

部 内 限

001

鉦工業関係
財務・経済分析基本ガイドライン
(水力発電編)

昭和61年4月

国際協力事業団
鉦工業計画調査部

鉦計
86-

JICA LIBRARY



1033848[1]

000
6/6.3
MP

鉨工業関係
財務・経済分析基本ガイドライン
(水力発電編)

昭和61年4月

国際協力事業団
鉨工業計画調査部

国際協力事業団		
受入 月日	'86.7.26	000
登録 No.	12914	643 MP

マイクロ
フィルム作成

目 次

第1部 開発プロジェクトの評価

第1章	フィージビリティ・スタディー	1
1-1	プロジェクト・サイクルとフィージビリティ・スタディー	1
1-2	フィージビリティ・スタディーの内容	2
1-3	フィージビリティ・スタディーにおける財務・経済分析	3
第2章	財務分析	5
2-1	序 - with と without -	5
2-2	プロジェクトのコスト見積りとキャッシュ・フローの作成	6
2-3	キャッシュ・フローの割引	7
2-4	純現在価値 (NPV) と内部収益率 (IRR)	9
2-5	感度分析	11
2-6	最小費用法	12
	(付録：税引き前と税引き後のIRR)	12
第3章	経済分析	14
3-1	経済分析の目的	14
3-2	L/M方式と計算価格	14
3-3	移転項目の除去	15
3-4	経済的コストの算出	16
	貿易財の評価	16
	非貿易財の評価	16
	(a) 標準変換係数	16
	(b) 土地の評価	17
	(c) 労働賃金の評価	17
	(d) その他の非貿易財及びサービス	18
	(e) 国内輸送費の取り扱い	18
	(f) 個別の変換係数	18
3-5	経済的便益の計測	19
	貿易財	19
	非貿易財	19
3-6	資本の機会費用とEIRR	20
3-7	潜在為替レートと変換係数	20

第2部 水力発電プロジェクトの経済財務分析	
第1章 『ガイドライン』の内容と枠組み	23
1-1 概論	23
1-2 『ガイドライン』の経済分析の枠組み	23
第2章 水力発電プロジェクトの経済分析	25
2-1 序論	25
2-1-1 概論	25
2-1-2 EIRR、経済便益の用語	25
2-1-3 追記	25
2-2 電力開発プロジェクトの特殊性	26
2-3 代替施設アプローチ	26
2-3-1 概論(最小費用分析)	27
2-3-2 等価割引率	28
2-3-3 従来方式(欧米式)	30
2-3-4 費用節約・追加分析方式	32
2-3-5 従来方式(日本式)	35
2-4 非代替施設アプローチ	38
2-4-1 概論	38
2-4-2 費用節約	39
2-4-3 支払い意思額	39
2-4-4 長期限界費用法	41
2-4-5 限界付加価値	42
2-4-6 現行料金体系	43
第3章 水力発電プロジェクトの財務分析	44
3-1 概論	44
3-2 財務分析	44
3-2-1 財務的内部収益率	44
3-2-2 財務分析の手順	44
3-3 財務費用項目	46

Appendix.....	49
A-1 系統計画	50
A-2 タイムスライス・アプローチ	53
A-3 代替プロジェクトの想定及び経費	55
A-4 経済分析における年経費化の問題	58
A-5 パレート最適	62

第3部 Alpha - Beta 水力開発プロジェクト

1章 はじめに	63
1-1 第3部の趣旨	63
1-2 プロジェクトの背景と概要	63
1-3 プロジェクト・コスト	64
1-3-1 初期建設費	65
1-3-2 設備更新費	65
1-3-3 運転維持費(O&Mコスト)	65
Appendix 1 土地関連費の積算	67
" 2-1 Alpha	69
" 2-2 Beta	70
" 2-3 Alpha - Beta	71
" 2-4 初期建設費インプット別年次配分	72
" 2-5 初期建設費合計	73
2章 経済分析	74
2-1 経済費用	74
2-2 経済費用の計測	74
2-2-1 公定為替レート	74
2-2-2 標準変換係数(SCF)	75
2-2-3 国内輸送費	75
2-2-4 労 賃	76
2-2-5 燃 料	77
2-2-6 建設機械および設備類	77
2-2-7 セメント	77
2-2-8 鉄 筋	77
2-2-9 そ の 他	78
2-2-10 土地関連費用	78
2-3 経済便益の計測	80
2-3-1 代替施設法に基づく便益	80
2-3-1-1 初期建設費	81
2-3-1-2 燃 料 費	81
2-3-1-3 O&Mコスト	81
2-3-1-4 設備更新費	82

2-3-2	発生電力量および売電量	82
2-4	NPVおよび代替EIRR	83
2-5	感度分析	83
Appendix 3-1	石油火力発電所建設費内訳	84
"	3-2 初期建設費インプット別年次配分	85
"	4-1	} キャッシュ・フロー
"	4-II	
3章	財務分析	97
3-1	費用	97
3-2	便益	97
3-3	NPVおよびFIRR	98
3-4	感度分析	98
Appendix 5-1	} キャッシュ・フロー	99
"		

第1部 開発プロジェクトの評価

第1章 フィージビリティ・スタディー

1-1 プロジェクト・サイクルとフィージビリティ・スタディー

開発プロジェクトの進展過程は、プロジェクトの実施主体、融資者等の立場によって異なった捉え方がなされる。国際援助機関の立場からは、プロジェクトのフォーメーションから実施・事後評価に至るまでのプロセスが、一つのサイクルとして捉えられる。フィージビリティ・スタディーの役割を明確にするためにも、ここでそのサイクルの各ステージを簡単に紹介することにする。

アイデンティフィケーション

プロジェクト・サイクルの第一段階はその国の開発目的に合致したプロジェクトの発掘と確認である。この段階では、当該プロジェクト案が開発目標を達成するのにその国の希少資源が有効に利用されるかどうか、最初の判断を下す。

準備段階

次に、確認されたプロジェクト案について、技術面、経済面、財務面、社会・制度・組織面からの計画設計と検討を行ない、更に次の段階へプロジェクトを進めるかどうかの意志決定を行なう準備をする。この段階で、フィージビリティ・スタディーが行なわれる。

融資者による審査（アプレイザル）

融資者は、プロジェクトへの借款を承認する前に、当該プロジェクトの全体的な健全性と実施のための準備が十分行なわれているかどうかを評価する。

実施段階（インプリメンテーション）

実施段階とは、プロジェクトにかかわる建設から運転開始に至るまでを意味する。この中には施工管理および指導が含まれる。

操業段階

プロジェクトの操業開始から、プロジェクト・ライフの終了までを指す。

事後評価

プロジェクトの事後評価は、操業開始数年後に融資者により実施され、プロジェクトが初期の目標を達成したかどうかを確かめる。また、そのプロジェクトの経験から学ぶべきことをまとめ、将来のプロジェクトに役立てることを目的とする。

本ガイドラインで取り上げるフィージビリティ・スタディーは、プロジェクトの準備段階で行なわれ、主体となる途上国政府または実施機関が用意するものである。フィージビリティ・スタ

ディールでは、プロジェクトの内容を具体的に検討し、代替案との比較を経たうえで最適案を選び、そのプロジェクトが実施するに値するかどうかを分析することが主眼となる。一方、融資機関の行なうアプレイザルでは、申請案件について、財務・経済・組織等の諸側面から、そのプロジェクトの実施可能性を検討する。

1-2 フィージビリティ・スタディーの内容

フィージビリティ・スタディーでは健全なプロジェクトを計画するために、以下のような諸側面からの確認・検討が行なわれる。ⁱⁱ⁾

- a) 対象プロジェクトが、その国の開発目的に沿ったものであり、また高い優先順位を与えられていること。
- b) プロジェクト目標の達成と、関連する政策の枠組が整合的であること。
- c) プロジェクトが技術的に妥当で、かつ代替案の中で最適なものであること。
- d) プロジェクトの運営組織が機能的であること。
- e) プロジェクトのアウトプットに対する需要が十分であること。
- f) プロジェクトの実施が国民経済的に正当化され、財務的にも健全であること。
- g) プロジェクトが受益者の習慣や伝統と両立するものであること。
- h) 環境面でも健全なプロジェクトであること。

これらの諸点を踏まえたうえで、次のようなフィージビリティ・スタディーの目次案を考えることができる。

1. 序論（背景）

- a) 対象国のマクロ経済概況
- b) 当該セクターの分析
- c) 対象プロジェクトの必要性

2. プロジェクト・アウトプットの需要

- a) 市場調査
- b) 需要予測

3. プロジェクトの内容

- a) 代替案の検討
- b) 最適案の概要
- c) 実施計画と運営体制

4. 財務・経済分析

注) Baum & Tolbert, "Investing in Development" 16章より。

- a) 費用の見積り
 - b) 財務分析
 - c) 経済分析
5. プロジェクトが与える社会的影響、環境的側面、組織・制度上の問題点等、プロジェクトの性格により必要に応じて分析を行なう。
6. 総合評価（結論）

我が国のコンサルタントが行なったフィージビリティ・スタディーについて、欧米のコンサルタントと比較して一般的に言われる点を挙げると、まずエンジニアリングに関する議論が報告書の中でも大きな割合を占め、詳細にわたっていることが指摘される。一方、マクロ経済、当該セクター、あるいは開発計画におけるプロジェクトの位置付けが不十分であるとの意見も聞かれる。これらの事実は、我が国コンサルタントの技術力の証明であるとともに、その他の経済的・社会的側面の分析に対する比重の軽さを物語っている。

プロジェクトの実施および成果は、技術的側面もさることながら財務・経済的側面に負うところが大きいと考えられる。従って今後のフィージビリティ・スタディーでは、技術面のみならず、財務・経済分析についても、十分な議論・分析が行なわれることが期待される。

1-3 フィージビリティ・スタディーにおける財務・経済分析

フィージビリティ・スタディーにおけるプロジェクトの財務分析では、実施主体から見たプロジェクトへの資金の投入（投下総資本）が、どれだけ収入を生み出すかを本来的に問題にしている。資本の構成や資金の調達方法に基づいた各種の収益性等の分析は、そのプロジェクトの性格や置かれた状況に照らし合わせ、必要に応じて検討されるべきものである。

これに対しプロジェクトの経済分析では、国民経済の立場から、希少資源の有効利用を通じて得られる便益の極大化を目的としている。ここではプロジェクトの費用と便益は、市場価格とは異なる経済的価値（計算価格）をもって分析される。（第3章参照）

一般的に、プロジェクトの生産物を販売し収入を得る鉱工業および農業プロジェクトでは、財務分析を最初に行ない、次に経済分析を行なう場合が多い。しかし収入を伴わない公共インフラおよび社会開発型プロジェクト等では、国民経済の立場からの評価によって実施されるか否かが決定されることが多く、そのため最近ではフィージビリティ・スタディーにおいても経済分析を先行させることが多くなってきている。

我が国のコンサルタントが行なう財務分析については、融資機関の行なうアプレイザルに近いものが多く見られることが指摘されている。中にはプロジェクトそのものがどれだけのものを生み出すかというプロジェクト財務の基本分析よりもむしろ、いわゆる財務諸表等を用いた企業会

計的分析に力点が置かれているものもある。

また、財務・経済分析における諸前提が明かにされなかったり、あるいは用いた数値の選定理由や根拠が明確でないままに結果の数値だけが並べられている例も少なくない。分析の際に設定した前提および計算過程を明かにし、分析内容が報告書を読む立場にも十分理解できるよう、説明に工夫が施されることが望ましい。

第2章 財務分析

プロジェクトの財務分析とは、実施主体からみたプロジェクトへの資金の投入が、どれだけの収入を生み出すかを分析することである。

次に述べることは、財務分析及び経済分析の両方にいえる評価の原則であることを、まずここで注意しておく。

2-1 序 — with と without —

我々が対象とする開発プロジェクトは、大まかに言って次の3つのグループに分けることができる。

- (1) 新規に製品又はサービスを生み出すための投資プロジェクト。(通常の新規プロジェクト)
- (2) 既存プラント等に対する設備拡張、コスト節減或いは品質向上のためのプロジェクト。(プラント・リノベーション等)
- (3) 法律によって実施することが決められているプロジェクト(公害防止プロジェクト等)及び、電力開発プロジェクト等国家計画に組み込まれているプロジェクト。

費用便益分析(Cost-Benefit Analysis)は、プロジェクト実施に係わる資金投下に対しどれだけの売り上げ・便益があるかを貨幣タームで分析し、投資の意志決定の判断材料を提供するものである。従って、そのプロジェクトを実施した場合(With the Project)と実施しない場合(Without the Project)の費用と便益を比較することが基本となる。

(1)のタイプのプロジェクトでは新たに財又はサービスの生産を開始する訳であるから、プロジェクトの実施に伴う費用と便益をアイデンティファイ(確認)するのは比較的容易である。これに対して(2)のタイプでは、このプロジェクトによって追加的に投入されるインプットと便益の増分を、プロジェクトの費用及び便益として計上する。このことは、既にある施設・設備は埋没コストとして扱い、たとえ当該プロジェクトによって効率的に利用されることになっても、そのものの費用は検討しているプロジェクトの費用に含めないことを意味する。更に、プロジェクト実施前と後の費用便益を比較するのではないことも、注意しなくてはならない。

また、経済分析における便益の計測が難しいプロジェクトの場合に、往々にして次善案の費用と対象プロジェクト案の費用との差を便益として計上する場合が見られる。これに対し、そうすることは間違いで、プロジェクトの費用・便益は、あくまでも with と without の比較でなければならない、とする説もある。^{注)}

三番目のタイプのプロジェクトについては、実施するかどうかの議論は問題ではないので、代

注) Baum & Tolbert, "Investing in Development," 1985 Oxford

替案との比較において費用の現在価値が最小となる案が採択される。費用便益分析がプロジェクトそのものの収益性をみるのに対し、この方法は最小費用法と呼ばれ、代替案とのコストの比較により最良の技術を選択する場合に用いられる手法である。

2-2 プロジェクトのコスト見積りとキャッシュ・フローの作成

プロジェクト評価の第一ステップは、まずプロジェクトに係わるコスト及び収入の見積りをすることに始まる。コスト及び収入の見積りは、調査時点での市場価格によって行われる。計上される費目は、次の通りである。

コストの見積り

初期建設費 初期建設の用地費及び工事費、機械設備の購入及び敷設の費用。但し工事費については、投入される財・サービスの内訳（重機械、燃料、セメント、未熟練労働等）を明らかにする。

運転・維持費 操業に必要な原材料、賃金、維持・管理費等。

設備更新費 プロジェクト・ライフ途中における設備更新の費用。

収入の見積り

販売収入 プロジェクトの産出物である製品或いはサービスの粗売り上げ。

費用節約 新しい技術の採用によって、これまでかかっていた費用が節約される場合の節約分。

次に、これらの費目をキャッシュ・フロー上に展開する。ここで言うキャッシュ・フローは資金の動きを意味し、プロジェクト・ライフに亘る各年の総ての支出と収入を把握することが基本となる。キャッシュ・フローでは、コストはアウトフロー、収入はインフローとして計上される。

キャッシュ・フローでは将来の動きを捉えるために、当然のことながら将来の価格を予測することになる。しかしこの場合、物価水準全体を押し上げる一般的なインフレーション（プライス・エスカレーション）は除外し、調査時点での各財の価格（実質価格）を将来についても採用する。価格変動の予備（プライス・コンティンジェンシー）としては、特定の投入財又は産出物の価格が一般的な物価上昇率と較べて相対的に変化すると予想される場合に、その相対的変化を見込んだ予測値を将来価格として採用する。

また、建設段階における投入資材・労働の数量的変更^(注)に備え、フィジカル・コンティンジェンシーとして、建設費用の一定割合を一項目として計上する。

固定資本の残存価値は、プロジェクトの最終年次に収入として計上される。ただしこれは、企業会計上の減価償却後の「残存価値」ではなく、プロジェクト更新もしくは終了時点での売却価値を指す。

注) 2-3節を参照のこと。

企業会計で計上される、減価償却費や繰延資産償却費は、実際の資金の動きに対応するものではないので、キャッシュ・フローでは計上されない。我が国のフェジビリティ・スタディーで散見される様に、減価償却費を計上し、設備更新をそれで賄うごとき表現は、明らかに間違いである。

フェジビリティ・スタディーにおける財務分析では、プロジェクトに対する総投下資本がどれだけの収入を生み出すか、というプロジェクト自体の収益性の分析を主眼とするため、基本的には税引き前の分析を行う。また、実際には融資を受けるプロジェクトであっても、元本の返済や利子支払いはキャッシュ・フローに計上されない。これは、借入によって賄われた資金(元本)も、既に初期投資等の支出に含めて計上されているからである。また、利子の支払いに関しては、いまプロジェクト自体の収益性をみる立場から、支払うべき利子も含めた収益が、分析の対象となっているからである。利子支払い及び減価償却費は、税引き後の分析において、税の計算上考慮されるにとどまる。^{注)}

2-3 キャッシュ・フローの割引

現在手許にある資金は、将来手に入る同じ金額の資金よりも価値がある。というのは今ある資金はそれを元手に投資したり或いは銀行に預けることによって利息や収益をもたらすからである。これを逆に見ると、将来の資金の価値は現在の金額で表わすと、当然幾分低い値になると考えられる。この将来の金額を現在の価値に直すことを「割引く」(discount)又は「現在価値」(Present Value)を求めると言う。

今、利率が年10%で、手許に\$1,000あるとしよう。この\$1,000は1年後に

$$\$1,000 \times (1 + 0.1) = \$1,100$$

となり、2年間預けると

$$\$1,000 \times (1 + 0.1)^2 = \$1,210$$

となる。更にn年後の値は

$$\$1,000 \times (1 + 0.1)^n$$

の様を求めることができる。

現在価値を求める手順はこの逆で、例えば

$$1 \text{ 年後の } \$1,100 \text{ は } \$1,100 \times \frac{1}{(1+0.1)^1} = \$1,000$$

$$2 \text{ 年後の } \$1,210 \text{ は } \$1,210 \times \frac{1}{(1+0.1)^2} = \$1,000$$

と計算され、このときの10%は割引率(Discount Rate)と呼ばれる。ここでの数値例は、現在の\$1,000を将来値に直し、再び現在価値に割引いたため、同じ価格となっている(\$1,000)。ここに将来の金額を割引く際に用いられる係数を示しておこう。

注) 付録「税引き前と税引き後のIRR」を参照のこと。

表 2-1 割引現価率表

$$\frac{1}{(1+r)^t}$$

$t \backslash r$	1 %	2 %	3 %	4 %	5 %	6 %	7 %	8 %	9 %	10 %
1	.9901	.9804	.9709	.9615	.9524	.9434	.9346	.9259	.9174	.9091
2	.9803	.9612	.9426	.9246	.9070	.8900	.8734	.8578	.8417	.8264
3	.9706	.9423	.9151	.8890	.8638	.8396	.8163	.7938	.7722	.7513
4	.9610	.9238	.8885	.8548	.8227	.7921	.7629	.7350	.7084	.6830
5	.9515	.9057	.8626	.8219	.7835	.7473	.7130	.6806	.6499	.6209
6	.9420	.8880	.8375	.7903	.7462	.7050	.6663	.6302	.5963	.5645
7	.9327	.8706	.8131	.7599	.7107	.6651	.6227	.5835	.5470	.5132
8	.9235	.8535	.7894	.7307	.6768	.6274	.5820	.5403	.5019	.4665
9	.9143	.8368	.7664	.7026	.6446	.5919	.5439	.5002	.4604	.4241
10	.9053	.8203	.7441	.6756	.6139	.5584	.5083	.4632	.4224	.3855
11	.8963	.8043	.7224	.6496	.5847	.5268	.4751	.4289	.3875	.3505
12	.8874	.7885	.7014	.6246	.5568	.4970	.4440	.3971	.3555	.3186
13	.8787	.7730	.6810	.6006	.5303	.4688	.4150	.3677	.3262	.2897
14	.8700	.7579	.6611	.5775	.5051	.4423	.3878	.3405	.2992	.2633
15	.8613	.7430	.6419	.5553	.4810	.4173	.3624	.3152	.2745	.2394
16	.8528	.7284	.6232	.5339	.4581	.3936	.3387	.2919	.2519	.2176
17	.8444	.7142	.6050	.5134	.4363	.3714	.3166	.2703	.2311	.1978
18	.8360	.7002	.5874	.4936	.4155	.3503	.2959	.2502	.2120	.1799
19	.8277	.6864	.5703	.4746	.3957	.3305	.2765	.2317	.1945	.1635
20	.8195	.6730	.5537	.4564	.3769	.3118	.2584	.2145	.1784	.1486

$t \backslash r$	11 %	12 %	13 %	14 %	15 %	16 %	17 %	18 %	19 %	20 %
1	.9009	.8929	.8850	.8772	.8696	.8622	.8547	.8475	.8403	.8333
2	.8116	.7972	.7831	.7695	.7561	.7431	.7305	.7182	.7062	.6944
3	.7312	.7118	.6931	.6750	.6575	.6407	.6244	.6086	.5934	.5787
4	.6587	.6355	.6133	.5921	.5718	.5523	.5337	.5158	.4987	.4823
5	.5935	.5674	.5428	.5194	.4972	.4761	.4561	.4371	.4190	.4019
6	.5346	.5066	.4803	.4556	.4323	.4104	.3898	.3704	.3521	.3349
7	.4817	.4523	.4251	.3996	.3759	.3538	.3332	.3139	.2959	.2791
8	.4339	.4039	.3762	.3506	.3269	.3050	.2848	.2660	.2487	.2326
9	.3909	.3606	.3329	.3075	.2843	.2630	.2434	.2255	.2090	.1938
10	.3522	.3220	.2946	.2697	.2472	.2267	.2080	.1911	.1756	.1615
11	.3173	.2875	.2607	.2366	.2149	.1954	.1778	.1619	.1476	.1346
12	.2858	.2567	.2307	.2076	.1869	.1685	.1520	.1372	.1240	.1122
13	.2575	.2292	.2042	.1821	.1625	.1452	.1299	.1163	.1042	.0935
14	.2320	.2046	.1807	.1597	.1413	.1252	.1110	.0985	.0876	.0779
15	.2090	.1827	.1599	.1401	.1229	.1079	.0949	.0835	.0736	.0649
16	.1883	.1631	.1415	.1229	.1069	.0930	.0811	.0708	.0618	.0541
17	.1696	.1456	.1252	.1078	.0929	.0802	.0693	.0600	.0520	.0451
18	.1528	.1300	.1108	.0946	.0808	.0691	.0592	.0508	.0437	.0376
19	.1377	.1161	.0981	.0829	.0703	.0596	.0506	.0431	.0367	.0313
20	.1240	.1037	.0868	.0728	.0611	.0514	.0433	.0365	.0308	.0261

プロジェクトの実施に伴う支出や収入は、10年、20年というプロジェクト・ライフに亘って発生するが、この表から割引率が高くなると15年、20年先のキャッシュ・フローは現在価値に直したとき、非常に小さな値になることがわかる。プロジェクト評価においては、通常プロジェクトの建設開始年次を基準年次とし、与えられた割引率に基づく現在価値をキャッシュ・フロー上のすべての収支について求め、プロジェクトの収益性について分析を行なう。この様な分析はキャッシュ・フロー分析と呼ばれている。

2-4 純現在価値 (NPV) と内部収益率 (IRR)

純現在価値 (Net Present Value)

与えられた割引率でキャッシュ・フローの年次毎の値を割引き、その合計をとったのが純現在価値である。

$$NPV = \sum_{t=0}^n \frac{B_t - C_t}{(1+r)^t}$$

B_t : t 年次の収入

C_t : t 年次のコスト

r : 割引率

NPVは割引率の大きさによって正にも負にもなり得るが、一般的なプロジェクトのキャッシュ・フローでは、初期投資のため最初の数年間に大きな支出があり、その後は概ねキャッシュ・インフローが続くので、割引率が大きくなると、NPVは小さくなる。これは遠い将来に発生するキャッシュ・フローは、割引率が高くなるとその現在価値が小さくなり、結果としてNPVに与える影響も小さくなっていくためである。

純現在価値は、プロジェクトがどれだけの便益(財務分析では収入)を生み出すかを示す指標である。従って投資規模が大きく異なるプロジェクトを比較する場合には、これだけでは指標として十分とはいえない。NPVが正であるということは、用いた割引率よりもそのプロジェクトの収益率が高いことを意味している。投資規模が同じような代替案の間でのプロジェクトの選択には、最も適した指標である。

内部収益率 (IRR)

キャッシュ・フローの現在価値の合計をゼロとする割引率をそのプロジェクトの内部収益率 (Internal Rate of Return) という。言い換えると、キャッシュ・インフローの現在価値とキャッシュ・アウトフローの現在価値を等しくする割引率である。

$$\sum_{t=0}^n \frac{B_t - C_t}{(1+r)^t} = 0$$

B_t : t 年次の収入

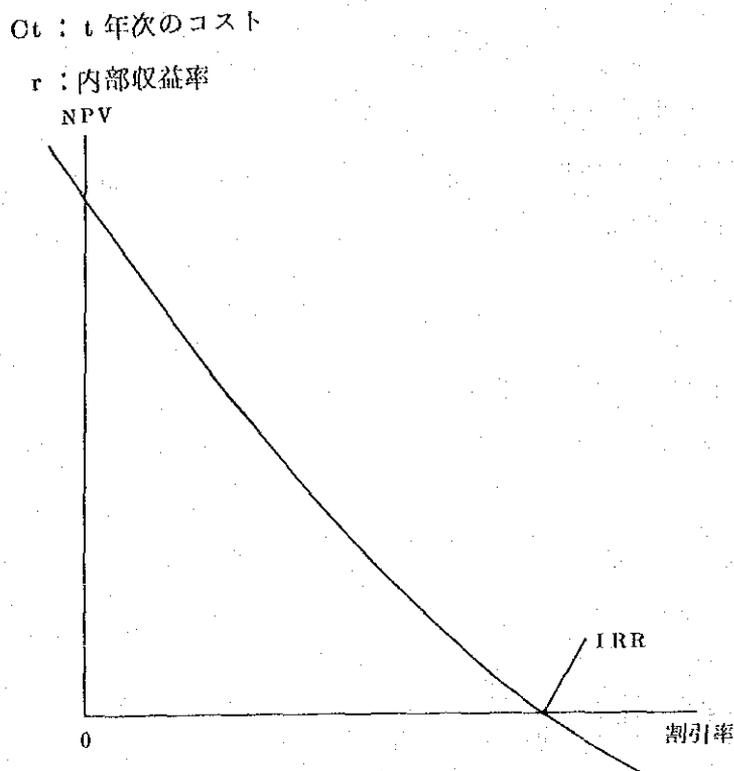


図 2.1 純現在価値と割引率

内部収益率 (IRR) はその名の通り、プロジェクトの収益率—利子率を示す指標で、純現在価値 (NPV) が便益の大きさを表わすのに対し、内部収益率は効率の良さを表わす指標であるといえる。資源制約の大きい途上国の立場から、この意味において世界銀行やアジア開発銀行では、一般的に内部収益率を重視する傾向にある。得られた IRR が、市場利子率より高い場合には、プロジェクト実施のための資金を市場から借り入れても、やっていけることを意味している。(このことから、2-2節で触れた様に、借入金に対する利子払いは、キャッシュ・フローに計上されない。)

しかし、ここで注意を要するのは、内部収益率は高くても市場利子率で割引いた純現在価値は代替案の方が高くなるケースも起こり得ることである。図 2.2 の場合は、A 案の方が内部収益率は高いが、市場利子率での純現在価値は B 案の方が高い。投資規模が両案大体同じであるケースでは、実際の収益が大きい B 案を採用する場合も考えられる。従って代替案との比較検討においては、内部収益率だけでなく純現在価値も用いて比較することが望まれる。

純現在価値を求めるにはまず割引率を設定するのに対し、内部収益率の計算にはその必要がない。このことが内部収益率の利点として指摘されることがあるが、実際に得られた内部収益率を検討する際には、市場利子率 (経済分析の場合は資本の機会費用) を比較の対象として用いることになる。従って割引率の設定は、どちらの指標を使うにしても必要となり、その意味においては、純現在価値と内部収益率の間に優劣がつくことはない。

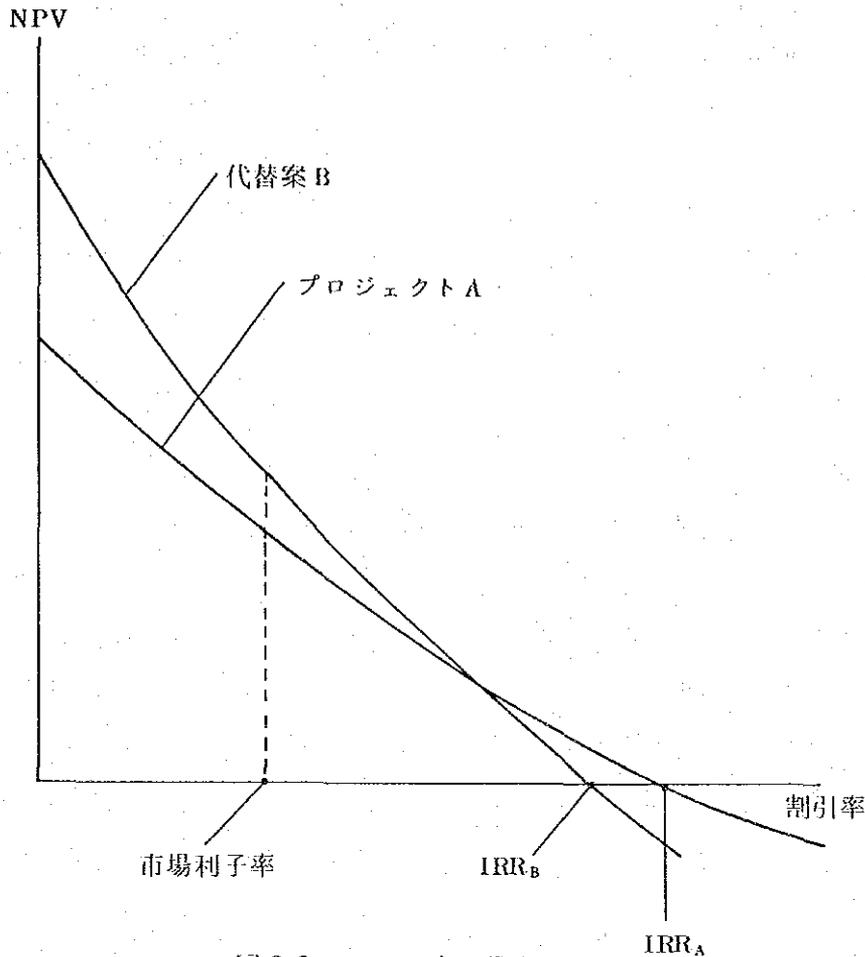


図 2.2 IRRとNPV

2-5 感度分析

プロジェクトのキャッシュ・フロー分析は、プロジェクトの実施時期、製品価格の予測、コストの見積り等、様々な将来に対する仮定の上に成り立っている。従って、これらの仮定が崩れた場合には、当然現在価値 (NPV) や内部収益率 (IRR) の結果も異なってくる。これらの影響がどの程度のものであるかを知るために、キャッシュ・フローの構成要素で将来の変化が起こり得ると考えられるもの、またその変化がキャッシュ・フローに大きな変化を与えるものを選び出し、最初の設定値からはずれたケースを数例仮定して、各々について純現在価値及び内部収益率の計算を行う。操作の対象となるパラメーターには、以下のものが挙げられる。

- ① 建設時期・スケジュールの遅れ——便益発生が遅れ
- ② 建設コストの上昇
- ③ 需要予測の変動——便益の減少

ケースを幾つも設定し、それぞれの結果を得ることは、そのプロジェクトの将来の不確実性に対して多くの情報を得ることにはなるが、その反面、プロジェクトの採否の判断基準は曖昧になる可能性もあるので、感度分析の際のデータ設定は、慎重に行なわれるべきである。

2-6 最小費用法

最小費用法は、代替的な技術の選択に際し、コストの最も低いものを選ぶ手法で、社会開発型プロジェクトや電力開発プロジェクトの様に直接的に便益を貨幣タームで計測することが困難な場合に多く採用されている。

得られる便益が等しいと考えられる場合には、代替案のコスト・ストリームを割引いて得られる現在価値を比較し、最小となる案が選ばれる。また社会開発型プロジェクトにみられる様に、得られる便益が投入される資金の大きさに比例するような場合、単位当たりの便益（必ずしも金額表示されなくても良い）を得るのに必要とされる代替案のコストを比較することも可能である。

付録 税引き前と税引き後（Before and After Tax）のIRR

本稿においては、税引き前の財務分析を基本としたが、プロジェクトによっては実施主体にかかる税金をコストとして計上する、税引き後の分析を行なう場合も考えられる。しかし、税引き後の分析は、資本構成を考えその調達先及び利子率が予めわかっている場合、或は、実現性の高い資本調達が想定できる場合に限られる。ここでは簡単な例を用い、税引き前と税引き後の内部収益率の求め方を紹介する。

税 引 き 前

対象プロジェクトへの総投下資本を費用とし、プロジェクト実施による便益（純営業収益）との比較を行なう。いま、建設期間1年、操業期間5年、初期投資200、純営業収益が毎年60の簡単な例を考えてみよう。この場合の内部収益率は15.2%となる。

税 引 き 後

プロジェクト実施による法人所得税の支払いをコストとしてキャッシュ・アウトフローに含める場合、所得税の算出において、固定資本投資に対する減価償却、及び借入金に対する利子支払いが課税対象から控除される。

減価償却費は、現金の支出を伴わないのでプロジェクトのキャッシュ・フローには計上されないが、免税効果によって純現在価値及び内部収益率に大きな影響を与える。更に、償却期間及びその方法によって与える影響は異なってくるので、対象とする国の法律及び規則に従い設定されなければならない。

もう一つの免税項目である利子支払いについては、資金の調達方法によって決まる利子率の水準が重要なパラメーターとなる。

税金に係わる諸事項、つまり、プロジェクトの実施主体が公的機関なのか民間企業であるのか、何らかの優遇措置がとられているのかどうか、また課税対象は何であるのか、税率は幾らか等々は、実情を調べた上で慎重に設定される必要がある。

税引き前の場合の数値例を用いて、税引き後の内部収益率を求めてみよう。追加される仮定は次の通りである。

- 1) 自己資本 50、借入金 150。
 - 2) 借入金利 10%、元本は毎期末に均等返済。
 - 3) 所得税率 50%。
 - 4) 減価償却は定額法、残存価値はゼロ、償却期間 5 年で、全資産が償却対象である。
- 所得税の計算及びネット・キャッシュ・フローは次表のようになる。

表 2.2 所得税の計算及びネット・キャッシュ・フロー

年 度	0	1	2	3	4	5
営業収入－営業支出 (1)		60	60	60	60	60
減 価 償 却 (2)		40	40	40	40	40
支 払 利 息 (3) ^{注)}		15	12	9	6	3
税引き前利益 (4) (=(1)-(2)-(3))		5	8	11	14	17
所 得 税 (5) (=(4)×50%)		2.5	4	5.5	7	8.5
総 投 資 (6)	200					
ネット・キャッシュ・フロー (1)-(5)-(6)	△ 200	57.5	56	54.5	53	51.5

これから求められる IRR は 11.5% である。

注) 元本は、毎期末に 30 ずつ返済される。1 年目の支払利息は、借入金残高 150 の 10% で 15、2 年目は残高が 120 になるので、利息は 12 となる。以下、残高が 30 ずつ減るので、利息も 3 ずつ少なくなる。

第3章 経済分析

3-1 経済分析の目的

第2章で概説したプロジェクトの財務分析では、対象とするプロジェクトへの資本投資が、果して十分な運営上の収益をあげ、実施されるに値するのかどうか、プロジェクトの財務的健全性を測ることが目的であった。そしてその場合には、プロジェクトの実施者の立場でキャッシュ・フローを考え、国内の市場価格で総ての財・サービスが測られていた。

ところで、財務分析によって実施するに値すると判定されたプロジェクトであっても、視点を変えて国民経済全体の立場から見た時、外貨や国の資源を有効に利用しているかどうか、国内市場価格で測られた財務分析の結果だけでは、分析が不十分であるとも考えられる。例えば、実勢よりも高めに設定された為替レートの下で、多額の輸入機械・輸入原材料を用い、未熟練労働等の国内に豊富な資源は余り利用しないで生産が行なわれるプロジェクトを考えよう。この場合には、国の貴重な資源である外貨を大量に必要とし、豊富な資源を使わないという意味において、その国にとっての資源の有効利用がなされているとは言えないであろう。

また、あるプロジェクトの実施によって、今まで輸入されていた製品を国内で製造することになれば、それは外貨の節約になるし、またもし製造された財の国内供給が増大し、市場価格が下がるのであれば、消費者にとっても大きな利益となる。この様にプロジェクトのアウトプットは、実施主体に財務的な収入をもたらすだけでなく、視点をかえてみれば国民経済全体にもまた消費者側にも何らかの便益をもたらしているといえる。

プロジェクトの経済分析は、プロジェクトへのインプット(キャッシュ・フロー上のアウトフロー)に対しては資源の有効利用の観点から、またアウトプットに対しては、消費者にとってまた国全体の立場からみてどれだけの経済的価値があるのかを尺度に、費用と便益の比較分析を行なうことが目的である。

3-2 L/M方式と計算価格

国民経済の立場からみたプロジェクトの費用と便益は、どのようにして、またどのような尺度で測ったら良いのであろうか。考え方の基本は、経済学の理論から導き出される。

まず、完全に自由な競争の下に財・サービスが生産され、政府による価格の統制等が全く無く、かつ独占的な生産者及び消費者がない社会を想定する。その社会では与えられた資源が最も有効に利用され、成立する均衡価格は消費者にとっての限界的な便益を表わし、生産者側からは限界生産費用に一致することになる。この世界では、均衡価格を用いて、プロジェクトのキャッシュ・フローを分析すれば、それはそのまま国民経済の意味での真のコストと便益を計測したことになる、経済分析を行なったことになる。

しかし、現実の世界では、各種の税金、補助金、輸入規制、公共料金の設定、最低賃金の保障等の様々な政策的介入や独占価格が、国内市場価格体系に大きな影響を及ぼしている。そのため市場価格そのものでは、真の資源の価値（機会費用^{注1)}や消費者が得る便益に対応した価値（支払い意思額^{注2)}）を測ることができなくなっている。

この問題に対する現実的な一つの解決策として、国際市場価格を用いて開発プロジェクトに係わる費用と便益を評価する方法（L/M方式）が、世界銀行を初めとする多くの援助機関で採用されている。この場合の考え方は、国際市場で通用している財・サービスの価格（国際市場価格）は、完全ではないにしても自由な競争によって成立したものと見なすことができるので、この国際市場価格を用いて、プロジェクトのコスト及び便益を測ろうとするものである。使用される通貨は、ドルでも対象国の通貨でも、単に為替レートの違いだけで、分析上全く差異はないが、実際に行なわれているフィジビリティ・スタディーでは、対象国の通貨で表わしているものが多い^{注3)}。この評価の尺度として用いられる価格を計算価格（Accounting Price）という。本ガイドラインでは、このL/M方式に基づく評価手法を採用することにする。

プロジェクトのインプット及びアウトプットを国際市場価格で評価するということは、貿易財についてはCIF^{注4)} 或いはFOB^{注4)} 価格を計算価格として適用することを意味する。非貿易財については、各財・サービスの機会費用乃至は支払い意思額を国内価格で表わし（本稿では以下これを経済価格と呼ぶ^{注5)}）、次にそれらを計算価格に直すという二段階の手続きを要することになる。この二段階目の手続きには、標準変換係数及び消費変換係数が用いられる^{注6)}。

3-3 移転項目の除去

経済分析の基礎データを与えるのは、財務分析における税引き前のキャッシュ・フローである。これから計上されている価格を計算価格に変換していくのであるが、その前に移転項目をキャッシュ・フローから除去しておかなくてはならない。

移転項目としては、関税・物品税等の各種の税と補助金、また手形等の信用取引が挙げられる。これらの支出及び収入は実際の資源の消費に対応しておらず、国全体の立場から見れば、単なる所得の移転を意味するだけで、社会にとってのコストにも便益にもなり得ない性格のものである。従って経済分析の対象から外して考えられる。

注1) 最良の代替案に使用された場合に、生み出す価値。(Opportunity Cost)

注2) 最終財又はサービスに対し、消費者が支払う用意のある金額。(Willingness to Pay)

注3) ただし、主要項目についてはドルの併記も行なわれる。

注4) 国境価格(Border Price)と呼ばれる。

注5) この経済価格はUNIDO方式では潜在価格と呼ばれている。

注6) 詳しくは、3-4及び3-5節にて解説する。

3-4 経済的コストの算出

移転項目を除いた後のキャッシュ・アウトフローに計上されている費目は総て経済分析のコストの対象となる。

プロジェクトに投入される財・サービスは、(1)土地・労働の様に他の目的に使われるはずのものをこのプロジェクトの為に振り向けるか、(2)その財・サービスの国内生産を増やすことによって賄うか、(3)或いは輸入の増加によって調達するのか、のいずれかの方法によって得られると考えられる。それぞれの場合に対応して、投入財・サービスの経済的価値は次の様に測られる。(1)の場合は、想定される最善の代替案又は現状通りに用いられたときの価値(機会費用)で、(2)の場合にはその財の供給を増加するための費用(限界生産費用)をもって、また(3)の場合は輸入増加の費用で測られる。

計算価格として、国際価格水準に変換された国内通貨を用いるので、(3)の場合は国際価格を公定為替レートで国内通貨に直した額が計算価格となり、(1)及び(2)の場合は、原則的にまず、経済価格を求め、それを後で述べる「標準もしくは消費変換係数」を用いて計算価格に直すことになる。まずプロジェクトへの投入財及びサービスを、貿易財と非貿易財に分割することから始めよう。

貿易財の評価

貿易財とは、現時点で輸入或いは輸出が行なわれているか、もしくは現在は貿易が行なわれていなくても貿易可能な財のことをいう。

輸入財の価格は、最寄りの港におけるCIF価格、輸出財の価格はFOB価格を用い、これらに公定為替レートを掛けて計算価格を求める。更に輸入財については、港からプロジェクト・サイトまでの、また輸出財には港、生産地、プロジェクト・サイト間の国内輸送費の計算価格を加算・調整する必要がある。

国内輸送費の計算価格については、次項(e)で述べることにする。

プロジェクトの投入財が輸入財の場合は、上に述べた(3)のケースに当り、輸出財の場合は(1)のケースである。どちらも国際市場価格が得られるので、貿易財の評価は非貿易財に較べて簡単である。

非貿易財の評価

非貿易財とは、輸出入の行なわれない財及びサービスをいう。

(a) 標準変換係数

3-2節でも触れた様に、非貿易財については、各財・サービスの機会費用を用いて経済価格を求め、それを国際価格水準に変換するという、二段階の手続きを必要とする。各財の機会費用の求め方については後で述べることにして、第2のステップで用いられる国際価格水準への変換係数について先に説明を加えておこう。

最も一般的に用いられるのが標準変換係数 (Standard Conversion Factor) で、これは対象国の国内市場価格水準が関税、補助金、輸入規制等によってどの程度歪められているかを示す指標で、次の様に求められる。

$$\text{標準変換係数} = \frac{M + X}{M(1+t) + X(1+s-t_x)}$$

M : 主要輸入品の総額 (C I F 価格)

X : 主要輸出品の総額 (F O B 価格)

t : 輸入関税率の加重平均値

s : 輸出補助率の加重平均値

t_x : 輸出関税率の加重平均値

標準変換係数は、非貿易財の価格の変換に用いられるのであるが、非貿易財全体の国内価格と国際価格の水準の比較は実際上非常に難しい。従って、主要な輸出品と輸入品について、その国際市場価格と国内価格の加重平均の比を計算し、一般的な価格水準の比として用いる。

主要輸出入品を主要消費財に限定して、同様の計算を行えば、いわゆる消費変換係数が求められ、これは、消費財の国内通貨で表わされた経済価格を計算価格に直す際に用いられる。

(b) 土地の評価

必要とする土地の市場が競争的で機会費用を反映しているとみなせる場合は、市場で成立している価格或いは賃貸料を用いて評価する。しかし、一般的に発展途上国でこの様なケースは少ないため、直接機会費用を求める必要が生じる。機会費用は、その土地を他の用途に利用したときの収益 (例えば農地として利用した場合の収益等) によって評価される。これらの土地の経済価格は、先に用意した標準変換係数を乗じて、計算価格に変換される。

(c) 労働賃金の評価

労働コストも機会費用によって測られる。従ってプロジェクトに必要とされる労働者の職種によって、完全雇用の状態であれば市場の賃金率を用い、不完全雇用 (失業や潜在失業がある状態) の場合には、一人の労働者をプロジェクトに雇用することによって失なわれる限界生産物の価値で測る。

多くの場合発展途上国では、熟練労働者は不足気味で、圧倒的に多い未熟練労働者は雇用機会が相対的に少ない状況にある。労働力をこの二つに分けて考えるのが一般的であるのはこの理由による。熟練労働者の賃金は、市場賃金率で測り、通常は標準変換係数で計算価格に直す^(注)。これに対し、未熟練労働者については、生産物の限界的な価値を国内価格で求め、

注) 先進国から熟練労働者を連れていく場合には、支払われる賃金がそのまま計算価格となる。

消費変換係数^{注1)}を乗じる。

(d) その他の非貿易財及びサービスの評価

プロジェクトに投入される非貿易財及びサービスについては、国内市場が競争的で、その価格が機会費用を表わしている場合には、市場価格を経済価格として用い、標準又は消費変換係数によって計算価格を求める。

しかし、国内市場価格が機会費用を正しく反映していないと考えられる場合には、その財又はサービスの生産費用を費目毎にブレイク・ダウンすることになる。そして、ブレイク・ダウンした費目を①貿易財、②土地、③労働、④その他の非貿易財に分け、それぞれの計算価格を積み上げて、もとの財又はサービスの計算価格を求める。ブレイク・ダウンして出てきた、その他の非貿易財については、その国内価格に標準変換係数を乗じたものが用いられる。

対象とする非貿易財及びサービスの量が少なく、プロジェクト全体に及ぼす影響が小さい場合には、上の様なブレイク・ダウンを行わずに、国内価格に標準変換係数を乗じたものを、計算価格として用いている。

(e) 国内輸送費の取扱い

これまで、国内輸送の経済的価値については、余り重要視されないことが多かった。しかし、発展途上国の国内輸送の費用構成をみると、一般的に輸入材と労働の割合が高く、供給価格が限界生産費用を正しく反映しているとは言えないことが多い。従って、プロジェクトの種類・性格により、例えば、大量の輸入資機材を大都市から遠く離れたプロジェクト・サイトまで運ばなければならない様なプロジェクトの場合、国内輸送及び流通に係わる経済的費用の影響は、プロジェクトの経済分析において無視できないものである。

この様な場合には、市場価格に標準変換係数を乗じるのではなく、費用の構成をブレイク・ダウンし、国内輸送の計算価格を積み上げ方式で算出することが望ましい。

また、プロジェクト毎に費用のブレイク・ダウンを行なうのではなく、次項で述べる様に国内輸送の変換係数を発展途上国政府が用意している場合には、これを利用することも可能である。

(f) 個別の変換係数

プロジェクトの投入財として大きな割合を占め、しかも様々なプロジェクトに計上される費用項目については、途上国政府が世銀等国際援助機関との協力により、予めそれらの個別の変換係数^{注2)}を用意している場合がある。このとき対象となる費目は、代表的な非貿易財であ

注1) 但し、実際のフィージビリティ・スタディーでは、標準変換係数で代用する場合も多い。

注2) 我が国の技術協力においてもこれら変換係数の積極的利用を図るため、標準変換係数を初めとする諸係数の整備を組織的に行うことが望まれる。

る、建設、国内輸送、電力等である。これらの変換係数は、それぞれの費用構成を産業連関表に基づいて貿易財、土地、労働、その他の非貿易財にブレーク・ダウンして計算価格を求め、国内価格との比率を表したものである。従って、個別の変換係数を用いる場合は、国内市場価格に直接それら変換係数を乗じることによって計算価格を求めることができる。

3-5 経済的便益の計測

産出物が貿易財の場合

これまで輸入されていた製品を国内生産する場合、或いは設備の合理化・近代化によって節約する場合には、外貨の節約分がプロジェクトの便益として計上される。用いられる価格はCIF価格である。

輸出財の生産を行なうプロジェクトでは、その製品のFOB価格から国内輸送費の計算価格を差し引いた額を用いる。

産出物が非貿易財の場合

費用節約型のプロジェクトでは、節約される財及びサービスの機会費用によって便益の経済価格を計測する。

非貿易財である財又はサービスを新たに供給するプロジェクトの場合には、便益は消費者の支払い意思額の増分によって測られる。生産される財の市場が競争的で、かつこのプロジェクトによる供給の増大が製品価格に影響を与えないのであるならば、消費者の支払い意思額は市場価格によって測ることができる。

市場が競争的であり、しかもプロジェクトの実施によって製品価格が下落すると予想される場合には、図3-1の斜線部分によって、支払い意思額の増分が測られる。これは、プロジェクト実施前の製品価格と予想される実施後の価格の平均値に生産量を掛けて求められる。

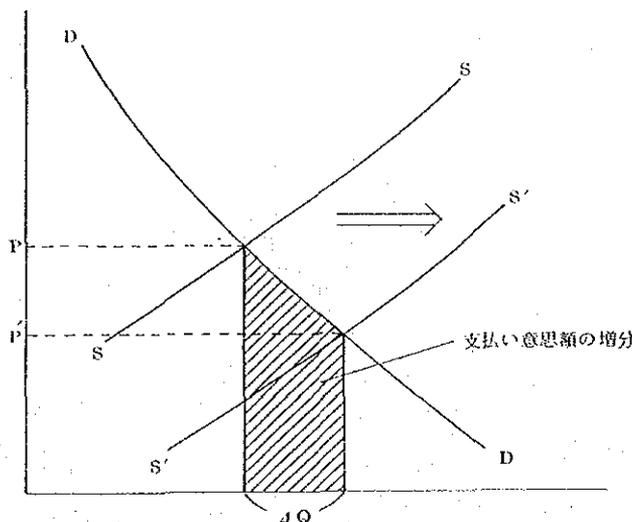


図 3.1 供給曲線がシフトした場合の支払い意思額の増分

また電力の様に、政策的に価格を低く設定されている財・サービスについては、消費者の支払い意思額を計測することは非常に困難である。そこで、生産者の立場からの経済価格を求めるという意味で、長期限界費用を算出し、それによって便益を測ることが提唱されてきている。

以上の様に求められた便益の経済価格は、産出物である財又はサービスの種類によって、標準変換係数或いは消費変換係数を用い、計算価格に変換される。

3-6 資本の機会費用とEIRR

以上の様にして得られた計算価格によるプロジェクトのキャッシュ・フローから、財務分析の時と同様に、プロジェクトの採否を左右する指標が求められる。経済分析においても、世界的に用いられているのは、内部収益率（EIRR）と純現在価値（NPV）である。これらの指標の計算過程において、またその結果との比較において、対象とする国の資本の機会費用を知る必要がある。

資本の機会費用を求めるには幾つかの方法が考えられるが、内外の資本市場における収益率を参考にすることが最もよく行なわれる。また最近数年間の国民所得統計から投資の平均収益率を推定して用いたり、又、資本の限界生産力が当該国の計画局等で用意されている場合には、これを利用することがある。更に過去に行われた代表的なプロジェクトの収益率や、これから実施が予定されているプロジェクトの予想収益率等を参考にする場合も考えられる。

一方、実際には途上国政府や世界銀行等が、その国の資本の機会費用としてある特定の数値（例えば10%等）を既に用いている場合も多い。この様な場合には、与えられた数値が現実（上述の方法から得られる数値）からかけ離れていない限りにおいて、そのまま採用するのが妥当であろう。

3-7 潜在為替レートと変換係数

本ガイドラインでは、計算価格として国際市場価格を用いるという、L/M方式に基づいた評価方法を概説してきた。これに対し、計算価格は国内市場価格を用い、貿易財は潜在為替レートによって国内価格に変換する方式（UNIDO方式）もまだ広く行なわれているのが現状である。ここでは、両方式で重要な役割を果たす、変換係数と潜在為替レートの関係を明らかにしておこう。

L/M方式で次の例を考えてみよう。

プロジェクトに係わる貿易財は、アウトプットのXドルとインプットのMドルで、非貿易財はインプットのNルピー（経済価格）であるとする。公定為替レートをOER、標準変換係数をcとすると、非貿易財インプットの計算価格はcNルピーとなり、国際価格水準で測った純便益は、

$$Rs(\text{純便益})_B = Rs(OER \times X) - Rs(OER \times M) - Rs(cN)$$

と表現できる。これを国内価格水準で評価すると、

$$\begin{aligned} R_s(\text{純便益})_D &= \frac{1}{c} R_s(\text{OER} \times X) - \frac{1}{c} R_s(\text{OER} \times M) - R_s N \\ &= R_s(sX) - R_s(sM) - R_s N \end{aligned}$$

となり、 $s = \frac{\text{OER}}{c}$ は潜在為替レート (SER) に相当する。国内市場価格の平均としての歪みの程度は、通常標準変換係数で表わされるので、潜在為替レートは、公定レートに標準変換係数の逆数を掛けたものと言うことができる。

潜在為替レートを用いる場合でも、非貿易財は機会費用で測られる必要があるので、そこまでの手順は、変換係数を用いる場合とはほぼ同じである。上にあげた単純な例では、二つの方式の差は、計算価格の違いだけで、経済分析の結果は同じものになる。

一方、変換係数を用いる方法では、単に標準変換係数だけでなく、消費変換係数や、個別の財・サービスに対する変換係数が用いられる。上の例で言うと、非貿易財の構成に応じて、 cN の部分を細かく計算することになる。因みに個別の変換係数は、 $cN = cr\bar{N}$ (\bar{N} は国内市場価格、 r は機会費用と国内市場価格との比率) と表現した場合に、 cr に相当し、対象とする財及びサービスの機会費用と国内価格水準の歪みを、一度に補正する役割を果たしている。この様に、種々の変換係数を用意することによって、非貿易財及びサービスの計算価格が、より正確に求められることになる。

参 考 文 献

1. JICA 「プロジェクトの経済分析、評価の調査研究」Vol.I, II
2. IDC 「開発プロジェクトの経済評価におけるシャドウ・プライス手法の導入、適用に関する調査報告書」1977.3
3. OECD, "Manual of Industrial Project Analysis in Developing Countries", 1968
4. I.M.D. Little & J.A. Mirrlees, "Project Appraisal and Planning for Developing Countries", 1974, H.E.B.
5. Lyn Squire & H.G. van der Tak, "Economic Analysis of Projects", 1975, WB
6. U.N., "Guidelines for Project Evaluation", 1972
7. U.N., "Guide to Practical Project Appraisal", 1978
8. J.P. Gittinger, "Economic Analysis of Agricultural Projects", Second Ed., 1982, Johns Hopkins
9. W.C. Baum & S.M. Tolbert, "Investing in Development", 1985, Oxford
10. ADB, "General Guidelines for Economic Analysis of Projects", 1985
11. E.J. Mishan, "Cost-Benefit Analysis", 1983, George Allen & Unwin
12. E.V.K. Fitzgerald, "Public Sector Investment Planning for Developing Countries", 1978, MacMillan
13. アジア経済研究所「アジア経済」特集 — 開発プロジェクトの経済評価, 1983.7
14. 鳥山正光「F/Sの理論と実践」1985.5, JDS

第2部 水力発電プロジェクトの経済・財務分析

第1章 『ガイドライン』の内容と枠組み

1-1 概 論

一般的に水力発電を含む電力開発プロジェクトの経済分析は、他の鉱工業案件等の場合に比べ、一つの特色をもつといわれる。これは水力発電プロジェクトの経済便益の評価の考え方が、他のセクター案件と異なるからである。従って第1章では、この評価の考え方の拠って立つ電力開発計画策定の前提をあきらかにし、その上に構成された本『ガイドライン』の枠組みを概説する。次いで第2章で従来の前提に立つ経済便益計測手法、並びにその前提を外した手法を具体的に説明し、第3章にて財務分析を行う。

なお第2部では、特に水力発電プロジェクトの経済分析の手法を主として展開されることから、経済分析を財務分析に先行させた。

1-2 『ガイドライン』の経済分析の枠組み

今回の『ガイドライン』においては、大枠として第2章1節(2-1)の電力開発プロジェクトの特殊性を前提として従来、多用されてきた経済分析手法(2-2)と、この前提を外した場合の手法(2-3)に明確に分類した。これにより、具体的な各手法の概念上の整理を行うと共に、各手法の利用に際して陥り易い混乱を指摘しうるようにした。

これに関連して2-1に展開される手法で通念上、使用されてきた定義、或いは用語などについては、概念上の整理及び手法のもつ意味をより明瞭とするため、『ガイドライン』としての定義・用語を用い、2-1-1にてその概念規定を明記した。

経済分析に係わる前提、並びに具体的各種手法については、それぞれのもつ意味、或いは実務上の難点・制約などを説明することを第一義とし、それらに対する優劣・優先度の判断など、価値判断は極力さけた。

『ガイドライン』で扱う水力発電プロジェクト並びに代替プロジェクトについては、前提として技術的・費用的に最適・最小としてすでに選択されたものとする。更に系統計画(後述、Appendix 1参照)中の電力供給計画から、各個別プロジェクトは具体的にその出力、供給量がきめられているとする。

更に本文においては極力、エンジニアリング的内容、又は発展途上国でのフィージビリティ・スタディーにそぐわぬ項目を排し、それらはアペンディックスにおさめた。

最後に、第1部でのべた通り、『ガイドライン』は一連のプロジェクト・サイクルにおけるフィージビリティ・スタディーの意味を勘案することにより、アプレイザルの、或いは企業会計

的な経済・財務分析と一線を画した。

なお第2部は第1部と有機的に連関する他、例えば第2部でいう経済費用、便益についても第1部で述べられた計算手順を概念上は厳密に前提としている。従って第2部は独立的に理解されるべきではなく、第1部の延長として位置付けられることが必要である。

なお第2部については、以下の諸資料・文献を参考にした。

- アジア開発銀行 General Guidelines for Economic Analysis of Project, May 1985
PP. 44 - 46
- P. Gittinger, Economic Analysis of Agricultural Projects, World Bank, 1982 P. 479
- アジア開発銀行, Costing and Pricing Electricity in Developing Countries
Eds) M. Munasinghe, S. Rungta 1984
- Y. Albouy, Guidelines for Marginal-Cost Analysis of Power System, World Bank,
Energy Department Paper #18 1984
- Y. Albouy, Marginal Cost Analysis and Pricing of Water and Electric Power,
Inter-American Development Bank, 1983
- M. Munasinghe, J. Warford Electricity Pricing, Johns Hopkins, 1982
- 村井立・加賀美浩『開発途上国における水力発電プロジェクトの経済評価の動向』
電源開発調査資料 # 66, 1980.12, PP. 1 - 41
- WB/IDA, Preparation and Appraisal of Electric Power Project (Draft), Energy
Department Paper #59, 84. PP. 3 - 4
- E. J. Mishan, Cost Benefit Analysis, George Allen & Unwin, 1982
- ハンス・アドラー『交通プロジェクトの経済評価』鳥山正光訳 東洋経済, 1971
- R. Turvey, D. Anderson Electricity Economics, Johns Hopkins, 1981
- R. Anthony, J. Reece Accounting, Irwin, 1979
- A. McKechnie Application of WASP by World Bank in Preparing Electricity
Pricing and Investment Strategy, Aug 85
- 奥野信宏 “公共料金の理論と実際” 季刊現代経済 # 22, PP. 18 - 33
- 大沢悦治 “電気事業・電力料金の特色と課題” 上掲書, PP. 114 - 127
- JICA FS レポート

第2章 水力発電プロジェクトの経済分析

2-1 序 論

2-1-1 概 論

プロジェクトの経済分析とは第1部で述べた通り、プロジェクトそのものがもつ国民経済社会全体への貢献度を測ることであり、その評価には通常、プロジェクトそのものが生み出す便益と、その費用から算出した純現在価値（NPV）、経済的内部収益率（EIRR^(注1)）等の指標が用いられる。しかしながら水力発電を含む電力開発プロジェクトは、他の鉱工業・農業開発プロジェクト等と異なる特殊性をもつとされ、その評価に関しては、その特殊性を前提とする経済分析手法（経済便益計測手法）が開発されてきた。これが第2節で述べられる代替施設アプローチによる各種手法である。これら従来手法が、例えば第3節で考察されるような本来的な経済分析手法と決定的に異なる点は、そのプロジェクトのもたらす便益を当該プロジェクトそのものからではなく、他の想定された代替計画の経済費用をもって計測することである。この便益計測の基本的な相異のため、導出される経済的内部収益率等の評価指標も必然的にそのもつ意味が違ってくる。従って以下、この違いを明確にし概念上の整理を図るため、『ガイドライン』での定義用語を規定する。

2-1-2 EIRR・経済便益の用語

以上の2つの異なる種類の便益計算に基くEIRR等の用語が、本来では区別されることなく使われてきた。従って『ガイドライン』におけるEIRR等を以下の様に定義する。

EIRR……プロジェクトそのものに帰属する便益・費用を直接的に計測し、算出した従来のEIRR。（2-3参照）

代替EIRR…当該プロジェクトの便益を想定プロジェクトの費用をもって代替し、計測したEIRR。（2-2参照）

代替便益……代替EIRRを計測する時に用いられた代替プロジェクトの経済費用のこと。従来は単に当該水力プロジェクトの便益と呼称されてきた。

2-1-3 追 記

以下において経済分析手法を、2つのアプローチの枠組みで説明するが、その具体的内容に入る前に、従来のフェージビリティ・スタディーの経済分析において多く見られた点を指摘し、今後の改善を望みたい。即ち；

注1) ちなみに経済的内部収益率の「内部」は「内生的」の意味である。即ち、純現在価値のように前もって割引率を「外生的」に設定しなくとも、便益・費用の変数値を与えられることにより、IRRが算術上、得られることを示す。

- ① 当該プロジェクトに対する比較代替案との検討がなされない。

これはプロジェクト評価に際して、当該水力発電プロジェクト、並びに代替プロジェクトの仕様がエンジニアリング部門により決定され、エコノミストは決められた（俎板の上です）で準備されている！）プロジェクトをさめられた手順で処理しているにすぎないことを意味する。^(注2)

従って今後については、エコノミストもプロジェクトの選択（水力発電及び代替プロジェクト）の段階から係わることが望まれよう。（2-2-1 参照）

- ② 財務費用項目から経済費用項目への転換、或いは市場価格から経済価格・計算価格への転換が不十分なこと。従って財務分析と経済分析の違いが明確に指摘できない。

この点は、例えば『ガイドライン』の「従来手法（日本式）」のように、代替便益をkW価値、kWh価値に変換する時のテクニカルな作業に重点がおかれすぎ、本来の意味の経済分析に至らないなどの傾向と深く関わっている。

2-2 電力開発プロジェクトの特殊性

- 1) 電力開発は国家開発計画、地域開発計画などにその安定供給が政策的に組み込まれ、その発電形式をとわず、需要を満たすべく供給されねばならない、とされる。

- 2) プロジェクト便益の計量的測定が、以下の理由により非常に困難であること。即ち、

- ① プロジェクトの便益そのものが貨幣タームで計測しえない“Intangible Benefit^(注3)（無形便益）”であること。（例えば海外経済協力基金でも、電力開発プロジェクトの便益を何で評価するかは規定していない。^(注4)）

- ② 電力・水道等、公共財の生産については規模の経済の追求、事業重複による経済効率損失の回避等の理由から“自然独占^(注5)”形態をとることが多く、また生産された電力は中間財として他の生産活動に投入されることにより初めて便益を発生する。（最終民間需要を除く）

- ③ 需要に対しては政策的に電力の真の価値・コストに対し政策的に低い価値付けがされている場合が多い。この結果、現行の電気料金はプロジェクトの真の経済価値についてかなり控え目な程度にしか反映しない。

注2) この点については第1章で述べた通り、『ガイドライン』では時間等の制約から、すでに最適・最小費用とされるプロジェクトについての分析手法に限定した。

注3) このような便益を生むプロジェクトの例として他には、健康・教育・雇用創出・安全などがある。
(P. Gittinger, P. 479 参照)

注4) 海外経済協力基金資料 「セクター別便益表」 P.9

注5) 電力・鉄道など財・サービスの供給において規模の経済が働く場合、通常その市場に対する参入は、法的規制による障壁がなくとも独占（又は寡占）になり易い。これを自然独占（寡占）市場という。

- ④ 電力の供給はダム、発電所、送変電施設等から構成されるシステムにより初めて可能となる。従って一連の電力供給システムの中の個別プロジェクトを評価する場合、当該プロジェクトにシステム全体（或いは一部）の便益、費用がかかり、単一プロジェクトに関して費用に対し過大な便益、又はその逆のケースがおこりうる（便益、費用の特定化 Specificationの問題）。例としては、無電化地域に主グリッドより送配電線敷設による地域電化を行うプロジェクトの、費用に対する過大便益など。

このためアジア開発銀行では、近年「タイムスライス・アプローチ」を採用し、この事態に対処する傾向にある。（Appendix 参照）

2-3 代替施設アプローチ

2-3-1 概論（最小費用分析—Least Cost Analysis）

当該プロジェクトの産出物が電力、道路等の非貿易財であり、またその特性、付属諸条件から便益が直接計測しにくい場合、感いは健康、教育、雇用創出など貨幣タームで計測できない“Intangible benefit（無形便益）”を生む場合、一般的に所定のアウトプットを生み出す代替的方法のうち最適、最小費用のプロジェクトを選び、当該プロジェクトと経済費用において低い方のプロジェクトを採用する費用効率的^(注1)の方法がとられる。水力発電プロジェクトにおいては、具体的に計画された当該プロジェクトの供給特性（供給信頼度、発生電力量）及び投入される電力システムに必要な諸予備力^(注2)を考慮し、適正な代替施設を想定する。

この分析手法は、世界銀行、アジア開発銀行などの国際融資援助機関での水力開発プロジェクトの評価、アプレイザルにおいても公認されているが、少なくとも以下の点には留意すべきである^(注3)。即ち、最小費用分析をもって個別水力発電プロジェクトの評価を行う場合、単に当該プロジェクトと代替プロジェクトとの単一的な比較、検討のみをもって是非を判断するのは本来的に不十分なことである。その前提として、当該プロジェクトを含む系統計画、或いはその電力供給システムの最適・最小費用分析がFSレポートの中に十分に解析されているべきなのである。内容的には、マクロ経済及び電力セクターの分析並びに当該水力発電プロジェクトを含む電力供給システム（これを仮に「システム」とよぶ）の持つ国民経済的な意義を認識、把握の上、「システム」の費用（将来必要投資額・維持運営費・燃料費等を現在価値に割引いた費用。以下同じ）を；

注1) 代替施設アプローチとして、この「最小費用」分析の他に、プロジェクトに投入される財・サービスに係る費用を一定とし、生み出される効果を最大とするプロジェクトを選択する手法もある。通常、社会開発型プロジェクトに多く用いられる傾向にある。

注2) 運用に際して勘案されるべき予備力として、待機予備力・運転予備力・瞬動予備力がある。

注3) この部分については2-1-3で概略した。ここでは更に内容についてのべてある。

- 1) 当該水力プロジェクトを含まない場合の「システム」、及び
 - 2) 当該水力プロジェクトを含む、その他の供給システム
- の費用と個別に比較し、「システム」の費用効率性を測る。

以下、代替施設アプローチの具体的手法を順次、説明する。

- ① 等価割引率法（EDR法）
- ② 従来方式（欧米式）
- ③ 費用節約・追加費用法
- ④ 従来方式（日本式）

従来方式（日本式）は、経済便益（代替便益）の kW 価値、kWh 価値への振分けという独自の手法を用いているが、概念上、実務運用上の問題点について、Appendix でまとめた。

また代替施設及び経費の想定に際して、我が国でとらえた標準火力の設定についても Appendix におさめた。

2-3-2 等価割引率（Equalizing Discount Rate）

当該水力プロジェクトの経済費用と、同等の供給特性をもつとされる代替施設の経済費用との二つのコスト・ストリームが同じ現価価値をもつような割引率のことを、等価割引率（EDR）という。この EDR が資本の機会費用より高く、かつある特定の割引率を用いた場合に、代替コストが当該水力プロジェクト・コストを上廻っている時、水力プロジェクトが経済的妥当性をもつとみなされる。

式で表現すると以下の通りである。即ち、

$$r : \sum_{t=0}^n \frac{C_{1t}}{(1+r)^t} = \sum_{t=0}^n \frac{C_{2t}}{(1+r)^t}$$

r : 等価割引率

C_{1t} : 当該水力プロジェクトのコスト・ストリーム

C_{2t} : 代替用地のコスト・ストリーム

t : 年 ($0 \leq t \leq n$)

通常、等価割引率法を図で示すと、次図のようになる。この場合は水力発電プロジェクトの経済費用（with プロジェクト）に対し、ディーゼル発電プロジェクトを実施した場合の経済費用（without プロジェクト）から同じ現在価値をうむ等価割引率を出したものである。

2つの経済費用曲線の傾きの相異は、それぞれのプロジェクトのコスト構造の相対的な違い

注4) 以下、全章にわたり「厳密な意味で“計算価格で表わされたプロジェクトに係わる”費用」と定義する。

経済費用曲線

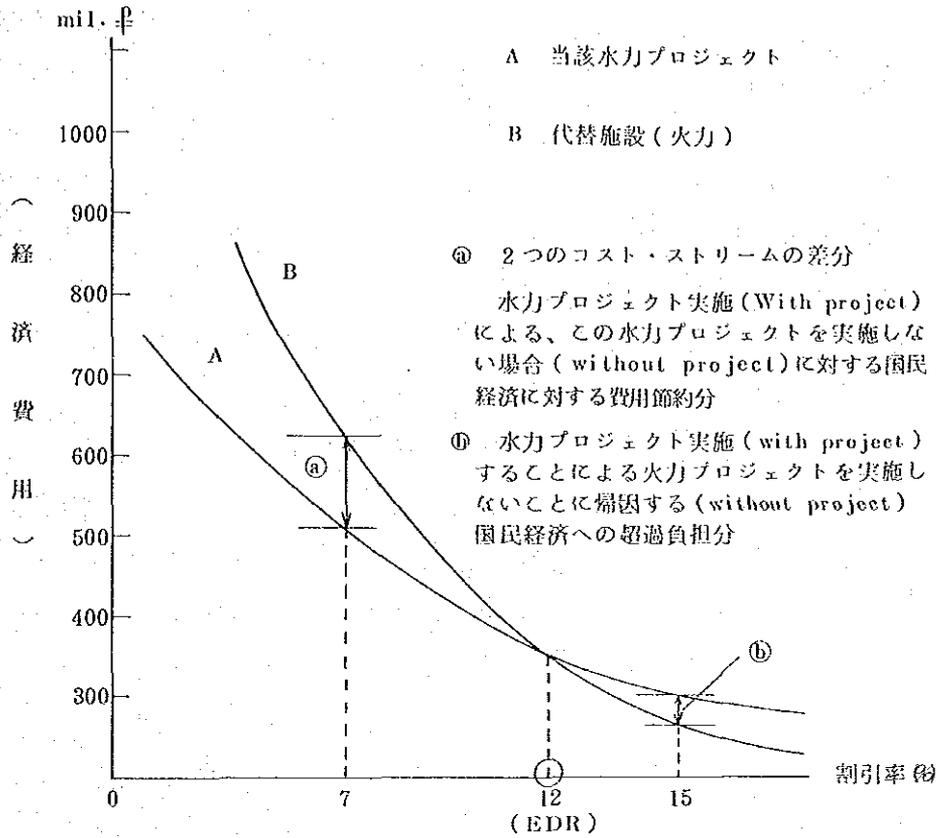


図2-1 等価割引率の決定

による。即ち、水力プロジェクトは高い初期投資と低い運転維持経費 (Top heavy) がかかり、火力発電は低い初期投資と高い運転維持費・燃料費をもつ。従って水力のコストは割引率に比較的影響されず水平に近い曲線を描く一方、コストがキャッシュ・フローで時間的に後にかかっている火力では、割引率が低い時にはコストが大きく、高い割引率になると運転維持費・燃料費の分が無視しうる程、小さくなる結果、相対的に低コストとなる。火力のコスト・カーブの傾きが大きいのは、この理由による。

図2-2の場合、2つのコスト・ストリームが交差する点の割引率が12%である。今仮にこの国のこの時点における資本の機会費用が7%とすると、コストは火力の方が大きく、故に費用効率の原則から水力が最小費用プロジェクトとしての経済的評価をうる。更に㊸は2つのコスト・ストリームの差分であり、これは「水力プロジェクト実施による (with project)、この水力プロジェクトを実施しない場合 (without project) に対する国民経済的費用の節約分である。

仮に資本の機会費用が1.5%であった場合の結論は全く逆であり、火力プロジェクトの方が

国民経済全体に与える負担の方が小さくなる。⑩はいう迄もなく、「水力プロジェクトを実施し (with project)、火力プロジェクトを却下することに帰因する (without project) 国民経済の超過負担分である。

なお注意事項として、過去のフェジビリティ・スタディー報告書に、この等価割引率をもって経済的内部収益率としている例が散見される。等価割引率は説明された通り、あくまで二つのコスト・ストリームの現在価値を等しくする割引率であり、プロジェクト便益を考慮に入れない最小費用法上の1つの手法である。この点が、代替プロジェクトの費用をもって代替便益とし、代替経済的内部収益率を導出する手法(これを以下2-2-3「従来方式(欧米式)」で紹介する)と異なる点であり、概念上の混乱は避けられるべきである。

2-3-3 従来方式(欧米式)

当該水力発電プロジェクトを実施することにより、代替プロジェクトを実施せずすむという意味で費用節約となる代替プロジェクト経済費用を代替便益とする。この代替便益と当該水力発電プロジェクトの経済費用から代替経済的内部収益率(欧米コンサルタントによる報告書では、これを経済的内部収益率としている例も見受けられる)を計測する。この収益率を資本の機会費用と比較することにより、当該プロジェクトの経済的妥当性の評価を行う。

年次	コスト・ストリーム (当該水力発電プロジェクト)	代替便益ストリーム (代替プロジェクト)
0	C_0^H	B_0^A
1	C_1^H	B_1^A
2	C_2^H	B_2^A
⋮	⋮	⋮
n	C_n^H	B_n^A

$$r : \sum_{t=0}^n \frac{(B^A - C^H)_t}{(1+r)^t} = 0$$

t : 年 (0 ≤ t ≤ n)

図で代替経済内部収益率を示めすと、以下の通りである。

なお等価割引率方式と従来方式(欧米式)は手法的に同じであるが、前者が便益を考えない最小費用法であるのに対し、後者が代替便益と費用による一種の費用便益分析である点、意味が異なるのは、前項で述べた通りである。

純現在価値

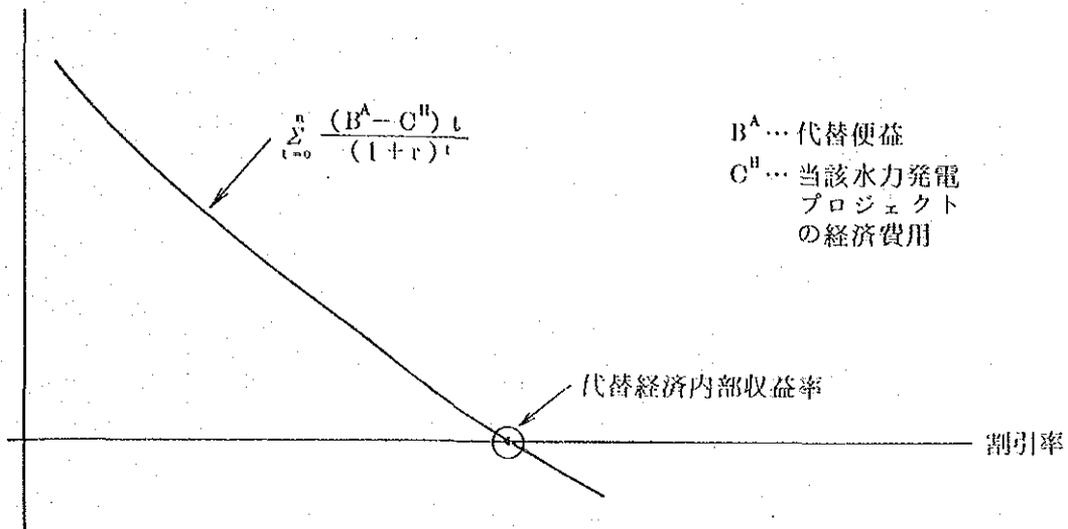


図 2 - 2

(参考)

補正 (世銀方式の一例)

a) Energy Cost at Generation Level. (発電時の kWh 価値) に送電 (Transmission) 又は配電 (Distribution) 時のシステム・ロス分を付加。

b) I) 発電時の平均エネルギーコスト: ¥ 8 / kWh

II) ロス率 (%)

	Peak	Off Peak
Transmission	6	4
Distribution	12	8

III) 最終需要端でのコスト (¥)

Medium Voltage Service	$8 \times 1.06 = 8.5$	$8 \times 1.04 = 8.32$
Low Voltage Service	$8.5 \times 1.12 = 9.5$	$8.32 \times 1.08 = 8.99$

2-3-4 費用節約・追加分析方式

2-3-2の「等価割引率」法による2つのコスト・ストリームの差分の意味を更に明確に規定し、プロジェクト評価に応用した手法である。

数式では、

$$r : \sum_{t=0}^n \frac{(B^A - B^H)_t - (C^H - C^A)_t}{(1+r)^t} = 0$$

r : 代替経済内部収益率

B_t^A : 代替プロジェクトの運転維持費等の代替便益ストリーム

B_t^H : 当該水力発電プロジェクトの運転維持等に係わる経済費用ストリーム

C_t^A : 代替プロジェクトの初期建設費ストリーム

C_t^H : 当該水力プロジェクトの初期建設費用ストリーム

t : プロジェクト・ライフ ($0 \leq t \leq n$)

である。

次の図は当該水力プロジェクトと、代替としての火力プロジェクトのコスト・ストリームを年次的に示したディスバースメント・スケジュールを、上下に併記したものである。「等価割引率」で述べた2つのプロジェクトのコスト構造の相対的な差異により、この方式における費用は「国民経済に対する追加的費用」として建設費の差となる。一方、代替便益は同じ理由に基づく、主に燃料費・人件費を含む運転維持費、施設更新費、送変電設備費等の差額分であり、「国民経済における費用節約分」になる。

この追加的費用、或いは費用節約分以外の経済費用(次の図の斜線のない部分)は、いずれの発電形式に拘わらず電力供給することにより国民経済が負担しなくてはならないコストであり、代替EIRRはこの部分を除いた追加的費用及び費用節約分のキャッシュ・フロー $-((B^A - B^H)_t, (C^H - C^A)_t)$ から計算される。

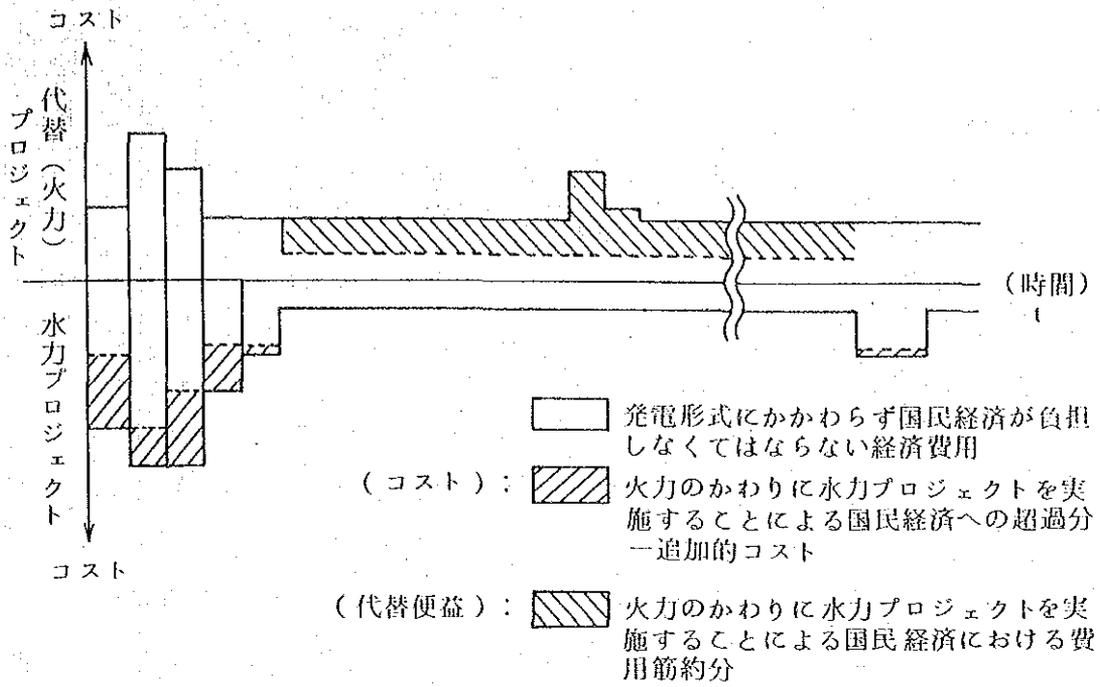


図 2 - 3

代替経済内部収益率を図示すると、以下のようになる。

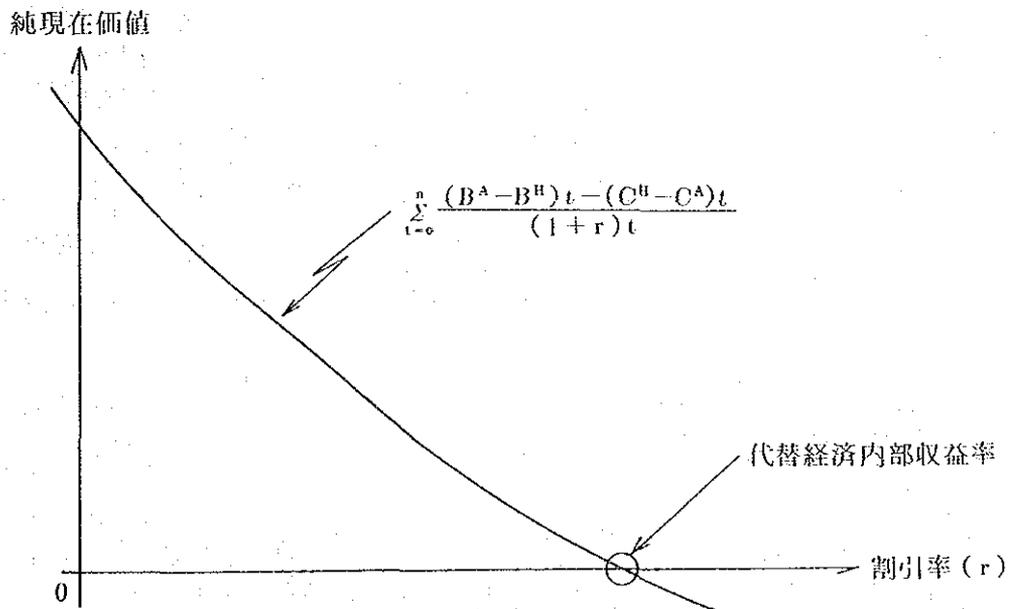


図 2 - 4

過去の具体例としては、以下を参照されたい。

表 2-1 発電部門単独でみた場合の費用便益計算例（基準想定値による）
 （注5） （百万貨幣単位）

年	費用（建設費）			代替便益		
	水力プロジェクト (a)	代替火力 (b)	差額費用 (a) - (b)	運転維持費節約分 (2)-(1)=(c)	燃料費節約分 (2)-(1)=(d)	合計便益 (c) + (d)
0						
1	5.4		5.4			
2	14.4		14.4			
3	53.2	21.4	31.8			
4	70.6	26.7	43.9			
5	61.0	32.0	29.0			
6	29.1	26.8	2.3		4.7	4.7
7	6.9		6.9	1.4	14.5	15.9
8				1.4	15.5	16.9
9				1.4	15.2	16.6
10				1.4	15.5	16.9
11				1.4	15.6	17.0
12				1.4	15.5	16.9
13				1.4	15.2	16.6
14				1.4	15.8	17.2
15						
16 } 27				13 × 1.4	13 × 15.5	13 × 16.9
28		21.4	-21.4	1.4	15.5	16.9
29		26.7	-26.7	1.4	15.5	16.9
30		32.0	-32.0	1.4	15.5	16.9
31		26.8	-26.8	1.4	15.5	16.9
32						
33 } 41				10 × 1.4	10 × 7.8	10 × 9.2
合計	240.6	213.8	26.8	49.0	469.0	518.0
現在価値換算（10%/8年）			87.13			91.58
現在価値換算（11%/8年）			85.59			80.16
代替経済内部収益率 10.44%						

注5) (a) 水力建設費である。

(b) 代替火力建設費である。

(c) 水力プロジェクトあるいは代替火力プロジェクトを電力系統に投入した場合の系統全体としての運転維持費の節約分。

(d) 同上の場の、系統全体としての燃料費の節約分。

出典：村井立・加賀美浩「開発途上国における水力発電プロジェクトの経済評価の動向」 P.18

なお、実際的な調査においては、個々のプロジェクトにより、手法のテクニックに細かいバリエーションが出来る。例えば表2-1では代替便益（主に運転維持費・燃料費の差分の和）を、この系統全体から計上している。これは比較する2つのプロジェクトがピーク・ロード、ベース・ロード発電という異なる目的をもち、設備利用率等、両プロジェクトの運動特性の勘案した結果である。即ち、単なる個別プロジェクトの比較ではなく、予測された電力需要をカバーすべく策定された系統計画全体を鑑みて、当該水力のコスト差分をみるからである。

当該水力プロジェクトの経済評価は、ここで算出された代替EIRRと資本の機会費用の比較による。代替EIRRが資本の機会費用を超過していれば、プロジェクトとして経済的にフィージブルであるとされる。

2-3-5 従来方式（日本式）

一般に「代替施設法」の名称で理解され、我が国においては水力発電主体から火主水従型へ移行し始めた昭和30年代頃から広く使われてきた。^(注6) 手法的には代替施設アプローチそのものであり、代替施設の費用節約分とされる経費を代替便益とするものである。ただし前記EDR法及び欧米式従来手法と異なる点は、代替便益をkW価値（Power Benefit, Capacity Benefit）及びkWh価値（Energy Benefit）に振りわけて計測することであり、この故に別名「kW価値・kWh価値法」とも通称される。

以下、フローチャート（図2-5）を参考に、この手法を概説する。

当該水力プロジェクトに対する代替プロジェクトの経済費用（代替便益）を計測するため受電端での出力・電力量の供給特性を定める。一方、この供給特性をかけ合わせる単位kW価値、単位kWhを求める為、初期建設費・運転維持費を固定費並びに変動費分にわけると。初期建設費については、各施設・機器の経済耐用年数及び資本の機会費用をもとに年経費化する。年次のkW値とは、この年経費化された初期建設費及び運転維持費の固定費分であり、kWh価値はその他の変動費分を意味する。（年経費化についてはAppendix 4参照）

更に当該水力発電プロジェクトと代替プロジェクトとの基本的な諸条件の相異一稼働期間、所内消費率、立地点等一を踏まえ、両者の供給特性、信頼特性を同等とする為の補正係数が算出される。具体的には；

* kW補正係数

$$\frac{\text{水力についての}(1-F_1)(1-F_i)(1-F_o)(1-F_p)}{\text{代替についての}(1-F_1)(1-F_i)(1-F_o)(1-F_p)}$$

これは代替施設の建設コストが、水力に比べて不利な程度に応じたウェイト付けをする係数で

注6) この開発方式の変化の理由として、我が国では昭和30年頃を境に、豊富な電力量供給を保障しうる充分な年間運転時間を持続しうる水力地点が少なくなったことが、主としてあげられる。

ある。

* kWh 補正係数

$$\frac{\text{水力についての}(1-F_1)(1-F_p)}{\text{代替についての}(1-F_1)(1-F_p)}$$

F_1 : 一次変電所までの送電ロス

F_i : 定期点検によるロス

F_o : 故障によるロス

F_p : 所内用電力の消費率

以上の手順を概略すると、次のようになるが、この手順を踏まえてkW価値、kWh価値から成る代替便益が算出される。

1) kW価値

- ① 割引率想定 — 資本の機会費用
- ② 年経費率
- ③ 単位初期建設費 (\$ / kW)
- ④ 年次固定運転維持費
- ⑤ 補正係数
- ⑥ kW価値 (\$ / kW)

2) kWh価値

- ① 燃料費 (\$ / kWh) ……代替火力の場合
- ② その他変動費
- ③ 補正係数
- ④ kWh価値 (\$ / kWh)

当該水力発電及び代替プロジェクトの経済費用・代替便益を、予定された年次別出力、供給電力量に従い計算する。即ち、

$$(\text{経済費用})_t = (\text{単位 kW価値} \times \text{水力出力}) + (\text{単位 kWh価値} \times \text{水力年間発電量})$$

$$(\text{代替便益})_t = (\text{単位 kW価値} \times \text{代替出力}) + (\text{単位 kWh価値} \times \text{代替年間発電量})$$

各年次の出力・発電量については、設備容量が需要(当該プロジェクトに対する負荷)により変化する為、年次毎に異なる場合がある。操業当初から一定の設備容量で出力・発電量が供給される場合には、勿論、各年次の費用・便益は一定である。

代替経済内部収益率の計測及び感度分析の実施は、前記諸手法と同じである。

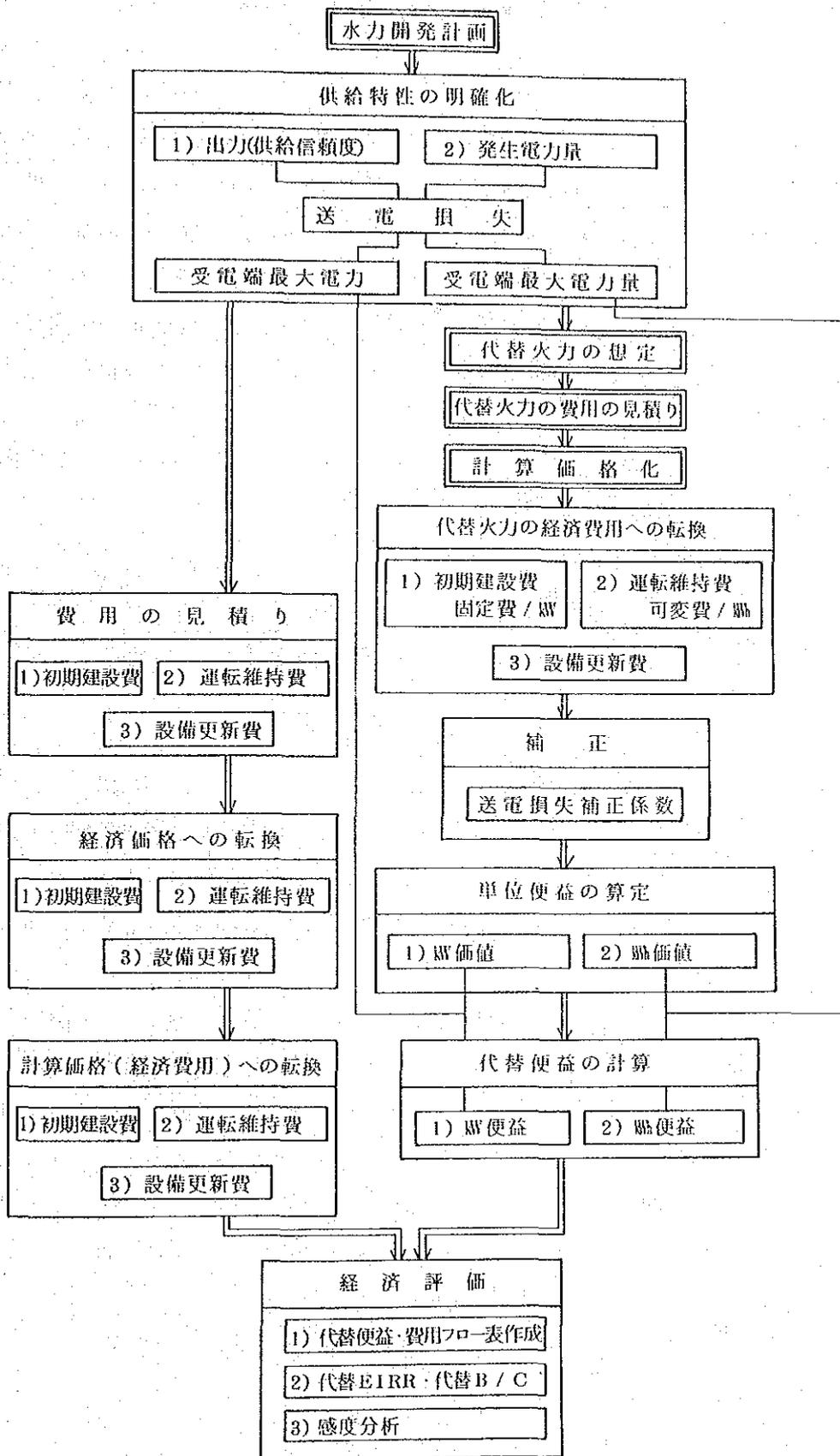


図 2 - 5

2-4 非代替施設アプローチ（直接的便益計測アプローチ）

2-4-1 概 論

前段においては、従来的に容認されている水力発電プロジェクトの前提（電力案件のフィージビリティ・スタディは通常、いつれの発電形式にせよ、その需要をみたすべく供給される）において使われる経済分析手法を紹介した。これらはいずれも、上の前提に立つが故に正当とされる、代替プロジェクトと当該プロジェクトとの比較による分析を基本とする手法である。

他方、上の前提をさておいて、当該プロジェクトの実施により節約される費用、或いは貨幣タームで測られるプロジェクトの生産物（電力など）の価値を便益として直接計測し、プロジェクト評価を行うアプローチが、特に一般鉱工業、農業開発案件などでは採用されている。この評価原理を応用した水力発電プロジェクトにおける非代替施設アプローチ（直接的便益計測アプローチ）として、具体的に以下の諸手法を説明する。

- ① 資源節約
- ② 支払い意思額法
- ③ 長期限界費用法
- ④ 限界付加価値法
- ⑤ 現行料金体系法

なお①については、特に非電化地域における電力供給プロジェクト等を典型的な例として想定している。また②から④に関していえば、特に長期限界費用法などは、世界銀行・米州開発銀行等の国際融資機関を中心に、その理論的精緻化、実務への応用努力が精力的に進められているが、^(註1) 実際的なフィージビリティ・スタディーへの応用は、その利用に対する諸制約または結果に対する信頼性などの点から、一様な評価をうけるには現時点では至っていない。従って今回の『ガイドライン』においてこれらの手法については、その考え方と実務応用可能な条件を中心に章を展開している。今後、これらの手法を導入した調査が蓄積され、理論上の精緻化、実務応用上の容易さとあいまって更に一般的な手法として確立されることが望まれる。従って現段階におけるフィージビリティ・スタディー報告書の内容として、例えば可能な組み合わせとして①の費用節約が使える場合に、これと等価割引率法（最小費用法）と併用して分析に用いる、或いは長期限界費用法と等価割引率又は従来手法（炊米式）等による分析が同時にされることが好ましいと思われる。

なお⑤の現行料金体系法は、プロジェクトの経済便益の下限をもって、評価の尺度とする手

注1) アジア開発銀行でもメンバー途上国内の電力需要の伸びと資金量の関係から、合理的な投資判断のための長期限界費用法に関するセミナーを開催、その確立、政策への導入に努めている。

参考：Munasinghe / Rungta 1984. PP. 1~5

法であり、あくまで当該水力発電プロジェクトの便益の Proxy として取扱われる点、①から④の手法と少しく趣きを異にする。

2-4-2 電力供給により節約された資源

「支払い意思額」同様、プロジェクトの便益の基準として「費用節約分」があげられる場合がある。これは新規プロジェクトの実施による (With Project) 産出物が、従来、生産されていた財にとってかわった時、この旧来プロジェクトの将来的費用 (Without Project) が不要になるとして、この費用節約分を新規プロジェクトの便益とするものである。^(注2)

水力発電プロジェクトについては、以下のケースその他が考えられる。

- ① 非電化地域の電化に伴う場合：従来、使用していたケロシン・ランプ、ケロシン冷蔵庫などのケロシン代
- ② 出力・電力供給量の安定強化・増大に伴う場合：精錬所その他のプラント等で、従来の不安定な電力供給に備えて附設していた自家発電施設の運転維持費、或いは停電中の生産停止による損失、復電時の操業立ち上がりの為の施設・機器経費等。
- ③ 当該水力発電プロジェクト、特にベースロード用発電プロジェクトの実施により従来ベースロード発電を担当していた火力発電のたきべらしが可能になり、ミドル域いはピークロード発電に移行した時の経費節減分費。

2-4-3 支払い意思額 (Willingness to Pay)

当該水力発電プロジェクトの実施により電力の (追加) 供給が行われた時、電力消費者が受ける (グロスの)^(注3) 便益を測る手法として支払い意思額がある。^(注4) 支払い意思額とは、社会における特定の電力供給量に対し、消費者が最大限負担してもよいと考える額であり、経済分析にあたってこの手法を利用するには、まず電力に対する需要者の支払い意思額スケジュール (需要関数によって示される) を推定する必要がある。殊に理論的に更に精緻な結果を得ようとするれば、電力の用途別需要関数 (家庭用、産業需要等) を求め、市場全体の需要関数に総和する (アグリゲート) 必要があろう。

現在・将来における電力需要関数 (仮に線形 $Q = a + bP \dots\dots(1)$ とする) が推定された場合、プロジェクトによる供給電力に対する支払い意思額は、新規及び従来需要者について次の図で示される。

注2) プロジェクトの純直接便益 (Net Direct Benefit) として挙げられる「代替プロジェクトに係わる経費の節約分」は、本来的にこの意味であろう。想定上のプロジェクト経費の節約分を代替便益とする代替施設アプローチは、一つ的前提に立った時の手法と理解すべきであろう。

参考：『プロジェクトの経済分析、評価の調査研究』 Vol.1 国際協力サービスセンター 1977, P.173

注3) この支払い意思額の示す便益に対し、その便益を生み出す費用分を差し引いたネット便益が、経済学でいう社会的総効用和=消費者余剰+生産者余剰の部分である。

注4) UNIDO "Guidelines for Project Evaluation" UN, 1972, PP.42 -- 51, PP.53 -- 57

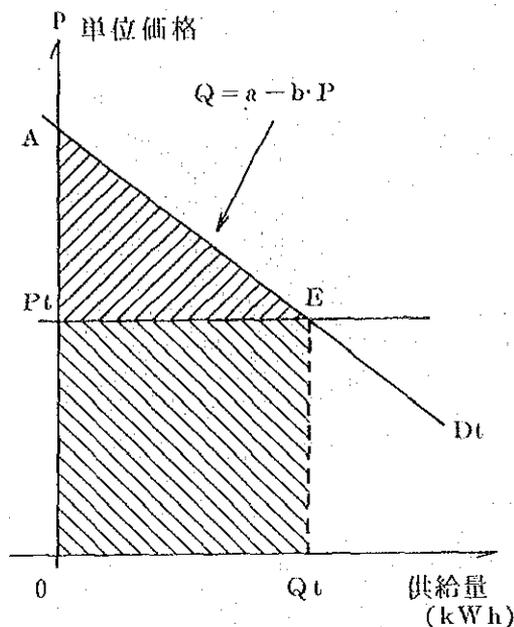


図 2-6 新規需要者に対する便益

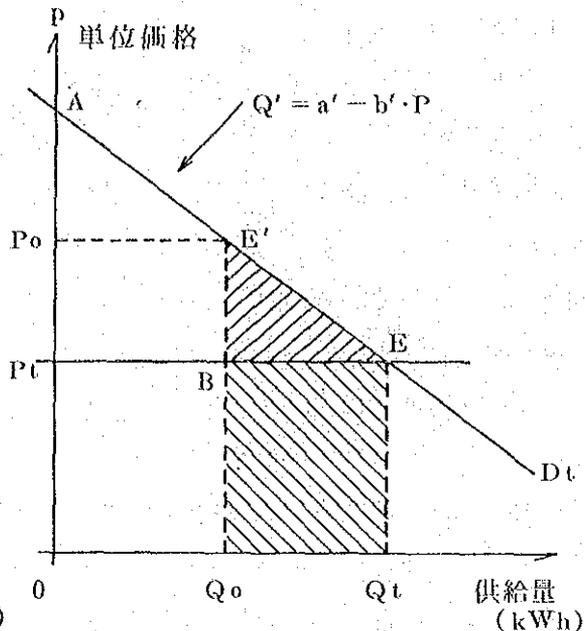


図 2-7 従来需要者に対する便益

P : 単位電力価格

Q_t : 時点 t における供給量

D_t : 需要関数

需要者が時点 t において供給量 Q_t (図 2-6) 及び $(Q_t - Q_0)$ (図 2-7) に対し、最大限支払ってもよいとする額 (支払い意思額) は AEQ_tO 、 $E'EQ_tQ_0$ (注5) で表わされる。仮にこの追加的電力供給量に対する価格を P_t とすると、支払い意思額は消費者余剰 (AEP_t 並びに $E'EB$) 及び直接便益 (P_tEQ_tO 並びに BEQ_tQ_0) にわかれる。

この手法の導入についてはしかしながら、限定された時間・データ・コンピューター利用可能性等の諸条件下で精緻な計量経済学理論に基く推定作業を行うなどの実務上の困難がある。また作業量にみあう良質な結果が得られるか否かの疑問もある。従ってフェージビリティ調査での支払い意思額の計測は、実務上、以下の状況等を鑑みて推定、又は Proxy をあてることが多い。即ち、

- ① 無灯火地域が電化された時に、電化率 (電気供給戸数 ÷ 全世帯数) 及び電気料金支払い率が共に高い場合、その電気料金をもって当該地域の電気供給に対する支払い意思額 (の少なくとも下限) を示す、とする。
- ② 経済発展段階において、類似の諸国或いは地域間の家計に占める電気料金の平均比率を計り、当該国の平均家計収入にかけあわせることにより当該諸国・地域の平均的・近似支払い意思額とする。

注5) 本来にはこれら需要関数は、個人の効用水準を一定とした「補償された需要関数」であるべきである。

2-4-4 長期限界費用法 (LRMC法)

「完全競争市場という特定の条件付きで、限界費用価格がパレートの意味^(注6)において社会における資源の最適配分と経済的総効用和の極大化を保証する」という命題を、そのまま経済分析に用いたのが限界費用価格法である。理論的には、当該水力発電プロジェクトにより新たに生み出された電力の市場における真の価値が、経済的効率性を最適化する限界費用によって表わされ、結果的にプロジェクトによる発生便益は発生電力量×限界費用価格によってあらわされる。世界銀行においては特にその有用性が広く認められ、最適な長期電力供給システム拡張計画の策定の為の補完的な分析道具(ツール)とするなど、その実践化・実用化が世銀内外を通じて進められている^(注7)。

しかしながらプロジェクト評価実務への応用は、いくつかの条件を設定しなければならない。即ち、

- 1) 当該プロジェクトを実施する国家機関等において、電力供給に係わる「長期限界費用」がすでに算出されていること。
- 2) LRMCを用いた分析結果の信頼性を高める為、何らかの手法による経済分析を更に行うべきことである。

1)については、主に限られたフィージビリティ調査期間における作業量の問題にかかわる。長期限界費用の導出にあたっては、一国の最適・最小費用の系統計画をもとに独占など市場の歪みを修正した、完全競争市場による財・サービスの価格体系を想定しなければならない。それは即ち、当該プロジェクト以外の電力供給計画に係わる、効率価格への市場価格の転換が必要となることである。更に限界費用価格の導出の大前提として、この系統計画そのものが「最適」・「最小費用」であるか否かを判断しなければならない。この結果、経済分析を行う為の道具(ツール)の為の分析作業をしなければならなくなる。

では、簡単に当該プロジェクトを実施する為の年次投資費用をもって限界費用価格とするのはどうか、という疑問がでてくる。これに対しては、それはあくまでも短期的に限定されたProxyである、という結論になろう。何故ならば、

- 1) 当該プロジェクトのみでは一国、あるいは広域地域を対象とする電力系統計画、或いは供給計画の限界費用とはならない。即ち、当該プロジェクトの年次投資費用は「長期限界費用」ではなく、「短期限界費用」的なのである。更に、
- 2) 第2章2-1-3に述べたように、電力プロジェクトは数々の施設を含む一連のシステムを通じて便益を発生する。この結果、便益(または費用)を特定のプロジェクトのみに帰属させることが困難となる「特定化の問題」が発生する。

注6) パレート最適については Appendix 5 参照。

注7) Y.Albouy, "Guidelines for Marginal Cost Analysis of Power Systems" WB 1984, PP.1~2

2)については、「長期限界費用」の信頼性に係わる条件である。現在までに例えばコロンビア、インドネシア等で世界銀行主導による電力供給に係わる「長期限界費用」が算定され、プロジェクト評価に用いられた例がある。しかしながら、その場合においても個別の算出過程は公表されておらず、コンサルタントがそれぞれの「長期限界費用」を追体験的に再検討することができない。従ってプロジェクトの相手国カウンターパートなり関係機関から「長期限界費用」を提示され、プロジェクトの直接の便益の計測手段として利用するとしても、現時点においては傍証的な検討が更に要求されよう。もっとも、この長期限界費用法、等価割引率法、及びkW価値・kWh価値法を同一プロジェクトに適用し、併行して分析した例では、各手法による経済的有用性（Economic Viability）は、大巾に異ならなかったとの報告がある。

最後に長期限界費用法による効率価格に対して需要が低く、支払い意思額がその価格を下廻った場合を考える。この時は電力供給が生み出す便益は需要サイドで測られるべきであり、限界費用法（サプライ・サイド）に対し支払い意思額で測られた便益を妥当とすべきである。何故ならば欲っしない、あるいは購入しえない電力は住民にとって便益とはいえないからである。

2-4-5 限界付加価値

電力がある財・サービスの生産の為の中間投入財として使われる場合、その一単位の電力投入により経済活動が追加的に生み出した付加価値^(注8)を、この電力供給プロジェクトのもたらす便益とする。

この限界付加価値がプロジェクト便益として扱われるには、下記の諸点に注意する。

- 1) 民生用電力の限界付加価値の計測は、まづ不可能であること。
- 2) 産業用については、以下の条件を満足すること。即ち、
 - i) 例えば、アルミ精錬所に新しく附設の自家発電所を建設し、新たに発生する電力はすべてアルミ精錬-アルミ・インゴットの生産に使用されるケース等、供給される電力量と生み出される付加価値の因果関係が明瞭であること。
 - ii) この場合、超加的電力供給により追加的に生み出された付加価値への貢献度 $(\frac{\partial VA}{\partial E} \cdot dE)$ が数量的に計測できること。（VA…付加価値，E…追加投入された電力量）
 - iii) (ii)については通常の場合、その計測が困難であるのでProxyとして投入産出表を用いることも考える。即ち、例えばアルミ1単位の生産に係わる市場価格による費用のうち、電力の占める割合（この比率を投入産出係数という）から限界付加価値を推定する。ただしこの投入産出係数は時間による変化のない“静態的”な係数であり、また便にアルミ1単位

注8) 付加価値の定義は、例えば我が国では関係省庁機関により異なるが、代表的な例として；

（中小企業庁方式・控除式） 売上げ高-（材料費+外注費）=粗付加価値

（日銀方式・加算式） 当期純利益+人件費+金融費用+貸借料+租税公課+減価償却費=付加価値

を生産するための機器類等も投入（費用）に含まれるという意味で、かなりの程度で巾をもった Proxy といえよう。

2-4-6 現行料金体系

アジア開発銀行のファイナンスによるフィージビリティ調査などでは、電力プロジェクトのもたらす便益を「現行料金」×「追加的供給電力量」で計測することが多い。^(注9)これは「電力料金が通常、政策的に低く設定され、社会における真の価値を反映しない」という前提を踏まえた上で、この現行価格にもとづいて計測されたプロジェクトの価値は、真の価値の下限を示すとする。更に、この経済的内部収益率が資本の機会費用を越えていれば、最低限の条件は満たすとして経済的妥当性をもっと判断する。

このような安全サイドのフィージビリティ判断に用いる等、現行料金体系を Proxy として扱うためには、個々のフィージビリティ調査で、例えば、

- ① 当該地域・国において料金支払い率が優れて高いこと。
- ② 電化率（電気供給戸数÷全世帯数）が高いこと。

等の諸条件の他、プロジェクト別にその Proxy が正当と思われる理由が、報告書に明記されるべきである。

注9) 過去には世界銀行でも多くなされてきた手法である。

3章 水力発電プロジェクトの財務分析

3-1 概 要

水力発電プロジェクトの財務分析が経済分析と異なる点は、収益（便益）に市場価格による kWh 当りの平均電気料金、費用に当該水力発電プロジェクトの投資費用をとることである。この点は通常の収益をあげるプロジェクトと同様、内部収益率法を使って機械的に評価しうる（第一部参照のこと）。ただし、民間プロジェクトにおける財務分析が、投資に対する内部収益率をプロジェクトの金利負担能力、或いは投資収益率として計るのに対し、公共プロジェクトではむしろプロジェクト実施主体の運営能力、財務的健全性を図ることに意味があろう。本稿においては、財務的内部収益率による財務分析手法について概説する。

3-2 財 務 分 析

3-2-1 財務的内部収益率

財務的内部収益率については、プロジェクト評価と企業会計における財務分析が前記の意味で多少異なること、また本稿においてはプロジェクト自体の収益性について計測する立場をとり、資本構成（借入金・自己資金）を考えない100%手前資金と前提することの2点を指摘するだけにとどめ、詳細については第一部を参照されたい。

なお重複するが、FIRR算出の手順は以下の通りである。

- ① 財務費用のまとめ
- ② 工事数量・工程表に基き、年次別支出のディスバースメント・スケジュールを作成する。
- ③ 年次別予想収益を策定する。
- ④ FIRR計算及び評価

3-2-2 財務分析の手順

財 務 費 用

水力発電プロジェクトの財務費用については、以下の諸点に留意する。即ち、

- ① 財務分析においては、電力使用による電力料金をもって便益とする為、最終需要者迄の電力供給を前提とする。従って当該プロジェクト本体施設分経費の他に、第二次変電所（Sub-Station and distribution）と最終需要間の Subtransmission 経費を加える。（場合によっては第一次変電所までの経費を加える。）
- ② 予備費（コンティンジェンシー）については、設計仕様の変更等に伴う経費変化分（フィジカル・コンティンジェンシー）と、プロジェクトに投入される財・サービスのうち、特定のインプットに係わる経費（典型的には代替火力の燃料費など）の変化に伴う変動分

(プライス・コンティンジェンシー)について考慮を払う。

ただし、幾つかのフィージビリティ・スタディー報告書に散見されるように、プライス・エスカレーションを導入することは、将来的な不確実性などの点から好ましいとは思われない。(この点は世界銀行・アジア開発銀行においても、プライス・エスカレーションは省いている)

なおプライス・コンティンジェンシーとプライス・エスカレーションの定義については、明確に区別されるべきである。即ち、一般的には上述のように特定の財・サービスの費用のみが変化すると仮定するのがプライス・コンティンジェンシーであり、インフレーションなど、総てのインプットに一意的な物価上昇分を見込むのがプライス・エスカレーションと理解されている。^(註1)

数式で例示するならば；

① プライス・コンティンジェンシー

$$\frac{\partial \left(\frac{P_x}{P_y} \right)}{\partial t} \neq 0 \quad \forall x, y : \text{相対価格} \left(\frac{P_x}{P_y} \right) \text{が変化する。}$$

$\left(\begin{array}{l} P_x : \text{或る特定の財・サービスの価格} \\ P_y : \text{その他すべての財・サービスの価格} \end{array} \right)$

② プライス・エスカレーション

$$\frac{\partial \left(\frac{P_x}{P_y} \right)}{\partial t} = 0 \quad \forall x, y : \text{相対価格} \left(\frac{P_x}{P_y} \right) \text{は変化せず。}$$

$\left(\begin{array}{l} P_x : \text{或る特定の財・サービスの価格} \\ P_y : \text{その他すべての財・サービスの価格} \end{array} \right)$

コストの見積り

エンジニア部門担当専門家による最適立地・方式・規模・供給特性等の仕様に基く経費を、別記諸項目につき市場価格を用いて算出する。費用項目は大きく分類すると、建設費・運転管理費・燃料費(特に火力発電の場合)・施設更新費である。

キャッシュ・フロー表の作成

プロジェクト経費のディスバースメント・スケジュールに基く上記各費用を、年次フローの形で作成する。

便益-収益の計測

現行・将来料金体系におけるkWh当り平均電力料金及び予定販売電力量から予想収益を計算する。^(註2)

注1) アジア開発銀行ではプライス・コンティンジェンシーとしてGeneral Contingency(プライス・エスカレーションの意味)とプライス・コンティンジェンシーとに分類定義している。

アジア開発銀行 "Guidelines for Economic Analysis of Projects", 1983, pp 8-9

注2) 予定販売電力量は、計画された年間最大発生電力量から所内自己消費及び送電ロスを差引いたものである。

評価指標の計算

プロジェクトの財務健全性・収益性を示す指標としてのFIRRを計算する。

感 度 分 析

経済分析同様、財務分析においても、プロジェクト内外の各種要因・因子の不可避的な変動による財務健全性の変化をシュミレーションする為、以下の諸項目のうち、プロジェクトに最も大きいインパクトをもつと思われるパラメーターを操作し、感度分析を行う。

- ① 建設タイム・スケジュールの遅れ－便益発生のおくれ
- ② 建設コストの上昇
- ③ 需要予測の変動－便益の減少
- ④ 代替火力の燃料費・材料費等の増減
- ⑤ 代替火力の設計変更
- ⑥ そ の 他

以上のように各項目毎に感度分析を行うか、或いはカテゴリー別に以下に分類し、10、20%増減を行うのも一法である。

- ① 初期建設費
- ② 運転維持費
- ③ 収 益

3-3 財務費用項目

水力発電プロジェクトの財務分析に係る費用項目は大きく分類すると、付帯施設を含む初期建設費・運転維持費・燃料費・施設更新費及び送電線費である。プロジェクトによっては施設更新費をコストとして計上しない場合がある。これは20年、30年後における更新の範囲が施設の一部の機器類にとどまることで、その金額が大きく膨らまず、割引きにより無視しうる額となってしまうからである。しかしながら通常火力発電所、送電線・変電所の経済耐用年数は水力に比べて短かく、施設全体の更新が必要となる場合も多い。従ってこの意味で費用効率アプローチによる代替火力設定の場合には、施設更新費をも計上すべきであろう。

表3-1 経済耐用年数^(注3)

施 設	標準年数(年)
水 力	50
デ ィ ー ゼ ル	15
ガ ス	12
(重油)火力	20
原 子 力	16
送電線・変電所	25

個別費用については、以下に各種水力発電プロジェクトに概ね共通する項費目をあげる。なおサービス管理費・運転維持費の項での(0.3%)などのカッコは、一応の標準値として多く使用されている例である。

1) 初期建設費

a) 建設土木費

i) 土木・建築工事費

労 務 費

資 材 費

工事用機械費

燃 料 費 等

土木工事費については、各種工事数量×単価、機械装置にはCIF価格+内陸輸送費+据付費による積算が考えられる。

ii) 装置・設備敷設費

iii) 予 備 費

iv) 場合により運転員訓練費

b) 技術管理費

この推定には、以下の3通りが普通である。即ち、

i) サービス・管理費込みで直接工事費の一定比率(0.3%程度)とする。

ii) サービス・管理費別に異なる比率をかける。

iii) 費用毎に積み上げる。

c) 補 償 費

i) 土地収用費

水 没 費

工業用施設

建設用地等

ii) 移 転 費

住 民 移 住

施 設 移 転

道路・橋梁・鉄道等の付替工事費

土地収用・整地・電気水道等公益事業整備・学校病院等施設設置など移転地諸施設建設費

注3) 電源開発資料、1983、p61より加工。

なお、これら資料でも標準年数に相違があり、この表3-1も一応のメドとして認識した方がよいと思われる。例えば水力発電施設は、我が国の場合は35年である。表の数値は発展途上国での代表的適用数値である。

2) 運転維持費 (O&Mコスト)

O&Mコストの見積りは、以下の諸方法による。

i) 建設費の一定比率とする。

ii) 設備別建設費の一定比率で計上する。

ダム及びその付帯設備

発電関係設備

iii) 費目毎に積算する。

a) 人件費 (原則的には1 MW当り1人程度。ただし水力発電の場合は国により大きな差があり、要注意)

b) 補修費 (建設費の2%程度)

c) その他経費

保 険 料

潤滑油代 (ディーゼルの場合は、燃料費の約4%程度)

賃 借 料

消 耗 品 費

等、建設費の約0.3%

d) 一般管理費 (建設費の約0.3%)

e) 法人税、所得税、固定資産税など

3) 燃 料 費

燃料費、特に重油などは price contingency を慎重に考慮に入れて計上する。

4) 施設更新費

水力発電のプロジェクト・ライフを40～50年とすると関連施設・機器類の更新が必要となる。これに係わる経費を、その発生する年次に計上する。もし更新時に残存価値 (Salvage value) があれば、更新費用からその分迄差引く。

更にプロジェクト終了後に関連施設・機器類の残存価値があれば、スクラップにした収益をキャッシュ・インフローに計上する。

Appendix

本文内容に補定する事項として、下記の諸概念などにつき概説する。

- 1 系 統 計 画
- 2 タイムスライス・アプローチ
- 3 代替プロジェクトの想定及び経費
- 4 経済分析における年経費化の問題
- 5 パレート最適

Appendix 1. 系 統 計 画

概 論

電力を始めいわゆる「公益事業 (Public Utilities)」は、私的独占の排除及び産出物の安定供給^(注1)といった大きな政策的・経済的課題を担っている。特に電気などのエネルギー供給については、国家産業政策上、重大な影響をもち、その開発・運営については通常、国家的規模で取組まれている。

電力については通常、担当の国家機関^(注2)が全国、或いは広域地域を対象に①需要想定、②電力供給計画、③送変電計画、④経済評価等の各フェイズを一括して含む「電力系統計画」を策定し、また実施・運営する。『ガイドライン』が主眼とするフィージビリティ調査は、この一連の電力供給システム、或いは電源開発計画、又は既存システムへの追加的施設計画など、様々なケースを取扱うことになるのである。

系統計画について以下、特に電源開発計画を例にとり、その実施手順及び内容を概略する。

電源開発計画

電源開発計画では主に、①開発規模、②開発年度、③開発方式が策定される。(フィージビリティ調査で経済・財務分析担当者が検討するのは、技術担当者により策定されたこの電源開発計画のスペック(仕様)によるプロジェクト案の場合が多い。このため以下の手順がとられる。

① 需 要 予 測

㊸ 年間需要電気量

(マクロ的推定)

* GNP成長率とエネルギー消費量の相関関係及び今後のGNP成長予測から推定、或いは、

* 過去のエネルギー消費量からの今後の消費を予測する時系列分析手法がある。

(ミクロ的推定)

* 家庭用・商業用・工業用等、電力用途別に積み上げを行う。

㊹ 送電損失量(電力量損失率)

* 送電端・受電端電力別に時系列的に推定、或いは

* 一定公式によるピーク時電力損失率から推定する。

注1) 我が国では「公益事業」を規定するメルクマールの1つとして、消費者物価指数の計測における「公共料金」を指定しており、現在、電気・ガス・水道・タバコなど、28品目が対象とされている。

注2) 例えば我が国の電源開発㈱、九電力会社などの準特殊法人の事業体、或いはタイのEGAT、インドネシアのPLNなど、検挙にいとまない。

ただし米国では、電力は私企業である「ベル電力会社」により供給されている。

① 最大電力量

年間最大需要電力量から各月の最大電力量を推定する。

② 供給計画の策定

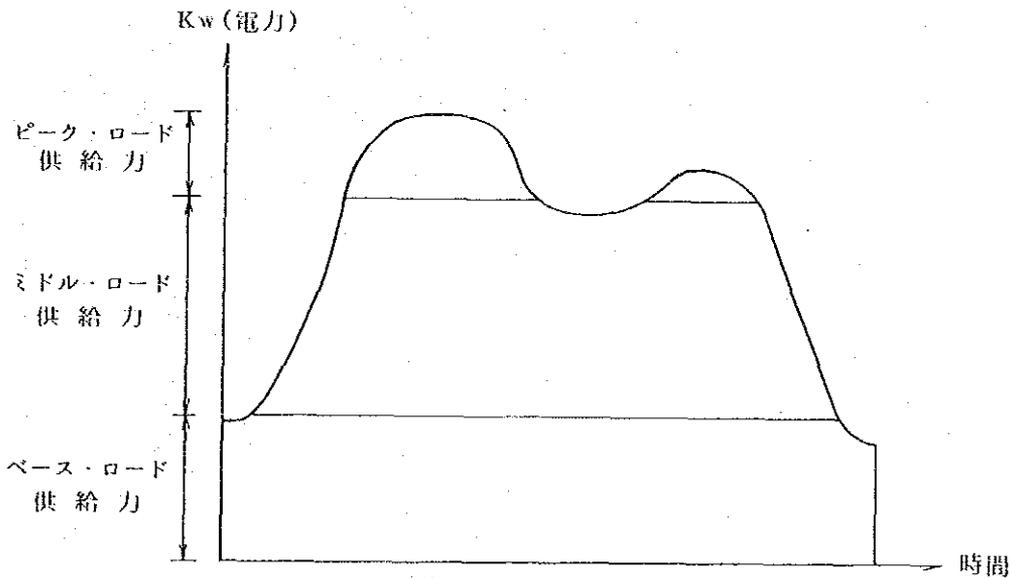
予測需要に基づき必要とされる電源規模を確認、更に各年度毎の供給計画を策定する。この場合、以下の要点をおさえる。

* 需給バランス

供給量は需要量+予備力+送電損失分+定期補修によるロス分とし、殊に水力発電が多い系統の場合は一次・二次電力（高水期・低水期等の信頼度の問題）に留意する。

* 日負荷曲線（day load 又は load duration curve）を想定し、各発電方式の運動供給特性にあわせた電源を割りあてる。この点については、第2章「経済便益の測定」 - 「費用効率分析」の部で述べた当該水力プロジェクトに対する代替施設の想定に係わってくる。（第2章参照）

一般的に以下のような日負荷曲線を想定すると、表1-1にある割りあてが考えられる。（先進国に比較的多く見られるパターン）



図A 1-1

表A 1-1

電源投入列	水 力	火 力
ベース・ロード	流込み式水力 貯水池式水力	スチーム、場合によって石油火力など
ミドル・ロード	調整池式水力	小規模石油火力、石炭火力
ピーク・ロード	調整池式水力 貯水池式水力 揚水式水力	コンバインド・サイクル火力(ガスタービン・スチーム火力) ガス・タービン火力

なお水力発電は、ピーク化するほど火力発電に対し、経済的に有利になる点については、留意すべきである。

③ 経済・財務分析

策定された開発規模・開発年度・開発方式にもとづき、経済・財務分析を行う。具体的な手法については、本編第2章以下を参考されたい。

一次電力・二次電力

水力発電は火力発電に比べ、季節の水位変化による供給信頼度の変動が不可避免的に派生する。一般的に低水位期（渇水期）においても供給しうる、高い信頼度をもつ電力を「一次電力」とし、高水期に供給される電力を「二次電力」と区別する。

二次水力の場合高水位期に稼動することで火力電力の稼動率を一定割合でおとすことが可能になるとみなし、その分の燃料費節約分を“二次電力供給に伴い発生した便益”とする。

通常、二次電力のkWh価値は過去の水量データ、流量曲線等のファクターを勘案して一次電力の便益の約80%乃至90%程度とし、

単位kWh価値^(注3) × 0.9 × 供給電力量 = 二次電力の便益 で表わされる。

注3) 単位KWh価値は補正（後述）済み。KWh価値のみをコスト節約による便益とするのは、二次電力の便益を火力発電の燃料費という「変動費」分に係わるもの、としたからである。

Appendix 2 タイムスライス・アプローチ

電力プロジェクトによって発生する便益がはたしてそのプロジェクトそのものによるのか、又はそのプロジェクトを含む電力供給システム全体^(註9)によるものかを考えるのが、「プロジェクト便益の特定化」の問題である。例えば、同じ電力供給計画にあってもダムなど発電・送変電施設を新たに建設・運転維持するプロジェクトと、既設のグリッドに附設して送変電設を建設し、無灯地域に電力供給を行う農村電化配線網敷設計画ではプロジェクトに係わる便益と費用が全く違って来る。後者の方が、その費用に比べ格段に大きな便益をもたらすことは、容易に考えられることである。

このように単体プロジェクトのみで考えると便益あるいは費用が大きすぎるといった場合に対し、アジア開発銀行では2年前からタイムスライス・アプローチを採用している。これは当該プロジェクトを含む電力供給システムを一定の時間的間隔で区切り(タイム・スライス)、当該プロジェクトの便益(コスト)と当該プロジェクトを含む区切られた時間内に発生したプロジェクト(群)の全コスト(便益)を計算に入れて経済分析を行うものである。

これを図示すると、次のようになろう。

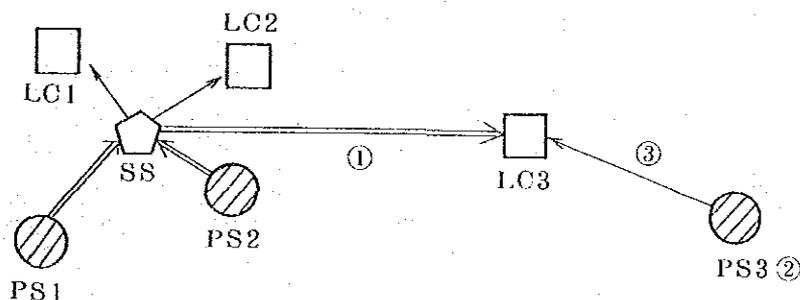


図 A 2 - 1

PS …… 発電施設 (Power Station)

LC …… 消費地 (Load Center)

SS …… サブ・ステーション

発電施設 $1 + 2 = 1,000$ MW 供給

消費地 $1 + 2 = 600$ MW 需要

400 MW を消費地 3 に送る。(送変電施設建設) - ①

ただし消費地 3 のピーク需要が 500 MW のため、発電所 3 を建設 (②)

送変電敷設 (③) により 100 MW を消費地 3 に送る。

この①②③の施設建設プロジェクトの評価の場合、発電施設 1、2 が埋没費用扱いとなるために、コストに比べ消費地 3 に対する電力供給の便益が大きくなりすぎる。

このため 5 年乃至 10 年間のタイム・スライスを行い、当該建設プロジェクトの費用に発電施設 1、2 のコストも加え、評価を行う。

このアプローチを、当該プロジェクトを含む下記の電力供給拡張計画の年次建設スケジュールの中でみてみよう。(ただし、これはあくまでも架空の一例である。)

表A2-1	年	施 設	敷設出力 (MW)
	1980	既 存 水 力	900
		既 存 火 力	600
		既 設 石 油 火 力	2,000
	1981	原 子 力 I	620
		石 炭 火 力	300
		地 熱 I	55
		各 送 変 電 施 設	-
	1982	石 炭 力 水	400
	∴	∴	
	1984	-	
	1985	地 熱 2, 3	110
		水 力	25
		地 熱 I, II	220
		地 熱・ディーゼル	210
		各 送 変 電 施 設	-
	1987	水 力	400
	1988	水 力	600
	∴	∴	
	1991	サブ・ステーション建設	
	1992	送 変 電 施 設	1
		火 力	100
		配 電 線 施 設	

1992年の当該プロジェクトの評価について、5年でタイム・スライスしている。従ってコストは、1987年の水力発電建設費から算入されている。

タイムスライス・アプローチを用いた場合おこりうるケースは、計算されたIRRが複数になることである。こんなプロジェクト・ライフの途中、又は最後の年にマイナスのネット・キャッシュフローが計上された時にまれにおこる事態であり、この場合はDiscount Cash Flow (DCF)法は使えないとみる方が無難である。(参考：北村貞幸『IRR法を考える』IDC、1982、pp66-73)

Appendix 3 代替プロジェクトの想定及び経費

最小費用分析において、代替プロジェクトの経費をもって当該水力プロジェクトの費用節約として便益とする以上、その代替プロジェクトの選定及び経費は重要な問題である。

我が国では、この代替プロジェクト、特に代替火力発電を想定した場合、様々な水力発電プロジェクトに対する統一的なコスト構造をもつ「標準火力」を設定している。これを例に、代替火力発電を想定する時の「標準火力」が設定されている場合、並びにされていない場合について概略したい。

標準火力^(注7)

我が国の例では、従来の水主火従から火主水従の開発方式に移行した昭和30年代に、水力発電プロジェクトの評価に代替の標準火力の経費をもってする手法が採用された。これは今後の火力供給の特性を代表する「標準的な」^(注8)経費と性能として、我が国九電力会社及び電源開発協が協同で最小経費の点から、以下の通り定義したものである。

標準火力：重油専燃火力（新鋭のベース用火力）

ユニット容量・台数：（大電力系統） 600 MW×4台

（比較的小規模系統） 350 MW×2台

経済分析に際しては、水力発電プロジェクトのコストと、この標準火力の変電所端でのkW価値・kWh価値法による代替コストが比較される。なお参考までに我が国の標準火力経費一覧を載せた。

表A3-1 変電所端における標準火力の価値評価額について

項 目		単 位	500 kV系統	275 kV系統	備 考
基準火力建設単価		貨幣単位/kW	130,000	130,000	第2次石油危機以前の燃料単価
燃 料 単 価		〃 /10 ³ kcal	4.0	4.0	
500 kV 送 電 線		〃 /kW	21,000	-	
500/275 kV 降 圧 変 電 所		〃 /kW	9,000	-	
275 kV 送 電 線		〃 /kW	-	22,000	
275/154 kV 降 圧 変 電 所		〃 /kW	-	8,800	
夏 一 点 パ ラ ン ス	500/275 kV 変電所入口	貨幣単位/kW	31,000	-	8月L-5時点の水力供給力に乗じられるkW価値
	500/275 kV 〃	〃 /kWh	9.65	-	
	500/275 kV 変電所出口	〃 /kW	32,600	-	
	500/275 kV 〃	〃 /kWh	9.68	-	
	275/154 kV 変電所出口	〃 /kW	-	32,700	
	275/154 kV 〃	〃 /kWh	-	9.78	
年 間 パ ラ ン ス	500/275 kV 変電所入口	貨幣単位/kW	35,100	-	各月のL-5時点の水力供給力の年平均に乗じられるkW価値
	500/275 kV 〃	〃 /kWh	9.65	-	
	500/275 kV 変電所出口	〃 /kW	36,900	-	
	500/275 kV 〃	〃 /kWh	9.68	-	
	275/154 kV 変電所出口	〃 /kW	-	37,000	
	275/154 kV 〃	〃 /kWh	-	9.78	

（出典：村井・加賀美 P4）

注7) 参考：村井・加賀美 前掲書, pp3~4

注8) 「標準的な」性能と経費は、資源賦存状況、フックター・コストその他の要因により国毎に異なることは、容易にありうる。例えば天然ガスが豊富な国では各種条件からガス・タービンが標準火力となっている国もある。

このように標準火力及びその経費（変電所端での kW 価値・ kWh 価値で表示）が設定されている場合には、当該水力発電プロジェクトの経済コストとの比較において、容易かつコンサルタントの代替施設想定に係わる恣意性をさけて評価しうる。

標準火力が設定されていない場合

発展途上国の多くがそうであるように、我が国のような標準火力及びその経費が設定されていない場合、フィージビリティ調査では当該水力発電プロジェクトの形式・運動特性と同等、又は類似の категорияにある代替施設を任意に想定する。この代替施設の選定にあたっては多くの場合エンジニアが担当し、技術的・費用的に最適・最小費用とされるプロジェクトを開発規模・方式・立地等について決定する。調査団の財務・経済分析担当者が、この想定された代替プロジェクトの経費（当該水力発電プロジェクトの「便益」）計測を行う。

水力発電プロジェクトの経済分析を“標準火力の設定なし”で行う場合、以下2点の問題があげられよう。即ち、

- ① 代替施設を想定する時、コンサルタント・国・状況ごとに恣意性が入ること。
- ② 経済分析をするエコノミストにとって代替プロジェクトが本当に“最適・最小経費の「セカンド・ベスト」”プロジェクトであるか否か、確認できない。

エコノミストにとっては、代替施設の想定という優（すぐ）れて技術的・エンジニアリング的要素の強い作業を、限られた時間・マンパワーで行うことは実質上、非常な困難である。しかしながら原則的に云えば、上記の問題、特に②の点については経済性の評価にはクリティカルであろう。

なお参考までに以下、水力・火力についての形式別特性を示す。

表 A 3 - 2 水力発電所の形式別特性

形 式	供 給 力 特 性	経 済 的 特 性
流 込 式	ベース供給用。調整能力は特たず、河川流量によって出力が変動する。	ダムを作らないので建設費が安い。
調 整 池 式	ピーク供給用。日間、週間程度の調整が可能。	ダムが小さいので貯水池式よりは建設費が安い
貯 水 池 式	ピーク・中間・ベース供給用。月間、年間の調整が可能。	大きなダムを作るので建設費がかかる
揚 水 式	ピーク供給用。主として日間調整。	大容量化してスケールメリットを追求できる。揚水費がかかるのでコストは高くなる。

表 2 - 3 火力発電所の形式別特性

形 式	供 給 力 特 性	経 済 力 特 性
ピーク供給用 (主としてガスタービン)	年利用率は極めて低い。 始動時間が短い。 負荷追随性が大きい。	運転時間が少ないため低熱効率、 kwあたり建設費が安い。
中間供給用 (主として中級の蒸気条件を使用した火力)	年利用率が中程度。 毎日始動停止。	年利用率が中程度のためベース火力に比べて熱効率は多少低下、建設費はベース火力より安い。
ベース供給用 (大容量火力)	年利用率は高い。 長時間連続運転。	高効率により燃料費低減。大容量化によりコスト低下。

(出典：電源開発(株) 資料 一部加筆修正)

Appendix 4 経済分析における年経費化の問題

概 論

電力開発プロジェクトの立地・規模の策定に際し、火力発電費用の年経費化という手法がよく用いられる。これは火力発電に要する機器・施設類の購入・建設費を、資本の機会費用をパラメータとして経済耐用年数期間に均等に割り振った時の年次費用を求めることを意味する。

下にこの年経費化の例を示めよう。ただしこの年経費率 (Capital Recovery Factor) は通常、経済学・会計学において資本回収比率と呼ばれる概念である。

ある年 $t = 0$ の時点における単位 kW 当りの建設費を \$ 1,530、割引率 10%、施設の耐用年数を 40 年とする時、年経費化率は次の式により、0.102 となる。

$$\begin{aligned} \text{CRF} &= \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \\ &= 0.102 \\ &\quad \left(\begin{array}{l} i = 0.10 \\ n = 40 \end{array} \right) \end{aligned}$$

この年経費化率を上記の単位建設費にかけ合わせることにより、年経費化された初期建設費は \$ 156.5 / kW となる。もしこの費用を借入れたとすると、 $t = 1$ 以降 40 年間に渡り 156.5 ドルずつ返済すると、10%の利子率をもって 1,530 ドル ($t = 0$) の元利償還を果たす意味になる。

経済分析における年経費化の問題

次に、この年経費化の手法が経済分析に用いられる場合の概念上の問題点、並びに現在のフイービリティ・スタディー報告書に散見される運用上の疑問を、以下の例を通して指摘したい。

仮に以下の水力発電プロジェクトを想定する。^(注1)

- ① プロジェクト・ライフ：50年
- ② kW価値：\$ 257.8 / kW
- ③ kWh 価値：\$ 0.026 / kWh
- ④ 年経費率：0.1241 (割引率 12%、経済耐用年数 30年)
- ⑤ 出力：91 MW / 年
- ⑥ 供給電力量：726 kW / 年
- ⑦ 水力発電建設期間：8年

代替として同等の供給特性をもつ火力発電を想定した。

注1) 数字は JICA フイービリティ・スタディー報告書 (Malca Hydro Electric Power Development Project) を加工し、単純化した。

以上の条件を第一部・第三部に述べたように、経済価格・計算価格を用いて計測した経済費用と仮定し、当該水力発電プロジェクトの経済費用・代替便益スケジュールを見ると、次のように表わされることが多い。

表A4-1 経済費用・代替便益ストリーム^(注2)

単位：\$×10³

#	年	経済費用		代替便益	
		投資	運転維持	KW 価値	KWh 価値
1	1986	3,541			
2	87	3,484			
3	88	5,240			
4	89	7,854			
5	90	32,799			
6	91	39,909			
7	92	46,598			
8	93	25,173			
9	94	0	1,391	^(注3) 23,460	^(注4) 18,876
10	95		1,391	23,460	18,876
		0			
42	2027	31,788			
43	28	31,788			
44	29	0			
49	2034	0	1,391	23,460	18,876
50	2035	0	1,391	23,460	18,876

この場合、以下の点にすぐ気付かれよう。即ち、

注2) (注1)と同じ報告書を加工。

注3) ②kW価値 \$ 257.3 /kW×⑤出力 91 MW/年

注4) ③kWh 価値 \$ 0.026 / kWh × ⑥供給電力量 726 kW/年

- ① 当該水力プロジェクトの経済費用については第一部で述べた。実際のプロジェクト実施に係わる経済費目の計上、というキャッシュ・フロー分析の視点が採られているのに対し、代替施設では経済費用を年経費化し、これをもって便益に計上している。
- ② 年経費化率のパラメータの1つ、施設の耐用年数30年に対し、代替便益はプロジェクト・ライフ50年を通じて発生している。
- ③ 当該水力案件が施設更新をしているのに、代替施設では勘案されていない。

①については、年経費化の経済分析への応用、即ちkW価値の初期建設費部分の年経費化による代替便益計上(kW価値には勿論、これに運転維持費の固定費分が加算される)に対する経済分析の原則上・概念上の問題である。即ち、費用、代替便益の計測にキャッシュ・フローという単一の分析視点ではなく、二つの異なる手順が混入されていることである。この結果、経済費用はコンスタント・プライスによる初期建設費が年次毎に実質価格ベースで計上される一方、代替火力の経費は、資本の機会費用を用いて“インフレート”させた額を耐用経済年数に渡り敷延することになる。このように実質価格に基く経済費用と実質価格によらない代替便益との比較から得られる代替EIRRは、当該水力プロジェクトの経済性について正しい結果を与えないこともありえよう。基本的な概念の混同と思われる。

②③に関して概論で述べた通り、代替施設の初期建設費は第9年目から30年後の第39年で元利償還されたことになり、施設更新しない限り、その後の費用負担、即ち経済分析では当該水力プロジェクトにとっての代替便益は発生しないことになる。(運転維持費及び火力の場合の燃料費が代替便益として計上されることにすぎない。)

付記：kW価値 kWh価値の計上費目

1 kW 価値

① 初期建設費

* 機器類、建築・土木工事費、輸送費等

② 運営維持費のうち固定費分

* 人件費

* 修繕費(2%、その80%が固定費分)

* その他諸経費(0.3%、うち80%が固定費分)

保険料・潤滑油費・賃借料・消耗品費等

* 一般管理費(0.3%)

運営維持費の固定費分については、建設費に対する割合いで表示することが多い。標準的と思われる数字を上記の各項目の()内に示した。

2 kWh 価値

① 燃料費

② 運営維持費

* 潤滑油費

* 修繕費（約2%、うち20%が変動費分）

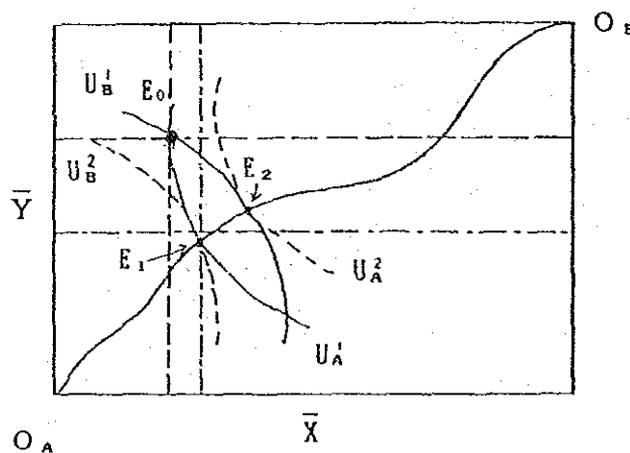
* その他諸経費（0.3%、うち20%が変動費分）

保健料・賃借料・消耗品費等

Appendix 5 パレート最適 (Pareto Optimum)

複数の経済社会に対し、どちらが経済的により効率的な位置にあるかを問う厚生経済学は、他の経済事象の研究である実証経済学 (Positive Economics) に対し、規範経済学 (Normative Economics) とよばれる。この厚生経済学において、異なる経済状態を比較判定するため、パレート基準が広く用いられる。パレート基準とは、イタリアの社会学者ヴィルフリート＝パレート (1848 - 1923) により導入された概念で、“状態Aではどの家計も状態Bより悪化したとは思われないが、少なくとも1つの家計が経済的に良くなった (パレート改善) とするならば、状態Aは状態Bより優れている” とするものである。このパレート基準において生産・消費などの経済活動が満足されている状態を、パレート最適という。

パレート最適が厚生経済学の基本原理と係わるのは、価格機構と財の効率的生産・分配との関連においてである。即ち、パレート最適において消費者・生産者などの経済主体が自からの効用・利潤の極大化を図ることにより、完全競争市場の諸条件を満足し、市場において最も効率的な財・サービスの分配・配分がなされるのである。更に独占・関税・政策的低価格制度など、その他の厚生経済学的命題 (それはプロジェクト評価にも大きく係わる) の殆んどすべてが導出され、また理論構築されているのである。



図A 5-1

図で E_0 から E_1 、或いは E_2 への分配の変化はパレート改善であり、 E_1 、 E_2 の状態において社会はパレート最適といえる。パレート最適を示める分配の描く軌跡 $O_A O_B$ を契約曲線という。

第3部 Alpha - Beta 水力開発プロジェクト

1章 はじめに

1-1 第3部の趣旨

本報告書の第1部では一般的プロジェクト評価手法、又第2部では水力発電プロジェクトの経済・財務分析における便益計測の手法が整理された。この第3部においてはモデル・ケースを設定し、プロジェクト評価の考え方についてはL/M方式を採用し、便益計測の手法については「従来手法（欧米方式）」に則り、当該ケースの評価を実施してみることにする。

モデル・ケースは或る東南アジアの国での実際のプロジェクトを参考にしている。然しながら、部分的には単純化乃至は条件を追加したり数値を変えており、厳密な意味でのエンジニアリングの観点からは疑問もあると思われる。従って本ケースはあくまでも、経済、財務分析用の架空のモデルと考えて頂ければ幸である。

L/M方式の採用はUNIDO方式を排除する意図では毛頭なく、単に世界銀行を始めとする多くの援助機関の融資プロジェクトで一般的に用いられている方式であるからという理由でしかない。又、代替施設を設定した上での「従来手法（欧米方式）」の採用の理由も、各援助機関にて現在一般的に受け入れられている手法であるからである。第2部で述べたように、世界銀行を中心として、便益測定の際に長期限界費用（LRMC）を用いる手法が提唱され始めているが、分析手法として完成の域に達している訳ではなく、且つ、この手法は新しいが故に適用が可能な、もしくは実際採用している国は多くはない理由から、本稿では感度分析にてLRMCを使用するに留めた。更に財務分析では、第1部で述べたとおりフィージビリティ・スタディーの段階では資金調達およびその返済方式なり計画が明確化できない場合が多く、従って本稿でも税金を考慮しない、即ち税引前収益率に係わる財務分析を行うものとする。

1-2 プロジェクトの背景と概要

東南アジアの小国 Arcadia 国（首都 Metropole）では最近電力需要が急速に伸びて来ており、1990年代初頭には電力の絶対的な供給不足が予測されている。Arcadia 電力庁はこの需要を満たすべく、Metropole より約 200 km 離れた Gamma 川流域の Alphaville 地区および隣接する Botaville 地区（下流）にそれぞれダム、発電所を設け、既設のグリッドにて主に首都圏に送電する「Alpha - Beta 水力開発計画」を策定し、詳細なフィージビリティ・スタディーをコンサルタントに発注した。

コンサルタントの技術スタッフにより計画された両発電施設のスキームは下記のとおりである。尚、本スキームは水力発電のみを目的としている。

表-1 AlphaおよびBeta発電施設スキーム

		Alpha ダム・発電所計画	Beta ダム・発電所計画
流	域面積	2,300 km ²	3,100 km ²
ダ ム	型式	中央庶水壁型ロックフィル・ダム	コンクリート・グラヴィティ・ダム
	堤高	93 m	43.5 m
	堤頂長	485 m	415 m
	堤体積	3,170,000 m ³	150,000 m ³
貯 水 池	満水位	230 m MSL	152 m MSL
	定水位	220 m MSL	140 m MSL
	貯水量	860 × 10 ⁶ m ³	21 × 10 ⁶ m ³
発 電 所	有効落差	78 m	31.5 m
	最大使用水量	180 m ³ / sec	180 m ³ / sec
	最大出力	100 MW (50 MW × 2)	46 MW (23 MW × 2)
	年間発生電力量	520 GWh / a	250 GWh
		(内1次電力 420 GWh、 2次電力 100 GWh)	(内1次電力 180 GWh、 2次電力 70 GWh)

1-3 プロジェクト・コスト

1-3-1 初期建設費

このコストの積算は、外国コントラクターの手により諸施設が建設されることを前提としている。コントラクターは専門技術スタッフは勿論のこと一部の高度熟練労働者も本国もしくは第3国から Arcadia 国のプロジェクト・サイトに連れて来ることになっている。

建設に要する費用の大半は工事費であるが、工事費の積算にあたってはアウトプット（例、m³当り単価）からではなく、工事に要するインプット（後述）から積み上げられなければならない。何故ならば、単価の内訳・割合が明確にされていない限り、経済分析においての市場価格から経済価格への、更に計算価格への転換が不可能だからである。建設に際しての主なインプットとしては、労働者、建設機械およびその燃料、発電機械等の設備類、セメント、鉄筋、骨材等がある。この内、Arcadia 国では未熟練労働者および骨材を除く殆どのインプットは輸入に依存しなければならない。本計画の実施は先進国もしくは国際機関の資金協力を前提としており、Arcadia 国の方針によりプロジェクトが協力案件の場合は、原則的にコントラクターによるインプットの無税持ち込みが許されている。但し、燃料、セメントについては従来から国営企業が輸入（石油公社は原油を輸入の上、精製）・販売しており、製品の質に問題が無い限り国内調達が義務付けられている。その価格には関税、公社の販売税、所得税が上積みさ

れているが、その分の免税扱いはない。

全てのインプットのコストはプロジェクト・サイトのコストが計上されている。それは Metropole 港着価格もしくは公社引渡し価格にサイト迄の輸送費、オーバー・ヘッド等(注)が加えられたものである。これは労働者に支払われる費用も例外ではなく、労働者集配およびキャンプ運営に要するコスト等が賃金に上乘せしてある。

他に初期建設費を構成する項目として、工事のインプットとは言い難いが発電施設建設および取付・付替道路建設の為の土地関連費用がある。〔積算は Appendix 1 参照〕

以上の前提から Alpha - Beta 水力開発に要する総初期建設費は 3,685.1 百万ルピー、1985 年末の調査実施時点（積算時点）での換算レート（US\$ 1 = Rs. 16.0）で 230.3 百万米ドルである。〔Appendix 2 - 1、2 - 2、2 - 3 参照〕尚、ここでは残存価値は無視した。

1 - 3 - 2 設備更新費

発電施設の内、発電機械設備は通常の維持でプロジェクト・ライフを通じ良好な状態に保たれると仮定する。然しながらその一部は更新する必要がある、本計画では運開後 25 年目にそれらを一括更新するものとする。所要コストは 1985 年末価格で 65.0 百万ルピーである。このコストは新規購入価格から推定上のスクラップ価値 10% を差し引くとともに、撤去費用および取付費用を加算して得られた。

1 - 3 - 3 運転維持費（O & M コスト）

運転開始後の各年の運転維持費（以降 O & M コストと称する）は各施設毎に一定比率を乗じて得られた。比率は Arcadia 国における他の水力開発プロジェクト、およびコンサルタントの他の発展途上国の経験に照らして導出し、その結果、本計画では総初期建設費の約 0.7% である 25.7 百万ルピー/年（1.6 百万ルピー）と見積られた。この O & M コストはプロジェクト運開後そのライフを通じ毎年同額が計上されるものとする。

1 - 3 - 4 プロジェクト・コストの年次的配分

本プロジェクトの着工は 1987 年中旬、完工は 91 年が予定されており、1992 年 1 月から運転を開始する。尚、プロジェクト・ライフは建設着行後 50 年と想定されている。この期間中のコスト配分は以下の通りである。〔Annex 1 - 4 参照〕

尚、ここで計上されたコストは年度当初に発生するものと仮定する。

注) 中間業者の本社経費、利益等の流通過程における諸経費を指す。

(単位：百万ルーピー)

年	初期建設費	設備更新費	O&Mコスト
1987	174.6		
88	664.4		
89	1,313.4		
90	1,105.7		
91	427.0		
92	-		25.7
2016	-	65.0	25.7
2036	-		25.7

Appendix 1 土地関連費の積算

土地関連費は以下のようにして求められた。

1 伐開・伐根費用 (3,100 ha)

Alphaville 貯水池、発電所、アクセス道路 2,900 ha および Betaville 貯水池 200 ha の伐開・伐根

$$3,100 \text{ ha} \times @Rs. 5,000 / \text{ha} = Rs. 15,500,000$$

2 植林費用 (1,000 ha)

$$1,000 \text{ ha} \times @Rs. 2,500 / \text{ha} = Rs. 2,500,000$$

3 補償費

a 土地 (480 ha)

i) かんがい田 (40 ha)	40 ha	$\times @Rs. 12,500 / \text{ha} = Rs. 500,000$
ii) 天水田 (140 ha)	140 ha	$\times @Rs. 5,000 / \text{ha} = Rs. 700,000$
iii) 畑地 (100 ha)	100 ha	$\times @Rs. 4,000 / \text{ha} = Rs. 400,000$
iv) 個人所有山林 (200 ha)	200 ha	$\times @Rs. 1,000 / \text{ha} = Rs. 200,000$

計 Rs. 1,800,000

b 家屋

i) 大規模家屋 (含、店舗)	10 軒	$10 \text{ 軒} \times @Rs. 15,000 / \text{軒} = Rs. 150,000$
ii) 中規模家屋 (")	50 軒	$50 \text{ 軒} \times @Rs. 4,000 / \text{軒} = Rs. 200,000$
iii) 小規模家屋 (含、売店)	200 軒	$200 \text{ 軒} \times @Rs. 1,000 / \text{軒} = Rs. 200,000$

計 Rs. 550,000

c 公共施設 (移転・建設費用)

i) 小学校	5 校	$5 \text{ 校} \times @Rs. 100,000 / \text{校} = Rs. 500,000$
ii) 中学校	2 校	$2 \text{ 校} \times @Rs. 125,000 / \text{校} = Rs. 250,000$
iii) 学校宿舍	10	$11 \times @Rs. 50,000 = Rs. 500,000$
iv) 診療所	1	$= Rs. 50,000$
v) 寺院 / 教会	5	$5 \times @Rs. 30,000 = Rs. 150,000$

計 Rs. 1,450,000

小計 (a + b + c) Rs. 3,800,000

4 土地取得費およびその他

水没地域の住民に対しては、平均 1 ha の農地が無償にて提供される。又、一部の希望者に対しては、建設キャンプ・サイトに新たに設けられるショッピング・センター内の店舗が優先的、且つ安価な賃貸料にて貸し出される。この場合は、農地の提供はない。水没地域の 260 家族の内 150 家族が提供された農地へ、20 家族がショッピング・センターへ移転し、残りの 90 家

族は補償費を増額された上で、首都やその他の地域へ自発的に移ると推定される。

a	土地取得費	$150 \text{ 家族} \times 1 \text{ ha} / \text{家族} \times @ \text{Rs.} 8,000 / \text{ha} = \text{Rs.} 1,200,000$	
b	ショッピング・センター建設費		$\text{Rs.} 1,410,000$
c	補償費増額分	$90 \text{ 家族} \times @ \text{Rs.} 1,000$	$= \text{Rs.} 990,000$
			<hr/>
		小計	$\text{Rs.} 2,700,000$
5	予備費	$(1 + 2 + 3 + 4) \times 6.5\%$	$= \text{Rs.} 1,600,000$
6	合計		$\text{Rs.} 26,100,000$

Appendix 2 - 1 Alpha 発電施設・初期建設費

(単位：'000ルピー)

工 事 (含・設備)	賃		燃料費	建設機械	設備費	材 料			合 計	合 計 (US\$ '000)
	未 熟 練 (内・外人)					セメント	鉄 筋	そ の 他 (骨材等)		
	未 熟 練	熟 練								
1. 取付道路・付着道路	9,600	8,200 (3,200)	15,200	34,000	-	1,600	6,300	5,100	80,000	5,000
2. 仮排水(掘削、トンネル、コンクリート、型枠、鉄筋、等)	8,800	7,800 (2,800)	12,700	26,200	22,000	16,000	28,000	12,000	128,000	8,000
3. ダム(掘削、盛土材、グラウチング、ギャラリー、削孔、排水トンネル、等)	16,200	12,800 (4,500)	107,000	206,000	100,000	7,200	6,900	79,900	536,000	88,500
4. 洪水吐き(掘削、コンクリート、型枠、鉄筋、等)	28,600	16,500 (5,800)	39,500	140,000	12,200	91,500	46,700	60,200	485,200	27,200
5. 放水口(掘削、トンネル、コンクリート、型枠、ゲート、等)	4,700	3,400 (1,000)	4,000	13,000	3,900	16,200	4,900	20,300	70,400	4,400
6. 取水口(同上)	5,900	7,000 (2,500)	5,200	28,600	2,300	13,600	30,000	32,400	120,000	7,500
7. 発電所および放水路(掘削、構造、コンクリート、ピル、等)	3,400	4,200 (1,500)	2,900	12,000	7,800	4,700	28,000	17,000	80,000	5,000
8. 発電設備(タービン、発電機、発電設備、補助設備、等)	800	1,000 (,800)	500	1,200	514,200	400	200	100	518,400	32,400
9. 送 電 線	700	1,200 (1,000)	600	7,000	25,700	500	12,000	300	48,000	3,000
10. 小 計	8,200	62,100 (23,100)	187,600	468,000	688,100	151,700	158,000	227,300	2,016,000	126,000
11. 技術管理費(8%)	(6,800)	5,000 (1,800)	(15,000)	(37,000)	(55,100)	(12,100)	(12,600)	(19,200)	161,300	10,100
12. 小 計	(84,500)	67,100 (24,900)	(202,600)	(500,000)	(743,200)	(163,800)	(170,600)	(245,500)	2,177,300	136,100
13. 予 備 費(10%)	(8,400)	6,700 (2,500)	(20,300)	(50,000)	(74,300)	(16,400)	(17,100)	(24,500)	217,700	13,600
14. 工事費合計	(92,900)	73,800 (27,400)	(222,900)	(550,000)	(817,500)	(180,200)	(187,700)	(270,000)	2,395,000	149,700
15. 土地関連費(Appendix-1参照)	-	-	-	-	-	-	-	-	26,100	1,600
16. 総 合 計	(92,900)	73,800 (27,400)	(222,900)	(550,000)	(817,500)	(180,200)	(187,700)	(270,000)	2,421,100	151,300

Appendix 2 - 2 Beta 発電施設・初期建設費

(単位：'000ルピー)

工 事 (含・設備)	労 賃		燃 料 費	建 設 機 械	設 備 類	材 料			合 計	合 計 (US\$, '000)
	未 熟 練 (内・外国人)	熟 練				セメント	鉄 筋	そ の 他 (骨材等)		
1. 取付道路・付帯道路			Alpha 発電施設に計上							
2. 仮排水(堀削、トンネル、コンクリート、型枠、鉄筋、等)	1,500	1,300 (400)	1,900	6,700	500	3,900	6,300	1,900	24,000	1,500
3. ダム(堀削、盛土材、グラウチング・ギャラリー、削孔、排水トンネル、等)	17,500	9,800 (3,500)	17,300	56,300	20,000	74,700	4,200	5,000	204,800	12,800
4. 洪水吐き(堀削、コンクリート、型枠、鉄筋、等)	11,100	8,200 (2,800)	10,700	38,000	11,000	43,600	46,700	8,300	177,600	11,100
5. 放水口(堀削、トンネル、コンクリート、型枠、ゲート、等)	-	-	-	-	12,800	-	-	-	12,800	800
6. 取水口(同上)	-	-	-	-	16,000	-	-	-	16,000	1,000
7. 発電所および放水路(堀削、構造、コントロール・ビル、等)	8,200	8,600 (6,600)	10,000	50,000	10,000	9,400	51,400	49,200	196,800	12,300
8. 発電設備	600	800 (700)	400	1,000	420,700	300	100	100	424,000	26,500
9. 送電線	300	500 (400)	200	1,000	4,900	200	800	100	8,000	500
10. 小計	89,200	29,200 (14,400)	40,500	153,000	495,900	132,100	109,500	64,600	1,064,000	66,500
11. 技術管理費(8%)	(3,100)	(2,300) (1,600)	(3,200)	(12,200)	(39,700)	(10,600)	(8,800)	(5,200)	85,100	5,300
12. 小計	(42,300)	(31,500) (16,000)	(43,700)	(165,200)	(535,600)	(142,700)	(118,300)	(69,800)	1,149,100	71,800
13. 予備費(10%)	(4,200)	(3,100) (1,600)	(4,400)	(16,500)	(53,600)	(14,300)	(11,800)	(7,000)	114,900	7,200
14. 工事費合計	(46,500)	(34,600) (17,600)	(48,100)	(181,700)	(589,200)	(157,000)	(130,100)	(76,800)	1,264,000	79,000
15. 土地関連費		Alpha 発電施設に計上							-	-
16. 総合計	(46,500)	(34,600) (17,600)	(48,100)	(181,700)	(589,200)	(157,000)	(130,100)	(76,800)	1,264,000	79,000

Appendix 2 - 3 Alpha - Beta 発電施設・初期建設費

(単位: '000ルピー)

工 事 (含・設備)	労 賃		燃 料 費	建設機械	発電設備	材 料			合 計	合 計 (USS '000)
	未 熟 練	熟 練 (内・外国人)				セメント	鉄 筋	その他 (骨材等)		
1. 取付通路・付替通路	9,600	8,200 (3,200)	15,200	84,000	-	1,600	6,800	5,100	80,000	5,000
仮排水(掘削、トンネル、コンクリート、型枠、鉄筋、等)	9,800	9,100 (3,200)	14,600	32,900	22,500	19,900	29,300	13,900	152,000	9,500
ダム(掘削、盛土材、グラウチング、キャラリー、削孔、排水トンネル、等)	33,700	22,600 (8,000)	124,300	262,300	120,000	81,900	11,100	84,900	740,800	46,300
洪水吐き(掘削、コンクリート、型枠、鉄筋、等)	39,700	24,700 (8,600)	50,200	178,000	23,200	135,100	98,400	68,500	612,800	38,300
放水口(掘削、トンネル、コンクリート、型枠、等)	4,700	3,400 (1,000)	4,000	13,000	16,700	16,200	4,700	20,300	88,200	5,200
取水口(同上)	5,900	7,000 (2,500)	5,200	23,600	18,300	18,600	30,000	32,400	136,000	8,500
発電所および放水路(掘削、構造、コンクリート、ピル、等)	11,600	12,800 (8,100)	12,900	62,000	17,800	14,100	79,300	66,200	276,800	17,300
発電設備	1,400	1,800 (1,500)	900	2,200	934,900	700	400	200	942,400	58,900
送電線	1,000	1,700 (1,400)	800	8,000	30,600	700	12,800	400	56,000	3,500
10. 小 計	117,400	91,300 (37,500)	228,100	616,000	1,184,000	283,800	267,500	291,900	3,080,000	192,500
11. 技術管理費(8%)									246,400	15,400
12. 小 計									3,326,400	207,900
13. 予備費(10%)									332,600	20,800
14. 工事費合計									3,659,000	228,700
15. 土地関連費 (Appendix 1 参照)									26,100	1,600
16. 総 合 計									3,685,100	230,300

Appendix 2-4 初期建設費インプット別年次配分

(財務費用)

(単位：百万ルーピー)

年次 インプット	1987	1988	1989	1990	1991	合計
労 賃						
未熟練	9.6	32.0	32.0	30.0	13.8	117.4
熟練						
Arcadia人	5.0	11.0	12.0	13.0	12.8	53.8
外国人	3.2	6.0	7.3	12.0	9.0	37.5
燃料費	5.2	55.0	62.7	63.2	32.0	228.1
建設機械	4.0	170.0	180.0	172.0	60.0	616.0
設備類	-	50.0	600.0	420.0	114.0	1,184.0
材 料						
セメント	1.6	80.0	85.0	85.0	32.2	283.8
鉄筋	6.3	70.0	80.0	80.0	31.2	267.5
その他	5.1	85.0	95.0	90.0	16.8	291.9
技術管理費	60.0	40.0	40.0	40.0	66.4	246.4
予備費	14	59.9	119.4	100.5	38.8	332.6
土地関連費	20.6	5.5	-	-	-	26.1
合 計	174.6	664.4	1,313.4	1,105.7	427.0	3,685.1

Appendix 2 - 5 初期建設費合計

インプット	Arcadia ルピー ('000)			米国ドル ('000)
	内 貨	外 貨	合 計	
労 賃				
未 熟 練	117,400	-	117,400	7,300
熟 練	53,800	37,500	91,300	5,700
燃 料 費	228,100	-	228,100	14,300
建 設 機 械	-	616,000	616,000	38,500
設 備 類	-	1,184,000	1,184,000	74,000
材 料				
セ メ ン ト	283,800	-	283,800	17,800
鉄 筋	-	267,500	267,500	16,700
そ の 他	291,900	-	291,900	18,200
技 術 管 理 費	78,000	168,400	246,400	15,400
予 備 費	105,300	227,300	332,600	20,800
土 地 関 連 費	26,100	-	26,100	1,600
合 計 (%)	1,184,400 (32.1%)	2,500,700 (67.9%)	3,685,100 (100%)	230,300

2章 経済分析

経済分析は第1部、第2部で指摘したとおり、国民経済的観点からのプロジェクト評価であり、経済費用 (economic cost) と経済便益 (economic benefit) が比較・検討され、通常は経済的
内部収益率 (EIRR) をもって評価の基準としている。

2-1 経済費用

1章のプロジェクト・コストは、実施主体たる Arcadia 電力庁が実際に支払う市場価格 (但し、1985年12月末の固定価格) で計上されたものである。こうして市場価格で積算されたプロジェクトの費用は、国民経済全体に取っての真のコストではない。何故ならば、

- ① 現行の公定為替レートは恣意的に他基軸通貨 (米ドル) にリンクさせてあり、Arcadia 国ルピーのドルに対する真の交換価値を反映していない。
- ② 関税や補助金、又は政府の種々の規制によって市場価格が歪められている。
- ③ Arcadia 国およびプロジェクト・サイト近郊には多くの潜在的・顕在的失業者 (underemployment / unemployment) が存在しており、賃金、特に未熟練労働者に対するそれは、彼らの機会費用を反映していない。
- ④ 土地の補償費も土地の機会費用を反映している訳ではない。

従って市場価格で積算されたコストは真の経済価格のコストに転換し、更に国際市場価格水準の価値である計算価格のコストに転換する必要がある。経済価格への転換にはシャドウ・レート (Shadow Rate) が、計算価格への転換には変換係数 (Conversion Factor : CF) が用いられる〔第1部参照〕。L/M方式では全てのコスト費目が計算価格化されるが、その前に経済価格に転換すべきコストの主な項目は、①プロジェクト・インプット (未熟練労働者賃金、燃料、セメント、等)、②インプットの輸送費、および③土地関連費である。

2-2 経済費用の計測

2-2-1 公定為替レート

Arcadia 国ルピーは、1982年以降それまでの固定相場制から変動相場制へと移行した。然しながら、変動相場制といえども事実上はドルにリンクしており、又、種々の規制が未だに存在している。^(注)

既述のとおり (1-1)、本報告書の経済分析ではL/M方式を用いるが、本方式では輸入される貿易材についてはその国境価格 (CIF 価格) で評価され、その後、国内輸送費等を考

④ 例として、ルピーからドルへの交換が必ずしも自由ではないこと、が挙げられる。

慮して計算価格へと調整される。国境価格で評価するということは、外貨表示のCIF価格に公定為替レートを乗じることにより、その内貨表示が得られるのであり、UNIDO方式のように潜在為替レート(Shadow Exchange Rate: SER)を用いなくて済む。

2-2-2 標準変換係数(SCF)

他方、L/M方式では非貿易財・サービスについては、国内市場価格の歪みを是正し(経済価格化)、次にそれを国際市場の価値に転換する必要がある(計算価格化)。第1部および2-1で述べたように、前者を得る為にシャドウ・レート(以下SR)が、又、後者を得る為に変換係数(以下CF)が計算される。更に、各々の非貿易財・サービスのCFを求める前段階として通常は標準変換係数(以下SCF: Standard Conversion Factor)が用意されなければならない。

SCFは主要貿易材のいくつかを選定し、積算年度を含む過去数年の輸出入の総額、関税率、補助金率等に基づき計算される。(詳細は第1部3.4.(a)を参照のこと)。然しながら、本計画では、調査時点での時間的制約および情報の不足により、世界銀行が1985年10月の調査で推定したSCFの値、0.85を用いる。

2-2-3 国内輸送費

プロジェクト・コストの見積りでは、そのインプットが貿易財であれ、非貿易財・サービスであれ、国内輸送費(オーバー・ヘッドを含む)が加算されている。Arcadiaにおける輸送費は、輸送手段であるトラック・ローリー類に高関税が課せられていることに加え、投入される燃料も国際市場水準の価値を反映しておらず、労働の価値も機会費用を反映していない等の理由により、真の経済費用とは懸け離れたものである。

従って国内輸送費も次項以降に述べるプロジェクトへのインプット同様、計算価格化する為のCFが求められなければならない。その為には、本来であれば輸送費の構成要素を産業連関表に基き各貿易財、非貿易財に区分し、その割合を求めなければならない。然しながらArcadia国には信頼の置ける、且つ詳細に亘る連関表は用意されていないので、ここでは以下のように単純化すると同時に推定を加える。即ち、輸送費の構成要素およびその比率を、輸送用自動車(或いはその損料)5、燃料1.5、労賃0.5、オーバー・ヘッド3とする。この内、輸送用自動車の価格は高関税および国内の高ハンドリング・チャージの為、CIF価格の2.5倍にも達する。故にCFはCIF価格/市場価格 = $1 \div 2.5 = 0.4$ である。^(注2)次に燃料費については、Metropole市内の燃料(ディーゼル)価格のCFとし、それはFOB価格/市場価格 = $2.80 \div 2.31 = 1.21$ と求められる〔数値等については後で述べる2-2-5参照〕。又、労賃は未熟

(注1) Arcadia国にて現在入手可能な貿易統計は1983年末迄のデータであり、現時点(積算時点)に於けるSCFを求めることは事実上不可能である。

(注2) 本来ならばハンドリング・チャージは計算価格化された上でCIF価格に加算されなければならないが、ここでは無視した。

練労働者と熟練労働者賃金のCF（次項の2-2-4参照）の平均、 $(0.17+0.85) \div 2 = 0.51$ とする。最後にオーバー・ヘッドについては一応経済価格と同じと仮定し、CFは0.85とする。以上から輸送費全体のCF_tは、各財・サービスの国境価格の合計 / その市場価格の合計、の加重平均、即ち、 $\{(5 \times 0.4) + (1.5 \times 1.21) + (0.5 \times 0.51) + (3 \times 0.85)\} \div (5 + 1.5 + 0.5 + 3) \div 0.66$ となる。

2-2-4 労 賃

本計画のプロジェクト・サイトであるAlphavilleおよびBetavilleの両地区は典型的な農村地帯である。各農家の土地は細分化されており、加えて農作業従事者の数も多く、一人当たりの限界生産高は極端に低い。換言すれば潜在的失業者が広範に存在する。このような状況下では、各農家構成員の何人かは家族労働以外の現金収入の機会を求めているので、未熟練労働者の確保については何ら支障はない。彼らには最低賃金（24ルピー/日）が支払われるが、国民経済に取ってのコストは労働の機会費用であり、それは本計画では現在従事している農業労働の限界生産高で計られる。

最近のArcadia国における農業に関する各種の調査に依れば、AlphavilleおよびBetavilleを含む農村地帯の1人当たりの限界生産高は月間144ルピー（4.8ルピー/日）に過ぎない。故にここでの労働の変換係数（CF₁）は、経済価格である機会費用に標準変換係数（SCF）を乗じた値を国内市場価格である最低賃金で割った値、即ち $(4.8 \text{ルピー/日} \times 0.85) \div 24 \text{ルピー/日} = 0.17$ である。^(註)

コントラクターは未熟練労働者1人に対し、最低賃金24ルピー/日の他に、彼らの輸送およびキャンプ運営に要するコストを支払っている。プロジェクト・コストの積算では、これらの費用を労賃に加算してあり、それらは賃金の倍の48ルピー/日にも達する。従って未熟練労働者を1人雇用する為に実際かかるコストは72ルピー/日である。その内賃金分、輸送コスト、キャンプ運営コストの比率は1:1:1である。

輸送コストは前項で述べたとおりであるが、キャンプ運営コストも厳密には貿易財、非貿易財、労働に区分され、その計算価格が求められるなければならない。ここでは、キャンプ運営コストが非貿易財と未熟練労働から成ると単純化し、その構成を各々80%、20%と仮定する。計算価格は $(24 \text{ルピー/日} \times 0.80 \times \text{SCF}) + (24 \text{ルピー/日} \times 0.20 \times \text{SWR} \times \text{SCF}) \div 72 \text{ルピー/日} = 0.51$ である。そしてキャンプ運営のCF_cは $(17.14 \text{ルピー/日} \div 24.00 \text{ルピー/日}) \div 0.71$ である。

以上から未熟練労働者への労賃全体のCF_Lは $\{(24 \text{ルピー/日} \times \text{CF}_1) + (24 \text{ルピー/日} \times \text{CF}_t) + (24 \text{ルピー/日} \times \text{CF}_c)\} \div 72 \text{ルピー/日} = 0.51$ である。

尚、Arcadia国では熟練労働者は絶対的に不足しており、市場価格は経済価格を反映していると想定された。又、既述したとおり熟練労働者の多くはコントラクターがその本国もしくは

註 ④ この式を（機会費用÷市場価格）×SCFと展開すれば、（）内はシャドウ賃金レート（SWR）である。

第3国から連れてくることになっている。従って Arcadia 国籍の熟練労働者の賃金の CFI_2 は賃金そのもの (= 経済価格) に SCF を乗じ、更に賃金で割った値、0.85 とする。換言すれば SCF が CFI_2 となる。又、外国人の賃金は国境価格そのものと考えられるので変換係数は1である。

2-2-5 燃 料

工事のインプットとして本計画で用いられる燃料はディーゼルと若干の潤滑油が中心である。Arcadia 石油公社は中東から原油を輸入し精製の上、各製品を国内供給のみならず周辺諸国へ再輸出している。

ディーゼル1ℓ当りの国内価格は2.31ルピーであるが、プロジェクト・サイト着の値段は、必要潤滑油料金および国内輸送費(オーバ・ヘッドを含む)の計5.08ルピー/ℓが加算され7.39ℓへと上昇する。このサイト着の燃料費も計算価格へと転換される必要がある。

輸出ディーゼルのFOB Metropoleは2.80ルピー/ℓであり、又もしディーゼルをシンガポールなり中東より輸入した場合のCIF Metropoleは4.53ルピー/ℓである。国民経済に取つてのコストは輸出される機会(もしくは国内価格販売額よりも多い輸出額)が失われる訳であるから、ここではFOB価格を計算価格として用いる。この結果、燃料費の CF_f は、 $\{ (FOB \text{ 価格} + \text{国内輸送費計算価格}) \div \text{サイト着価格} \}$ で求められる。^(注1)即ち $(2.80 \text{ ルピー} / \ell + 5.08 \text{ ルピー} / \ell \times 0.66) \div 7.39 \text{ ルピー} / \ell \div 0.83$ である。

2-2-6 建設機械および設備類

サイト着価格はMetropole着価格に国内輸送費30%^(注2)を加算して見積ってある。従って、これら建設機械、輸入設備類の CF_m は $(1 + 0.30 \times 0.66) \div 1.30 \div 0.92$ である。

2-2-7 セメント

セメントは国営企業により一部国産されているものの、生産量が少ない上に質も悪いので本計画では輸入製品を用いる。輸入・販売は上記国営企業が担当している。サイト着の値段は販売税(50ルピー/ton)を含み2,225ルピー/tonである。一方、CIF Metropole価格は1,100ルピー/tonである。従って移転項目としての税金を除く国内輸送費は $(2,225 - (1,100 + 50)) = 1,075$ ルピー/tonである。以上よりセメントの CF_c は $\{ 1,100 \text{ ルピー} / \text{ton} + (1,075 \text{ ルピー} / \text{ton} \times 0.66) \} \div 2,225 \text{ ルピー} / \text{ton} \div 0.81$ である。

2-2-8 鉄 筋

Arcadia 国では製鉄公社がピレットを輸入した上で鉄筋を生産している。然しながら質の面で難点があり、本計画の建設にあたっては鉄筋も先進国より輸入することになっている。又、政府の方針により関税は課せられない。CIF Metropole 価格は6,600ルピー/tonであり、国

(注1) ここでは必要潤滑油料金は単純化のために国内輸送費の中に含めた。

(注2) 中間業者の介在が少なく、絶対額が高いこと等の理由から、他の商品に占める輸送費の割合よりも低く見積った。但し輸送費のCFは0.66(2-2-3参照)を用いた。

内輸送費（含オーバー・ヘッド）を加えるとサイト着価格は 14,850 ルピー/ton になる。サイト着の計算価格は、CIF 価格に国内輸送費（8,250 ルピー/ton）の計算価格を足して得られる。従って CFs は、 $[6,600 \text{ ルピー/ton} + (8,250 \text{ ルピー/ton} \times 0.66)] \div 14,850 \text{ ルピー/ton} = 0.81$ である。

2-2-9 その他

その他を構成する主な項目は骨材・砂である。これらは非貿易財と考えて差しつかえない。骨材・砂の値段は通常、それを得るために投入される機械類、人件費、輸送費、オーバー・ヘッド、採取権等に基づいて決められている。本来であれば、その割合と各々の計算価格を求め、加重平均した値を市場価格で割って CF_o を求めるべきであるが、データ上の制約からここでは単に SCF をもって代替させることにする。換言すれば CF_o = 0.85 である。

2-2-10 土地関連費用

この費用を構成する主な項目は、①伐開・伐根費用、②植林費用、③補償費（土地、家屋、公共施設）、④土地取得費、である。これらの費目の内、植林費用、家屋および公共施設に対する補償費、土地取得費は、ここでは一応国民経済に取っての真の価値を反映していると仮定する。従って国境価格への転換は単に SCF を乗ずることとする。

伐開・伐根された原木・雑木は一部工事用に利用されるが、殆んどは伐開・伐根作業従事者ないしは周辺の住民が燃料用等として無料で持ち帰ることが許されている。このような目的に利用されるということは、コストの見積りでは計上されていないが、明らかに経済便益であり、コストから差し引いた上で SCF を乗じなければならない。然しながら工事用、燃料用としての材木が如何なる価値になるかを計測することは、限られた時間および情報上の制約から非常に困難である。故に、ここではコストの 1 割が経済価値であると仮定し、 $(1-0.1) \times 0.85 = 0.77$ の CF を用いる。次に本計画における土地に対する補償費は、言い換えれば農地に対する補償費である。^(注) 農地に対する補償費は、市場価格を参考にした上での国の評価額に基づいて支払われる。この補償費を経済価格に転換するに当たっては、機会費用、即ち、農地の失われる（foregone）生産価値で計られなければならない。失われる生産価値は単に建設時点のみで発生するものではなく、いわば未来永却に失われるものである。本来的にはこの失われた生産価値をプロジェクト・ライフを通じ毎年キャッシュ・フローに計上すべきであるが、この額はプロジェクト・コスト総額に対しては相対的に僅かであり、本経済分析ではこの土地の機会費用のプロクシーとして、1985 年固定価格で年間の価値を計上し、Arcadia 国が設定して

田 全水没地域および施設用地から農地（宅地を含む）を除いた土地の殆んどは、荒地もしくは灌木を中心とするジャングルであり国有地となっている。国有地の土地収用費はそれが国家的プロジェクトに用いられ、且つその土地の評価額がゼロもしくは非常に低い場合は無料である。従ってプロジェクト・コストの積算には計上していないが、経済価格の点でもゼロである。何故ならば、それらの土地に経済的な価値が認められず、更に将来の開発の可能性も少ないからである。

いる10%の割引率で各年の価値を現在価値に戻し、その総計をキャッシュ・フローの初年度に計上することとする。

プロジェクトにより収用される、もしくは水没する農地の内訳は、かんがい田40 ha、天水田140 ha、畑地100 ha、個人所有山林100 haであり、補償費として合計1,800,000ルピーが計上されている。かんがい田は2期作でha当りの経済価格でのネットの収入は2,200ルピー/haである。^(注)同じく1期作の天水田は700ルピー/haである。畑地では換金作物として大豆が栽培されている。大豆のha当りの経済価格でのネット収入は500ルピー/haである。プロジェクト利用地内の個人所有山林(総面積100 ha)ではユーカリが植林されているが、山林所有者は元々次回の植林は考えていないので、補償費が経済価格を反映していると思ふことにする。以上、全ての経済価格は標準変換係数を乗じて計算価格へと直す必要がある。土地関連費用の価格をまとめると以下の通りである。

費 目	補償費(千ルピー)	計算価格への転換根拠	計算価格
① 伐開・伐根	15,500	$\times 0.9 \times S C F$	11,860
② 植林費用	2,500	$\times S C F$	2,130
③ 補償費			
a) 土地(農地)			
・ かんがい田	500	Rs. 2,200 / ha \times 40 ha $\times \sum_{t=1}^{50} \frac{1}{(1+0.10)^t} \times S C F$ = Rs. 2,200 / ha \times 40 ha $\times 9.915 \times S C F$	740
・ 天水田	700	Rs. 700 / ha \times 140 ha $\times 9.915 \times S C F$	830
・ 畑地	400	Rs. 500 / ha \times 100 ha $\times 9.915 \times S C F$	500
・ 個人所有山林	200	$\times S C F$	170
b) 家屋	550	$\times S C F$	470
e) 公共施設	1,450	$\times S C F$	1,230
④ 土地取得費	2,700	$\times S C F$	2,300
⑤ 予備費(6.5%)	1,600	計算価格 \times 6.5%	1,310
合 計	26,100		21,540

② Arcadia国は米の輸出国であり、米の生産地における経済価格(economic farmgate price)は次のようにして求められる。(米のFOB Metropole価格 - Metropole迄の輸送費等の諸経費の経済価格) = 生産地における米の経済価格。又、ネットの収入は生産地における経済価格に基づく収入から、生産に要する経済費用を差し引いた純便益(B-C)である。