and Malcolm R. Currie, An Introduction, *Defense management Journal*, 10, 1 September 1974.

Newlin, Kimrey D. *Design to Cost*, Speech to 1974 Department of Defense Research Symposium at the Army Logistics Management Center, Fort Lee, Virginia. 11-13 September 1974.

Operating and Support Cost Development Guide for Aircraft Systems, Washington, U. S. Government Printing Office, May 1974.

A Return to Basics Implementing Design to Cost, Report. Washington Aerospace Industries Association of America, March 1974.

A Review of General Accounting Office Decisions on Life Cycle Costing, Report. Washington, Logistics Management Institute, June 1974.

Reynolds, Jon R. *Issues and Problems in Life Cycle Costing in Department of Defense Major Systemes Acquisition*. research paper. Fort Belvoir, Virginia : Defense Systems Management School, November 1974.

Shepard, James E., *Design to Cost Concept Versus Implementation*. Research Paper. Fort Belvoir, Virginia : Defense Systems Management School, November 1974.

Shorey, Russell R. and Thomas H. Ross, Design to Cost During the Requirements Development and Test Phases of Systemes Acquisition. *Defense Mnagement Journal*, 10, 18, 23-26 September 1974.

Smith, Lee E., *The Impact of Design-to-Cost on Value Engineering and Life Cycle Costing*. Research Report. Maxwell Air Force Base Alabama Air War College, April 1974.

Smith, Wilmer L., Life Cycle Costing. Briefing Reprint. *Supplement to the Air Force Policy Letter*, 10, 25-30 October 1974.

Sutherland, George W., Design to Cost-Not a Panacea but a Concept that Offers Great Potential. *Commander's Digest*, 16, 2-8 26 December

1974.

Tashjian, M. J., Implentation of the Design to Cost Concept from the Contractual Point of View. *Defense Management Journal*, 10, 8-17 September 1974.

1975 年

Application of Design to Cost Concept to Major Weapon System Acquisitions. Report to the Congrese by the Comptrolier General of the United States, 23 June 1975.

Anderson, Hichard H. and Thecmas K Dixon., *Handbook for the Implementation of the Design to Cost Concept* Report. Kirtland Air Force Base, New Mexico : Directorate of Aerospace Studies, DCS/Development Plans, AFSC, February 1975.

Armed Services Procurement Requistitions, Washington, Department of Defense, 1975 edition.

Buckingham, Charles K., A Look at Acquisitions Logistics, *Air Uniber-sity Review*, 26, 35-40 May-June 1975.

Connoil, Robert L. *Contractual Implications of Design to Cost* Research Paper. Fort Lee Virginia USALMC (Florida Institute of Techonology), March 1975.

Documents Concerning the Development and Application Of Project ABLE. Wright-Patterson Air Force Base, Ohio, Headquartere Air Force Command, March 1975.

Plummer, James K., New Trends in Systems and Logistics, Speech Report. *Supplement to the Air Force Policy Letter*, 8, 25-31 August 1975.

Pong, Lee C., *Design to Cost : Cost Goals*. Research Report. Marwell Air Force Base, Alabama Air War College, April 1975.

Roberson, Gariton F., *Useful Life Cycle Cost Estimates for Defense Systems An Evaluation*. Research Paper. Port Belvoir, Virginia: Defense Systems Management School, November 1975.

1976 年

Bennett, John J., Comment, *Defense Management Journal* 12: 1-4 January 1976.

Collins, Dwight K., Models as a Key to Air Force Life Cycle Cost Implementation, *Defense Management Journal*, 12, 54-59 January 1976.

Department of Defense Directive Hits Operating, Support Costs, *Aviation Week and Space Technology*, April 1976.

Earles, Donald, Techniques for a Multifaceted Discipline, *Defense Management Journal*, 12, 38-47 January 1976.

Knight, C. M., Warranties as a Life Cycle Cost Management Tool, *Defense Management Journal*, 12, 23-28 January 1976.

Stansberry, J. W., Source Selection and Contracting Approach to Life Cycle Cost Management, *Defense Management Journal*, 12, 19-22 January 1976.

アメリカ国防総省・陸・海・空軍関係文書（ライフサイクル・コストイング関連）

1969 年

AD 702-424, An Introduction To Equipment Cost Estimating, RAND Corporation, Defense Documentation Center, December 1969.

1970 年

Department of Defense Guide LCC-1, Life Cycle Costing Procurement

Guide, U. S. Government Printing Office, Washington, D. C. 20402, July 1970.

Department of Defense Guide LCC-2, Casebook-Life Cycle Costing In Equipment Procurement, U. S. Government Printing Office, Washington, D. C. 20402, July 1970.

1971 年

AFLCM/AFSCM 800-4, Optimum Repair-Level Analysis (ORLA), Department of the Air Force, June 1971.

Paulson, R. M., R. B. Waina, and L. H. Zacks, *Using Logistics Models In System Design And Early Support Plannig*, R-550-PR, A Report Prepared for U. S. Air Force, RAND Corporation, 1700 Main Street, Santa Monica, California 90406, February 1971.

1972 年

Department of Defense Instruction 7041. 3, Economic Analysis and program Evaluation for Resource Management, U. S. Government printing Office, Washington, D. C. 20402, October 18, 1972.

1973 年

AFR 173-10, Cost Analysis-USAF Cost And Plannig Factors, Department of the Air Force, Headquarters USAF, Washington, D. C. 20330, August 1973.

Bibliography On Design To Cost, Life Cycle Cost, and Cost Models Defense Logistics Studies Information Exchange (DLSIE), U. S. Army/Air Force, October 1973.

AMCP 700-6 (Army), NAVMA P5242 (Navy), AFLCP/AFSCP 800-19

(Air Force), Joint Design-To-Cost Guide, A Conceptual Approach For Major Weapon System Acquisition, Department of Army/Navy/Air Force, October 1973.

Department of Defense Guide LCC-3, Life Cycle Costing Guide For System Acquisition, U. S. Government Printing Office Washington, D. C. 20402, January 1973.

NADC-73240-50, NADC Life Cycle Costing Methodology And Applications, Naval Air Development Center, Warminster, Pennsylvania 18794, November 1973.

1974 年

MIL-STD-1390A (Navy), Level Of Repair, Naval Publications and Form Center, 5801 Tabor Avenue, Philadelphia, Pennsylvania 19120, April 1974.

1975 年

AFR 173-10, Cost Analysis-USAF Cost Analysis-USAF Cost And Planning Factors, Department of the Air Force, June 1971.

Department of Defense Directive 5000.28 Design to Cost, Department of Defense, May 1975.

Menker, L. J. Life Cycle Cost Analysis Guide, Joint AFSC/AFLC Commander's Working Group On Life Cycle Cost, ASD/ACI, Wright Patterson AFB, Ohio 45433, November 1975.

1976 年

Life Cycle Cost, *Defense Management Journal*, Volume 12, Number 1, U. S. Government Printing Office, Washington. D. C. 20402, January 1976.

McClure, L., Life Cycle Costing-A Selected Bibliography, RB 330-1,

Martin Marietta Aerospace Corp, Orland, Florida 32805, October 1976.

NISIA AD HOC Committee Report, Life Cycle Cost, Findings And Recommendations, Prepared for Assistant Secretary of Defense (I&L), April 1976.

TTO-ORT-032-76B-V3, Cost Effectiveness Program Plan for Joint Tactical Communications Office, Ft. Monmouth, New Jersey, June 1976.

Collins, D. E., *Analysis Of Available Life Cycle Cost Models And Their Applications*, Joint AFSC/AFLC Commander's Working Group On Life Cycle Cost, ASD/AFLC Wright Patterson AFB, Ohio 45433, June 1976.

Kernan, J. E., and L. J. Menker, Life Cycle Cost Procurement Guide, Joint AFSC/AFLC Commander's Working Group On Life Cycle Cost, ASD/ACI, Wright Patterson AFB, Ohio 45433, June 1976.

Life Cycle Cost Reference Library Bibliography, Compiled by A. Srofe, Joint AFSC/AFLC Commanders' Working Group On Life Cycle Cost, Wright-Patterson AFB, Ohio 45433, March 1976.

1977 年

Betaque, N. E. and M. R. Fiorello, Aircraft System Operating And Support Costs : Guidelines For Analysis, Logistics Management Institute, 4701 Sangamore Road, Washington, D. C. 20016, March 1977.

NAVFAC P-443, *Catalog Of Navy Systems Commande Systems Analysis/ Operations Research Models*, 2nd Edition, Department Of The Navy, Naval Facilities Engineering Command, Washington, D. C. 20390.

デザイン・ツー・コスト関連文献

《1973 年》

Coffen, Robert E., Lt. Gen., Design-to-Cost : For Defense Not Just A Buzz Word, *Government Executive*, December 1973, Vol. 5, pp. 58-60.

- Durbin, Eugene P., Designing to Low Ownership Cost Requires Knowledge of Many Factors, *Defense Management Journal*, July 1973, pp. 21-24.
- Gansler, Jacques S., Acquisition Objective Changes From One of Sophistication to Reliability at Lower Cost, *Defense Management Journal*, April 1973, pp. 3-6, 61.
- Hinrichs, Frank A., Army Views Challenge of Design to Cost, *Defense Management Journal*, July 1973, pp. 11-16.
- Hollister, Floyd H., Design to a Cost: Concept and Application, *Defense Management Journal*, July 1973, pp. 7-10.
- Holt, Paul W., Controls Begin at Home in Design to Cost Contracting, *Defense Management Journal*, April 1973, pp. 54-59.
- Landesco, A. A., Many Questions Surround Design to a Cost Concept, *Defense Management Journal*, April 1973, pp. 65-67.
- Reich, Eli T., Value Engineering and Design to a Cost, *Defense Management Journal*, October 1973, pp. 52-55.
- Wilson, Myron F., Design to Cost Application in Military Environment Means Changing Old Ways, *Defense Management Journal*, July 1973, pp. 17-20.

《1974 年》

- Bidwell, Robert L., Selecting Design to Cost Goals Requires Realism and Flexibility, *Defense Management Journal*, September 1974, pp. 27-31.
- Dillard, Richard B. and Charles O. Hollingshead., Design to Cost: Results Depend Upon Changes in Attitudes and Emphasis, *Defense Management Journal*, July 1974, pp. 52-58.
- Gansler, Jacques S. and George W. Sutherland, A Design to Cost Overview, *Defense Management Journal*, September 1974, pp. 2-7.

Hinrichs, Frank A., Design to Cost Requires Common Understanding, Clear Direction, *Defense Management Journal*, July 1974, pp. 59-66.

Shorey, Russell R., and Ross, Thomas H., Design to Cost During the Requirements, Development and Test Phases of Systems Acquisition, *Defense Management Journal*, September 1974, pp. 18-26.

《1976 年》

Boden, William H., Designing for Life Cycle Cost, *Defense Management Journal*, January 1976, pp. 29-37.

Collins, Dwight E., Models A Key to Air Force Life Cycle Cost Implementation, *Defense Management Journal*, January 1976, pp. 54-55.

Earles, Don., Techniques for a Multifaceted Discipline, *Defense Management Journal*, January 1976, pp. 38-47.

Moore, Thomas K., Corrosion and Fatigue: Problems in Life Cycle Costing, *Defense Management Journal*, January 1976, pp. 48-53.

Stansberry, J. W., Source Selection and Contracting Approach to Life Cycle Cost Management, *Defense Management Journal*, January 1976, pp. 19-22.

《1977 年》

Eaton, Elbridge P., Let's Get Serious About Total Life Cycle Costs, *Defense Management Journal*, January 1977, pp. 2-11.

《1978 年》

Hart, Gary W. (U. S. Senator, Colorado), DoD Should Share Its Experience in Life Cycle Costing, *Defense Management Journal*, January 1978, pp. 16-18.

《1982 年》

Defense Systems Management College, *System Engineering Management Guide*, 1982.

《1984 年》

William M. Brueggemann, Will Competition Reduce Cost? The Need for Common Business Sense in Decisions on Competition, *Program Manager*, March-April 1984.

《1985 年》

Martin Marietta Corporation, *Manufacturing Resources Planning II, Requirements Definition*, 1985.

《1986 年》

Martin Marietta Corporation, *Design to Cost/Affordability Manual*, 1986.

《1987 年》

Martin Marietta Corporation, *Value Engineering Manual*, 1987.

Rodney D. Stewart and Richard M. Wyskida, *Cost Estimator's Reference Manual*, John Wiley & Sons, 1987.

《1988 年》

ALS, *Design to Cost*, Mobile Data Services, Huntsville, AL, 1988.

日本語文献

日比宗平 「ライフ・サイクル・コストイング」『青山経営論集』第11巻第4号, 1977年3月.

B. S. ブランチャード著 石川播磨重工業株式会社訳『ロジスティクス—ライフサイクル・コストの経済性追求—』ロジスティクス学会日本支部, 1979年.

B. S. ブランチャード著 宮内一郎訳『ライフサイクル・コスト計算の実際』ロジスティクス学会日本支部, 1979年.

田中雅康 「DTC と設計原価管理」『原価計算研究』第233号, 1980年.

経営管理研究所生産研究室 池永謹一他 「DTC の展開」『研究所季報』8号
産業能率大学 1981年3月.

日本プラントエンジニア協会 LCC 委員会編『ライフ・サイクル・コストイン
グー手法と実例一』日本プラントエンジニア協会, 1981年.

中嶋清一著『改訂テロテクノロジー—設備の総合工学』日本プラントエンジ
ニア協会, 1981年.

日比宗平 「DTC による目標原価設計の実際」『青山経営論集』第20巻第4
号, 1986年3月.

日本プラントメンテナンス協会『製造プラントのメンテナンス技術—ライフ
サイクル・コストに関する調査研究報告書』日本プラントメンテナンス協会,
1986年.

江崎通彦著『デザイン・ツー・コストの新しい考え方とその手順』産能大学
出版部刊, 1990年.