

設備投資計画法

千住 鎮雄 伏見 多美雄 著

設備投資計画法

千住 鎮雄 伏見 多美雄 著

日 科 技 連

は し が き

企業その他の組織体が、比較的長期的な視野で計画活動を営むとき、そこには種々のタイプの設備投資を伴うのが常である。そして、どういう設備にどの程度の規模の投資を行なうかということは、事業活動の態様を質的および量的に規制することになるのみならず、財務的には、比較的多額の資本を長期にわたって固定化するという作用をもつ。そのため、合理的な投資決定のための計算方式が、経営計画にたずさわる実務家および研究者たちによって多くの関心を集めてきた。

この書物は、設備投資計画の問題に、主として経済性の分析という観点から経営科学的な接近を試みたものであるが、理論的でかつ実践的という一見あい反する2つの要求を統合することをねらいとして書きおろされた。

本書は11の章から成るが、全体の総論に当たる第1章のあとを、便宜上4つのパートに分けて考えることが読者にとって便利であろう。

第1のパート（第2章から第4章までがこれに相当する）は基本的な計算原理を整理した部分であって、ここでは、目的と条件に応じて投資案の評価尺度を適切に使い分けるための諸原則が明確にされ、また後続の諸章で共通に使われる計算手法（時間換算の公式など）と、それらの手法がもっている経済的意味が説明されている。

第2のパート（第5章から第7章まで）では、上述の計算原理を実践に応用する場合に遭遇する3つの主要な問題、つまり、投資計画に関連のある費用・収益などの基礎データをどのように測定し評価すべきかという問題と、税引後の利益の考え方、および物価水準の変動をどう扱うかという問題が検討されている。

第3のパート（第8章と第9章）は、一層複雑な計算問題とその基礎にある考え方を説明したものであって、設備の取替えと経済寿命の問題、工場計画などによくみられるような複合的な投資プロジェクトをどう評価するかという問題、投資や取替えのタイミングを検討する問題などが詳しく扱われている。

第4のパート（第10章と第11章）では、設備投資計画の手法を実際問題に適用する場合の問題点として、予測の不確実性にどういう考慮を払えばよいかという問題と、投資計画のマニュアル化のための考え方が説明されている。

これらすべての章で、われわれは、理論と実践との結びつきを強めるという前述の意図を生かすために、できるだけ具体的な例と結びつけて説明を展開するように心掛けた。また、同様の意図から、第2から9章の各章末には具体的な計算を伴う演習問題を用意しておいた。

本書をまとめるに当たり、われわれ著者の既発表の著書（たとえば巻末参考文献の[6], [7], [31], [32], [33] など）から例題その他を採り入れた部分がある。ただし、本書に採り入れるに当たっては徹底的に加筆訂正を行なって、体系だった叙述を保つように努めたことは言うまでもない。

なお、本書が大学や社内教育などのテキストとして使われる場合を考慮して、演習問題の一部にはわざと解答をつけないでおいた。これらの部分については指導者のかたから要望があれば協力の用意があることを申し添えておきたい。

本書の完成を機に、常日頃有益な学問的刺激を与えてくれる慶応義塾大学管理工学科のスタッフの皆さん、および、いろいろな場所で貴重な事例や話題を提供して下さった企業のかたがたに対し、謝意を表わしたいと思う。

1974 年 初 夏

著 者

目 次

は し が き	1
第1章 設備投資問題の性格	1
1.1 設備投資の2つの側面	1
1.2 設備投資計画の分類	3
1.3 企業の諸目標と経済性の分析	5
第2章 経済的な選択と評価尺度	
—— 1 期間の投資問題を中心に ——	8
2.1 利益の額と利益の率	8
2.2 目的と条件の整理	10
2.2.1 方策のリスト	11
2.2.2 方策の相互関係	11
2.2.3 資金の制約と資本コスト	13
2.3 正味終価という尺度——排反案からの選択——	13
2.3.1 借入資金による投資	14
2.3.2 自己資金による投資	15
2.3.3 自己資金と借入資金とを併用する場合	16
2.4 計算利率の役たち	17
2.5 独立案からの選択	18
2.6 排反案からの選択と利益率	22
2.6.1 追加利回り法	22
2.6.2 無資格案の整理	24
2.7 混合案からの選択	27

2.7.1 部門ごとの計画とトータルの利益	27
2.7.2 限界的な資本の効率	30
演習問題	31
 第3章 資金の時間的な価値	35
3.1 割増し、割引きという考え方	35
3.2 時間換算の基本公式	37
3.2.1 現価と終価との換算	37
3.2.2 1期当たり平均値と現価・終価との換算	39
3.3 数表と図表の応用	42
3.3.1 数表の使い方	42
3.3.2 数表を用いた計算例	43
3.4 利回りの求め方	47
3.5 資金の流れが規則的に変化する場合の換算公式	51
3.5.1 資金の流れが等比的に変化する場合	52
3.5.2 資金の流れが等差的に変化する場合	53
3.6 時間の連続関数としての換算係数	56
演習問題	58
 第4章 長期投資案の選択原理	61
4.1 キャッシュ・フロー基準	61
4.2 単独投資案の採算分析	63
4.2.1 正味終価の計算とその解釈	63
4.2.2 正味現価と正味年価	65
4.2.3 利回りによる判定	66
4.3 排反案からの選択	68
4.3.1 現価法・年価法・終価法	68
4.3.2 3つの比較法の使い分け	70
4.3.3 差額の流列による判定	71
4.4 追加利回り法	72

4.5 独立案および混合案からの選択	74
4.6 利回り法の限界	78
4.7 プロジェクトの効率と資本の効率	81
4.8 寿命の違う投資案の比較	82
4.8.1 類似反復型の投資案	83
4.8.2 一般式による説明	85
4.8.3 反復しないプロジェクト	86
4.9 回収期間法の考え方	88
演習問題	91
 第5章 費用・収益データと評価の原則	 97
5.1 正味額流列とその構成要素	97
5.2 可変費用と不変費用	99
5.3 平均的な尺度の危険性	102
5.4 生産性という尺度について	105
5.5 過去の支出と意思決定——設備の「帳簿価値」の扱い——	106
5.6 実働時間の評価	108
5.6.1 手余り状態と手不足状態	109
5.6.2 工程改善の効果	109
5.6.3 設備保全の経済性	110
5.7 考察の範囲	111
5.8 省力投資への応用	114
5.8.1 許容投資額という考え方	114
5.8.2 増産のための省力化方策	116
演習問題	117
 第6章 税引後利益の考え方	 123
6.1 所得に比例する税金	125
6.2 実効税率の求め方	126

6.3 益金と損金の内容	128
6.4 税引後の正味利益	130
6.5 応用上の留意点	134
6.6 税引後利益の計算例——定額法と定率法——	137
6.7 設備の取替えと税引後利益	139
演習問題	141
 第7章 物価水準の変動と投資分析	 144
7.1 名目価値と実質価値	145
7.2 2つのタイプの価格変動	146
7.3 実質価値による終価・現価・年価	147
7.4 実質利回りの計算	149
7.5 簡単な数値例	150
7.6 実践上の考慮	152
演習問題	156
 第8章 経済寿命と取替え問題	 158
8.1 経済寿命の考え方	158
8.2 新設備の経済寿命——類似反復型の取替え——	159
8.2.1 経済寿命の計算原理	159
8.2.2 数値例による説明	162
8.3 現有設備との取替え	164
8.4 経済寿命に関する一層進んだ考察	167
8.4.1 操業劣性という概念	167
8.4.2 年数とともに不良率が大きくなるケース	169
8.4.3 1台ごとの稼働率が低下する場合	170
8.5 技術進歩を考慮した取替えモデル	174
8.6 劣性年価を尺度にする方法	176
8.7 取替え優先度の決定	178

演習問題	179
 第9章 複合的な投資プロジェクトの評価方法	183
9.1 長期複合投資案の報収率	184
9.2 投資の時期を変えることの損得	189
9.3 取替えを早めることの利益	191
9.4 取替え投資の効率	193
9.5 創業投資や増産投資が他の設備に影響をおよぼす場合	198
9.6 設備の取替えと増産がからんだ問題	199
演習問題	201
 第10章 不確実性に対する考慮	204
10.1 正味額流列と不確定要素	205
10.2 感度分析の着眼点	206
10.3 予測がはずれた場合の安全性の分析	209
10.4 補論：不確実な見通しのもとでの決定方式	212
 第11章 設備投資マニュアルの考え方	217
11.1 設備投資マニュアルの範囲	217
11.2 投資マニュアルの書式について	219
11.3 採算性などの分析	224
11.4 複雑な増産投資のケース・スタディー	227
 (付表) 複利係数表	233
演習問題解答	257
参考文献	259
索引	263

第 1 章

設備投資問題の性格

企業その他の組織体が計画的な経済活動を営むとき、そこには投資(investment)とよばれる活動を伴うのが常である。ここで投資というのは、何らかの対象に資本を固定化し、のちにより大きな資本を回収するという活動の総称であって、具体的には工場や機械設備への投資、土地への投資、道路や橋や港湾などの構築物への投資、車両などの運搬具への投資、各種の事務機器や情報処理システムへの投資、技術者や作業者や管理者など各種の人員への投資、商品や資材などの在庫品への投資、株式や債券などの有価証券への投資、……等々、各種さまざまな対象が考えられる。

本書は、そういった多くの投資問題に共通的に適用される基礎的な概念および手法を、できるだけ体系的に説明することを意図しているが、この章では、主として企業の生産設備への投資を念頭におきながら、設備投資計画がもっている主要な特徴を整理しておこう。

1.1 設備投資の2つの側面

設備投資計画は、よく生産のキャパシティの計画であるといわれるが、それは技術的(ないし物的)な側面と経済的(ないし財務的)な側面とを合わせもっているのが常である。

まず技術的な側面からみると、それは、土地・建物・機械装置……などの物的設備への投資と基幹的な人的組織への投資をすることによって生産の基礎的準備態勢をつくる計画である。この準備態勢のもとで、材料やサービスなどの生産要素を購入し、作業者を雇い、生産活動を行なって製品を産出し、市場に送り出すという日常活動が展開されることになる。

その場合、どういう設備にどの程度の規模の投資をするかによって、つくるべき製品の種類とその産出能力が規定されるし、また、必要な人員構成や生産の方式なども決められてくる。つまり、生産の質的および量的な枠組が決められることになるわけであり、しかもその影響が長期におよぶのが常であるから、慎重な配慮が要求されるのは当然である。

一方、これを経済的な側面からみると、設備投資という活動は、資本の増殖を目的として、企業の利用できる流動的な資本を、比較的長期にわたって固定化するという性格をもっている。そのプロセスをもう少し詳しく説明すると、

- ① まず、銀行その他の金融機関からの借入れや、株主からの出資(増資)および利益の留保などを通じて流動的な資本を調達する過程が必要である。
- ② 調達した流動的な資本(現金などの「資金」)を支出して各種の設備に変える。ここで資本の固定化が生じる。
- ③ 人員を雇って人件費を支払い、材料その他各種の外部用役を購入して代価を支払う。また、これに付随して、従業員の施設への投資とか、資材の固定在高への投資とか、外注工場への投資などのために資金の流出(資本の固定化)が生じることも多い。
- ④ 生産活動によって生み出された製品を市場に販売することによって資金を回収する(資本の流動化)。
- ⑤ 売上収益の一部は借入金や利子の返済に充てられるが、他は各種資産の取得のために再投下(固定化)し、一定期間後に再び回収(流動化)するというプロセスが繰り返される。
- ⑥ 年度決算ごとに税金を支払い、配当や役員賞与という形で利益の分配を行なうが、一部は内部留保という形で再び生産活動に利用される。

このような、資本(資金)の調達-その固定化-売上げによる回収(流動化)-資金の返済・分配・再投下…という循環を繰り返しながら、企業は資本の実体的な蓄積を図り成長していくことになる。

設備投資計画の経済性を分析するときに、資金の流れ(cash flow)を時系列的にとらえることが行なわれるが、それは、上述のような資本の循環過程の成果を測定するのに、各種の物量的な流れ自体をとらえるよりも、その対価として流入・流出する資金の流れに注目して、貨幣額で評価するほうが便利である。

1.2 設備投資計画の分類

設備投資計画は、観点を変えることによっていろいろな分類が可能であるが、ここでは主として企業の投資目的に関連して、つぎのような5つのカテゴリーに分けることが有用であることを指摘しておこう。

(1) 創業投資

新規に開発した製品の生産、あるいは新規の生産プロセスを実施するための投資である。もしそれが業界のパイオニア的な事業であれば、成功したときの利益は大きい、その代わり将来の需要に関する予測が困難であったり、未経験な技術が含まれていたりするためにリスクも大きいのが常である。これに対して、他社に遅れないために追従的に行なう創業投資は、リスクが比較的小さい代わりに利益も余り大きくないというケースが多い。

(2) 増産投資

現在の設備能力では需要に応じ切れない場合に行なわれる。そのやり方は、(i)同種の設備の数を増やす方法と、(ii)大規模設備に変える方法とがある。後者の方法は、生産効率が高いためにコスト低減の効果がある場合が多いが、その代わり、将来需要が減退した場合のロスが大きいというマイナスもあるので、

需要の安定度を予測しながら両者を比較検討することがしばしば重要な問題になる。

(3) 改良投資

製品の品質を改良したり、コストの節減を図るための投資(たとえば生産方式を改善したり、自動化によって省力化を図る投資など)である。これは既存の製品を前提にした計画であるから、売上収益の拡大を主目的とすることは少ないが、後章で述べるように、品質の向上や不良率・機械の故障停止の削減に伴って(コストの節減のみでなく)収益の増加がもたらされることもある。

(4) 取替え投資

設備が老朽化してくるとコストが増大するので、物理的な寿命を待たず適当な時期に新設備に取替えるほうが有利な場合が多い。また、技術進歩に伴って性能のよい設備が現われると、現有設備が比較的新しいにもかかわらず経済的にみると新しい設備に取替えるほうが有利ということが起こりうる。こうして同種設備と更新するケースを取替え投資とよぶ。

(5) 政策的投資

たとえば、従業員の福利厚生施設への投資とか、公害や安全対策のための投資、消費者に対するサービス施設への投資、他企業に対する自企業の防衛のための投資、将来の開発のための基盤づくりのための研究投資などがこのカテゴリーに含まれる。これらの投資は、当面の生産活動と直結しないために、投資に対するリターンをつかみにくいのが特徴である。この場合は、非金銭的な便益と投資などの金銭的成本と比較秤量して効果を測定したり、あるいはその政策実施は所与の目的として、コストや資金ぐりの条件がみたされればよいというような検討の仕方がとられることもある。

さて、実践上生じる設備投資計画は、上記のどれか1つのカテゴリーにはつきりおさまらない場合もある。たとえば、増産のための投資を機に改良も行

なうとか、取替えと増産を兼ねたり、創業投資に政策的な意図も加味するなど、種々の組合せがありうる。しかし、そういう場合も、上述のようなカテゴリーがあることを心得ていれば、問題を適切に整理・分析するのに役だつたはずである。

1.3 企業の諸目標と経済性の分析

企業の設備投資計画で中心になるのは、いうまでもなく経済性(採算性)の分析であるが、今日では、たとえ営利企業によって行なわれる場合であっても、いわゆる「利益」の最大化だけを唯一最高の目的としているとはかぎらない。とくに、企業の規模が大きくなり、その活動の社会におよぼす影響が大きくなると、考慮を払うべき領域が増大する傾向がある。比較的多くの企業にあてはまる主要な目標としてよくあげられるものにつぎのようなものがある。

- (1) 利益(収益性、配当、資本蓄積、成長……など)
- (2) 業界における地位を良好に保つこと(マーケット・シェア、消費者や取引先などの信用……など)
- (3) 技術力(主として新製品開発能力など)
- (4) 人材の育成(各部門にわたる有為な人材の確保とその育成)
- (5) 安全性(景気変動、金融事情悪化その他外部環境の変動に対する抵抗力、収益性や資金ぐりの余裕など)
- (6) 従業員の福祉(報酬、健康、安全……など)
- (7) 社会的責任(公害問題、対株主、対消費者、対債権者、国の対策との関係、社会秩序の維持など)

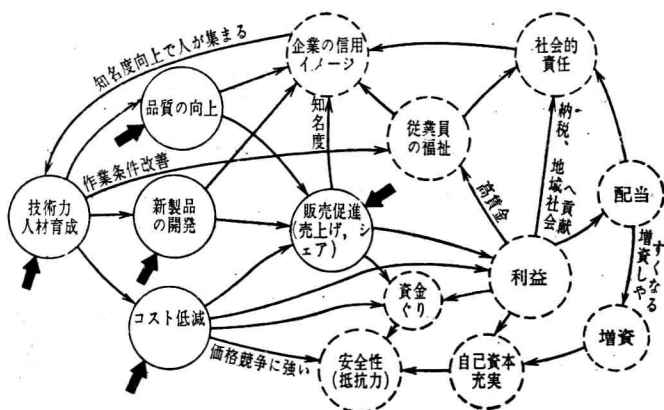
また、このような目標を達するための手段となる要件のいくつかが、積極的に目標という形で掲げられることもよくある。たとえば、

- (8) 品質の向上
- (9) 新製品の開発
- (10) コスト低減

- (1) 自己資本の充実
- (2) 望ましい配当の維持

などがその例である。

こういった諸目標は互いに他の目標の手段になったり結果になったりして影響し合うのが普通であるから、概念的には図 1.1 のような「ぐるぐるまわり」の影響がある。そして、設備投資はこの図の➡印の部分のようにいろいろな場面で生じることになる。



【注】：➡ 設備投資の対象

図 1.1 多目標の相互連関

現実の企業はこのような多目標のもとで行動しているのであるから、理想的にはこの「ぐるぐるまわり」をすべて関連づけて計画計算を行なうのがよいという理屈になる。しかし、実際問題として、そのようなアプローチは非常に困難であるのみならず、投資計画には将来に関する予測の不確かさやデータの不十分さがつきまとうのが常であるから、「すべてを同時に解く」という理想論は現実的とはいえない。

そこで、実際には主目標および副目標を並列的において、それぞれがある投資計画によってどの程度達成できるかを検討したのち、意思決定者が複数の目

標達成度を比較考量して最終決定を下すという行き方をとらざるをえないであろう。

さて、上述のように、企業の目標は多岐にわたるのが常であるけれども、図1.1をよく眺めてみると、利益向上、売上増大、コスト低減といった経済的要因が、他の諸目標を達成するための前提になる度合いが非常に大きく、なかんずく適当な利益が確保できないようではとうてい他の目標の十分な達成は望めないことがわかる。このことは、企業というものの存立の基盤からいって当然のことである。

したがって、設備投資計画を能率的に行なうための1つの行き方は、他の多くの目標を制約条件として考慮しながら利益を大きくする方策を選択するという行き方である。また、大型のプロジェクトの場合は、そういう観点から検討を進めていって、かなり少数の案にしばったうえで、経済性と他の諸目標の達成度を比較しながら最終決定を下すという方法も有用である。

その場合、経済性の分析と他のインタンジブルな(金額で計りにくい)要素との関係を何らかの形で結びつけて検討すると合理的な決定に役だつ場合が多い。たとえば、採算的にみるとA案が最善であるが、マーケット・シェアの拡大とか技術開発、企業イメージ等のインタンジブルな要素を考えるとB案が魅力的だとしよう。こういう場合に、B案をとることによる機会損失(A案と比べた利益の減少度)を正しく見積って、インタンジブルな要素と採算性との関係を整理し、決定し易い形にしてトップに提出するというやり方は役だちが大きいものである。

本書は、こういった考え方のもとに、主として経済性の分析を軸にしながら、設備投資計画の基本的な諸問題を扱っていく方針である。以下の諸章では、ごく基礎的な問題から始めて、順次複雑な問題へと話を進めていくことにしよう。

第 2 章

経済的な選択と評価尺度

—— 1 期間の投資問題を中心に ——

われわれは日常生活の中でも、また企業その他の組織体の計画問題にたずさわる場合も、いくつかの代替案を比較して、一方が他方よりも「経済的に有利」という判定をする場面にしばしば遭遇する。その場合、われわれは何らかの尺度(ものさし)を使い、その尺度で計った値が大きいとか小さいという理由で判定を下しているはずであるが、いざ改まって「なぜその値が大きければ有利なのか」と問われると、あいまいな答しか出せない場合がまれではない。

この章では、1 期間の投資問題という簡単な状況を仮定して、正しい尺度の使い分けという問題を考えることにしよう。

2.1 利益の額と利益の率

はじめに、つぎのような小さな例について考えてみよう。

【例 2.1】 ある甲という人が、余裕資金ができたので、これを 1 年間運用して増やしたいと考えている。1 年後に確実に回収できる投資案として、A、B という 2 つの案が検討の対象になっている。A 案は現在 200 万円の支出をすると 1 年後に 260 万円回収される案であり、B 案は現在 300 万円支出すると 1 年後に 375 万円回収される案である。どちらがどの程度有利だろうか。