

# LCCM における研究開発費の費用便益分析

## Cost Benefit Analysis of Research and Development Costs in LCCM

竹 森 一 正\*

Kazumasa TAKEMORI

### (1) LCCM における研究開発段階

LCCM (Life-cycle Cost Management) とは、「メーカーが研究開発、設計および生産のライフサイクル段階に要するコストと、その製品を販売した後使用者が使用運用、維持修繕および廃棄のライフサイクル段階で要するコストを、トレードオフして、生産を開始する前にトータルコストとして管理する」[竹森, 1990, p.81] ことをいう<sup>(1)</sup>。LCCM においては、製品開発プロジェクト代替案ごとのライフサイクルコスト (以下 LCC とする) を計算し、各代替案の LCC の感度に最も大きい影響を与える段階を発見して、重点的に管理し、トータルコストとして LCC を最小にする。

研究開発段階は、他のライフサイクル段階と比べて感度が大きく重点的な管理対象となる<sup>(2)</sup>。LCC の最小化は絶対的最小化と相対的最小化の2つの方向で追求される。LCC の絶対的最小化は、研究開発段階を中心とするライフサイクルの上流段階において感度の大きい支出を増額することにより、以降の LCC を減額し、トータルコストとしての絶対額を最小化するこ

とである。一方、LCC の相対的最小化は、LCC と研究開発から得られる便益との相対比を最大にすることである。このように比率計算式における分母部分を相対的に最小化する場合は、便益をどのように定義するかにより異なった解を得る可能性がある。基本的には、LCC の相対的最小化は、LCC のキャッシュアウトフローと便益のキャッシュインフローとの相対的關係で把握される。便益の内容は、研究開発の完成後のキャッシュインフロー、並びにユーザーが享受する、取得、使用運用、維持修繕及び廃棄の全ライフサイクル段階で発生するコストダウンの額である。近年の社会環境を考えれば、研究開発による環境への貢献を金銭的に見積もった額を便益として算定することも課題となろう。

### (2) LCCM における DTC の意義

ライフサイクルコストは、製品生涯の上流程、感度が大きい。そのため、LCC に関する管理は、生産現場での生産方法の改善、設計現場での当初からの原価削減を意図した設計、及びこれら以前の段階であり、LCC が発生する第1段階である研究開発段階について実施される。生産の直前段階である設計段階で行われるのが DTC (Design to Cost) である。

DTC は、LCC に関連して製品開発の上流で製品の LCC を把握することを目的とする製品

\*経営情報学科一 会計

Department of Business Administration  
and Information Science - Accounting

開発およびコスト管理技法の1種である<sup>(3)</sup>。ただし、LCCMが製品の研究開発段階から廃棄段階までの全段階を管理の対象とするのに対して、DTCは研究開発が終了してパイロットプラントによる試験操業が終了した後、生産を開始する前段階として行う設計段階を管理対象とする。Michaels=Woodによれば、DTCとは、「予め設定されたコスト要件に見合うシステムを設計するための調達品のための管理技法であり、設計の要件としてのコストは、システム開発および生産過程の一部として継続的に提示される。この技法により、生産の初期段階において、現実的ではあるが実現困難なコスト目的および目標を明らかにし、適切な管理によりそれ

らを達成した場合の成果と障害となる問題点を指摘することである。」と定義している[Michaels and Wood, pp.361-362.]。この概念は、兵器調達に関する国防総省通達『コスト対設計』に影響を受けて発展されたようである(Michaels=Wood 前掲著では、頻繁に各種国防総省通達が引用されている)。Michaels=Wood 両氏は、DTCをVEの1技法として発展させた。当初は建築物の経常的費用を特に念頭に置いた技法として、次いで民間の製造業における技法として展開している。両氏による当書の執筆意図は、DTCにより「第1に仕事を正しく行い、次にその仕事を正しく続け、経済性の究極を実現すること」であるとしている

表1 研究開発費便益分析の公式集

|                                  | 非割引法                                        | 割引法                                                                         |
|----------------------------------|---------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|
| a 利益比較法                          | ① 単純利益比較法                                   | ② 割引利益比較法                                                                   |
| $\Sigma O$ (円)                   | $\sum_{t=1}^T O_t$                          | $\sum_{t=1}^T \frac{O_t}{(1+K)^t}$                                          |
| b 費用比較法                          | ③ 単純費用比較法                                   | ④ 割引費用比較法                                                                   |
| $\Sigma I$ (円)                   | $\sum_{t=0}^T I_t$                          | $\sum_{t=0}^T \frac{I_t}{(1+K)^t}$                                          |
| c 投資利益率法                         | ⑤ 単純投資利益率法                                  | ⑥ 割引投資利益率法                                                                  |
| $\frac{\bar{O}}{\Sigma I}$ (%)   | $\frac{\bar{O}_t}{\sum_{t=0}^T I_t}$        | $\frac{\bar{O}_t}{\sum_{t=0}^T \frac{I_t}{(1+K)^t}}$                        |
| d 利益指数法                          | ⑦ 単純利益指数法                                   | ⑧ 割引利益指数法                                                                   |
| $\frac{\Sigma O}{\Sigma I}$ (指数) | $\frac{\sum_{t=1}^T O_t}{\sum_{t=0}^T I_t}$ | $\frac{\sum_{t=1}^T \frac{O_t}{(1+K)^t}}{\sum_{t=0}^T \frac{I_t}{(1+K)^t}}$ |
| e 資金回収期間法                        | ⑨ 単純資金回収期間法                                 | ⑩ 割引資金回収期間法                                                                 |
| $\frac{\Sigma I}{O}$ (年)         | $\frac{\sum_{t=0}^T I_t}{\bar{O}_t}$        | $\frac{\sum_{t=0}^T \frac{I_t}{(1+K)^t}}{\bar{O}_t}$                        |

[Michaels and Wood, p.2.]. そのため, DTC の根本をコスト目標を実現するまで設計をやり直すという特質を持つ「製品単価対設計 (Design to Unit Production Cost)」に置き, 顧客の調達価格および経常的支出を削減する総合的 LCC をめざすものとした。同上両氏によれば, DTC の下で追求される理念は, 次のとおりである [Michaels and Wood, p.2.].

1. 実現可能原価 (Could-cost) を全社的に追求すべきこと。
2. 製品, システムおよびサービスの機能上の価値は, 実現可能原価目標とすべきこと。
3. 基礎設計では最低限度の基礎的機能のみとすること。

### (3) LCCM における研究開発費の費用便益分析

設計段階の前に位置して, ライフサイクル段階の最上流にあるのが研究開発段階である。設計段階での DTC のように, この段階でも, 分析と管理が実施される。その中心的用具が研究開発費の費用便益分析であり, DTC に対して RDTC (Research and Development to Cost) と称することができる。この分析の目的は, 研究開発による LCC が受ける影響と, その結果としての研究開発費の費用便益効果を知ることであるから, 代替案ごとに研究開発費の費用対便益を測定する。その測定式の基本構造は, 1950 年代に J. B. Quinn 氏が提案した研究開発費対研究開発便益比率を得るための分数式による研究開発効果測定公式に従っている [Quinn, 1959, p. 298]。

研究開発費の費用対便益の測定法は多くの方法が提案されているが, 西澤脩教授 (早稲田大学) は, 表 1 のように「研究開発費便益分析の公式集」としてまとめている。[西澤, 平成 3 年, p. 372.] 西澤教授は研究開発費便益分析を, 分析対象別に, 利益指数法, 費用比較法, 投資利益率法, 利益指数法および資金回収期間法に 5 区分し, 割引の如何により非割引法と割引法に 2 区分し, 10 の方法に体系建てている。

以上の方法の検討結果として西澤教授は次の「確率割引利益指数法」を提案している [西澤, 平成 3 年, p. 382.]。

$$R = \frac{\sum_{t=1}^T \frac{P_t \cdot A \cdot S_t}{(1+K)^t}}{\sum_{t=0}^T \frac{I_t}{(1+K)^t}}$$

ただし,

$S_t$ :  $t$  年中にプロジェクトから得られる成果 (売上増加額又は工程原価節約額)

$A$ : 売上高対経常利益率

$P_t$ :  $t$  年中に得られる利益の発生確率

$I_t$ :  $t$  年中の研究開発費の金額

$t$ : 利益と費用が発生する各年度

$T$ : 利益と費用が発生する最終年度

$K$ : 資本コスト率

$R$ : 研究開発利益指数

以上の中の「利益」および「費用」をそれぞれ, ライフサイクルにおけるキャッシュインフローとキャッシュアウトフローと読み替えれば, この方法はキャッシュフローを投資分析に応用して指数として表現する方法であるといえる。

このような指数による公式は, Robert Lindsay = Arnold W. Sametz による利益率法 (Profitability Index Method) および通産省答申『企業財務政策の今後のあり方』の「利益指数法」にも見られる所である [Lindsay and Sametz, 1969, p. 209; 通産省産構審, 昭和 47 年]。コストと価値との関係を分数式により比率として計測しようと考えはアメリカ国防総省 (Department of Defense: DoD) の資料でも見られる<sup>(4)</sup>。

この公式の第 1 の特徴は, 正味現在価値法の長所である将来のキャッシュフローの割引額を計算過程において測定することである。一方, 丹波康太郎教授が指摘したように, 利益指数法の考えを取り入れることにより, 正味現在価値法による投資効果計算において軽んぜられた資

本効率測定の不備をカバーしている [丹波, 昭和46年, p. 28.]。

第2の特徴は、インプット（分母）を研究開発キャッシュアウトフローとして将来に流出が見積もられる額の割引分、アウトプット（分子）を研究開発キャッシュインフローとして将来に流入が見積もられる額の割引分を設定していることにある。更に、アウトプットについては、当該年度中に得られる利益の発生確率と当該年度の売上高対経常利益率を乗じることによって不確実性も考慮に入れた研究開発の評価が可能となるように工夫されていることである。

インプットの部分は、一般に見られる投資効果測定公式からの進展した形を示している。設備投資の経済性計算のための正味現在価値法の式では、プロジェクトの第0年度のみにキャッシュアウトフローが生じることを想定している。そのため、この金額は割引の対象外であり（係数の0乗で割引くため、結果的に割引かないのと同じになる）、事後のキャッシュアウトフローはないものと仮定しているが、現実にはプロジェクト発足前を含めて発足後も、毎期一定額であるか、また継続的であるかを問わず、毎期にキャッシュアウトフローが発生している。この方式によりプロジェクトを評価する場合には、すべてのキャッシュアウトフローの見積額を算定するので、研究開発に関係するキャッシュフローを出と入という2つの相反する流れに区分して公式の分母と分子に置き、研究開発の期待値を相対的な比率により求めるという特徴がある。

このような利益率法の方式により比率によって投資の資本効率を判定しようという方法は、昭和40年代に資本コストが大きく論じられた際に明らかにされたように、正味現在価値法におけるキャッシュアウトフローとキャッシュインフローとの差額を割引する方法からの発展形態である。この方法は、機能的に単なる正味現在価値法による効果測定よりも優れた方法とされている。以上のような優れた方式を応用して完成された「確率割引利益指数法」ではあるが、

この方法の発展のために、次のような検討事項が考えられる。

ア. 資本コスト<sup>(5)</sup>が所与とされているため、その決定過程が不明であること。

イ. 本来、不確実性要素を含む資本コストにより研究開発成果を割引いている上に、更に不確実性の1種である利益の発生確率を分子に乘じているため、キャッシュフローを二重に割引いていること。

ウ. 求めた値が2.0以上であれば、プロジェクトの実施可、それ未満であれば不可というのが判断基準であるが、この数は資本コストの数値如何によって変化するので、資本コストとの関連が明らかでなければ判断基準が成立しえないこと<sup>(6)</sup>。

以下では、以上の検討事項のうち、LCCMにおける研究開発費の費用便益分析に関する資本コストの決定過程について検討する。

#### (4) LCCMにおけるキャッシュフローの測定

キャッシュフローの観点からLCCを考慮した染谷恭次郎教授（早稲田大学）は、LCCのキャッシュフロー計算について、「設備が取得されてから除却されるまでの全期間にわたって支出されるコストを、一定の利率で現在時点の価値、すなわち現価に換算した上で、これを集計する。」と述べている [染谷, 1982年, p. 99.]。染谷教授は、将来の収入または支出の金額に対する現価を複利現価表から、また毎年連続する支出を年金現価表から得る（毎年均等払現価法）としている。染谷教授は、別に現在価値の計算公式を次のように示している [染谷同上書, p. 98]。

$$P = S \left[ \frac{1}{(1+i)^n} \right]$$

ただし、P：現在価値

S：キャッシュフロー

i：利子率

n：ライフサイクルの年次

現在価値の算出を複利現価表から得る場合でも年金現価表から得る場合でも、また上述の計

算式から得る場合でも、採用される $i$ （利子率）により計算結果は大きな影響を受けることは明らかである。しかし、ここではこの利子率の算定過程または決定過程は所与として扱っており、利子率がどのような要因により決定されるかは論じていない。また、単に割引率 $i$ を利

子率と断定してよいのか、更に割引率が利子率以外の要素も加味した複数の構成要素から成るものかについての検討はない。証券投資におけるキャッシュフロー分析であれば、利子率としての $i$ も可能であるが、プロジェクトまたは設備投資の経済性計算の一部として行われる LCCM

表2 アメリカ国防総省によるプロジェクト評価様式

様式 A-1 準拠による経済性分析及びプログラム評価の原価要約表

| 1. 国防総省起案項目 _____ |         |        |                 |          |            |
|-------------------|---------|--------|-----------------|----------|------------|
| 2. 起案日 _____      |         |        |                 |          |            |
| 3. プロジェクト名 _____  |         |        |                 |          |            |
| 4. プロジェクト目的 _____ |         |        |                 |          |            |
| 5 a. 現行案 _____    |         |        | 6 a. 耐用年数 _____ |          |            |
| b. 新規案 _____      |         |        | b. 耐用年数 _____   |          |            |
| 7. プロジェクト年度       | 8. 経常費用 |        | 9. 差額原価         | 10. 割引要素 | 11. 割引差額原価 |
|                   | a. 現行案  | b. 新規案 |                 |          |            |
| 1.                |         |        |                 |          |            |
| 2.                |         |        |                 |          |            |
| 3.                |         |        |                 |          |            |
| .                 |         |        |                 |          |            |
| .                 |         |        |                 |          |            |
| 25.               |         |        |                 |          |            |
| 12. 合計            |         |        |                 |          |            |

出所：The United States Department of Defense, *Department of Defense Directive Number 7041*, 3, Att2 to Encl 2, October 18, 1972

の場合に、割引率の構成と決定方法は、将来の課題として残されているようである。

国防総省は、調達に際して業者に提出させる書式を定め、その中でキャッシュフローの割引係数を明示する欄を設けている。それに伴い国防総省編『ライフサイクルコスト調達手引書』において、LCCのキャッシュフロー割引の基準を次のように示している [Department of Defense, 1970, p. 11-3.] (この引用部分のみ原文の項目番号を用いる)。

- a. 将来のキャッシュフローの現在価値への割引は修繕項目についてのみ実施すること。残存価値があったり、または修繕関連の費目で

ない維持費が発生するならば、投資案評価に割引を行うべきこと。

- b. 割引率は、国防総省通達第7041.3号に規定されたものであること。  
c. 提案されたプロジェクトのキャッシュフローを割引く時点（ゼロ時点）は、契約料金支払の時点であること。  
d. 調達は、調達全期間において同額とする。調達期間が数年に及ぶ場合に特に留意すること。

しかし、この b. で指示されているのは、第10項目の割引率（Discount Factor）記入欄である（表2参照）。これは内容的に、当手引書と

循環論法の関係になりかねない。通達本文には、割引率を用いての計算方法は記されているが、割引率の決定方法やその算出過程についての記述はない。この種類の情報が非公開を要する国家機密扱いにされることは考えられず、また詳細についての参照の注もない。結局、割引率は業者間で妥当な数値でよいということになる。

キャッシュフロー計算においては、割引率の値次第で計算結果は大きく変動する。従って、割引率を定義しないLCC計算は論理的に無理を伴っていることになる。アメリカ会計検査院 Elmer B. Staats 総裁は、単に兵器調達予算の伸びを抑制させるために、国防総省内でライフサイクルコストリングの導入、「原価削減 (Cost Reduction)」運動及び「無欠点 (Zero Defects)」運動が行われた当時、アメリカ上院委員会において、LCCは万能ではありえないと述べている。この理由として特に、割引の要素をどのように設定するかでプロジェクトの採否決定が大きく影響され、計算に完全を期することは不可能であることを指摘している [Comptroller General of the United States, 1974, p. 14.]。

### (5) キャッシュフローの割引

1950年代に Joel Dean 等によって提唱された当時のキャッシュフロー計算は、割引がない初期投資額とキャッシュインフローの累計との対比が中心であったため、旧来わが国で行われている手形割引を連想することにより、このような割引計算には現実感が伴っていた。しかし、LCCMにおけるキャッシュフロー計算の下では、キャッシュフローはインフローとアウトフローの両方向の流れに対して行われるために、特にキャッシュアウトフローの割引は、計算結果を現実に感ずることが困難であるために、現実感を感じることが困難であった。しかし、キャッシュインフローの割引が正の流れであるのに対して、キャッシュアウトフローはその負の流れであるにすぎない。この両キャッシュフローの流れと累積結果の対応関係は、Fabrycky =

Blanchard によって示されているとおりである [Fabrycky and Blanchard, 1991, p. 55]。

アメリカ国防総省において調達価格算定にLCC概念を導入普及させた功労者の一人である空軍中将 Rosalie T. Ruegg 部長等は、後にアメリカ商務省の公共建物の空調設備調達に関してLCCのキャッシュフロー計算を求め、その具体的指示を行う中でLCCに伴うキャッシュフローを次の5種類に分類している [Ruegg et al., 1978, p. 9.]。

- ア. キャッシュインフロー、
- イ. 投資開始年度におけるキャッシュアウトフロー、
- ウ. 投資開始前におけるキャッシュアウトフロー、
- エ. 投資開始後における臨時追加的キャッシュアウトフロー、
- オ. 投資開始後における経常追加的キャッシュアウトフロー、

この体系によるキャッシュフローは、一般に言う現在価値計算の対象となるアのキャッシュインフローと、イからオの4種類のキャッシュアウトフローである。イは、割引計算しない。ウは、割引計算でなく複利計算を行い、エとオは、割引による現在価値計算を行う。

ア～オの合計 (正味現在価値) は、割引率を高く設定すると、初期投資額を小さくしたり、回収期間を長くせねばならない。一方、割引率を低く設定すると、初期投資額を小さくし、回収期間も短くできる。現在価値を計算する場合に、いかなる割引率を採用するかにより結果は大きく異なる。従って何を割引率に選択するかが問題である。キャッシュフロー計算における割引率には、前述のように所与の利率を使用すること多いが、基本的には、資本調達コストを越える利益を得る率である。G. Eddy Birrer = Jean L. Carrica は、「投機的性格を持つリスクが高い投資の分析には、銀行預金利率という殆どリスクがない率を上回る割引率が必要である。」と述べている。また、現在価値計算がインフレにより過大な値となってインフレ修

正が必要な場合には、割引率にインフレ率も取り込むとしている。この場合、割引率は利益率とインフレ率の合計となる。インフレ率は、政府統計を基礎に、経済的、政治的およびその他の環境の動向により決定する。[Birrer and Carrica, 1990, p. 18.]

J. Hamaker 氏によれば、個人の場合は割引率をローンの利子率としてもよいが、企業の投資の場合に借入金の金利を割引率とすることは、借入金の資本コスト以上の利益を得ようとする以上低すぎる率となる。また、あらゆる投資にはリスクがあるが、借入金の金利近くに資本コストを設定すると、万が一の事態への備えを欠くことになる。従って、理想的な割引率は他の投資案から定義される最低受入可能利益率に基づき設定する [Hamaker, pp. 154-155.]。

#### (6) 割引率としての資本コスト

西澤教授は、確率割引利益指数法の展開に際してキャッシュフローを資本コストで割引くとしているが、その算定方法については触れず、別稿において、社内金利の徴収に関連して資本コストを「企業資本の調達及び運用に関する価値犠牲である」と定義し、次のように解釈と算定方法について述べている [西澤, 1988年, p. 203.]。

ア. Lutz 等による、投資の限界利益率と利子率による外部投資利回り説

イ. Roberts による、その企業の株式の現行収益利回りを基準にした現行収益利回り説

ウ. Dean 等による、現行市場価額に基づいた加重平均コスト説

西澤教授は、以上の資本コストの中から加重平均コスト説を適切なものとしている。この説は、かつて Joseph F. Bradley によって最も現実的な資本コストとされた歴史を持つ [Bradley, 1964]。しかし、この加重平均コスト説は、割引率の本質を述べるものではなく、現状における企業の資本それぞれの利子率調達源泉に基づいて算定されるという、現実的な妥協の産物であることを認識せねばならない。加重平均コ

スト説で重要なことは、将来の不確実性は、金融上のみの基準によるものであり、LCCMの展開に際しての技術的社会的な不確実性はまったく考慮されていないということである。

岡本清教授（東京国際大学）は、投資案の採否の決定の際に正味現在価値法を採用する場合には、資本コストをキャッシュフローの割引率として用いると述べ、割引率＝資本コストであることを示している。そして、割引率（資本コスト）が、安全証券の利子率、リスク・プレミアムおよびインフレ率から構成されると述べているが、岡本教授は、これら3要素を紹介して、次の部分で3要素に影響を及ぼす主たる要因として、「(1)一般的経済状態、戦争、災害など、(2)企業業種の特性、(3)企業経営者の経営および財務上の意思決定、(4)その他の資金需要の規模」を示している [岡本, 1990, pp. 797-798.]<sup>(7)</sup>。

ここでは、割引の要素が明示されたことに意義があるが、それぞれには問題もある。

ア. 安全証券の利子率は、どのような証券を前提としているのかは不明である。ちなみに、「安全証券」は会計学および経営学関係の辞典には見られない用語であり、河野等編『企業財務ハンドブック』では、公社債を「安定価値証券 (Stable-value type)」または「固定収益証券 (Fixed-income investment)」として分類しているのみである。ここでの「安定」の意味は、普通株投資と比較してであり、「限られた報酬が期待できるということと、損失を回避できること」を特質として述べているに過ぎない。表現上からはこの内容は公社債を指すと類推される。しかし、公社債とても証券投資として安全な証券ということはできないとされている。なぜなら、公社債投資は財産に対する請求権を意味するために相対的に安全であるが、これは企業破産の場合には実質的にこの請求権による法的権利の主張が著しく困難になるため、リスクから逃れることはできないからである。[『企業財務ハンドブック』, p. 812]

従って、「安全証券の利子率」は民間債の短

期の投資決定に関して有効な用語といえる。また、長期に及ばない公債の投資決定にも有効といえる。従って、短期間のLCCには有効でも、長期間のLCCには使用できないことになる。しかし、公債といえども、カントリーリスクが低ランクに順位付けられているような政府による国債を対象とする場合は、高い利子率であっても、安全証券の利子率とは言えないのではないか。

イ. リスク・プレミアムも、Bierman and Smidt, *Capital Budgeting Decision*, 2nd ed. (1966)におけるリスク・プレミアム(Risk Premium)以外には見られない用語である。しかし、経済学では一般的な用語であり、John R. Hicksは、「借手による支払不履行の危険」であると、「純粋利子」に加算されるものであると述べている。[Hicks, 1951, P.203]。一方、金融関係でも一般的であり、危険回避的な投資家と危険中立的な企業家との間で現れる危険負担を行う企業家を得る、不確実性を伴う期待収益と確定的収益との間の期待効用に基づく差額であるとされている。[香川等編『金融実務辞典』, p. 1414.] 従って、この概念は、両収益間に期待効用が等しく存在することを前提として成立するものであり、また、両収益を測定できることにより可能となる。

ウ. インフレ率は、将来の率であるから、どのように算定しても何らかの程度は主観的である。ただし、将来のキャッシュフローの割引に関して必要なものである。具体的数値は、各種政府機関や民間研究機関による経済予測に基づけばかなり正確かつ容易に入手できるという、上記のアとイとは異なる利点がある。

以上の検討から、資本コストの構成要素として、公社債利子率は、調達源泉がそれに近い場合は有効であるが、特定の融資元または増資による資本調達であれば、それぞれの利子率や配当率を当てた方が適切ではないかと考える。リスク・プレミアムの、期待収益と確定的収益が特定できる場合にのみ測定可能となるが、その金額をもってどのようにキャッシュフローの割

引率へ換算するかが課題となる。条件変更による収益曲線の変化を対比するような経済学的アプローチなら解を得ることは可能であろうが、具体的な値による会計学的方法論の下では未解決の技術問題である。

インフレ率を資本コストとすることについては、William G. Harrisによる実証研究を参照するまでもなく、妥当な見解である[Harris, 1980, p. 265.]。研究開発プロジェクトは一般に長期に及ぶものであり、更にその結果生産販売される製品寿命もかなりの長期である。LCCと製品の生涯のキャッシュインフローは当然ながらインフレの影響を受け、資本の減少を招くことは必然であるから、インフレ率を構成要素とすることは妥当である。

LCCMにおいて、キャッシュフローの割引率として使用する資本コストの構成は、以上の検討から、金融上の利子率とインフレ率が該当することがわかる。資本の融資側にとっては利子率は、満期時における金融力としての流動性を表現したもの[則武=藤田, 1974. p. 13.]であり、貯蓄・投資に影響されつつ貨幣需給によっても決定されるもの[住ノ江=篠原, 1974, p. 170.]であり、また、融資先から得る資金の使用料[『金融実務辞典』, 1986, p. 333.]である。これらは、すべて投資利益率、融資先の不確実性、インフレを含む社会経済的不確実性を総合的に表現した値であることを示している。では、金融機関等からの融資を受ける場合、または自己資本により研究開発プロジェクトを行う場合の資本コストはどのように構成すればよいかが、次節の課題である。

## (7) LCCMにおける資本コストの決定

LCCMにおいてキャッシュフローの割引に用いる資本コストを丹波教授の分類に従い[丹波上掲書, p. 61.]、具体的客観的に把握できる明示的資本コストと抽象的主観的にしか把握できない暗黙的資本コストの2つの種類に区分して検討する。

### ア. 明示的資本コスト

金融機関が資本を調達または運用するに当たって課する利子率または配当率を中心として設定される資本コスト。証券投資または金融投資による利益を判断基準として、LCCMを展開する際には重要な資本コストの要素である。金融情勢次第で変動することが特徴である。LCCMの対象となるプロジェクトの資本を調達して、キャッシュフロー計算する場合には、実務的に最も現実的な必要最低利益率としての機能を發揮できる。現在、最も現実的とされている加重平均による資本コスト計算法は、企業全体についての場合には種々の資本源泉から資本が調達されて運用されているから有効である。加重平均法はプロジェクトの資本調達には単一またはそれに近い小数の源泉からの資本調達という条件下で有効となる。

明示的資本コストには、プロジェクトを直接対象とした融資借入金の利子率、発行社債の配当率及び増資株式の配当率を用いることができる。これらの資本コストは、正味現在価値法及び内部利益率法を実行する場合に機能的に最低必要利益率を意味する割引率として用いることができる。この立場からは、多くの管理会計論及び原価計算論の著者が割引率に利子率を使用することは十分な根拠を有するといえる。

#### イ. 暗黙的資本コスト

明示的資本コスト以外のすべての資本コスト要素であり、すべての技術的社会的な将来の不確実性を係数化したものである。技術的な不確実性も社会的な不確実性も、その基礎は現在の技術水準を前提にしていたり、現在の社会状況を前提にしていることが多いから、金融機関により設定される利子率のような明示性はない。

暗黙的資本コストの構成要素には、技術的成功確率、マーケティング的成功確率、機会原価、インフレ率、カントリーリスク等がある。これらは、単独で利用されることは殆どなく、明示的資本コストと併用される。使用されるのは、未来の予想数値ではなく、現在の状況下での期待または希望を数値化した係数である。

### (8) LCCMにおける研究開発費と資本コストの現代の課題

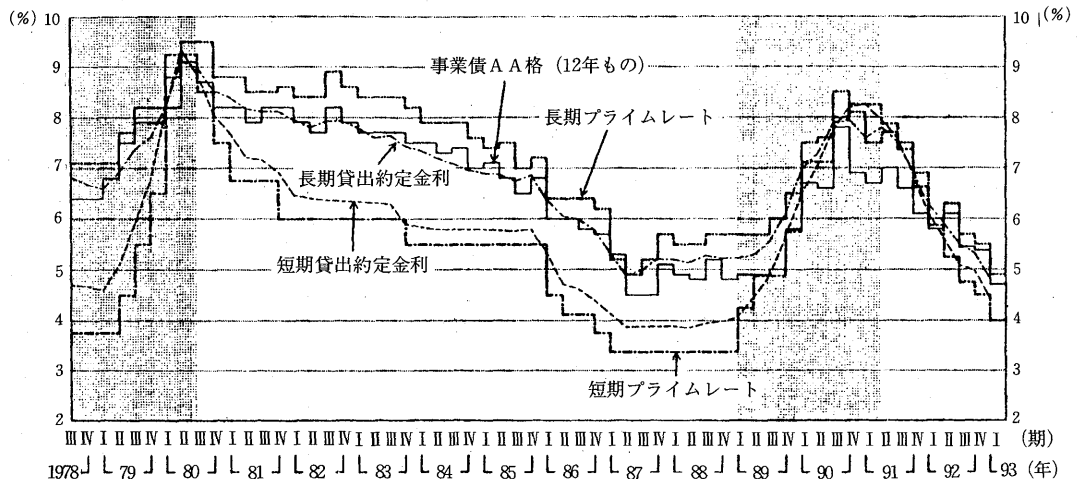
染谷教授が会計学者としてLCCの分野における先駆的業績を記した[染谷, 1976, p. 1.] 当時から数年後、日米欧におけるLCC運動は産業界での知識吸収という目標達成を満足して終了した<sup>(8)</sup>。これを第1次LCCと称すれば、昨今のLCCへの関心の高まりは第2次LCCと称することができよう。その背景にあるのは、アメリカでは、わが国に立遅れた生産技術面の一つにLCCに対する管理方法を挙げた。特に品質管理では、わが国からの逆輸入の形でLCCが再び注目されることとなり、現在、工学関係での中心課題の一つとなるに至った。他方、わが国においては、第1次の時のような従来の研究開発段階から使用維持段階に至るLCCMによる産業界の国際競争力強化ではなく、製品の廃棄に係わるコストも対象とすることが必要になった環境問題であろう。近年、大島正克教授(亜細亜大学)、武田隆二教授(神戸大学)、菊谷正人教授(国士館大学)及び河野正男教授(横浜国立大学)等のように、わが国会計学研究においても環境問題を意識する傾向が強くなり、現在の社会的技術的状況を強く反映している。第2次LCCMの時代において、LCCMは、巨大科学管理や産業廃棄物処理という人類史上に未経験の問題の解決の方法論の一つとなり得るのではなかろうか。

当論において、以上検討してきた、LCCMにおける研究開発費の費用便益分析に採用すべき資本コストは、文献から得ることができる構成要素では不十分の感が強い。そこで、以下では、現在のわが国における研究開発費の費用便益分析における資本コストは、どのように決定するかについて検討を試みたい。

#### ア. 利子率について

利子率は、借入金による資本調達を行って研究開発を行う場合には妥当である。この場合には、支払利息には、将来の不確実性も含まれるとすれば、キャッシュフローの割引の要素は満

図1 貸出金利の推移



(備考) 1. 日本銀行「経済統計年報」等により作成。

2. シャドー部分は金融引締め期。

3. 事業債 A A 格 (12年もの) は、92年以降 A A A 格 (12年もの) 最高値を使用。

出所：経済企画庁編『経済白書』平成5年版，大蔵省印刷局，平成5年，p. 73

たされる。

しかし、実際の適用には問題もある。

図1は、経済企画庁によるわが国の「貸出金利の推移」グラフである。ここでは、事業債 A A 格 (12年もの)、長期プライムレート、短期プライムレート、長期貸出約定金利、短期貸出約定金利の1978年から1993年までの16年間の推移が示されている。

このうち長期貸出約定金利を見れば、1980年の第Ⅱ四半期の最高の9.3%から1993年の第Ⅰ四半期の最低の4.9%まで経済情勢に連動した政策当局の方針により変動し、その変化の幅は約2倍となることが明らかである。従って、資本コストを利子率のみとすると政策当局の方針に従って、利子率が高い時は LCCM における正味現在価値は小さくなり、逆に低い時は大きくなる。

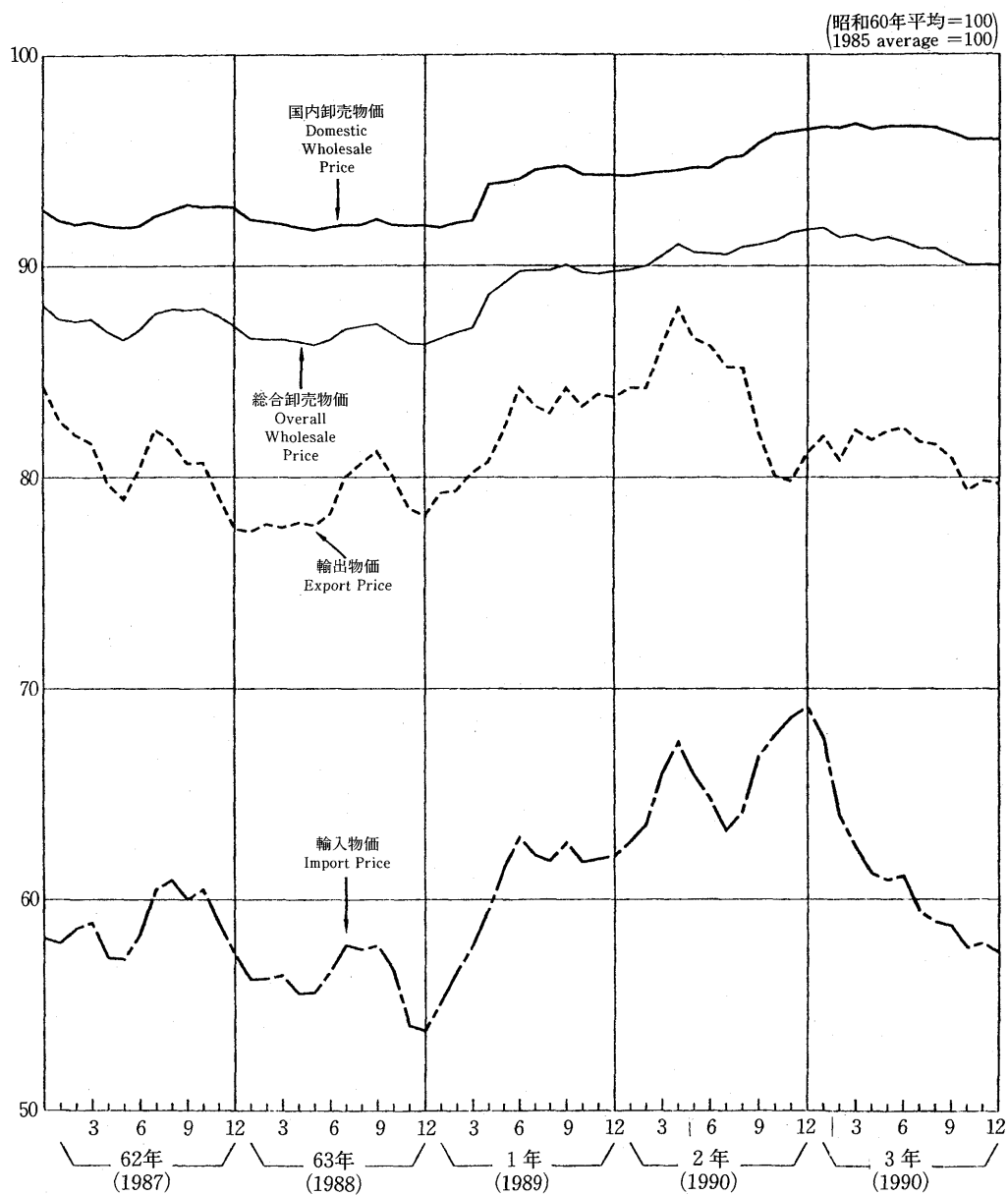
#### イ. インフレについて

文献上からは、内外の学者実務家を問わず、インフレを考慮すべきことが主張されている。

確かに、現代経済の基本構造が中央銀行の貨幣政策を中心として展開されている以上、理論的には、経済は常に若干のインフレに覆われつつ成長を遂げていく。この中で企業財務はインフレのメリット・デメリットの隙間で動くはずのものである。

図2は、経済企画庁が作成したわが国「卸売物価指数の推移」である。この図は、昭和60年平均を100として、国内卸売物価、総合卸売物価、輸出物価及び輸入物価の昭和62年から平成3年までの5年間を示している。ここに示しているのは、いずれもが基準年次である昭和60年の100を下回っている。国内卸売物価は平均95%、総合卸売物価は同89%、輸出物価は同82%、輸入物価は同60%である。従って、これらのどれかでも資本コストの要素として入れれば、利子率が高い場合であってもかなりの程度で打ち消してしまう効果を発揮してしまう。わが国の現状でインフレ率を資本コストの要素とすると割引の結果を歪めることにはならないで

図 2 卸売物価指数の推移

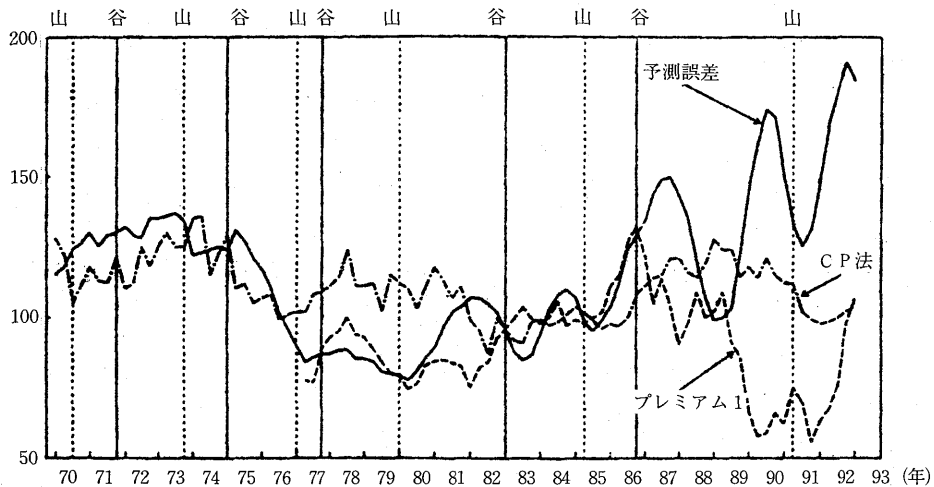


(注) 平成元年4月より国内卸売物価については消費税込み価格で作成。

Note: Consumption tax is included in compilation of the Domestic Wholesale Price Index from April 1989.

出所：同上『経済白書』p. 17

図3 不確実性指標の推移



- (備考) 1. 各指標とも85年平均を100とした指数。  
2. 予測誤差とプレミアム1は5期移動平均値。

出所：同上『経済白書』p. 396

あろうか。

#### ウ．不確実性指標について

この項目は、本来は前節の体系による場合には暗黙的資本コストに属するから、上述のイの項目の一部の性格を持つ。これは、利子率やインフレ率のように客観的に計測可能な指標以外のすべてを含むものであり、社会、経済全般、政治、技術及び環境等で関係するものすべてについての将来の不確実性である。図3は、経済企画庁による「不確実性指標」である。期間は1970年から1993年の23年に及んでいる。ここで注目されるのは、1986年以来予測誤差とプレミアムが大きくばらついていることである。予測誤差が大きくなるということは、それだけその年の不確実性が大いであることを示すから、この予測誤差の予測値という暗黙的資本コスト要素を取り入れ資本コストの一部として計算することは、研究開発プロジェクトの評価のためのキャッシュフローの割引には有意義に機能する。

以上検討した要素に比重を加味しながら、資本コストの％を決定する。近年のわが国のような低金利、低インフレ（デフレ気味である）の状況下では、利子率と不確実性指標を勘案した研究開発のためのキャッシュフロー計算が勧められる。

#### (注)

当稿は、平成5年10月2日に本会計研究学会第52回大会（於神戸商科大学）自由論題の部で報告した内容に加筆修正をしたものである。

1. J. M. Jones (British Aerospace Aircraft Group, Warton Division) は、アメリカ国務総省の主催による北大西洋条約機構 (NATO) のコスト評価の会議の席上で、ライフサイクルコスト・モデル (Life Cycle Cost Model) の意味で LCCM を使用している [Jones, 1980, p. 7-1.]. 当稿では、コスト・マネジメント分野での概念の提案としての Life Cycle Cost Management の略として LCCM を使用している。

2. わが国では、プラントの予防保全の観点から、ライフサイクル段階の上流程度度が大きいことが認識されており、そのため、生産段階よりも設計段階、設計段階よりも研究開発段階における製品管理が重視される理由となっている。[中嶋, 1981, p. 23.]

アメリカ国防総省では、兵器調達の見点から、使用段階でのコスト削減を生産段階でのコスト分析に求めたため、その上流である研究開発段階での LCC 管理を重視することとなった。同省の指導により、民間での実践においても、上流のライフサイクル段階こそが管理の対象として有効であるという考えが普及したことが1960年代に伺える [Department of Defense, 1986, p. 2-4.; Ferguson, 1967, p. 16.]。

3. DTC を最初に用語として確定したのは、アメリカ国防総省であり、次のように概念を導入した。

(1) 国防総省研究技術部長局編『防衛システム調達コストの削減に関する作業部会報告書』が1973年に公表されたが、この副題として「コスト対設計に関する商業実務と国防総省実務との対比」が付けられており、政府の用語としての DTC の使用を伺い知れる。ここでは、「商業価値に見合った製品の設計、開発、生産および無期限アフターサービスを管理する一般的方法の一つである。」と述べられ、民間のコスト管理技法を防衛調達に適用するという当概念の導入目的を明らかにしている [Department of Defense, 1973, p. xv.]。

(2) E. Huie=H. F. Harris は、前述の NATO の会議において、「LCC 対設計 (Design to LCC) は、維持条件報告制度 (Maintenance Condition Reporting Systems: MCRS) のコスト対便益の意義を評価するために利用された。」と、DTC 概念を述べ、この概念が重要であることを示している [Huie and Harris, 1980, p. 8-17.]。

(3) 民間の文献上で DTC を本格的に取り上げたのは、Jack V. Michaels=William P. Wood 著『コスト対設計 (Design to Cost)』である。ただし、同著は、両著者共に国防総省納入品生産を経営の

中心としている Martin Marrietta 社の技術者であるから、同社が国防総省の指導で蓄積した DTC 管理技術を公表したものである [Michaels and Wood, 1889.]。

4. 国防総省通達第4245.8-H 号国防総省調達兵站次官局編『価値工学』では、VE においては、投下したコストに対する ROI を増すことが求められ、コスト対価値を表す次のような「価値公式 (Value Equation)」が用いられるとしている [Department of Defense, 1986, pp. 1-4]。

$$\text{価値指標} = \frac{\text{価値}}{\text{コスト}} = \frac{\text{効用}}{\text{コスト}}$$

式の構造から、価値指標の増加は、ア. コストの変化なしに効用を増加する、イ. 効用を現状に止めコストを削減する、ウ. 効用を増加させる一方でコストを削減するの3つの方法がある。LCC は、この思想の一環として発想されている。第8章「VE と他のプログラムとの関係」において、第9節で DTC を論じているが、第5章以降は閲覧ができない。アメリカ会計検査院法令図書館司書 Marie Papis によれば、国家機密 (States Confidential) との理由である。

また、Profitability Index は、わが国文献では利益指数法または収益性指数法と訳され、いずれも費用対利益の分子式により%値の比率を算定することにコンセンサスができていたが、アメリカでの定義は、必ずしも確定したものではないようである。例えば、化学プラント技術者 W. D. McEachron は、アメリカ原価技術者協会シカゴ支部において Profitability Index を内部利益率法において算定される資本コストの意味で研究報告を行っている [McEachron, 1961, p. 239.]。

5. 筆者が1993年に実施した管理会計及び原価計算書籍169点についてのキャッシュフロー計算の調査 (「正味現在価値の計算式に関する調査」『中部大学産業経済研究所紀要』第4号, 1994年3月)によれば、「資本コスト」40, 「利子率」35, 「割引率」27及び「投資利益率」8の使用が明らかになった (同義の英語及び類似の用語を含んで集計)。その他に、「資本コスト率」は西澤教授が岡本教授と共に3例を使用している。

「割引利益指数法」において、西澤教授は「K：資本コスト率」との記号解説をされているが、ここでは以後、わが国での使用例として多数派である「資本コスト」を使用する。

6. 利益指数法の下では、割引率が大きいほど、指数は小さくなるという性質がある。割引利益指数法においてもこの性質は同じであるから、2.0という値を判断基準として設定しても、資本コストが大きくなればなるほど大きなキャッシュインフローを得なければならない。これは、かつて資本コストが大きく論じられた頃には指摘されていなかった点である。なお、当初の原稿では、この後半部分は青木茂男編著『文献学説による原価計算論の研究』（中央経済社、昭和58年）p. 159での表現に従い、「かつての資本コスト論争の頃」と表現したが、この「資本コスト論争」の具体的内容と経過を知るために、この論争の中の一人であるらしい、諸井勝之助教授（青山学院大学）に人を介してお尋ねしたところ、「そのような資本コスト論争というものはない」と本論争の存在を否定された（平成5年10月31日）ので当稿では書き改めたものである。

7. 岡本教授に、これらを資本コストの構成要素とするに至った背景をお伺いしたところ、A. J. Keown, D. F. Scott, Jr., J. D. Martin and J. W. Petty, *Basic Financial Management*, Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, Inc., 3rd ed., 1985, pp. 429 ~ 430, "Factors Determining the Cost of Capital"によって書いたものであるとの御返事をいただいた（平成5年12月8日）。

8. わが国におけるLCCの思想は、昭和40年代後半から昭和50年代にかけて工程管理における保全を追求した結果として、自然発生的に生じることとなった。この運動は、当初はテロテクノロジーの名称でも実施されたが、興味あるのは、日米欧の経済先進圏でそれぞれの国情に応じる形ではほぼ同時に発生し、かつ精力的な交流が行われたことである〔日比、1975, p. 23.〕。ただし、根本正夫相談役（豊田合成株式会社）は、筆者の質問に対して、当時在職中のトヨタ自動車での経験から、日米間の全般的な技術交流は認めているが、

米欧間と日欧間の交流については否定している。この理由として、ドイツ人とフランス人のプライドと独自の技術観を挙げている（平成5年12月8日）。

わが国の産業界がLCCに示した関心は大きく、各社は熱心に導入し多くの成功例が実現したようである。当時、産業界全般に対しての啓蒙普及と国際交流に大きな貢献を果たしたのが、染谷教授、日比宗平教授（青山学院大学）及び中嶋清一氏（日本プラントメンテナンス協会）であった。今日からみれば、当時の産業界は製品の改善を設備保全の観点からも進めていたことが分かる。運動が約10年を経過した頃には、啓蒙普及の段階は終了し、企業にとっては日常的な工程管理の一部として常識となっていた。それは、『プラントエンジニア』誌に頻繁に登場していたLCC関係の論文や記事が昭和50年代後半になると目だたなくなり、ついには、昭和58年11月号の記事「わが国のLCC実態調査まとめ」を最後に、同誌に「ライフサイクルコスト」も「テロテクノロジー」も見あたらなくなってしまうのである。この現象は、アメリカでも同様であり、LCCやVEの啓蒙普及に大きな功績を示した *Defense Management Journal* 誌に、1970年代前半から急にこの関係の論文や記事が見られなくなってしまう。ヨーロッパでは、*Terotechnology* 誌が1987年3月号をもって廃刊してしまうのである。

## 参考文献

- (1) 青木茂男編『現代会計学辞典』税務経理協会、昭和58年（1983年）
- (2) 大島正克稿「グリーン・アカウンティングにおける一考察」『亜細亜大学経営論集』Vol. 128, No. 2・3合併号、1993年3月
- (3) 岡本清『原価計算』四訂版、国元書房、平成2年（1990年）
- (4) 香川保一＝徳田博英＝北原道貫編『金融実務辞典』金融財政事情研究会、昭和61年（1986年）
- (5) 河野正男稿「環境会計の歴史と展望」『企業会計』Vol. 45, No. 2, 1993年2月6日

- (6) 河野豊弘＝染谷恭次郎＝諸井勝之助編『企業財務ハンドブック』丸善, 昭和42年(1967年)
- (7) 菊谷正人稿『環境破壊と会計・租税制度』『会計』Vol. 143, No.5, 1993年5月
- (8) 神戸大学会計学研究室編『新会計学辞典』追補9版, 同文館, 昭和48年(1972年)
- (9) 住ノ江佐一郎＝篠原三代平編著『現代経済の新課題』千倉書房, 昭和49年(1974年)
- (10) 染谷恭次郎稿「ライフ・サイクル・コストインゲの再認識」『早稲田商学』No. 260, 1976年11月
- (11) 染谷恭次郎著『資金計画のたて方』増補版, 中央経済社, 昭和57年(1982年)
- (12) 武田隆二稿「会計環境の変化と財務会計理論の現代的課題」『会計』Vol. 143, No. 1, 1993年1月
- (13) 高宮晋編『新版・体系経営学辞典』ダイヤモンド社, 昭和57年(1982年)
- (14) 丹波康太郎著『企業資本の研究』, 千倉書房, 昭和46年(1971年)
- (15) 竹森一正稿「LCCMにおける研究開発費管理」『中部大学経営情報学部論集』第5巻第1・2号, 1990年12月
- (16) 通商産業省答申『企業財務政策の今後のあり方』通商産業省産業構造審議会管理部会, 昭和47年
- (17) 電力中央研究所経済研究所編『和英電気事業用語辞典』電力中央研究所, 平成3年(1991年)8月29日
- (18) 中嶋清一著『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リング協会, 昭和56(1981)年
- (19) 西澤脩著『管理会計論』中央経済社, 昭和63年(1988年)
- (20) 西澤脩著『研究開発費の会計と管理』第三新訂版, 白桃書房, 平成3年(1991年)
- (21) 則武保夫＝藤田正寛著『現代金融論の新傾向』東洋経済新報社, 昭和49年(1974年)
- (22) 日比宗平他稿「実施段階に入ったテロテクノロジー」『プラントエンジニア』Vol. 17, No. 11, 1975年11月
- (23) 藤野悦郎稿「排ガス対策を急ぐ自動車メーカー」『ハートの経済情報』第79号, 第一勧業銀行, 1992年4月
- (24) 山口年一＝西澤脩著『基本管理会計用語辞典』白桃書房, 昭和59年(1984年)
- (25) Birrer, G. Eddy. and Carrica, Jean., *Present Value Applications for Accountants and Financial Planners*, New York, NY: Quorum Books, 1990.
- (26) Comptroller General of the United States, *Life Cycle Cost Estimating*, 1974.
- (27) Department of Defense, *Life Cycle Costing Procurement Guide* (Interim), July 1970.
- (28) Department of Defense, *Report of the Task Force on Reducing Costs of Defense Systems Acquisition: Design to Cost Commercial Practice vs Department of Defense Practice*, Washington, D. C.: Office of the Director of Defense Research and Engineering, March 1973.
- (29) Department of Defense, Office of Assistant Secretary of Defense Acquisition and Logistics, *Value Engineering*, DoD 4245. 8-H, March 1986.
- (30) Department of Defense, "Economic Analysis/-Program Evaluation Summary of Costs for Format A-1," *Department of Defense Directive Number 7641*, October 18, 1972.
- (31) Fabrycky, Wolter J. and Blanchard, Benjamin S., *Life Cycle Cost and Economic Analysis*, Prentice-Hall International Series in Industrial and Systems Engineering, Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, Inc., 1991.
- (32) Fergason, James., "Value Engineering in Program Management," *Defense Management Journal*, Vol. III No. 4, Fall 1967.
- (33) Hamaker, Joseph., "Discounted Cash Flow Analysis," Chapter Four of Rodney D. Stewart and Richard M. Wyska, *Cost Estimator's Reference Manual*, New York, NY: John Wiley & Sons, Inc., 1987.
- (34) Harris, William G., "Inflation Risk as a Determinant of the Discount Rate in Tort Settlement," *Journal of Risk and Insurance*, Vol. 50, No. 2, February 1983.

- (35) Hicks, John R., *Value and Capital*, p. 164. (安井啄磨=熊谷尚夫訳『価値と資本』岩波書店, 昭和26年。訳語は昭和56年の第37刷による。)
- (36) Huie, E. and Harris, H. F., "Balanced Design---Minimum Cost Solution," North Atlantic Treaty Organization Advisory Group for Aerospace Research and Development (Organization du Traite de L'Atlantique Nord), *Design to Cost and Life Cycle Cost*, AGARD Conference Proceedings No. 289, AGARD-CP-289, 10-22 May 1980.
- (37) Jones, J. M. "Evolution of Techniques for LCC Analysis," in North Atlantic Treaty Organization Advisory Group for Aerospace Research and Development, *ibid.*, 1980.
- (38) Lindsay, Robert. and Sametz, Arnold W., *Financial Management: An Analytical Approach* 1963. (新家照夫=青山英夫訳『近代財務管理』白桃書房, 昭和46年の訳語による。)
- (39) McEachron, William D., "The Role of Profitability Index in Investment Evaluation," *Chemical Engineering*, June 12, 1961.
- (40) Michaels, Jack V. and Wood, William P., *Design to Cost*, New York, NY: John Wiley & Sons, Inc., 1989.
- (41) Miles, James A. and Ezzell, John R., "The Weighted Average of Capital, Perfect Capital Markets, and Project Life: A Clarification," *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, Vol. 15, No. 3, September, 1980.
- (42) Miles, James A. and Ezzell, John R., "The Weighted Average of Capital, Perfect Capital Markets, and Project Life: A Clarification," *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, Vol. 15, No. 3, September, 1980.
- (43) Peters, Donald., "Panel Discussions on Corporate Investment: Capital Budgeting," *Financial Management*, Vol. 18, No. 1, Spring 1989.
- (44) Ruegg, R. T. and McConnaughey, J. S., Sav G. T. and Hockenbergl, K. A., *LifeCycle Costing: A Guide for Selecting Energy Conservation Projects for Public Buildings*, NBS Building Science Series 113, September 1978.