

円滑な円借款事業実施による 経済的便益に係る調査 報告書

平成24年3月
(2012年)

独立行政法人
国際協力機構 (JICA)

委託先
株式会社 三菱総合研究所

評価
JR
12-04

序文

JICA はこれまで、途上国における開発効果の早期発現を促し、我が国の政府開発援助における戦略的有用性を高めるため、円借款事業の形成と実施の迅速化に努めてきました。こうした取り組みの一環として、相手国実施機関を対象とした円借款事業の実施要領に関するセミナーの実施、相手国政府との協議を通じた遅延解消のための働きかけ、遅延が発生している案件に対する重点的なモニタリング、附帯プロジェクト等を通じた技術支援など、相手国実施機関による事業促進のための働きかけと人材育成のための努力を行っています。

これらの取り組みをより強化し、更なる円借款事業の迅速化を進めるためには、事業が遅延する原因を的確に分析するとともに、我が国および相手国政府の関係者が事業を円滑に実施することにより得られる経済的な便益を具体的に把握し、より高い認識をもって事業の実施にあたることが重要です。

本調査では、円借款事業における遅延の原因と事業を遅延無く実施することにより得られる経済的便益について、円借款事業が比較的多く行われている東南アジアおよび南アジアの 4 カ国に絞って分析を行い、教訓および今後取り組むべき課題を引き出しました。また、事業を実施する実務者が各事業の実施途中に自ら便益の計算を行い、関係者に事業のより円滑な実施を促すための資料として活用できるよう、便益計算のための手順を整理しました。本調査の結果を活用することにより、円借款事業を実施する我が国および相手国関係者の業務の円滑化に微力ながら貢献できれば、これほどの喜びはありません。

最後に、本調査にご協力とご支援をいただいた関係者の皆様に対し、心より感謝申し上げます。

2012 年 3 月
独立行政法人国際協力機構
評価部長 佐々木 篤

目 次

略語 4

第1章 調査の背景・目的・内容.....	1
1-1 調査の背景.....	1
1-2 本調査の目的.....	3
1-3 本調査の内容.....	3
1-4 本報告書の構成.....	4
第2章 事後評価結果にかかる分析.....	5
2-1 対象セクターの事業遅延状況.....	5
2-2	6
2-3 遅延の原因.....	6
2-4 事業の円滑なマネジメントの例（インド・シマドリ石炭火力発電所）.....	11
2-5 遅延原因の相互関係.....	15
第3章 円滑な事業実施による経済便益の算出手法に関する検討.....	16
3-1 遅延の経済的影響の考え方.....	16
3-2 遅延の経済的影響を把握する方法.....	19
第4章 遅延による経済的影響のケーススタディ.....	42
4-1 シマドリ火力発電所プロジェクト（インド）.....	42
4-2 電力以外のセクター（運輸、上水道）への適用について.....	61
第5章 本調査のまとめ.....	64
5-1 本調査の成果と提案した手法の意義.....	64
5-2 今後の課題について.....	65

添付資料：

- ・ NPV の差分を計算するためのエクセルシート
- ・ 収集資料リスト

略語

AP	Andhra Pradesh	アンドラ・プラデッシュ州（インド国）
EIRR	Economic Internal Rate of Return	経済的內部収益率
ENPV	Economic Net Present Value	経済的純便益
FIRR	Financial Internal Rate of Return	財務的內部収益率
FNPV	Financial Net Present Value	財務的純便益
GDP	Gross Domestic Product	国内総生産
GRP	Gross Regional Product	地域内総生産
JICA	Japan International Cooperation Agency	独立行政法人国際協力機構
L/A	Loan Agreement	円借款貸付契約
NPV	Net Present Value	純便益（純現在価値）
NTPC	National Thermal Power Corporation Ltd	インド火力発電公社
ODA	Official Development Assistance	政府開発援助
WACC	Weighted Average Cost of Capital	資本機会費用加重平均

第1章 調査の背景・目的・内容

1-1 調査の背景

JICA はこれまで、我が国の ODA における効果と国民への説明責任を高めるため、円借款案件の迅速な形成とその実施に努めてきた。またその一環として、事業の実施に遅延が発生した案件に対して重点的なモニタリングや、事業実施促進のための専門家派遣、セミナーの実施等を行ってきた。しかし、今後事業の遅延への事前の予防策を含めた更なる対応強化を図る観点から、円滑な事業実施に係る現状把握が必要との認識が高まっている。

1-1-1 これまでの円借款事業評価における事業遅延の評価と課題

JICA では 2004 年度から円借款事業評価において、レーティング制度を本格導入している¹。これは、プロジェクト終了後 3 年目までを目途に実施される事業の事後評価をもとに、評価 5 項目（妥当性、有効性、効率性、インパクト、持続性）についてレーティング（格付け）を行うものである。

このうち「効率性」レーティングにおいて、当初計画と比べて実際の事業費及び事業期間がどのような状況であったかを評価している。事業費については計画からの増加費用を金額で評価する一方、事業期間については計画におけるプロジェクト完了時期からの遅延を期間延長率で評価している。

事業遅延は、計画に対する時間的な遅れの長さによって評価が行われているが、そこに留まっており、事業遅延によって発生した損失（＝逸失した便益）は算定されていない。同じ長さの事業遅延であってもプロジェクトの内容や環境によって金額で換算される逸失便益（＝円滑な事業実施による経済的便益）は異なり、これを把握し、必要に応じてカウンターパートに示すことが円滑なプロジェクト実施につながる一つの方策になり得ると考えられる。

1-1-2 「時間管理概念」の重要性（事業遅延の影響の大きさ）

本調査業務は、円借款事業の遅延について検討の対象としているが、我が国の社会資本整備においては、研究レベルや実務レベルで「時間管理」の重要性が認識されている（「時間管理概念」と呼ばれる）。

事業が遅延する原因は種々あるが、詰まるところ、事業関係者（行政を含む）の時間管理の重要性に対する認識が必ずしも十分でないことも大きな原因となっている。

事業が遅延することの影響は、個別事業の財務的影響、事業が及ぼす社会経済的影響だけでなく、社会資本整備事業の供用目標に対する信頼性低下（社会資本整備は計画通りにできなくても当然といった見方）にもつながると指摘されている。（表 1-1）

¹ レーティング制度などの JICA の評価制度全般については以下の URL を参照のこと。
<http://www.jica.go.jp/activities/evaluation/about.html>

表 1-1 事業遅延による影響（円滑な事業実施により回避しうる影響）

影響		内容	
個別事業に係る影響	財務的影響	<ul style="list-style-type: none"> ・ 当該事業の事業採算性の悪化（金利コスト） ・ 当該事業やその事業主体の財務状況の悪化（キャッシュフローなど） 	
	社会経済的影響	当該事業	<ul style="list-style-type: none"> ・ 遅延による社会的費用の増大（遅延の原因事象の対策費、労務費や機械リース料等の増大） ・ 遅延による社会的便益の減少 ・ 財務的影響による社会的便益の減少
		関連投資	<ul style="list-style-type: none"> ・ 当該事業の供用を前提とした社会資本整備事業やその他の社会経済活動に係る投資の機会損失や逸失利益
		マクロ経済	<ul style="list-style-type: none"> ・ 遅延による経済効果の機会損失
社会資本整備事業の供用目標に対する性低下による影響	関連投資一	<ul style="list-style-type: none"> ・ 当該事業の供用を前提とした社会経済活動に係る投資が様見によって遅れる場合の、当該事業の効果（相効果）の低下や当該投資の逸失利益 	
	社会資本整備事業一	<ul style="list-style-type: none"> ・ 社会資本整備事業一の事業評価に対する性低下 ・ 社会資本整備事業一の合意形成の困難化のおそれ 	

出典：長谷川専「時間管理概念の観点から見た社会資本整備の実施マネジメントに関する研究」（東大論文）

新興国や発展途上国では、社会経済的影響のうち、マクロ経済への影響、すなわち遅延による経済効果の機会損失の影響が大きいと考えられる。これは、新興国や発展途上国においては社会資本が全般的に不足しており、社会資本整備が経済成長に与える影響が先進国に比べて大きいと考えられるためである。したがって本調査では、我が国その他の社会資本整備における時間管理概念の研究成果をよりどころに、プロジェクトの遅延に伴う社会経済的影響を把握し、それをもって円借款事業対象国の関係者に対する時間管理の重要性の認識向上を図ることを目指している。そのためには、事業遅延の影響の分析はもとより、現地の特徴を踏まえた多面的な定量評価、および定性評価を組み合わせた包括的視点から分析を行う。

1-2 本調査の目的

上記の背景を踏まえ、本業務の目的は以下の通りとする。

「大規模インフラ建設事業における円滑な（遅延のない）事業実施による経済的便益を把握し、その算出方法等を示す。」

1-3 本調査の内容

本調査で実施した内容は以下の通りである。

1-3-1 事後評価結果の分析

2000年以降に事後評価が実施された下記対象国およびセクターにおける全ての円借款事業案件（120件程度）のJICA事後評価結果から情報を収集するとともに、詳細な情報が必要な案件については審査調書を参照する。

<分析対象国>

過去の円借款事業件数が多く、今後も円借款事業の継続が想定される以下の4カ国の円借款プロジェクトを分析対象とする。

対象国：インド、インドネシア、フィリピン、ベトナム

<分析対象セクター>

大規模インフラ建設事業の件数が多い、以下のセクターを対象とする。

- 1) 運輸（道路、鉄道）
- 2) 電力（発電所/送電線）
- 3) 上水道

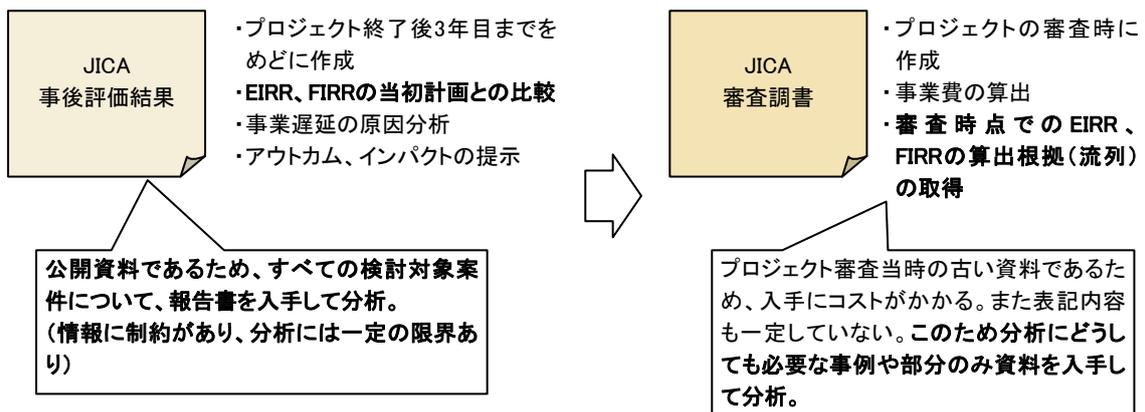


図 1-1 事後評価結果にかかる情報収集

出典：三菱総合研究所作成

1-3-2 円滑な実施による便益を計測する手法の検討

遅延が生じた場合の損失を推計するための手法について検討する。これは円滑な実施によって遅延が生じなかった場合の便益を推計することと同義である。ここでは、事業の前

後で実施される費用便益分析に基づく事業評価の結果を用いて、簡便に算出する手法を検討する。なお、ここで推計される便益は、間接的には地域インパクトにも関係する（遅延による便益の損失が大きいことは、地域インパクトレベルでも遅延による影響が大きいことを意味する）。そこで、本手法を実際の事業に適用したケーススタディにおいては、遅延による便益の損失だけではなく、地域レベルでのインパクトについても定量・定性データを用いながら整理することとした。

なお、本調査では、実際の事業における遅延の状況やそのインパクトを具体的に把握するため、対象国の運輸事業 1 件を選択し現地調査を行った。現地調査の結果は資料編に掲載している。

1-4 本報告書の構成

本報告書では、まず第 1 章（本章）において、調査の背景・目的・内容を簡潔に整理する。第 2 章においては、事後評価結果の分析結果について整理し、特に遅延原因の相互関係について体系的な整理を行う。第 3 章では、遅延の影響を分析するための各種手法を整理した上で、本調査で提案する手法について提示し、また費用便益の流列データを用いた具体的な計算方法についても提示する。第 4 章では、電力セクターを事例として本手法を適用したケーススタディの結果を示した上で、運輸セクター、上水道セクターへの適用手法も整理する。第 5 章では、本手法の意義をまとめた上で、本手法の活用に向けた方策を提示する。

また、資料編においては、本編より優先度は落ちるが、本調査の参考となる情報やデータについて取りまとめて掲載している。

第2章 事後評価結果にかかる分析

2-1 対象セクターの事業遅延状況

2-1-1 分析対象件数

本調査で分析対象とする対象事業数は、

表 2-1 の通りである。国別ではインドネシア、フィリピンが多く、セクター別では運輸（道路）、電力が多い。

表 2-1 分析対象となった円借款事業件数

国		インド	インドネシア	フィリピン	ベトナム	計
運輸	道路	5	18	21	6	50
	鉄道	1	3	4	0	8
電力（発電所/送電線）		22	14	11	4	51
上水道		2	3	2	0	7
計		30	38	38	10	116

出典：事後評価報告書より三菱総合研究所作成

2-1-2 各事業の効率性レーティング

表 2-2 に、事後評価結果から抽出した分析対象事業の効率性レーティング、事業期間延長率の状況を示す。ここで効率性レーティングとは事業期間延長率評価の目安として示されている指標であり、期間延長率が 100%以下ならば「a」、100%超で 150%以下は「b」、150%超は「c」という格付けをしている（2005 年度以降）。「a」が円滑な実施という観点で望ましいプロジェクトである。

いずれのセクターでも、事業期間延長率が「計画の 150%超」（効率性レーティングは「c」）となっているものが最も多い。逆に計画の 100%以下のプロジェクトも一部存在している。その中で遅延しなかった原因が丁寧に分析されているプロジェクトに、電力セクターにおけるシマドリ火力発電所（インド）の事例がある（2-4 節で記述）。

表 2-2 セクター別事業期間延長率別の件数と比率

延長率\セクター	道路	鉄道	電力	上水道
a:計画の 100%以下	3(6.0%)	1(12.5%)	2(3.9%)	1(14.3%)
b:計画の 100%超 150%以下	13(26.0%)	2(25.0%)	8(15.7%)	2(28.6%)
c:計画の 150%超	31(62.0%)	4(50.0%)	36(70.6%)	3(42.9%)
不明	3(6.0%)	1(12.5%)	5(9.8%)	1(14.3%)
合計	50(100.0%)	8(100.0%)	51(100.0%)	7(100.0%)

注 1) 事業期間延長率とは計画月数に対して実際にかかった月数の割合を示す。

注 2) 各セクターで数値（比率）が最も高いものについてセルをカラーで示している。

注 3) 鉄道と上水道は対象プロジェクト数が少ないことからデータの信頼性が比較的低い点に注意が必要である。

出典：事後評価報告書より三菱総合研究所作成

2-2

2-3 遅延の原因

2-3-1 プロジェクトの段階

遅延原因を分析するために、円借款事業のプロセスと遅延の考え方を図 2-1 に整理する。すなわち、ここでは事業の遅延を、円借款貸付契約（以下 L/A と記載）締結時点での計画における供用開始予定時点と実際の供用開始時点との時間的遅れとして捉える。また、事業のプロセスの区切りや手続き等の事業途中段階での遅延も、各々の L/A 締結時点での計画における実施予定時点と実際の実施時点との時間的遅れとして捉えることができる。すなわち、事業の遅延は L/A から供用開始までの各プロセスで生じる可能性がある。

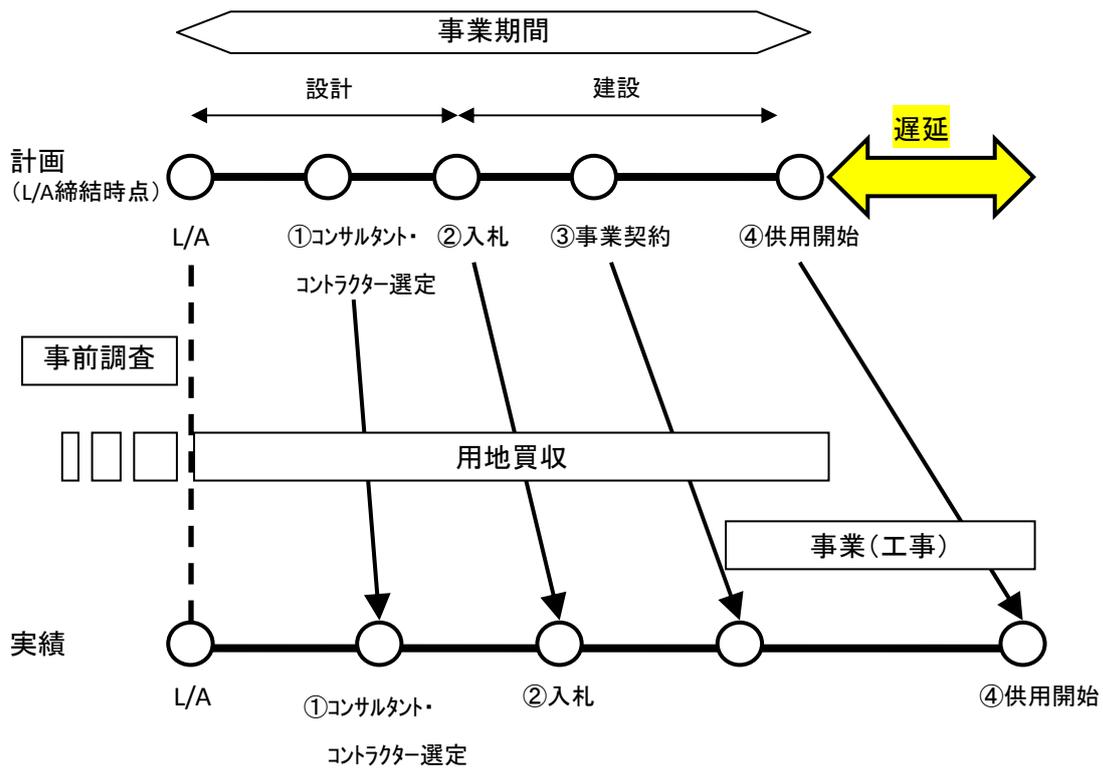


図 2-1 円借款事業のプロセスと遅延の考え方 (L/A から供用開始まで)

出典：三菱総合研究所作成

2-3-2 主な遅延の原因段階と遅延の例

円借款事業の事後評価結果における遅延原因の記述から、各プロセスにおける主な遅延の原因は表 2-3 のように整理できる。

表 2-3 各プロセスにおける主な遅延の原因

プロセス	主な遅延の原因	遅延の具体例
用地取得	用地取得	<ul style="list-style-type: none"> ● 森林局からの土地の移譲が約 4 年遅延した。 ● 石炭灰捨て場建設における用地取得と住民移転に時間がかかった。
設計	コンサルタント・コントラクター選定	<ul style="list-style-type: none"> ● コンサルティング・サービスの見直しによるコンサルタント選定を開始する手続きに時間を要した。
	設計	<ul style="list-style-type: none"> ● 竣工図面がなく、工事開始前、地下及び地上の公共施設(電線、ガス、水道管等)の敷設状況調査に時間を要した。 ● 森林影響調査に時間を要した。
建設	手続き・承認・入札	<ul style="list-style-type: none"> ● 入札の遅れ、および追加地質調査・設計変更の必要により建設作業開始が遅れた。 ● 国家電力公社(NPC)の分割民営化の準備と国家送電公社(TRANSCO)の設立を予想した実施機関の内部における事務停滞により事業実施・工事の承認が停滞した。 ● 「公共投資委員会」(Public Investment Board: PIB)による承認手続きに時間がかかった。
	事業計画	<ul style="list-style-type: none"> ● 工事区域は既設のダム・発電所に近接し、極めて狭隘であることや工事現場へのアクセスが悪いことから、岩盤掘削工法として通常の発破掘削や重機掘削などの工法を想定していたが、実際の工事においてはこれらの工法が使用できない地質であったことから採用できず、ほとんどの掘削を人力で行うこととなり時間を要した。 ● 発電機据え付け後のテスト運転中に設備異常の際に動作するはずの遮断機が動作しなかったため、発電機が故障。3 ヶ月後に運転を再開したものの石炭処理設備、灰処理設備の工事が遅延。遅れた工事の一部は発電機を停止させて行う必要があるが、カルナタカ州の深刻な電力不足のため、水力発電所のフル稼働が可能になる雨期にしか工事を行うことができなかった。
	施工業者の作業能力	<ul style="list-style-type: none"> ● 建設業者の工事進行が遅かったため、工事は計画どおりに完成されなかった。最初に契約した業者は解任されたが、その解任について当該業者が訴訟を提起した結果、再入札及び新たな建設業者の確保に係る裁判所の許可を得るのに大幅な時間が費やされてしまった。 ● コンクリート打設は地元の業者が請け負ったが、一部業者の経験が十分でなかった。
	その他事業者の事情	<ul style="list-style-type: none"> ● 内貨部分で選定された共同企業体である請負業者に資金繰りの問題が生じ、建設資材調達の遅れや、労働面で不足につながった。
	計画変更	<ul style="list-style-type: none"> ● 大都市圏交通の混雑緩和事業において、設計変更(駅の位置、基礎の位置、駅入り口の構造、高架構造物、横断構造物)等があった。 ● 緊急度の高い他の土木工事を優先したことにより事業範囲が変更された。
	支払い遅れ	<ul style="list-style-type: none"> ● 実施機関の財務的制約によるコントラクターへの支払い遅れ、関税支払い遅れがあった。 ● 現地政府が手当てすることになっていた内貨費用が不足した。
	共通	悪天候・自然災害等
	政治経済状況の変化	<ul style="list-style-type: none"> ● 周辺地域の政情不安により治安状況が悪化した。
	その他の想定外の事象など	<ul style="list-style-type: none"> ● 事業サイトからの度重なる建設資材の盗難があった。 ● 第 2 期事業について、第 1 発電所の導水路トンネル等の土木工事において、当初予期し得なかった軟弱な地質での難工事により遅延した。 ● 建設作業員のストライキがあった。

出典：事後評価報告書より三菱総合研究所作成

2-3-3 セクター別の遅延原因

電力を除く各セクターで「用地取得」が遅延の最大の原因となっている。電力セクター

では「用地取得」を原因として遅延した事業は比較的少ない。その理由は、電力以外のセクターの円借款事業が主に線的に整備されるのに対して、円借款で整備される電力の主な施設・設備（発電所など）は点的に整備されるためと考えられる。他方、電力セクターでは種々の手続面での遅れが目立っている。なお、鉄道セクターと上下水道セクターについては、対象事業件数が少なく、その結果、遅延原因別の件数も少ないため、これを一般的傾向と捉えるべきかについて留意が必要である。

表 2-4 セクター別遅延原因

原因\セクター	道路	鉄道	電力	上水道
用地取得	18(16.1%)	3(15.0%)	10(9.1%)	4(36.4%)
コンサルタント・コントラクター選定	4(3.6%)	0(0.0%)	4(3.6%)	2(18.2%)
設計	3(2.7%)	2(10.0%)	3(2.7%)	0(0.0%)
手続き・承認・入札	16(14.3%)	2(10.0%)	26(23.6%)	3(27.3%)
事業計画	13(11.6%)	3(15.0%)	10(9.1%)	1(9.1%)
施工業者の作業能力	18(16.1%)	2(10.0%)	12(10.9%)	0(0.0%)
その他業者の事情	3(2.7%)	2(10.0%)	3(2.7%)	0(0.0%)
計画変更	13(11.6%)	2(10.0%)	11(10.0%)	0(0.0%)
支払い遅れ	3(2.7%)	0(0.0%)	6(5.5%)	0(0.0%)
悪天候・自然災害等	14(12.5%)	1(5.0%)	11(10.0%)	1(9.1%)
政治経済状況の変化	5(4.5%)	2(10.0%)	7(6.4%)	0(0.0%)
その他想定外の事象など	2(1.8%)	1(5.0%)	7(6.4%)	0(0.0%)
合計	112(100.0%)	20(100.0%)	110(100.0%)	11(100.0%)

注) 事後評価結果に記載された遅延原因の記述から分類した。一つの事業に複数の遅延原因が存在する場合は各原因をそれぞれ1件としてカウントしている。このため、合計件数は対象事業数とは一致しない。

また、各セクターについて、割合が最も大きい原因のセルをカラーで表示している。

出典：事後評価報告書より三菱総合研究所作成

2-3-4 原因別の平均遅延月数・遅延率

遅延原因別に平均遅延月数と平均遅延率を表 2-5 に示す。想定外の事象、政治経済状況の変化、事業計画における問題に原因がある場合には、平均遅延率は 200%を超える。このうち、不適切な事業計画（事前の時点において想定すべき事象を想定していない等の不備のある事業計画）による遅延は、事前の情報収集等に基づく適切な事業計画策定を行うことによって改善が可能と考えられる。

表 2-5 遅延原因の平均遅延月数と遅延率

原因	平均遅延月数	平均遅延率
用地取得	50.1	198%
コンサルタント・コントラクター選定	24.0	154%
設計	37.0	188%
手続き・承認・入札	33.4	184%
事業計画	43.1	213%
施工担当者の作業能力	46.1	181%
その他業者の事情	54.2	178%
計画変更	34.3	184%
支払い遅れ	43.5	182%
悪天候・自然災害等	50.9	174%
政治経済状況の変化	43.4	217%
その他想定外の事象など	79.8	233%

注) 事後評価結果に記載された遅延原因の記述から分類した。一つの事業に複数の遅延原因が存在する場合は各原因をそれぞれ 1 件としてカウントしている。原因の分類ごとに、平均遅延月数と平均遅延率を集計した。遅延率は計画月数に対して実際にかかった月数の割合。

出典：事後評価報告書より三菱総合研究所作成

2-4 事業の円滑なマネジメントの例（インド・シマドリ石炭火力発電所）

2-4-1 シマドリ石炭火力発電所建設事業の概要

インド南部アンドラ・プラデシュ州（以下 AP 州と表記）のビシャカパトナム市近郊に、国産炭（インド東部オリッサ州産）を使う発電出力 1,000MW（500MW×2 基）の大規模石炭火力発電所を建設した事業である。これによって、同州における電力需要の増加への対応及び電力の安定供給を図り、もって同州の産業の活性化、それによる雇用拡大、農村電化や家庭電気普及等による地域住民の生活改善に寄与することが目的である。



シマドリ火力発電所

本プロジェクトは、予定よりも短縮された工期で事業が完了し（図 2-2 参照）、レーティングにおいても効率性で a、総合評価でも A を獲得する（表 2-7 参照）という高い評価を得たプロジェクトである。

表 2-6 シマドリ石炭火力発電所有償資金協力事業

承諾額／実行額	(第 1 期) 198 億 1700 万円／193 億 7100 万円 (第 2 期) 121 億 9400 万円／121 億 9100 万円 (第 3 期) 274 億 7300 万円／272 億 9400 万円 (第 4 期) 56 億 8400 万円／12 億 5100 万円
借入契約調印	(第 1 期) 1997 年 2 月、(第 2 期) 2001 年 3 月、(第 3 期) 2002 年 2 月、(第 4 期) 2003 年 3 月
借入契約条件	(第 1 期) 金利 2.3%、返済 30 年（うち据置 10 年）、一般アンタイド、 (第 2、3、4 期) 金利 1.8%、返済 30 年（うち据置 10 年）、一般アンタイド
貸付完了	(第 1～4 期) 2007 年 4 月
実施機関	国営火力発電公社（NTPC）

出典：シマドリ石炭火力発電所有償資金協力事業事後評価報告書

表 2-7 シマドリ石炭火力発電所の事後評価結果

総合評価	A
有効性・インパクト	a
妥当性	a
効率性	a
持続性	a

出典：シマドリ石炭火力発電所有償資金協力事業事後評価報告書

2-4-2 シマドリ石炭火力発電所建設事業の分析・考察

(1) 事業期間の短縮原因（効率性）

事業実施期間が計画時の 91 ヶ月から実際には 84 カ月に短縮された主な理由は、事後評価結果によれば、本事業が地元自治体にとって優先度・重要度が高く、各種手続き等に関する地元自治体等の積極的な支援があったこと、および NTPC における円借款事業の実施能力が長年の経験により向上しているためである。これにより、一般的に発生しがちな遅延の主な原因である「手続き・承認・入札」と「用地取得」による遅れを避けることができたと考えられる。

■事業期間の短縮(効率性)

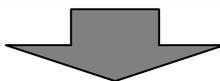
総事業期間 (計画) 91 ヶ月⇒(実績) 84 カ月

(主な事業期間短縮項目)

石炭輸送施設 (計画)5 年 4 ヶ月 ⇒(実績)5 年 1 ヶ月

冷却塔 (計画)4 年 7 ヶ月 ⇒(実績)4 年 3 ヶ月

排水処理施設 (計画)4 年 4 ヶ月 ⇒(実績)3 年 3 ヶ月



■事業期間短縮理由

① NTPC の優先的資源投入

(モデル事業として最優先事業として進める、手厚い事業予算配分等)

② コントラクターの実施能力及び信用力の高さ

③ NTPC の事業実施能力の高さ

④ 地元自治体の支援

(AP 州における本事業の優先度、及び重要度が高いため、例えば環境クリアランス取得手続きなども、通常プロジェクトに比べて非常に短時間で行なわれた。

また土地補償費の基準価格が市場価格の 3-4 倍に設定され、通常給付金(インセンティブ)も供与された。)

図 2-2 シマドリ石炭火力発電所建設事業の期間短縮

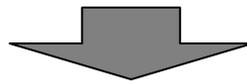
出典：シマドリ石炭火力発電所有償資金協力事業事後評価報告書より三菱総合研究所作成

(2) 事業費の削減理由（効率性）

事業費の主な削減原因は予備費の縮小であるが、管理費等も若干節約されている。これは NTPC の事業管理能力が高いことによるものと考えられる。

■事業費の削減（効率性）

総事業費	
(計画)97,369 百万円 ⇒(実績) 90,946 百万円	
(主な事業費削減項目)	
エンジニアリング費、管理費等	
	(計画)5,120 百万円 ⇒(実績)5,008 百万円
煙突	(計画) 565 百万円 ⇒(実績) 487 百万円
予備費	(計画)4,464 百万円 ⇒(実績) 106 百万円
建中金利	(計画)3,628 百万円 ⇒(実績)3,407 百万円



■事業費の削減理由
事業費削減は基本的には予備費の圧縮によるものである。エンジニアリング費、管理費等も若干下がっている。ただし、灰処理費や水処理、鉄道引込み線等の経費はその使用量の増加に伴い当初より増えている。
■管理費削減の主原因
①コントラクター、NTPC の事業実施・管理能力
②地元自治体の支援

図 2-3 シマドリ石炭火力発電所建設事業の事業費削減

出典：シマドリ石炭火力発電所有償資金協力事業事後評価報告書より三菱総合研究所作成

(3) 稼働率の向上原因（有効性）

機械故障、計画停止のいずれも計画値を下回り、人的ミスも抑制されている。これは、事業実施による運転管理能力の向上、設計の最適化、各種機器の信頼性によるものと考えられる。

■稼働率（有効性）

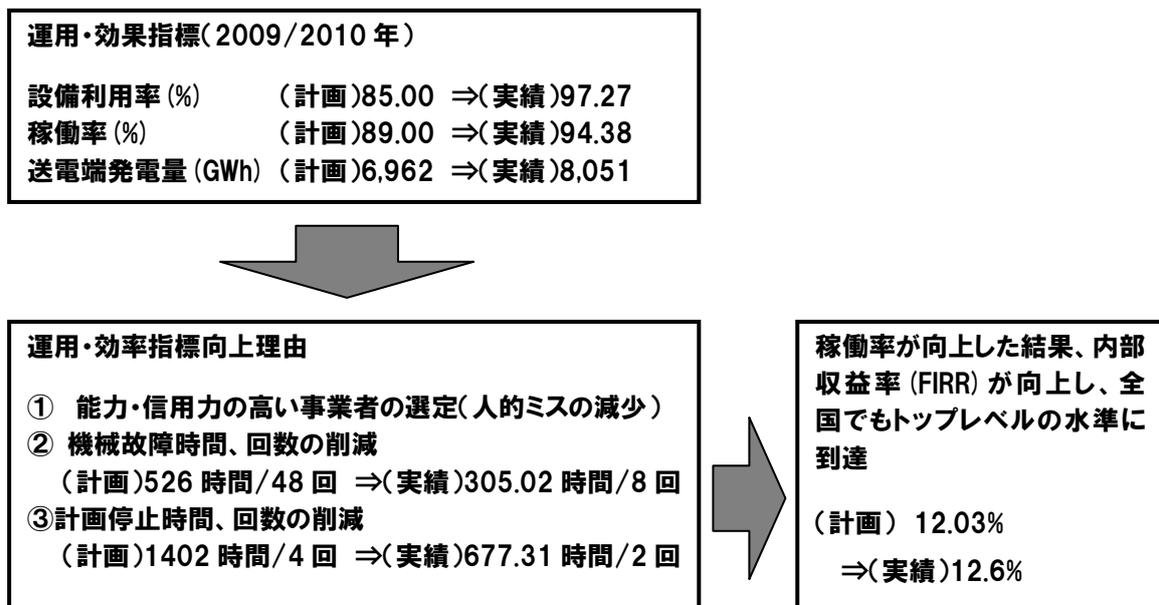


図 2-4 シマドリ石炭火力発電所建設事業の稼働率向上

出典：シマドリ石炭火力発電所有償資金協力事業事後評価報告書より三菱総合研究所作成

(4) 円滑な事業実施のポイント

以上のように、本事業は円滑に行われ、しかも有効であることが事後評価結果に記述されている。

その理由をまとめると以下の通りである。

- ・ 実施機関（NTPC）の遂行能力の高さ
- ・ 信頼できる事業者の選定
- ・ 重点事業ゆえの豊富な事業予算
- ・ 地元自治体の強力な支援

ただし、開発途上国のプロジェクトにおいては、こうした条件が必ずしも常に整うわけではなく、ここであげたポイントが他の電力プロジェクト、および他セクターのプロジェクトにおいてすべて有効であるわけではないことに注意する必要がある。

2-5 遅延原因の相互関係

遅延原因の分析と円滑に進められた事例の分析から、典型的な遅延原因とその相互関係を図 2-5 の通り整理した。ここで色を付けている部分は、遅延の根本的な原因として考えられる事項である。

遅延原因としては上述してきたように様々なものがあるが、最終的には 1) 当初の楽観的な事業計画策定、2) 手続き等の制度的側面による遅れ、3) 事業者、コンサルタントの能力不足、4) 自然災害等を含む不可抗力、5) 政治経済的理由にまとめられると考えられる。

これらのうち、事業主体にとって 4) と 5) をコントロールすることはできないが、1) ~3) は事業主体が適切な対策を講じることで回避することが可能であると考えられる。

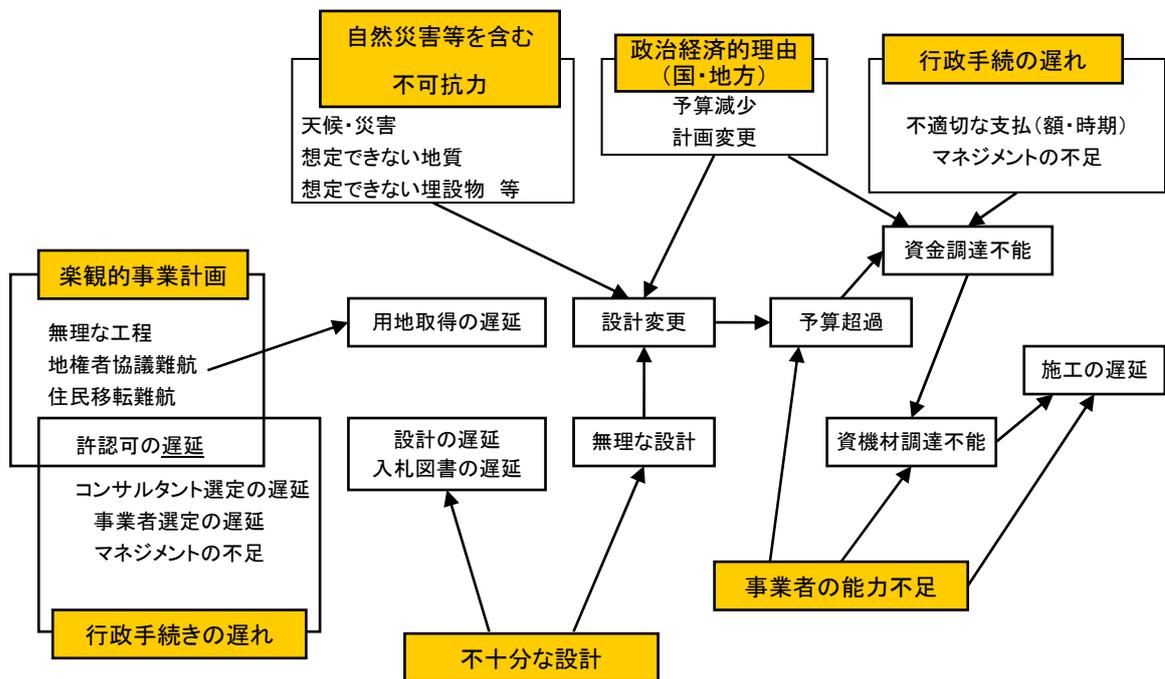


図 2-5 遅延原因の相互関係

出典：三菱総合研究所作成

第3章 円滑な事業実施による経済便益の算出手法に関する検討

本章では、遅延が生じた場合の損失を推計するための手法について検討する。遅延が生じた場合の経済損失は、円滑な実施によって遅延が生じなかった場合の経済便益を推計することと同義と考えられる。

3-1 遅延の経済的影響の考え方

本調査は「大規模インフラ事業を抱える主要セクターに関し円滑な（遅延のない）事業実施による経済的便益を把握すること」を目的としている。そのためには、同じ長さの事業遅延であってもプロジェクトの内容や環境によって金額で換算される逸失便益（＝円滑な事業実施による経済的便益）は異なることを理解するとともに、便益を計測し、必要に応じてカウンターパートに示す方法論を示すことが必要である。

こうした経済的便益を計測するための手法としては、以下のようなものが想定される。

表 3-1 遅延の経済的影響の数値分析手法

分析手法	概要	メリット	デメリット
①NPVによる分析手法	費用便益分析の考え方に基づき、遅延した場合と遅延していない場合の純便益（NPV）を比較。 財務的影響を把握するための指標としては財務的純便益の差（ Δ FNPV）、社会経済的影響を把握するための指標としては社会経済的純便益の差（ Δ ENPV）を用いる。	<ul style="list-style-type: none"> 費用便益分析が実施されており、費用便益の流列が入手可能な場合、比較的簡便に計算可能。 セクター・地域によらず統一的に算出可能。 セクターによる違いは費用便益の流列に反映される。 事前評価・事後評価と同じベースでの分析が可能となり、カウンターパートとの共通理解が得られやすい。 	<ul style="list-style-type: none"> 社会的割引率等のパラメータの設定により結果が大きく変わる可能性がある。
②マクロ経済モデル	GTAP等のマクロ経済インパクトを図るモデルにより、遅延した場合と遅延していない場合のインパクト（GDP成長など）を比較。	<ul style="list-style-type: none"> 地域へのインパクトを直接計測可能。 セクター・地域の特性を直接に反映。 	<ul style="list-style-type: none"> 計算が複雑。 インフラプロジェクトに対する投資の効果全体を測る目的には適しているが、個別のプロジェクト評価への適用は困難
③定量データによる分析	事業実施前後の統計データを比較し、事業実施のインパクトを把握した上で、遅延した場合はそのインパクトの発現が遅延すると想定。	<ul style="list-style-type: none"> セクター・地域の特性を反映。 	<ul style="list-style-type: none"> 事後評価にしか適用できない。 利用可能なデータに制約される→詳細なデータの分析が必要となる。 当該プロジェクトだけの効果かどうかは判然としない。

出典：三菱総合研究所作成

これらの手法はそれぞれに特色があるが、本調査では、「JICA 内部および円借款の対象となる途上国政府において利用可能な簡便な手法が望まれていること」、「我が国において適用事例が多く（下表参照）、一定の認知がなされていること」を勘案し、「①NPV による分析手法」に基づき遅延の経済的影響（円滑な事業実施による便益）を計測するものとする。

表 3-2 我が国における NPV に基づく遅延損失計測事例²

文献名	計測内容	対象事業等	遅延や事業期間短縮の影響	備考
公共事業における「時間管理概念」の導入手法及び再評価手法に関する基礎的研究調査（運輸省運輸政策局公共事業調査室、2000.3）	遅延の発生時期等による遅延損失（基本ケースの純便益からの減少率）	鉄道（仮想）	-16%	事業末期に2年遅延した場合
		港湾（仮想）	-13%	
		空港（仮想）	-14%	
公共事業の遅延による社会・経済的影響の把握に関する調査（財団法人建設経済研究所、2000.3）	供用遅延による遅延損失	新湘南バイパス	-94.0億円	事業費の24%の損失
都市鉄道の効果2003（運輸施設整備事業団、2003.3）	供用遅延による遅延損失	福岡市営地下鉄1号線・2号線	-1兆17772億円	事業費の110%の損失

出典：長谷川専「時間管理概念の観点から見た社会資本整備の実施マネジメントに関する研究」2005.9より作成

本手法のメリットは「比較的簡便に、セクター・地域によらず統一的方法で定量的に経済的影響を把握することができること」、「セクターによる違いが費用便益の流列に反映されること」にある。また、事前評価や、事後評価の基礎資料である費用便益の流列データを基本として分析することにより、カウンターパートである円借款事業対象国の関係者とも共通の理解のもとでの遅延損失の計上が可能であるとの実務的メリットもある。

さらに、標準的なマイクロ経済学の理論に基づけば、社会経済的純便益は、地域に帰着するインパクト（GRP³の変化等）に帰着する。そのため、社会経済的純便益の差分により、地域レベルの影響についても一定程度把握できると考えられている。また、財務的純便益の大きさについても、社会経済的純便益の大きさと相関があることから、財務的純便益と地域レベルの影響も一定程度の相関関係にあると考えられる。

²

³ GRP は Gross Regional Products の略で、地域内総生産（その地域内で生み出された付加価値）のことを表す。

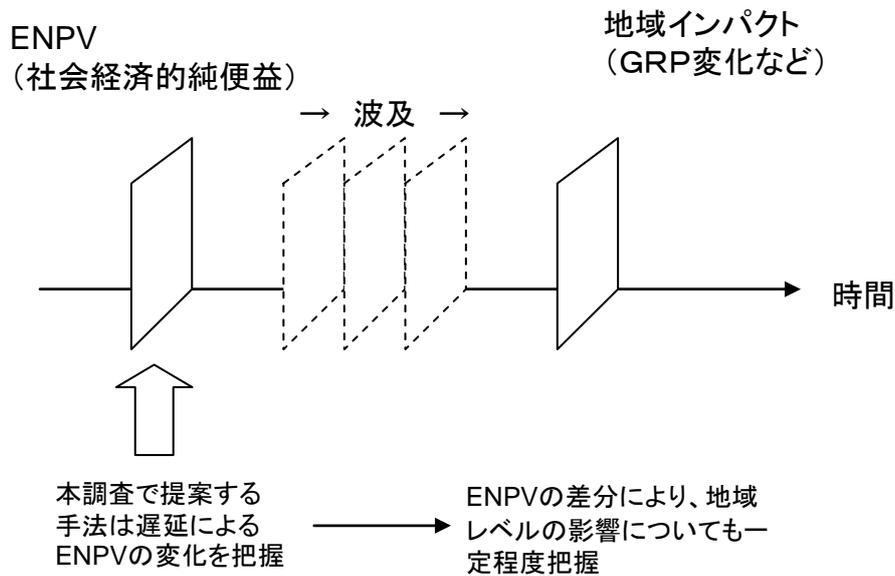


図 3-1 社会経済的純便益（ENPV）と地域インパクトの関係性

出典：三菱総合研究所作成

ただし、一方で NPV の差分の算定は、計算式に使用するパラメータである社会的割引率等の設定により結果が大きく変わりうるといった限界もある。また、社会的割引率の正確な設定が困難な面もある。そのため、NPV の差分により算出される経済的影響は、あくまで概略的な数値と解釈することが望ましい。数値自体は概算であることを十分に認識する必要がある一方で、他方こうした取り組みが円借款事業対象国の関係者に対する時間管理の重要性の認識向上を図ることにつながり、遅延抑制を進める根拠となるものと考えられる。

また、第 4 章のケーススタディで示すように、個別事業のもつ地域インパクト等に関しても可能な限り情報を収集し、GRP の変化等の定量的なデータとともに示すことで、NPV の差分がこうしたインパクトの発現の遅延も表現していることを説得的に示すことが可能と考えられる。

なお、場合によっては、事業が遅延した場合の方が NPV が向上するというケースもあると考えられる（遅延により用地の取得が容易になり、用地費が下がるケースなど）。次節以降で具体的な費用、便益の設定方法を解説するが、こうしたケースも排除するものではない。

3-2 遅延の経済的影響を把握する方法

本節では、遅延の経済的影響について、NPVの差分から把握する方法の具体的手順を示す。

3-2-1 本手法における作業フロー

本手法における作業フローを以下に示す。本手法においては、まず現地政府よりNPV計算に必要な費用・便益の流列データを入手した上で、費用・便益の各項目について遅延による変化を想定する。その後、遅延の基準時点の設定などの具体的な条件設定を行った上で、最終的に遅延の有無によるNPVの差分を計算することになる。

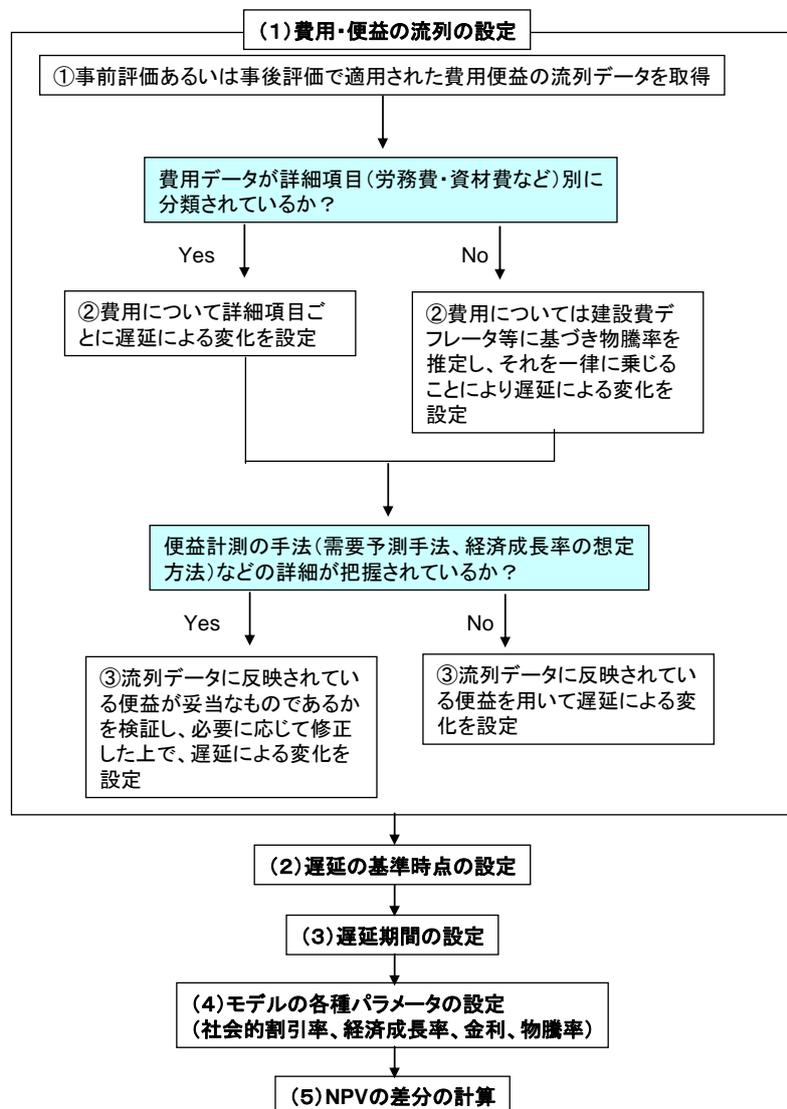


図 3-2 本手法における作業フロー

出典：三菱総合研究所作成

3-2-2 各作業項目における設定方法

以下では、JICA、および円借款事業対象国の関係者が、遅延による経済的影響を把握するために必要な各種設定について、具体的な設定方法と考え方を整理する。具体的には、作業フローに沿って、以下の項目について設定を行う。

- (1) 費用・便益の流列の設定
- (2) 遅延の基準時点の設定
- (3) 遅延期間の設定（事前・事中の評価か、事後の評価かにより異なる）
- (4) 各種パラメータの設定（社会的割引率、経済成長率、金利、物騰率）
- (5) NPV の差分の計算

(1) 費用・便益の流列の設定

費用・便益の流列の元となる考え方として、事業遅延が費用や便益にどのように影響を与えるかを整理した図を以下に示す。本図は、一般的な公共プロジェクトを想定し整理した図である。

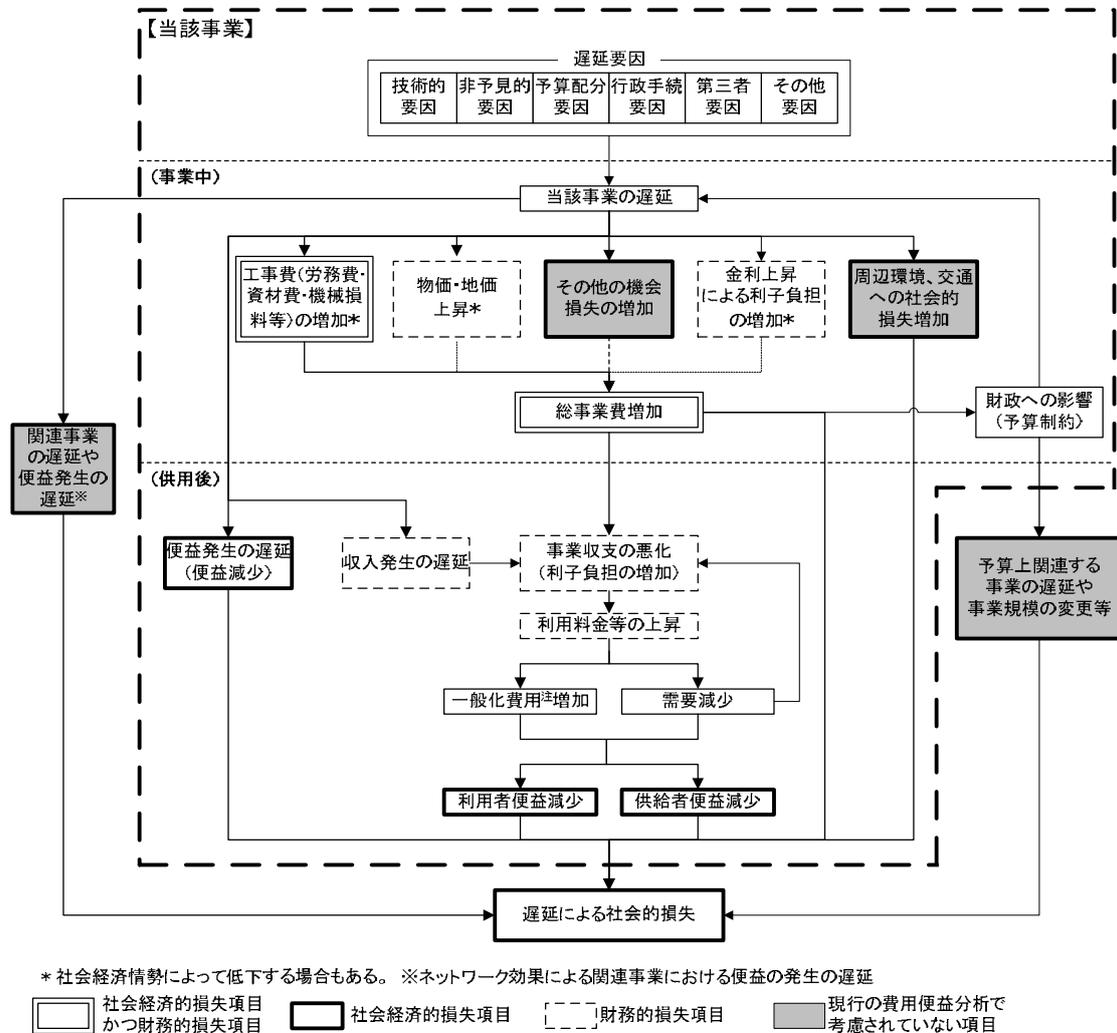


図 3-3 遅延損失の発生構造イメージ

注) 上図における「ネットワーク効果」とは、たとえばある道路プロジェクトの遅延により、その区間と連結することにより、本来の効果を発揮するはずの別の道路プロジェクトの便益の発生も遅延することを表現している。

出典：運輸省運輸政策局公共事業調査室「公共事業における時間管理概念の導入手法及び再評価手法に関する基礎的研究調査報告書」2000.3 に、社会経済的損失と財務的損失の違いなどを加筆修正

以下ではこの整理を踏まえ、運輸、電力、上水道のセクター別の特性を勘案しながら費用、便益の流列方法を検討する。具体的には、運輸事業については、特に時間短縮による利用者便益の占める割合が大きく、交通需要量に便益が大きく依存していること、電力・上水道については電力需要、あるいは水需要と将来の料金設定に便益が依存していること

について考慮する。

費用便益の流列については、事前、あるいは事中の評価・事後評価それぞれの時点において EIRR、あるいは FIRR 算定のために実際に利用された流列を現地政府機関より入手し、それを元に設定する。

以下では、費用・便益のそれぞれについての設定方法について具体的に整理する。

1) 費用の設定方法

① 費用について詳細項目別に分類されている場合

流列において費用が詳細項目別に分類されている場合は、以下のように個別の項目について遅延した場合の費用を設定する。

表 3-3 費用の設定方法の整理

項目		設定方法		
費用項目	総事業費の増加	調査・測量費の増加	<p>■ 遅延無ケースと遅延有ケースにおける費用の現在価値の差分を計上する。具体的には、「①費用の発現が遅れることによる現在価値の差」と「②費用そのものが遅延により変化することによる現在価値の差」が計上される。</p> <p>■ ②については、費目ごとに以下のように設定することが基本と考えられる（遅延による費用変化について、より詳細な情報が得られる場合はそれを反映する）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 用地取得・補償費については、遅延に伴い交渉に要するコストなどが明確に増加すると考えられる場合はそれを考慮する。 ・ 調査・測量費、労務費、資材費、機械損料については、各費目についての物騰率のデータ（デフレータ⁴等）を入手できれば、それに基づき費用の変化を計測する（たとえば貸金デフレータが年率 5%で上昇しているというデータが入手できた場合、1 年の遅延につき労務費データを一律に 5%上昇させる）。 ・ 現場管理費については、工事期間中、常にほぼ一定額を要すると考えられることから、遅延した場合も遅延しない場合と同額の現場管理費を計上する（1 年遅延した場合、現場管理費も丸 1 年分増加すると想定する）。 ・ 事業供用後にもかかる維持管理費、燃料費（電力事業などの場合）についても、各費目についての物騰率のデータ（デフレータ等）を入手できれば、それに基づき費用の変化を計測する。 	
		用地取得・補償費の増加		
		工事費の増加		労務費の増加
				資材費の増加
				機械損料の増加
	現場管理費の増加			
	機会費用の増加	事業担当者の人件費	■ 事業実施機関の事業担当者が遊休化することでその人件費分が損失になると考えられるが、通常は他業務へ割り当てられることで損失は発生しないと考えられる。そこで、事業担当者が遊休化することが明確である場合を除き、機会損失は発生していないと考える。	
		当該事業の予算	■ 当該事業に関する現地政府の予算が執行されなかったことで、その金額分の予算が活用されず残っていれば、それは機会損失となる。しかしながら途上国の現地政府の予算の状況から、予算が余っているような状況は想定しにくく、本モデルではこのような機会損失は発生していないと考える。	
	その他	コミットメントチャージ	■ 当該国に対してコミットメントチャージが課されている場合には、遅延した場合にその金額が現地政府にとっての費用となり発生するため、それを費用として計上する。	
		コンサルタント(円借款事業本体で雇用するマネジメントコンサルタント)費用の増加	■ 当該事業の遅延によりマネジメントコンサルタントの費用が増加することが見込まれる場合は、その変化を費用として計上する。	

出典：三菱総合研究所作成

費用について詳細項目別に分類されていない場合

流れにおいて費用が詳細項目別に分類されていない場合は、費用については建設費デフレータ等に基づき物騰率を推定し、それを一律に乗じることにより遅延による変化を設定することになる。たとえば建設投資デフレータが年率 10%で上昇しているというデータが入手できた場合、各年の費用データを 1 年の遅延につき一律に 10%上昇させるという処理を行う。

⁴ デフレータとは、物価指数の 1 つである。国民総生産、建設費などの経済量の異時点間にわたる比較をする際、基準時からの価格変動による影響を取り除くための指数。

2) 便益の設定方法

① 便益計測の手法（需要予測手法、経済成長率の想定方法）などの詳細が把握されている場合

この場合、流列データに反映されている便益や、経済成長率の想定方法が妥当なものがあるかを検証し、必要に応じて修正した上で、遅延による変化を設定することとなる。

たとえば、運輸セクターにおける事業について、経済成長に伴い将来の交通需要が増加することが想定されている場合、経済成長率等の想定値が現地政府より入手できれば、それらの妥当性を検証した上で、必要があれば経済成長率の設定値などを修正することにより、より正確な便益の流列を作成し計算する。またそのような修正を実施した上で遅延の損失を計算することは、現地政府に対しても適切に伝達することが望ましい。

基本となる流列表が整備できたあとは、便益の各項目別に以下の考え方で遅延による変化を計測する。

表 3-4 便益の設定方法の整理

項目		設定方法	
便益項目	運輸	社会経済的便益の減少	<p>■遅延無ケースと遅延有ケースにおける便益の現在価値の差分を計上する。具体的には、「①便益の発現が遅れることによる現在価値の差」と「②便益そのものが遅延により変化することによる現在価値の差」が計上される。</p> <p>■②については、セクター別に以下のような考え方で設定することが考えられる（運輸セクターについては道路、電力セクターについては発電・送配電、上水道セクターについては上水道を例として取り上げる）</p>
		財務的純便益の減少	
	電力	社会経済的便益の減少	<p>道路</p> <p>①社会経済的純便益の場合</p> <ul style="list-style-type: none"> 道路建設事業は、主に時間短縮効果、走行経費削減などが便益の中心であると考えられるため、便益額は交通需要に依存する場合が多いと考えられる。なお、たとえば道路混雑の緩和のような便益も、通常はこれらの時間短縮効果や走行経費削減効果に含まれると考えられる。 <p>②財務的純便益の場合</p> <ul style="list-style-type: none"> 利用者から徴収する料金収入等が財務的純便益の中心であると考えられ、便益額は交通需要、および料金水準に依存する場合が多いと考えられる。遅延により、料金水準が変更されたり、交通需要が大きく変動するような状況が考えられる場合は、その変動を便益に反映する。
		財務的純便益の減少	
	上水道	社会経済的便益の減少	<p>発電・送電</p> <p>①社会経済的純便益の場合</p> <ul style="list-style-type: none"> 発電・送配電事業における社会経済的純便益については、対象プロジェクトによって計算方法は大きく異なるが、多くの場合、便益額は電力需要に依存すると考えられる。遅延により電力需要が大きく変動すると考えられる場合は、その変動を便益に反映する。 <p>②財務的純便益の場合</p> <ul style="list-style-type: none"> 売電収入は下式により計算され、便益額は料金および電力需要に大きく依存する。遅延により、料金水準が変更されたり、産業立地が遅れ電力需要も大きく変動するような状況が考えられる場合は、その変動を便益に反映する。 <p style="text-align: center;">(売電収入) (当該発電所の売電量) (電力料金)</p> <p>上水道</p> <p>①社会経済的純便益の場合</p> <ul style="list-style-type: none"> 上水道事業における社会経済的純便益については、対象プロジェクトによって計算方法は大きく異なるが、多くの場合、便益額は水需要に依存すると考えられる。遅延により水需要が大きく変動すると考えられる場合は、その変動を便益に反映する。 <p>②財務的純便益の場合</p> <ul style="list-style-type: none"> 料金収入は下式により計算され、便益額は水道料金、および水需要に大きく依存する。遅延により、水道料金の設定値が変更されたり、産業立地や人口立地が遅れ、水需要も大きく変動するような状況が考えられる場合は、その変動を便益に反映する。 <p style="text-align: center;">(水道料金収入) (当該上水道施設の需要量) (水道料金)</p>
		財務的純便益の減少	

項目		設定方法
	工事期間中の負の便益増大	<p>■ 遅延にともなう工事期間の延長により、周囲の民間事業者の活動が妨げられる等の負の影響が考えられるが、それらの影響を便益として定量的に把握するのは技術的に困難であることから、計上しない。</p>
関連事業	関連事業の便益減少	<ul style="list-style-type: none"> ・ 遅延無ケースと遅延有ケースにおける便益の現在価値の差分を計上。 ・ 当該事業の遅延に伴う事業費増の影響で、予算上関連がある事業の規模が変更されたり、事業実施時期に遅れが生じたりすることによる便益減少については、事業間の予算上の関連性が明確な場合について計上。(ただし、実務上、予算上の関係を特定することが困難であることが多い。)

出典：三菱総合研究所作成

② 便益計測の手法（需要予測手法、経済成長率の想定方法）などの詳細が把握されていない場合

この場合は、流れデータに反映されている便益を用いて遅延による変化を設定せざるをえない。また個別の便益の設定方法は①のケースと同様である。

(2) 遅延の基準時点の設定

遅延基準とは、遅延期間の開始時点のことである。2-2でも言及したとおり、遅延基準と実際の供用時点との時間差が遅延期間となる。

遅延基準については、事前の計画における供用時点が必ずしも最適な供用時点とは限らないため、その設定は難しい。本来は、最適な供用時点を何らかの手法で推定し、それを遅延基準とすることが望ましい。しかし、最適な供用時点の推定の考え方は存在するものの、それを実務へ適用することは、データ制約などの観点から困難であると考えられる。

こうした状況を踏まえ、本手法においては、遅延基準を「事業計画における供用予定時点」とする。便宜的な設定ではあるものの、我が国における事業遅延による損失を計測した調査・研究等においても同様の設定がなされており、一定の妥当性があると考えられる。また遅延抑止のインセンティブにつなげるという意味でも、事前の計画における供用予定時点を基準として考えることには一定の意義がある。

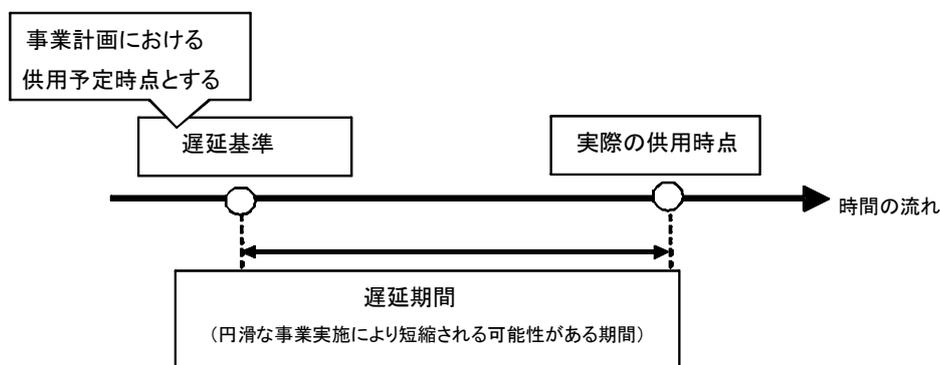


図 3-4 遅延基準と遅延期間の関係

出典：三菱総合研究所作成

(3) 遅延期間の設定

遅延期間の設定については、「①将来の事業期間において、一定の遅延が生じた場合（例えば1年など）を想定する場合」と、「②遅延発生の実績に基づき設定する場合」の2つが考えられる。

前者（①）は、事前あるいは事中の評価に対応し、事業関係者が、予め遅延損失額を的確に認識し、当該事業において早期供用を図ろうとする動機を与える。また、権利関係者等に事業促進への協力を説明・説得する材料ともなる。

後者（②）は、事後評価に対応し、将来実施される事業の早期供用に向けた事業関係者の意識向上に寄与する。

本調査では、事前評価における遅延期間について予め適切な期間を設定しておくことは困難であるため、事業期間全体にわたって、例えば1年～5年遅延するなど感度分析的に設定する。この分析により、事前評価において遅延の影響を明示化し、関係者に遅延回避の方策の重要性を認識してもらうことが可能である（下図参照）。

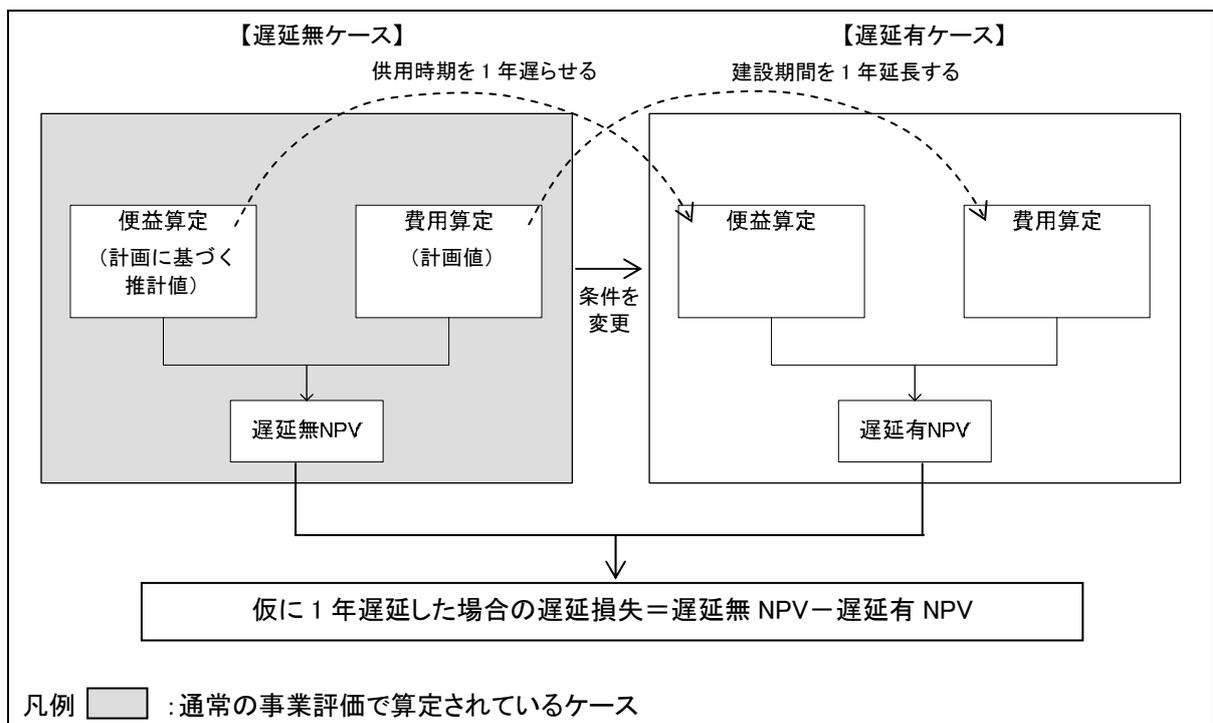


図 3-5 遅延損失の考え方（事前、あるいは事中の評価）

出典：三菱総合研究所作成

また、事後評価における遅延期間は、遅延発生の実績に基づいて設定することが望ましい（下図参照）。遅延発生の実績に即した形で発生した損失を関係者に提示することにより、次回の類似事業において遅延を抑止するインセンティブとなると考えられる。

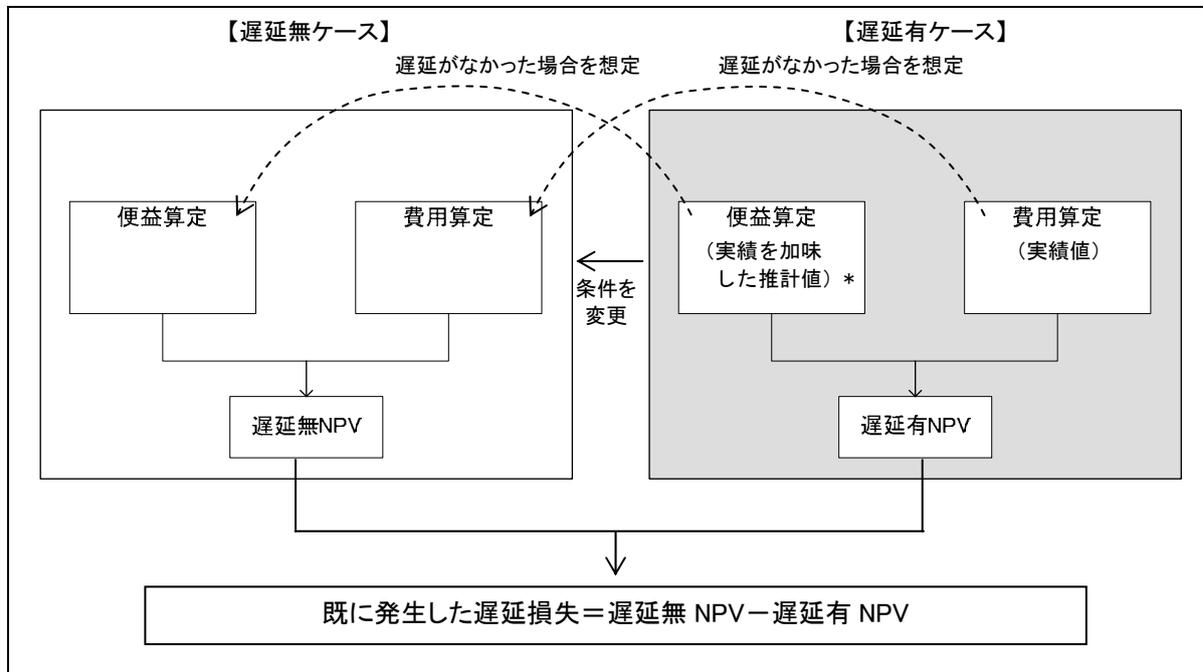


図 3-6 遅延損失の考え方（事後評価）

出典：三菱総合研究所作成

(4) 各種パラメータ設定

遅延の経済的影響を把握する上で、「社会的割引率」「経済成長率」「金利」「物騰率」（金利は財務的影響において使用）といったパラメータ設定が重要である。以下にそれぞれの設定方法を整理する。

① 社会的割引率

プロジェクト評価において費用便益分析を行う際には、発現時点の異なる費用や便益を適切に足し合わせて評価する必要がある。ところが、貸借において利息が生ずることから明らかのように、同じ金額の費用や便益であっても、その発現時点により価値が異なると考えることが一般的である。費用便益分析では、各発現時点における 1 円の価値を揃えておく必要があり、その計算に用いるのが「社会的割引率」である。多くの国では、資本の機会費用（外国借款、資本・投資資金の収益率などから算出）をベースとして設定されており、日本では国債の利子率を参考に 4% と設定されている。

社会的割引率の設定は、NPV の設定に非常に大きな影響を与えることから、慎重に行う必要があるが、1 つの基準としては、円借款対象事業国におけるハードルレート（EIRR がその数値を超えると、事業実施が妥当であると判断される基準値）を利用することが考え

られる。ただし、実際の社会的割引率の数値は経済影響などにより変わりうることが考えられるので、可能な範囲で感度分析（たとえばハードルレートを中心に、社会的割引率を±5%程度で変化させる）を実施することがより望ましい。先進国（アメリカ、オーストラリアなど）における大規模インフラ建設公共事業にかかる評価においても、社会的割引率については2、3 ケース設定し感度分析を実施することがある。

なお、以下に参考として今回の調査対象国における社会的割引率の設定に関する既存研究を整理する。

表 3-5 対象国における社会的割引率の設定に関する既存研究

資料のタイトル	著者	社会的割引率の算定と基準	URL
費用便益分析のための社会的割引率の選択の理論と実践: 調査	Juzhong Zhuang, Zhihong Liang, Tun Lin, and Franklin De Guzman (アジア開発銀行)	フィリピン・パキスタン: 15%および12% インド: 12% (中国国家発展改革委員会, 中国建設省による)	http://www.adb.org/documents/ERD/Working_Papers/WP094.pdf
インドの温室効果ガス排出の分析結果 ～5気候のモデリング調査～	Prodipto Ghosh, Ph.D. (インド環境森林保護省)	インド: 10% (行動開発統合研究機関, インド・エネルギー資源研究所による)	http://www.envfor.nic.in/mef/GHG_presentation.pdf
ホーチミン市における改良型給水の世帯需要	Pham Khanh Nam and Tran Vo Hung Son (ホーチミン経済大学環境経済学部会)	ベトナム: 12% (プロジェクト査定のためのADBガイドラインによる)	http://web.idrc.ca/uploads/user/S/11201072431NamRR3.pdf
炭素貯蔵のためのインドネシアの森林農業と大農場システムの将来性	Kirsfianti Ginoga, Yuliana Cahya Wulan, and Mega Lugina (インドネシア・社会経済学林業リサーチセンター)	インドネシア: 15% (国際アグロフォレストリー研究センター・ 焼畑代替農業プログラムによるガイドラインによる)	http://www.une.edu.au/carbon/CC14.PDF

出典：各研究論文より三菱総合研究所作成

これらの既存資料によれば、本調査の対象国別については以下のような設定値が一般的であると考えられる。ただし、社会的割引率は当該国の国債の利子率、市中金利、投資リスクなどの社会経済環境に依存しており随時変更される可能性があることから、可能な限り対象国における最新情報を入手し設定することが望ましい。なお、通常、社会的割引率はセクター別には設定せず、共通の値を用いる。

表 3-6 対象国における社会的割引率の設定値

対象国	社会的割引率の設定値
インド	12%
インドネシア	15%
フィリピン	15%
ベトナム	12%

出典：各研究論文より三菱総合研究所作成

② 経済成長率

費用便益分析においては、計測された単年度便益が経済成長などに伴い時系列的に増加すると仮定するケースがある。たとえば、道路事業については、経済成長により交通量が増加すると仮定されていれば、事業を実施しない場合は交通混雑等により時間損失が発生するため、事業実施による便益は増大していくことになる。経済成長を考慮することによって、こうした交通混雑の影響をも加味した分析が可能となる。

通常は、事前評価、あるいは事後評価時点における費用便益の流列データ（各年の費用と便益を時系列的に整理した表）にこれらの成長率に関する設定が反映されているケースが多いため、その設定に準じることが望ましい。ただし、これについても可能であれば複数パターンを想定し、感度分析を実施することがより望ましいと考えられる。たとえば経済成長に伴う交通需要増加が想定されているのであれば、もう 1 つのパターンとして交通需要が増加しないケースについて計測を実施することが考えられる。

③ 調達金利（財務的 NPV を算出する場合）

調達金利については、当該国において財務分析に利用される標準的な金利（WACC など）を適用することが望ましい。調達金利についても社会的割引率と同様に複数パターンを想定した感度分析を実施することが考えられる。

④ 物騰率

財務的な NPV を算出する場合には名目の物騰率を、社会経済的な NPV を算出する場合には実質の物騰率（名目の物騰率を GDP デフレータの変化率などで除して実質化したもの）を設定する。

物騰率については、もし費用便益の流列において詳細な費用項目別（たとえば労務費、資材費別など）にデータが得られていれば、それに合わせた物騰率データを入手し、適用することが望ましい。ただし、既存の事後評価資料や現地調査においては、そうした詳細な費用項目別の流列は入手することができず、おそらく多くの円借款対象事業国においては、そうしたデータを入手することは困難であると考えられる。そこで、基本的には費用別の物騰率を設定せず、費用全体を建設費デフレータ等の上昇率で変化させることでよいものとする。

(5) NPV の差分の計算

以上の設定に基づき、円滑な事業実施によって得られる NPV と、事業遅延した場合の NPV（純現在価値）の差分を持って、円滑な事業実施によって得られる便益とする。すなわち、遅延による損失の裏返しとして円滑な事業の便益を算出する。

遅延損失額の推計式は以下の通りである。

$$\begin{aligned} \text{遅延損失額} &= \Delta \text{NPV} = \text{NPV}(T) - \text{NPV}(T+t) \\ &= \left[\sum_{i=1}^{T+N} \frac{b_i}{(1+r)^i} - \sum_{i=1}^{T+N} \frac{c_i}{(1+r)^i} \right] - \left[\sum_{i=1}^{T+t+N} \frac{b'_i}{(1+r)^i} - \sum_{i=1}^{T+t+N} \frac{c'_i}{(1+r)^i} \right] \end{aligned}$$

ここで、
 T は事業期間
 N は計算期間
 t は遅延期間
 r は、社会経済的便益の場合は社会的割引率、財務的便益の場合は調達金利
 b_i および b'_i はそれぞれ遅延がない場合、ある場合の第 i 年次の年間便益
 c_i および c'_i はそれぞれ遅延がない場合、ある場合の第 i 年次の年間費用である。

NPV は、事業から発生するキャッシュ・インフロー（便益）と事業にかかるキャッシュ・アウトフロー（費用）の現在価値の総和である。ここで、現在価値とは、事業への投資により得られる額を特定の割引率で投資時点の価値に割り戻したものである。NPV がゼロより大きい場合、事業は投資価値があるとみなされる。上述したように、この NPV を事業が円滑に実施された場合と事業が遅延した場合とで算定し、その差をもって、円滑な事業実施による経済的便益と考える。

なお、内部収益率指標に、FIRR と EIRR があるように、財務的影響を把握するための指標として財務的純便益の差（以降 ΔFNPV 、あるいは財務的便益と表記する）、社会経済的影響を把握するための指標として社会経済的純便益の差（以降、 ΔENPV あるいは社会経済的便益と表記する）を用いる。

(6) 費用便益分析の流列への適用方法

1) NPV の差分の具体的な計算方法

ここでは、費用便益の流列データをもとに、具体的に NPV の差分を計算する方法を提示する。なお、ここで使用している自動計算表および事例のデータについては別添および本報告書の CD-ROM 版を参照されたい。

仮想的な道路プロジェクトの流列として、次ページのようなデータが事前評価時点で入手できていると仮定する。なお、ここで現在価値化のための社会的割引率は 15% と想定し、単位は日本円で千円であると想定する。

このとき、事前評価時点でのこの道路プロジェクトの ENPV は 1,725,041 (千円) と計算されている。

表 3-7 事前評価時点の費用の流列（仮想的な道路事業）

（単位：千円）

年	費用			便益			割引係数	費用の現在価値	便益の現在価値
	建設費用	維持管理費用	合計	走行費用削減	時間短縮	合計			
1	45,000		45,000	0	0	0	1.0000	45,000	-
2	130,000		130,000	0	0	0	0.8696	113,043	-
3	180,000		180,000	0	0	0	0.7561	136,106	-
4	250,000		250,000	0	0	0	0.6575	164,379	-
5	250,000		250,000	0	0	0	0.5718	142,938	-
6		2,000	2,000	380,000	180,000	560,000	0.4972	994	278,419
7		2,000	2,000	390,000	190,000	580,000	0.4323	865	250,750
8		2,000	2,000	400,000	200,000	600,000	0.3759	752	225,562
9		2,000	2,000	410,000	210,000	620,000	0.3269	654	202,679
10		2,000	2,000	420,000	220,000	640,000	0.2843	569	181,928
11		2,000	2,000	430,000	230,000	660,000	0.2472	494	163,142
12		2,000	2,000	440,000	240,000	680,000	0.2149	430	146,161
13		2,000	2,000	450,000	250,000	700,000	0.1869	374	130,835
14		2,000	2,000	460,000	260,000	720,000	0.1625	325	117,020
15		2,000	2,000	470,000	270,000	740,000	0.1413	283	104,583
16		2,000	2,000	480,000	280,000	760,000	0.1229	246	93,400
17		2,000	2,000	490,000	290,000	780,000	0.1069	214	83,355
18		2,000	2,000	490,000	290,000	780,000	0.0929	186	72,482
19		2,000	2,000	490,000	290,000	780,000	0.0808	162	63,028
20		2,000	2,000	490,000	290,000	780,000	0.0703	141	54,807
21		300,000	300,000	490,000	290,000	780,000	0.0611	18,330	47,658
22		2,000	2,000	490,000	290,000	780,000	0.0531	106	41,442
23		2,000	2,000	490,000	290,000	780,000	0.0462	92	36,036
24		2,000	2,000	490,000	290,000	780,000	0.0402	80	31,336
25		2,000	2,000	490,000	290,000	780,000	0.0349	70	27,249
合計	855,000	338,000	1,193,000	9,140,000	5,140,000	14,280,000		626,832	2,351,873

NPV
1,725,041

出典：三菱総合研究所作成

ここで、仮に事前評価時点において、遅延の影響を把握することとなり、プロジェクトの工期が1年遅延することの影響を把握することとなったと仮定する。また、遅延要因としてはコンサルタント選定などが想定され、この費用便益の流列データにおいて1年目には費用は発生せず、2年目から建設費用が発生することが想定されたとする。

また、1年遅延することにより、建設費・維持管理費の実質的な高騰で費用が10%上昇すると仮定する。

この仮定のもとで1年遅延の場合の費用便益流列をシミュレーションした結果を次ページに示す。この場合のENPVは1,444,434(千円)となり、遅延しない場合と比べて280,606(千円)の損失が発生していると推計される。

表 3-8 事前評価時点の費用の流列（仮想的な道路事業：1年遅延を想定）

（単位：千円）

年	費用			便益			割引係数	費用の現在価値	便益の現在価値	
	建設費用	維持管理費用	合計	走行費用削減	時間短縮	合計				
1	0		0	0	0	0	1.0000	-	-	←遅延のため1年目には費用が発生せず
2	49,500		49,500	0	0	0	0.8696	43,043	-	
3	143,000		143,000	0	0	0	0.7561	108,129	-	
4	198,000		198,000	0	0	0	0.6575	130,188	-	
5	275,000		275,000	0	0	0	0.5718	157,232	-	
6	275,000	2,200	277,200	0	0	0	0.4972	137,817	-	
7		2,200	2,200	380,000	180,000	560,000	0.4323	951	242,103	←遅延のため便益発生時点が1年遅れる
8		2,200	2,200	390,000	190,000	580,000	0.3759	827	218,043	
9		2,200	2,200	400,000	200,000	600,000	0.3269	719	196,141	
10		2,200	2,200	410,000	210,000	620,000	0.2843	625	176,243	
11		2,200	2,200	420,000	220,000	640,000	0.2472	544	158,198	
12		2,200	2,200	430,000	230,000	660,000	0.2149	473	141,863	
13		2,200	2,200	440,000	240,000	680,000	0.1869	411	127,097	
14		2,200	2,200	450,000	250,000	700,000	0.1625	358	113,770	
15		2,200	2,200	460,000	260,000	720,000	0.1413	311	101,757	
16		2,200	2,200	470,000	270,000	740,000	0.1229	270	90,942	
17		2,200	2,200	480,000	280,000	760,000	0.1069	235	81,217	
18		2,200	2,200	490,000	290,000	780,000	0.0929	204	72,482	
19		2,200	2,200	490,000	290,000	780,000	0.0808	178	63,028	
20		2,200	2,200	490,000	290,000	780,000	0.0703	155	54,807	
21		2,200	2,200	490,000	290,000	780,000	0.0611	134	47,658	
22		330,000	330,000	490,000	290,000	780,000	0.0531	17,533	41,442	
23		2,200	2,200	490,000	290,000	780,000	0.0462	102	36,036	
24		2,200	2,200	490,000	290,000	780,000	0.0402	88	31,336	
25		2,200	2,200	490,000	290,000	780,000	0.0349	77	27,249	
26		2,200	2,200	490,000	290,000	780,000	0.0304	67	23,695	←遅延のためプロジェクトライフの最終年も1年遅延する
合計	940,500	374,000	1,314,500	9,140,000	5,140,000	14,280,000		600,672	2,045,107	

↑費用が10%上昇する

NPV	1,444,434
-----	-----------

出典：三菱総合研究所作成

2) 事業中の流列の補正方法

本手法は、事前評価や事後評価の結果を活用して適用するだけでなく、事業実施期間中に、遅延しそうな事業、あるいは遅延が発生しつつある事業について、「このまま遅延が発生すると NPV にして●%の損失になる」といった形でカウンターパートに数値を提示することにより、遅延を未然に防止するという適用方法もあると考えられる。

その際にも、基本的には事前評価時点の費用・便益の流列を用いて分析を行うこととなるが、以下にその際の流列の補正方法を示す。

① 費用データの修正

当該時点までに発生した費用のデータが明らかになっていれば、事前評価時点の費用の流列はそのデータを用いて修正することが望ましい。

たとえば、ある仮想的な道路事業について、前項と同様に事前評価時点で以下の費用の流列が得られていたと仮定する。

表 3-9 事前評価時点の費用の流列（仮想的な道路事業）

年	費用		
	建設費用	維持管理費用	合計
1	45,000		45,000
2	130,000		130,000
3	180,000		180,000
4	250,000		250,000
5	250,000		250,000
6		2,000	2,000
7		2,000	2,000
8		2,000	2,000
9		2,000	2,000
10		2,000	2,000
11		2,000	2,000
12		2,000	2,000
13		2,000	2,000
14		2,000	2,000
15		2,000	2,000
16		2,000	2,000
17		2,000	2,000
18		2,000	2,000
19		2,000	2,000
20		2,000	2,000
21		300,000	300,000
22		2,000	2,000
23		2,000	2,000
24		2,000	2,000
25		2,000	2,000
合計	855,000	338,000	1,193,000

出典：三菱総合研究所作成

この事業について、たとえば建設 3 年目時点において、遅延による影響分析を行うケースを考える。その際に、建設 1、2 年目の費用が当初予定よりも嵩み、1 年目は 45,000 と予定したところが 50,000、2 年目は 130,000 と予定したところが 140,000 となっていたことが分かっており、一方で残りの建設費については修正がないことが予想されていれば、その時点で流れを以下のように修正することが望ましい。

表 3-10 建設 3 年目時点の費用の流れ（仮想的な道路事業：遅延がないケースを想定）

※色をつけたセルが修正部分

年	費用		
	建設費用	維持管理費用	合計
1	50,000		50,000
2	140,000		140,000
3	180,000		180,000
4	250,000		250,000
5	250,000		250,000
6		2,000	2,000
7		2,000	2,000
8		2,000	2,000
9		2,000	2,000
10		2,000	2,000
11		2,000	2,000
12		2,000	2,000
13		2,000	2,000
14		2,000	2,000
15		2,000	2,000
16		2,000	2,000
17		2,000	2,000
18		2,000	2,000
19		2,000	2,000
20		2,000	2,000
21		300,000	300,000
22		2,000	2,000
23		2,000	2,000
24		2,000	2,000
25		2,000	2,000
合計	870,000	338,000	1,208,000

出典：三菱総合研究所作成

なお、残事業の費用についても、その時点の情報で「建設資材の高騰等でより費用が嵩むことが想定される」といったことが判明していれば、適宜修正を行うことが望ましい。たとえば上記ケースにおいて、建設 3 年目以降も物価の高騰で 10% の実質的な費用増が見込まれる場合は、以下のように建設 3 年目以降の建設費も修正する必要がある。

表 3-11 建設 3 年目時点の費用の流列（仮想的な道路事業：遅延がないケースを想定）

※色をつけたセルが修正部分

年	費用		
	建設費用	維持管理費用	合計
1	50,000		50,000
2	140,000		140,000
3	198,000		198,000
4	275,000		275,000
5	275,000		275,000
6		2,000	2,000
7		2,000	2,000
8		2,000	2,000
9		2,000	2,000
10		2,000	2,000
11		2,000	2,000
12		2,000	2,000
13		2,000	2,000
14		2,000	2,000
15		2,000	2,000
16		2,000	2,000
17		2,000	2,000
18		2,000	2,000
19		2,000	2,000
20		2,000	2,000
21		300,000	300,000
22		2,000	2,000
23		2,000	2,000
24		2,000	2,000
25		2,000	2,000
合計	938,000	338,000	1,276,000

出典：三菱総合研究所作成

さらに、建設 3 年目の時点で、建設 3～5 年目の工事計画に変更が生じる可能性があり、工期が 1 年遅延すると考えられた場合、3～5 年目に生じる費用を 3～6 年目に割り振る必要がある。その際に、もし、変更後の工事計画が詳細に入手できれば、その進捗率に基づき割り振ることが望ましい。もし、その詳細が入手できない場合には、簡易な設定方法として、たとえば 3～5 年目に生じる費用の 1/3 ずつが減少し、そこで減少した分が 6 年目に発生すると想定することが考えられる。仮に上表について、このような処理を行った上で費用の流列を以下に示す。

表 3-12 建設 3 年目時点の費用の流列（仮想的な道路事業：遅延があるケースを想定）

※色をつけたセルが修正部分

年	費用		
	建設費用	維持管理費用	合計
1	50,000		50,000
2	140,000		140,000
3	132,000		132,000
4	183,333		183,333
5	183,333		183,333
6	249,333		249,333
7		2,000	2,000
8		2,000	2,000
9		2,000	2,000
10		2,000	2,000
11		2,000	2,000
12		2,000	2,000
13		2,000	2,000
14		2,000	2,000
15		2,000	2,000
16		2,000	2,000
17		2,000	2,000
18		2,000	2,000
19		2,000	2,000
20		2,000	2,000
21		300,000	300,000
22		2,000	2,000
23		2,000	2,000
24		2,000	2,000
25		2,000	2,000
26		2,000	2,000
合計	938,000	336,000	1,274,000

出典：三菱総合研究所作成

② 便益データの修正

便益の流列については、事前評価時点と事中において、大きな変更が必要となるケースはそれほどないものと想定されるが、仮に事業開始後の便益について、経済成長率の大きな変化などから需要の変動などが予想される場合は、便益についても最新の経済成長率データなどを用いて修正することが望ましい。

たとえば、ある仮想的な道路事業について、事前評価時点で以下のような便益の流列が得られていたと仮定する。またこの便益は実質経済成長率 10%を想定して計算されているものと仮定する。

表 3-13 事前評価時点の便益の流列（仮想的な道路事業）

年	便益		
	走行費用削減	時間短縮	合計
1	0	0	0
2	0	0	0
3	0	0	0
4	0	0	0
5	0	0	0
6	380,000	180,000	560,000
7	390,000	190,000	580,000
8	400,000	200,000	600,000
9	410,000	210,000	620,000
10	420,000	220,000	640,000
11	430,000	230,000	660,000
12	440,000	240,000	680,000
13	450,000	250,000	700,000
14	460,000	260,000	720,000
15	470,000	270,000	740,000
16	480,000	280,000	760,000
17	490,000	290,000	780,000
18	490,000	290,000	780,000
19	490,000	290,000	780,000
20	490,000	290,000	780,000
21	490,000	290,000	780,000
22	490,000	290,000	780,000
23	490,000	290,000	780,000
24	490,000	290,000	780,000
25	490,000	290,000	780,000
合計	9,140,000	5,140,000	14,280,000

出典：三菱総合研究所作成

ここで、建設 3 年目において遅延影響を分析する際に、開業後の経済成長率が事前評価時点より低く、8%と修正した予測となっていたと仮定する。また、道路交通需要の GDP に対する弾性値が需要予測のモデル式から得られており、0.9 であったと仮定する。この場合、需要の予測値は事前評価時点と比べて、全体に (108/110) 0.9 だけ押し下げらると考えられる。この場合、便益も基本的に需要と比例して低下すると考えられることから、便益は以下のように修正される。

表 3-14 建設 3 年目時点の便益の流列（仮想的な道路事業：遅延がないケースを想定）

※色をつけたセルが修正部分

年	便益		
	走行費用削減	時間短縮	合計
1	0	0	0
2	0	0	0
3	0	0	0
4	0	0	0
5	0	0	0
6	373,776	177,052	550,828
7	383,612	186,888	570,500
8	393,449	196,724	590,173
9	403,285	206,560	609,845
10	413,121	216,397	629,518
11	422,957	226,233	649,190
12	432,793	236,069	668,863
13	442,630	245,905	688,535
14	452,466	255,742	708,207
15	462,302	265,578	727,880
16	472,138	275,414	747,552
17	481,974	285,250	767,225
18	481,974	285,250	767,225
19	481,974	285,250	767,225
20	481,974	285,250	767,225
21	481,974	285,250	767,225
22	481,974	285,250	767,225
23	481,974	285,250	767,225
24	481,974	285,250	767,225
25	481,974	285,250	767,225
合計	8,990,299	5,055,814	14,046,113

出典：三菱総合研究所作成

このように、便益の修正に必要な情報（将来の経済予測値の改訂値、需要予測モデルにおける需要の GDP 弾力性など）が得られる場合は、こうして便益の流列も修正した上で、遅延の影響分析を行うことが説得性の観点から望ましい。

第4章 遅延による経済的影響のケーススタディ

第3章で検討した手法を用いて、第2章に示したインド国シマドリ火力発電所整備プロジェクトを対象としたケーススタディを実施する。

4-1 シマドリ火力発電所プロジェクト（インド）

シマドリ火力発電所プロジェクトは、インド南部 AP 州のビジャカパトナム市近郊に、国産炭（インド東部オリッサ州産）を使う発電出力 1,000MW（500MW×2 基）の大規模石炭火力発電所を建設した事業である。これによって、同州における電力需要の増加への対応、及び電力の安定供給を図り、もって同州の産業の活性化、それによる雇用拡大、農村電化や家庭電気普及等による地域住民の生活改善に寄与することが目的である。

第2章で述べたように、本事業の計画事業期間は 1997 年 2 月の事業開始から 2004 年 8 月の事業完成 6 までの 91 ヶ月であったのに対して、実際の事業期間は 1997 年 2 月から 2004 年 1 月までの 84 ヶ月であり、7 ヶ月の短縮となった。

そこで、本ケーススタディでは、事後評価時点で得られた FIRR を計算するための費用・便益の流列や、実施機関であるインド火力発電公社（NTPC）の財務データ、電力需供データ、および地域経済データ等に基づき早期開業、および遅延による影響を把握する。なお、事後評価時点で得られた流列は 84 ヶ月（7 年）の工期を前提としたものであるため、仮に工期 8 年を基準時点（遅延なしの場合）として、工期が 1 年早まったケース（現実のケース）と遅延なしの場合、さらに 1 年遅延した場合について FNPV（財務的便益）を計算し、それらの差分から遅延、および早期開業の影響を試算する。また、早期開業、および遅延に伴う FNPV だけでは表現できない影響（NTPC への財務的インパクト、電力供給力増加による地域経済・産業へのインパクト）に関しても、定性的、あるいは定量的に分析する。これにより、FNPV で表現される遅延影響をより詳細にとらえることが可能となる。

なお、事後評価時点では EIRR が計算されていないため、ここでは ENPV（社会経済的便益）は分析の対象としない。

4-1-1 分析の前提となる社会経済背景

具体的な分析の前に、その前提となる社会経済背景について概要を整理する。

(1) インドの電力需給の状況について

インドは、近年の急速な経済成長にともない、世界第 5 位のエネルギー消費国となっているが、電力の供給能力が需要の拡大に追いついていない状況が続いている。下図からわかるように、1997 年から 2009 年にわたり電力供給は需要を常に下回っており、またその不足率も上昇傾向にある。

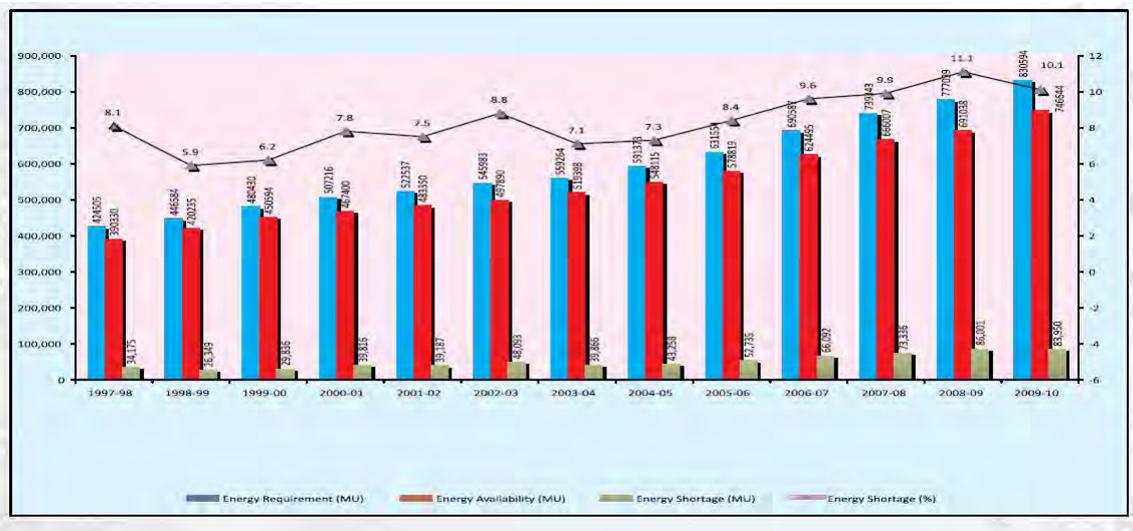


図 4-1 インドにおける電力需給の状況

出典：Central electricity authority Annual Report 2009-10

こうした状況を受け、インド政府は、「2012 年までの国全体への電力供給」を目標に掲げ、「第 11 次 5 ヶ年計画（2007 年 4 月～2012 年 3 月）」を推進している。本計画では新規の電源開発と送配電設備の整備を掲げており、発電所の建設目標として水力 16,553MW、火力 52,905MW、原子力 3,380MW の合計 78,577MW と設定していた（下表参照。ただしその後、合計の目標値は 62,000MW に引き下げられた）。また、特に農村部における高圧配電網の整備等に取り組む「新早期電力開発・改革プログラム」を全国的に推進している。さらに、2012 年 4 月にスタートする第 12 次 5 ヶ年計画では、2017 年までに 1 億 kW の電源開発目標を打ち立てている。

表 4-1 第 11 次 5 ヶ年計画（2007 年 4 月～2012 年 3 月）における
電源容量付加計画目標（単位：MW）

部 門	水力	火力	火力			原子力	合計
			石炭	褐炭	ガス・ 液体燃料		
中央部門	9,685	26,800	24,310	1,000	1,490	3,380	39,865
州 部 門	3,605	24,347	23,135	450	762	—	27,952
民間部門	3,263	7,497	5,460	0	2,037	—	10,760
合 計	16,553	58,644	52,905	1,450	4,289	3,380	78,577

出典：White Paper on Strategy for 11th Plan, Central Electricity Authority & Confederation of Indian Industry (2007)

(2) AP 州の電力事業の状況について

シマドリ発電所が位置する AP 州においては、電力セクターはインドで最もよく管理されたものの 1 つに数えられており、州の信用格付けは第 3 位で、投資環境も最も好ましい州の 1 つとみなされている⁵。1996 年から 2009 年までの 13 年間で AP 州の総発電設備量は 6,136MW(1996 年)から 12,427MW(2009 年)と約 2 倍に、また年間総発電量も 30,119GWh/年 (1996 年) から 67,387GWh/年 (2009 年) へと 2.2 倍の規模に拡大した。

⁵ 国際開発協会ウェブサイト

<http://web.worldbank.org/WBSITE/EXTERNAL/EXTABOUTUS/EXTIDAJAPANESE/0,,contentMDK:21628272~pagePK:51236175~piPK:437394~theSitePK:3359127,00.html>

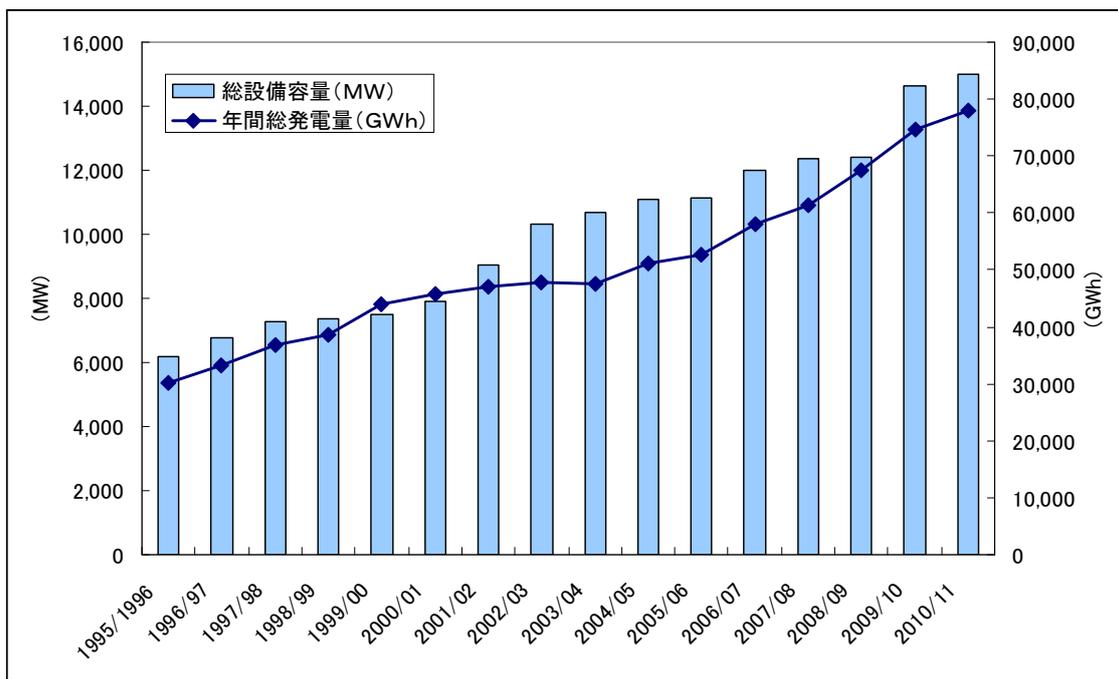


図 4-2 AP 州における総発電設備容量及び年間総発電量の推移

出典：APTRANSCO

しかしながら、AP 州の電力需給状況はひっ迫しており、AP 州の受給ギャップが解消されたのは、シマドリ火力発電所が開業した直後の 2004 年～2006 年の 3 年間のみとなっている。

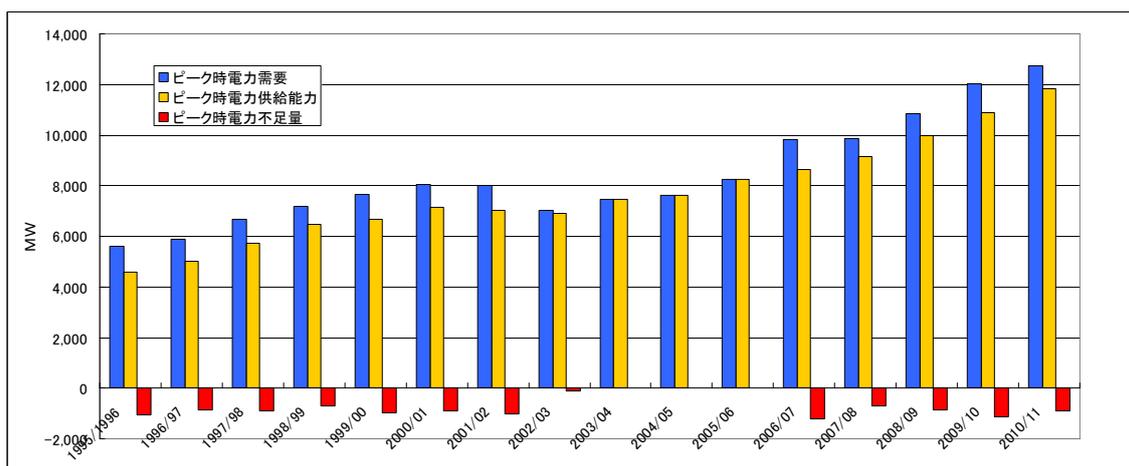


図 4-3 AP 州における電力需要量及び最大可能電力供給の推移

出典：APTRANSCO

AP 州は、州都ハイデラバード市を中心に IT、バイオ、医薬品等の産業の集積が進み、

都市圏の電力需要が急激に伸びている。また、デカン高原の広大な平野に位置するため、AP州は南インドの穀倉地帯として農業も盛んであるが、州内全域で灌漑ポンプの電化が進み農村部の電力需要も増加している。そのため、電力供給増がやはり需要増加に追いつかない状況が発生している。

また、2011年7月にはAP州の発電用石炭の60%を生産する企業シンガレニ社のストライキにより、AP州の全域が停電の危機に瀕するなど、発電能力以外の要因でも電力に対する不安が残っている⁶。

(3) NTPC の財務状況

シマドリ火力発電所の実施機関であるNTPCについて2002年から2010年までの財務状況を整理したものが次ページの表である。売電収入 (Sales of Energy) は順調に伸びており、税引き前利益 (Profit before tax) も2002年の47,331 (100万ルピー) から2010年の120,496 (100万ルピー) まで約2.5倍の伸びを示している。Current rate (流動比率)、Debt to Equity (負債自己資本比率) も高水準を維持しつづけており、支払能力も高いことがわかる。

⁶ JCOAL Magazine 第80号 (平成23年7月29日) ((財) 石炭エネルギーセンター)

表 4-2 NTPC の財務状況データ

(単位:100万ルピー)

項目	2002年度	2003年度	2004年度	2005年度	2006年度	2007年度	2008年度	2009年度	2010年度
A) Operating Income									
Earned from									
Sale of Energy	199,810	190,571	232,415	266,564	325,344	369,462	417,912	461,687	547,046
Consultancy & Other Income	4,492	61,816	24,110	26,806	28,422	30,651	34,379	30,652	26,949
Total	204,302	252,387	256,525	293,370	353,766	400,113	452,291	492,339	573,995
Paid & Provided for									
Fuel	110,312	122,150	137,235	163,947	198,181	220,202	271,107	294,627	353,738
Employees Remuneration & Benefits	8,268	8,835	8,823	9,684	11,580	18,960	24,631	24,124	27,897
Generation, Administration & other expenses	10,814	9,813	12,062	12,721	15,619	16,284	18,192	20,940	26,460
Provision (Net)	1,567	-3,813	-6,160	334	73	7	76	-19	15,443
Prior Period / Extra Ordinary	803	183	-102	2,488	-109	2,745	1,083	-778	-16,387
Profit before Depreciation, Interest & Finance Charges and Tax	72,538	115,219	104,667	104,196	128,422	141,915	137,202	153,445	166,844
Depreciation	15,291	20,232	19,584	20,477	20,754	21,385	23,645	26,501	24,857
Profit before Interest & Finance Charges and Tax	57,247	94,987	85,083	83,719	107,668	120,530	113,567	126,944	141,987
Interest & Finance Cost	9,916	33,697	16,955	17,632	18,594	17,980	19,962	18,089	21,491
Profit before tax	47,331	61,290	68,128	66,087	89,074	102,549	93,595	108,855	120,496
Tax (Net)	11,256	8,682	10,058	7,885	20,427	28,401	11,582	21,573	29,470
Profit after tax	36,075	52,608	58,070	58,202	68,647	74,148	82,013	87,282	91,026
Dividend	7,080	10,823	19,790	23,087	26,385	28,859	29,684	31,333	31,333
Dividend tax	395	1,387	2,680	3,238	3,896	4,905	5,017	5,276	5,148
Retained Profit	28,600	40,398	35,600	31,877	38,366	40,384	47,312	50,673	54,546
B) What is Owned									
Gross Fixed Assets	366,106	400,281	431,062	460,396	507,273	533,680	623,530	668,501	727,552
Less: Depreciation	167,456	187,736	207,914	229,501	250,792	272,743	294,153	320,888	335,192
Net block	198,650	212,545	223,148	230,895	256,481	260,937	329,377	347,613	392,360
Capital Work-in-progress, Construction Stores & Advances	63,863	74,953	99,285	136,340	168,392	224,784	264,049	321,043	382,706
Investments	36,674	173,380	207,977	192,891	160,943	152,672	139,835	148,071	123,448
Current Assets, Loans &	194,132	135,468	129,073	157,245	221,827	255,488	309,253	308,158	353,968
Total Net Assets	493,319	596,346	659,483	717,371	807,643	893,881	1,042,514	1,124,885	1,252,482
C) What is Owed									
Long Term Loans	127,090	149,415	166,719	201,195	244,516	271,777	345,663	377,836	431,750
Working Capital Loans	5,067	5,113	4,159	778	328	129	14	134	133
Current Liabilities & Provisions	45,850	80,941	67,467	61,402	70,263	79,299	106,886	107,582	130,729
Total Liabilities	178,007	235,469	238,345	263,375	315,107	351,205	452,564	485,552	562,612
D) Others									
Deferred Revenue on account of Advance against depreciation						13,734	19,360	16,108	7,921
Deferred Foreign Currency Fluctuation Liability						2,554	545	611	965
Deferred Income From Foreign Currency Fluctuation Liability						-	6,077	-	624
Deferred Tax Liability (Net)							1	2,093	6,030
Deferred Foreign Currency Fluctuation Asset							9,734	3,652	45,952
Deferred Expenditure From Foreign Currency Fluctuation								201	-
Total	271	5,375	3,374	4,408	6,567	16,289	16,250	14,959	10,948
E) Net Worth									
Share Capital	78,125	78,125	82,455	82,455	82,455	82,455	82,455	82,455	82,455
Reserves & Surplus	237,002	277,376	335,308	367,132	403,513	443,932	491,246	541,920	596,468
Net Worth	315,040	355,501	417,763	449,587	485,968	526,386	573,701	624,374	678,923
F) Capital Employed	386,343	458,267	500,540	523,572	564,331	588,868	641,834	695,725	713,746
G) Value Added	79,976	66,341	88,167	97,206	111,012	127,538	140,548	173,313	191,400
H) No. of Employees *	21,408	20,971	21,420	21,870	23,602	23,674	23,639	23,743	23,797
I) Ratios									
Return on Capital Employed (%)	10.9	12.9	12.8	12.5	13.9	14.1	14.3	14.0	14.3
Return on Net worth (%)	12.1	14.9	14.3	14.2	15.6	16.1	16.7	16.4	16.9
Book Value per Share (₹)	40.3	45.5	50.7	54.5	58.9	63.8	69.6	75.7	82.3
Current Ratio	4.2	1.7	1.9	2.6	3.2	3.2	2.9	2.9	2.7
Debt to Equity	0.4	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5	0.6	0.6	0.6
Value Added / Employee	3.7	3.2	4.1	4.4	4.7	5.4	5.9	7.3	8.0

出典 : NTPC Annual Report

参考として、NTPC が保有する発電所の概要を下表に示す。

表 4-3 NTPC の保有する発電所の概要

STATION-WISE GENERATION 2010-11			
STATIONS	Fuel Type	Capacity (MW)	Gross Gen. (MUs)
Northern Region		5490	45382
Singrauli	Coal	2000	16913
Rihand	Coal	2000	16319
Unchahar	Coal	1050	8580
Tanda	Coal	440	3570
National Capital Region		4837	32042
Badarpur	Coal	705	4553
Dadri	Coal	1820	12076
Anta	Gas	413	2488
Auraiya	Gas	652	4369
Dadri	Gas	817	5400
Faridabad	Gas	430	3155
Western Region (WR-I & WR-II)		8153	60785
Korba	Coal	2600	17377
Vindhyachal	Coal	3260	27011
Sipat	Coal	1000	8456
Kawas	Gas	645	3882
Jhanor Gandhar	Gas	648	4058
Eastern Region (ER-I & ER-II)		7900	51449
Farakka	Coal	2100	11090
Kahalgaoon	Coal	2340	14029
Talcher - Kaniha	Coal	3000	22533
Talcher - Thermal	Coal	460	3797
Southern Region		4450	30879
Ramagundam	Coal	2600	20560
Simhadri	Coal	1500	8417
Rajiv Gandhi CCP	Liquid Fuel	350	1903
Total		30830	220536

出典 : NTPC Annual Report 2010-201

(4) シマドリ火力発電所の早期開業あるいは遅延による影響の体系的整理

これまでの背景整理に基づき、シマドリ火力発電所の早期開業あるいは遅延による影響として考えられるものについて下表に整理する。

表 4-4 遅延による影響の体系的整理

大項目	小項目	概要
(1) 財務的インパクト	①FNPV の変化	シマドリ火力発電所事業単体の収益性を示す NPV が変化する。
	②NTPC の財務へのインパクト	①の結果、NTPC 全体のキャッシュフローも変化し、財務体質に影響する（早期開業であれば、さらに健全な財務体質構築に貢献する）。
(2) 社会経済的インパクト	①電力需給へのインパクト	AP 州の逼迫した電力需給状況に影響を与える（早期開業であれば、より早く電力需給を改善できる）。また国の 5 ヶ年計画の推進に影響を与える。
	②電力価格へのインパクト	AP 州の電力価格に影響を与える
	③産業立地へのインパクト	①、②の結果、産業立地に影響が及ぶ（早期開業であれば、より早い産業立地を促すことができる）。
	④地域経済へのインパクト	③の結果、地域経済に影響を与え、所得水準等に影響する（早期開業であれば、より早く所得等の環境を改善できる）。

出典：三菱総合研究所作成

以下では、上表に基づき、さらに分析を実施する。

なお、これらのインパクトのうち、特に社会経済的インパクトについては、必ずしも統計データや資料から確実に根拠づけられるものではない。たとえば電力価格や産業立地に対するインパクトについては、政府の政策的な意図や他の経済要因も大きく作用し、客観的な統計データや公開資料からの分析には限界がある。以下のケーススタディにおいても、こうした限界も踏まえて分析・記述している点に留意する必要がある。

4-1-2 シマドリ火力発電所の早期開業あるいは遅延による影響の分析

(1) 早期開業あるいは遅延による財務的影響の分析

1) パラメータの設定

財務分析に必要な各パラメータの設定について以下に整理する。

① 調達金利（割引率）

近年のインドにおける WACC(資本機会費用加重平均)の推計値を元に 2%と設定する⁷。

② 物騰率

建設投資額（investment）については、「インド経済統計ハンドブック 2010-2011（Handbook of Statistics on Indian Economy 2010-11）」から得られる建設投資デフレータの直近 5 年間の平均変化率から物騰率を年 5.4%と設定する。また、維持管理費（O&M cost）については、事後評価での FIRR 計算における設定に基づき、物騰率を年 5.72%と設定する。燃料費についても同様に、物騰率を年 5%と設定する。また、その他の費用（Other Cost）については他項目に比べて小額であることから物騰は考慮しない。

③ 売電単価

便益を算定するための前提となる売電単価については、事後評価での FIRR 計算において、2010 年の値は CERC 売電単価ガイドライン（CERC tariff guidelines）に基づき設定されており、その後は計画に基づいて設定されている（2010 年から 2027 年の平均上昇率は 2.1%）。本分析においては、遅延した場合は売電単価もその分だけ遅れて変化すると仮定して計算する。たとえば現実の工期 7 年よりも 1 年遅延したケースでは、2011 年の値がガイドラインに基づく設定となり、それ以降 2012 年から 2028 年が計画値に基づく値となる。

④ 電力需要

便益を算定するための前提となる電力需要（Sales volume）については、事後評価での FIRR 計算において、立ち上がり以降はほぼ一定値で想定されている。本分析においては、遅延した場合は電力需要もその分だけ遅れて発現すると仮定して計算する。たとえば現実の工期 7 年よりも 1 年遅延したケースでは、2010 年の電力需要だったものが 2011 年に発現し、2011 年の電力需要だったものが 2012 年に発現するという形で、1 年ずつ遅れて需要が発現すると想定する。

また、その他の収入（Other Revenue）についても、遅延した場合はその分だけ収入が遅れて発生すると想定する。

⁷ たとえば平成 21 年度円借款案件形成等調査「インド・ウッタルカンド州における地熱発電開発計画調査」（インド）では、FIRR と比較するための金利として WACC1.98%という推計値が採用されている。

2) FNPV への影響

以上の設定のもとで、シマドリ火力発電所について、各ケースの NPV を計算した結果を以下に示す。また、NPV の基準時点からの差分についてグラフに示す。

表 4-5 シマドリ火力発電所プロジェクトにおける FNPV の変化

ケース	NPV	(単位:1,000インドルピー)	
		基準時点からの差分	基準時点からの変化率
工期7年(実際の工期を想定)	49,340,467	12,994,713	35.8%
工期8年(基準時点)	36,345,754	0	0.0%
工期9年(基準時点より1年遅延)	21,766,345	-14,579,409	-40.1%

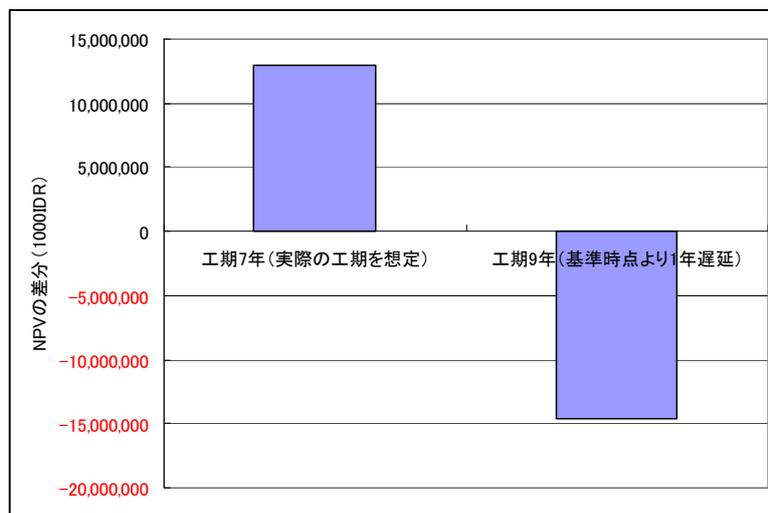


図 4-4 シマドリ火力発電所における NPV 値の変化 (単位:1,000 インドルピー)

出典: 三菱総合研究所作成

本分析結果からわかるように、本プロジェクトで工期を短縮することにより得られた NPV の増加は約 130 億ルピーと推計され、当初計画通りに工事を完了することにより得られる NPV の 35.8% に上る。第 2 章にて整理したように、本プロジェクトは実施機関 (インド火力発電公社: NTPC) の遂行能力の高さ、信頼できる事業者の選定等の工夫により工期を短縮することができたと考えられるが、それによる FNPV の向上は非常に大きなものであると考えられる。また、本分析では ENPV は分析の対象としていないが、本検討結果から、工期短縮が ENPV に与えた影響も大きかったものと推察される。

また、本ケーススタディでは、割引率の値は比較的低いのに関わらず、1 年遅延による NPV の損失割合が 40% 近くあり、遅延の影響がより大きいことが特徴的である。本対象プロジェクトだけで断定することは難しいが、電力事業の場合、将来の燃料費等のコストが大きく伸びる想定となっているため、遅延による物騰の影響がより発現しやすい事業構造になっていると考えられる。また、将来の売電単価についても、継続的な上昇を想定しているため、遅延による料金収入の遅れの影響がより発現しやすいと考えられる。

3) NTPC の財務へのインパクト

ここでは、遅延によるシマドリ火力発電所事業の FNPV の変化が、NTPC の財務に与える影響を分析する。

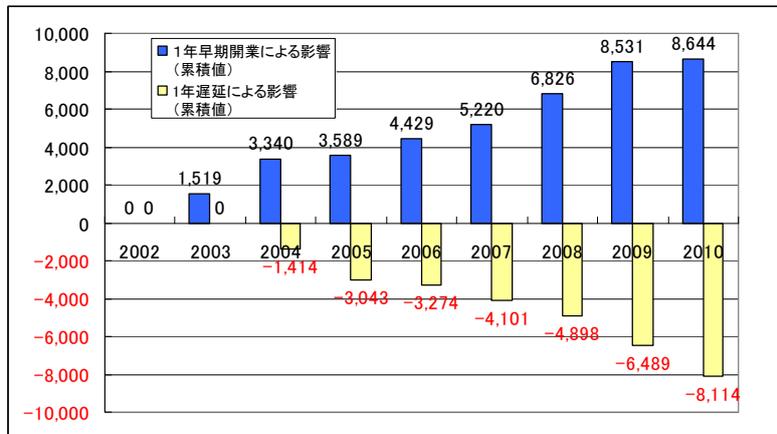
具体的には、先に整理した NTPC の 2002 年から 2010 年の財務データは「シマドリ発電所が工期 7 年で完了し早期開業（2003 年度に商業運用開始）」したことを反映したデータであるため、これが「工期 8 年（当初計画）」「工期 9 年（1 年遅延）」した場合の電力収入、燃料費などの費用全体を想定して NTPC の財務データに反映することで、シマドリ火力発電所の工期の変化が NTPC 全体の税引き前利益（Profit before tax）に与える影響を試算する。

以下にその試算結果を示す。

表 4-6 シマドリ火力発電所プロジェクトの工期変化による
NTPC 全体の税引き前利益の変化

(単位：100 万ルピー)

項目	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
①2003年開業(工期7年) (実際の工期を想定)	47,331	61,290	68,128	66,087	89,074	102,549	93,595	108,855	120,496
②2004年開業(工期8年) (基準時点)	47,331	59,771	66,307	65,838	88,234	101,759	91,989	107,149	120,383
③2005年開業(工期9年) (1年遅延)	47,331	59,771	64,893	64,209	88,003	100,932	91,192	105,557	118,758
④1年早期開業による影響 (=①-②)	0	1,519	1,821	249	840	790	1,606	1,706	113
⑤1年遅延による影響 (=③-②)	0	0	-1,414	-1,629	-231	-827	-797	-1,591	-1,625
④'1年早期開業による影響 の当該期利益に対する比率	0.0%	2.5%	2.7%	0.4%	1.0%	0.8%	1.7%	1.6%	0.1%
⑤'1年遅延による影響 の当該期利益に対する比率	0.0%	0.0%	-2.1%	-2.5%	-0.3%	-0.8%	-0.9%	-1.5%	-1.4%



(単位：100 万ルピー)

図 4-5 シマドリ火力発電所プロジェクトの工期変化による
NTPC 全体の税引き前利益の変化 (2002 年以降累積値)

出典：三菱総合研究所作成

本試算結果からわかるように、まず 1 年早期開業の影響については、年間の税引き前利益が約 100～1,800 (100 万ルピー) 改善される結果、2002 年～2010 年累積では約 86 億ルピーの利益改善効果があったことが分かる。早期開業が NTPC の利益の底上げにもつながることが示唆される。また、1年遅延の影響については、年間の税引き前利益を約 200～1,600 (100 万ルピー) 損失することとなり、2002 年～2010 年累積では約 81 億ルピーの損失と

なる。

また、早期開業による年間税引き前利益の増分は、当該期の利益の最大約3%までに及んでいる。ここで、AP州の2007年4月1日改訂の電力料金（小売り料金）⁸と2009年4月1日改訂の電力料金を比較してみると、農業用は上昇しているものの、家庭用は据え置きであり、また商業用は低下していることが分かる。

表 4-7 AP州の電力料金の変化⁹

年次	家庭用（4KW）	商業用（10KW）	農業用（5HP） ※1HP=0.746KW
2007年4月1日	396.63	624.67	23.75
2009年4月1日	396.63	619.50	30.75
変化率	0%	-0.8%	29.5%

出典：Central electricity authority Annual Report 2009-10 および 2007-2008

したがって、仮に NTPC がこの利益増を売電単価の値上げで達成しようとした場合、小売りの電力料金を容易には上げることが困難な現状においては、NTPC と売電契約を結ぶ州政府の立場としては売電単価の値上げは容認しにくく、交渉は難航するものと予想される。これらの結果から、キャッシュフローの増加は数字で示されている以上に大きなインパクトを持ちうると考えられる。また、早期開業や遅延の回避が、発電企業体の経営にも一定のインパクトを与えうることが分かる。

なお、上述したように、NTPC の財務体質自体は非常に健全であるため、シマドリ火力発電所の開業に1～数年の遅延があったとしても、キャッシュフローに決定的な影響があるとは考えにくい。本プロジェクト以外のものも含めて、こうした円借款プロジェクトの円滑な実施が事業体の経営改善につながる事が考えられる。

⁸ 小売の電力料金は州の電力規制委員会で決定される。一方で、NTPC などの発電事業者が州に卸売する際の価格は、発電事業者と州政府との売電契約において決定される。

⁹ AP州では近年電力セクター改革を進めており、その一環として農業部門の電力価格を上げ、産業部門の電力価格を下げるような調整を進めている。

(2) 早期開業、および遅延による社会経済的インパクトの分析

1) 電力需給へのインパクト

前述のように、AP州の電力需給はシマドリ火力発電所営業開始以降もひっ迫した状態が続いている。事後評価結果によれば、2009年時点において、シマドリ発電所はAP州の総発電設備容量の8%、総発電量の11.9%を占めており、AP州の発電部門において重要な役割を果たしている。したがって、もしシマドリ火力発電所の工期が7年（2003年開業）ではなく8年（2004年開業）あるいは9年（2005年開業）であったとすれば、2004年～2005年にかけてAP州における電力需給ギャップが約10%発生していたものと考えられる（下図参照）。

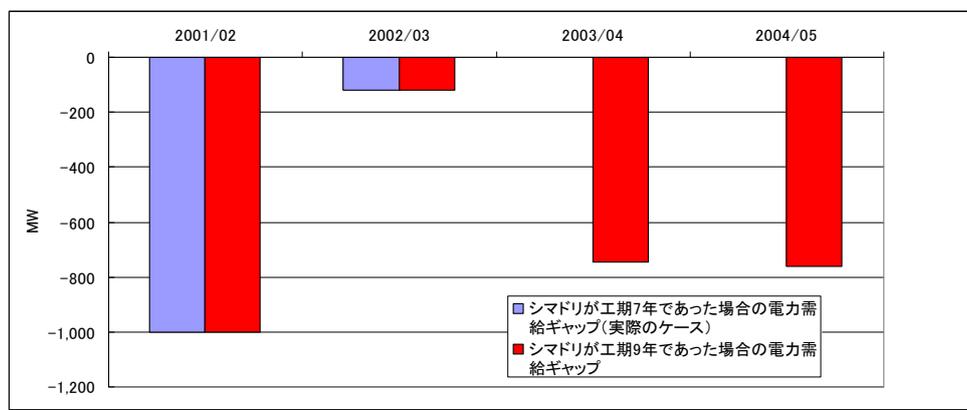


図 4-6 シマドリ火力発電所プロジェクトの工期変化による
2001年度～2004年度の電力需給ギャップの変化

出典：三菱総合研究所作成

2) 電力価格へのインパクト

インドの電力料金は、上述のように国家電力料金施策（National Tariff Policy）に基づいて各州の電力規制委員会が州の状況に応じて設定しているが、AP 州の電力料金（家庭用、商業用）は下表からわかるようにデリーやムンバイといった大都市圏に匹敵する高さとなっている。

表 4-8 インドの地域別電力料金（例）

（単位：0.01Rs/kWh）

地域	家庭用（4KW）	商業用（10KW）	農業用（5HP） ※1HP=0.746KW
AP 州	396.63	619.50	30.75
デリー (BYPL/BRPL/NDPL)	351.75	602.00	167.45
ムンバイ (Reliance Energy)	558.34	831.66	150.90

出典：Central electricity authority Annual Report 2009-10

こうした状況の中で、シマドリ発電所は発電効率が高いため、他発電所と比較して売電単価が安く、2009年度データによれば 221（0.01Rs/kWh）となっている（インドの石炭火力発電所の平均は 279（0.01Rs/kWh）¹⁰）。

電力料金は政策的に決められる側面も強いため、シマドリ発電所の効率性の高さが直ちに小売りの電力料金に影響を与えるとは考えづらいが、長期的にはシマドリ発電所の電力供給が AP 州全体の電力料金を抑制する効果をもつと考えられ、早期開業であればその効果がより早く発現する可能性がある。

¹⁰ Central electricity authority Annual Report 2009-10 による。

表 4-9 インドの石炭火力発電所の電力価格（2009 年度）

Name of Utility/Power Station	Energy Source-Coal/Gas	State where the unit is located	Installed Capacity	Rate of Sale of Power
MUZAFFARPUR THERMAL POWER STATION	THERMAL-COAL	BIHAR	220	365
BADARPUR TPS	THERMAL-COAL	DELHI	705	328
DADRI (NCTPP)	THERMAL-COAL	UTTAR PRADESH	1330	305
RIHAND STPS	THERMAL-COAL	UTTAR PRADESH	2000	198
SINGRAULI STPS	THERMAL-COAL	UTTAR PRADESH	2000	145
TANDA TPS	THERMAL-COAL	UTTAR PRADESH	440	295
F. G. UNCHAHAR TPS	THERMAL-COAL	UTTAR PRADESH	1050	269
FARIDABAD TPS.	THERMAL-COAL	HARYANA	55	452
PANIPAT TPS	THERMAL-COAL	HARYANA	1367.8	311
DEEN BANDHU CHHOTU RAM TPP, YAMUNA NAGAR	THERMAL-COAL	HARYANA	600	338
INDRAPRASTHA POWER STATION	THERMAL-COAL	DELHI	247.5	416
RAJGHAT POWER HOUSE	THERMAL-COAL	DELHI	135	339
KOTA THERMAL POWER STATION	THERMAL-COAL	RAJASTHAN	1240	260
SURATGARH THERMAL POWER STATION	THERMAL-COAL	RAJASTHAN	1500	327
ANPARA A TPS	THERMAL-COAL	UTTAR PRADESH	630	153
ANPARA B TPS	THERMAL-COAL	UTTAR PRADESH	1000	203
HARDUAGANJ TPS	THERMAL-COAL	UTTAR PRADESH	233	397
OBRA A TPS	THERMAL-COAL	UTTAR PRADESH	372	213
OBRA B TPS	THERMAL-COAL	UTTAR PRADESH	1000	201
PANKI TPS	THERMAL-COAL	UTTAR PRADESH	210	367
PARICHAH TPS	THERMAL-COAL	UTTAR PRADESH	220	335
PARICHAH EXTN.TPS	THERMAL-COAL	UTTAR PRADESH	420	326
RAJ WESTPOWER LTD.	THERMAL-COAL	RAJASTHAN	135	453
ROJA THERMAL POWER PLANT PH-I	THERMAL-COAL	UTTAR PRADESH	300	340
KORBA STPS	THERMAL-COAL	CHHATTISGARH	2100	113
SIPAT STPS	THERMAL-COAL	CHHATTISGARH	1000	204
VINDHYACHAL STPS	THERMAL-COAL	MADHYA PRADESH	3260	194
GANDHI NAGAR TPS 1-4	THERMAL-COAL	GUJARAT	660	319
GANDHI NAGAR TPS 5	THERMAL-COAL	GUJARAT	210	265
KUTCH LIG. TPS 1-3	THERMAL-COAL	GUJARAT	215	251
KUTCH LIG. TPS 4	THERMAL-COAL	GUJARAT	75	240
SIKKA TPS 4	THERMAL-COAL	GUJARAT	240	395
UKAI TPS	THERMAL-COAL	GUJARAT	850	224
WANAKBORI TPS 1-6	THERMAL-COAL	GUJARAT	1260	264
WANAKBORI TPS 7	THERMAL-COAL	GUJARAT	210	262
AMARKANTAK PH-II TPS	THERMAL-COAL	MADHYA PRADESH	240	193
AMARKANTAK PH-III TPS	THERMAL-COAL	MADHYA PRADESH	210	220
SANJAY GANDHI TPS/SGTPS PH-I/SGTPS PH-II	THERMAL-COAL	MADHYA PRADESH	840	205
SANJAY GANDHI TPS/SGTPS PH-III	THERMAL-COAL	MADHYA PRADESH	500	223
SATPURA TPS	THERMAL-COAL	MADHYA PRADESH	1142.5	191
BHUSAWAL TPS	THERMAL-COAL	MAHARASHTRA	482.5	312
CHANDRAPUR(MAHARASHTRA) STPS	THERMAL-COAL	MAHARASHTRA	2340	204
KHAPARKHEDA TPS-II	THERMAL-COAL	MAHARASHTRA	840	272
KORADI TPS	THERMAL-COAL	MAHARASHTRA	1100	244
NASIK TPS	THERMAL-COAL	MAHARASHTRA	910	326
PARLI TPS	THERMAL-COAL	MAHARASHTRA	940	307
PARAS	THERMAL-COAL	MAHARASHTRA	312.5	342
MUNDRA	THERMAL-COAL	GUJARAT	300	371
SABARMATI POWER PLANT	THERMAL-COAL	GUJARAT	400	0
SANVARDEM DIV. -VII	THERMAL-COAL	GOA	12	240
O. P. JINDAL STPS	THERMAL-COAL	CHHATTISGARH	1000	536
NEYVELI TPS I	THERMAL-COAL	TAMIL NADU	600	177
NEYVELI TPS-I EXPN.	THERMAL-COAL	TAMIL NADU	420	208
NEYVELI TPS-II	THERMAL-COAL	TAMIL NADU	1470	153
RAMAGUNDEM STPS	THERMAL-COAL	ANDHRA PRADESH	2600	196
SIMHADRI	THERMAL-COAL	ANDHRA PRADESH	1000	249
BELLARY TPS	THERMAL-COAL	KARNATAKA	500	289
RAICHUR TPS	THERMAL-COAL	KARNATAKA	1470	263
JSW(JINDAL) ENERGY LIMITED	THERMAL-COAL	KARNATAKA	260	510
JSW(JINDAL) ENERGY LIMITED	THERMAL-COAL	KARNATAKA	600	399
BOKARO 'B' TPS	THERMAL-COAL	JHARKHAND	630	369
CHANDRAPURA(DVC) TPS	THERMAL-COAL	JHARKHAND	390	369
DURGAPUR TPS	THERMAL-COAL	WEST BENGAL	350	369
MEJIA TPS	THERMAL-COAL	WEST BENGAL	1340	369
FARAKKA STPS	THERMAL-COAL	WEST BENGAL	1600	282
KAHALGAON TPS	THERMAL-COAL	BIHAR	2340	286
TALCHER TPS	THERMAL-COAL	ORISSA	460	183
TALCHER KANIHA	THERMAL-COAL	ORISSA	3000	189
Barauni T P S	THERMAL-COAL	BIHAR	365	320
PATRATU TPS	THERMAL-COAL	JHARKHAND	770	278
IB VALLEY TPS	THERMAL-COAL	ORISSA	420	151
TENUGHAT THERMAL POWER STATION	THERMAL-COAL	JHARKHAND	420	213
D.P.L. TPS	THERMAL-COAL	WEST BENGAL	701	288
KOLAGHAT THERMAL POWER STATION	THERMAL-COAL	WEST BENGAL	1260	231
BAKRESHWAR THERMAL POWER PLANT	THERMAL-COAL	WEST BENGAL	1050	192
BANDEL THERMAL POWER STATION	THERMAL-COAL	WEST BENGAL	450	208
SANTHALDIH THERMAL POWER STATION	THERMAL-COAL	WEST BENGAL	490	196
SAGARDIGHI THERMAL POWER PROJECT	THERMAL-COAL	WEST BENGAL	600	177
CALCUTTA ELECTRIC SUPPLY CORP. LTD. §	THERMAL-COAL	WEST BENGAL	1225	409
DISHERGARH POWER STATION	THERMAL-COAL	WEST BENGAL	12.2	388
CHINAKURI POWER STATION	THERMAL-COAL	WEST BENGAL	30	388
HIRAKUD POWER	THERMAL-COAL	ORISSA	367.5	314
JOJOBERA TPS	THERMAL-COAL	JHARKHAND	427.5	251
			平均値	279

出典：CENTRAL ELECTRICITY AUTHORITY ウェブサイト掲載資料

http://www.cea.nic.in/reports/monthly/executive_rep/nov11/34-41.pdf

3) 産業立地へのインパクト

インドでは、省エネルギー政策の立案・推進のための専門機関として、電力省に BEE (Bureau of Energy Efficiency) を設置しており、BEE ではエネルギー多消費産業として、15 分野を定め、積極的な省エネルギーを進めている。これらの産業は特に電力エネルギーのみに依存しているものではないが、この中でも「アルミニウム」や「化学」「業務用ビルまたは施設」などは電力の需給状況にも大きな影響を受けるものと考えられる。

表 4-10 インドにおけるエネルギー多消費産業

1. アルミニウム (Aluminum)
2. 肥料 (Fertilizers)
3. 製鉄 (Iron and Steel)
4. セメント (Cement)
5. 紙・パルプ (Pulp and paper)
6. ソーダ (Chlor Alkali)
7. 製糖 (Sugar)
8. 繊維 (Textile)
9. 化学 (Chemicals)
10. 鉄道 (Railways)
11. 港湾管理会社 (Port Trust)
12. 運輸 (Transport Sector (industries and services))
13. 石油化学、石油・ガス精製 (Petrochemicals, Gas Crackers, Naphtha Crackers and Petroleum Refineries)
14. 火力発電所、水力発電所、送配電業者 (Thermal Power Stations, hydel power stations, electricity transmission companies and distribution companies)
15. 業務用ビルまたは施設 (Commercial buildings or establishments)

シマドリ火力発電所が位置する AP 州は、IT、バイオ、医薬品などの産業が集積しつつある地域であり、以下のように特に第 2 次、第 3 次産業の成長は著しい。

表 4-11 AP 州における産業別所得の変化および変化率

金額 (単位:100万ルピー)

Item	2005-06(QE)	2006-07(AE)	2007-08(P)	2008-09(Q)	2009-10(UA)
Primary Sector	672,730	702,490	831,250	994,120	1,042,550
Secondary Sector	492,010	570,380	892,500	975,170	1,060,790
Tertiary Sector	1,158,570	1,334,470	1,541,720	1,804,180	2,010,150

P=Provisional Q = Quick Estimates UA = Updated Estimates.

変化率

Item	2006-07(AE)	2007-08(P)	2008-09(Q)	2009-10(UA)
Primary Sector	4.4%	18.3%	19.6%	4.9%
Secondary Sector	15.9%	56.5%	9.3%	8.8%
Tertiary Sector	15.2%	15.5%	17.0%	11.4%

出典 : AP 州ウェブサイト http://www.aponline.gov.in/quick%20links/apfactfile/apfactfile_4.html

これらの産業は、上記のエネルギー多消費分野に位置づけられる産業と考えられる。したがって、シマドリ火力発電所の早期開業による需給状況の改善や間接的に見込まれる電力価格の押し下げ効果等により、これらの産業の集積がより早まったことも考えられる。

4) 地域経済へのインパクト

AP州について総生産と総発電量の推移を時系列で整理したグラフを以下に示す。

本グラフから、両者には強い相関関係があると考えられ（相関係数は0.99）、地域の経済成長と電力供給には強い関係性があると推察される。

シマドリ火力発電所は、AP州における発電容量の拡大を通じて、産業の集積を促し、地域経済に一定のインパクトを与えていると考えられるが、本データからも発電量と総生産との間には正の相関が認められる。したがって、シマドリ火力発電所の早期開業は、地域経済全体の成長にも貢献している（経済成長を早めるという効果もある）と推察される。

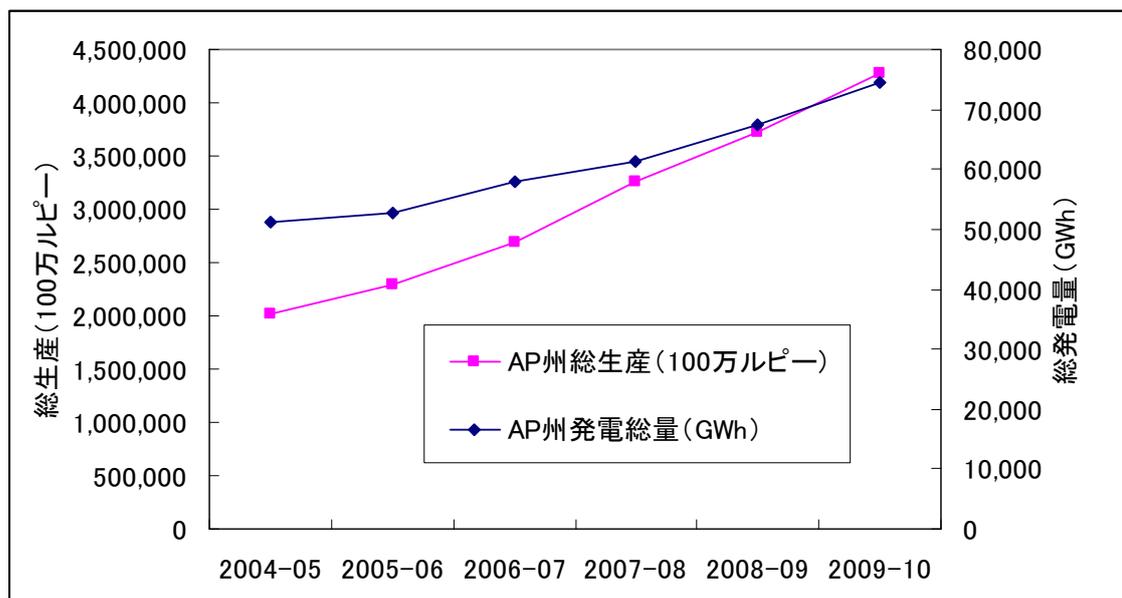


図 4-7 AP 州総生産と総発電量の推移

出典：APTRANSCO、および Handbook of Statistics on Indian Economy 2010-11 より三菱総合研究所作成

4-2 電力以外のセクター（運輸、上水道）への適用について

前節で実施したシマドリ火力発電所におけるケーススタディをベースとして、本手法を他セクターにおいて適用する際の留意点を整理する。なお運輸セクターについては、事業種別（道路、港湾、空港など）によって便益計測手法等が大きく異なるため、事例として幹線道路整備事業（料金を徴収しない一般道路）について整理する

4-2-1 幹線道路整備事業（運輸セクター）への適用について

(1) NPV の計算（社会経済的影響）

料金を徴収しない幹線道路事業の場合は、財務的純便益については検討する必要はない。

社会経済的純便益については、主に時間短縮効果、走行経費削減などに伴う利用者便益が便益の中心であると考えられるため、便益額は交通需要に大きく依存する。入手できる流れデータに基づき利用者便益を設定し、遅延した場合については、便益もその分だけ遅れて発現すると仮定する。

(2) 社会経済的インパクトへの影響の把握

遅延による社会経済的インパクトへの影響は、利用者便益への影響を通じて波及した結果と解釈することができる。具体的には、以下のような産業分野についてのインパクトが考えられる。

表 4-12 運輸セクターにおける遅延による社会経済的インパクトへの影響

分類	内容
①農林水産業へのインパクト	農林水産業に対する経済インパクト（輸送の効率化やそれに伴う農産物価格の低下など）の発現が遅れる。
②鉱工業・製造業へのインパクト	鉱工業・製造業に対する経済インパクト（原材料の輸送効率化、当該地域への工場立地、ビジネス利便性の向上等）が遅延する。
③サービス産業（観光産業等）へのインパクト	サービス業、特に観光産業の受けるインパクト（周遊性や速達性の向上に伴う観光客の増加やホテルの立地、ビジネス利便性の向上等）の発現が遅れる。

出典：運輸セクターの事後評価報告書等を参考に三菱総合研究所作成

これらのインパクトを定性的／定量的に分析するためには、以下のような方法が有益であると考えられる。

1) 交通需要データに関する分析

道路プロジェクトであれば、当該プロジェクトの区間を利用すると想定される交通需要について、どのような利用者が多いのか（トラックが多いのか、観光バス等の利用が多いのか）を現地において把握し、遅延によるインパクトが主にどのような産業に影響するのかが把握することが考えられる。具体的に、交通量や利用者便益（事前評価であれば予測

値、事後評価であれば現況値)がトラック、バス、乗用車などの種類別に入手可能であれば、トラックは農林水産業、あるいは鉱工業・製造業に、バスは観光産業に主に関連すると考えられ、各産業に与えるインパクトの大小をより具体的に把握可能と考えられる。

2) 各産業の生産量・生産額等に関する分析

各産業の生産量(農林水産業であれば出荷量等)、生産額に関する時系列的な統計データを現地にて収集し、周辺の交通量の時系列データと比較すれば、交通量の変化と生産の変化についてどのような関係性があるかを把握可能と考えられる。もし、AP州における総生産と発電量の推移と同様に、交通量と生産量・生産額について高い相関関係が把握されれば、当該プロジェクトの遅延により、交通需要の発現が遅れ、それがさらには地域経済へのインパクトの遅れにつながることを傍証できると考えられる。

3) 各産業の立地状況に関する分析

当該プロジェクトの周辺地域における産業の立地状況(製造業であれば工場、サービス業であればバス事業者、ホテルなど)を把握することにより、当該プロジェクトの遅延が産業立地に与える影響も一定程度分析可能である。たとえば事前評価の段階において、現地企業が当該プロジェクトを見込んだ立地計画を立案していれば、プロジェクトの遅延が産業立地の遅れに直接つながるものと考えられる。こうした情報を把握できていれば、遅延が地域経済に大きな影響を与えることを具体的に提示することが可能と考えられる。

4-2-2 上水道セクターへの適用について

(1) NPVの計算(財務的影響)

上水道セクターでは電力セクターと同様、まず遅延の財務的影響を把握することが必要となる。FNPVの差分を計算する方法は基本的に電力プロジェクトと同様であり、算出されたFNPVへの影響に基づき、事業体全体の財務に対する影響についても分析・考察することが望ましい。

(2) 社会経済的インパクトへの影響の把握

遅延による社会経済的インパクトへの影響としては、以下のようなものが想定される。

表 4-13 上水道セクターにおける遅延による経済的インパクトへの影響

分類	内容
①保健・衛生面へのインパクト	上水道プロジェクトにより衛生状態が改善され、特に水因性の疾病等が減少、それに伴う死亡率の減少等が期待されるが、こうした効果の発現が遅れる。また、疾病率の減少により、医療費や病欠日数の減少等も期待されるが、こうした効果の発現も遅延する。
②地域住民活動へのインパクト	上水道プロジェクトにより、地域住民が水汲み労働から解放され、他の経済活動（小規模ビジネスや家事）などにより多くの労働を充てることができるようになると期待されるが、こうした効果の発現が遅れる。
③産業活動へのインパクト	上水道プロジェクトにより地域の商業活動や観光産業に対するインパクト（衛生面での改善や宿泊客の満足度の向上など）が期待されるが、こうした効果の発現が遅れる。

出典：上水道セクターの事後評価報告書等を参考に三菱総合研究所作成

これらのインパクトを定性的／定量的に分析するためには、以下のような方法が有益であると考えられる。

1) 当該地域における水因性疾病の推移に関する分析

現地において、当該地域周辺における水因性疾病や、それに関する医療費等の推移を把握し、事前評価であればこれらの疾病と上水道普及率との相関関係等について、定量的に把握することで当該プロジェクトにおける衛生面の改善について傍証することができると考えられる。また、死亡率の推移等と具体的な相関がみられれば、事業遅延が人命に与える影響もある程度把握されるものと考えられる。

2) 地域経済活動データに関する分析

当該地域の経済活動に関するデータ（事業所数や商業施設数など）を把握し、上水道の普及率や、水需要などとの相関関係を把握することができれば、当該プロジェクトの遅延により、上水道の普及が遅れ、それがさらには地域経済へのインパクトの遅れにつながるものが傍証できると考えられる。

第5章 本調査のまとめ

5-1 本調査の成果と提案した手法の意義

本調査の成果については、以下のように整理される。

- ・本調査では、まず事後評価結果等からプロジェクトの遅延要因について整理を行い、それらの要因が主に「1) 当初の楽観的な事業計画策定、2) 手続き等の制度的側面による遅れ、3) 事業者、コンサルタントの能力不足、4) 自然災害等を含む不可抗力、5) 政治経済的理由」にまとめられることを示した。
- ・その上で、現地政府からのデータ取得可能性等も勘案し、簡易に遅延の経済的影響を把握可能な手法として、NPVの差分によりその影響を把握する手法を提案した。
- ・また、具体的にインドのシマドリ火力発電所プロジェクトを対象としたケーススタディを実施し、手法の有効性を検証した。得られた結果より、本調査で提案した手法には一定の妥当性があると考えられる。特に、ケーススタディで対象としたようなシマドリ火力発電所のような、比較的規模も大きく、地域経済へのインパクトについてもデータ等で把握しやすいプロジェクトについては、本手法は有効であると考えられる。
- ・第3章に示したように、プロジェクト中に遅延が想定された場合は、その時点で得られるデータ等で、費用便益の流列を修正した上で遅延影響を計算することにより、より説得力を増した形で遅延損失を提示できると考えられる。
- ・今後は、実際の事前評価、あるいは事後評価の際に、得られた費用・便益の流列を活用して、簡易にこのような遅延影響の試算を行うことで、円借款対象国における遅延損失に対する理解の促進や、遅延自体の抑制に対するインセンティブづけにつながるものと考えられる。また、あわせてケーススタディで示したような地域経済へのインパクト等に関する定性的な分析も示すことで、遅延の損失に対する理解をさらに深めることができると思われる。たとえば、対象国の事後評価結果の分析結果によれば、遅延の要因として用地取得、作業の見通し不足、コンサルタント選定の遅れなどが主なものとして挙げられている。仮に事前にこうした遅延影響が示されていれば、現地政府がコンサルタント選定や、用地取得などをより円滑に進めるインセンティブの1つになると考えられる。

5-2 今後の課題について

5-2-1 本手法を適用した分析事例の蓄積と手法の改善

本調査において、シマドリ火力発電所を対象としたケーススタディを実施し、手法の有効性について検証したが、今後は本手法を適用した分析事例をさらに蓄積し、またそれを通じた手法の改善を進めていくことが望ましい。

具体的には、運輸セクター、上水道セクター等の他セクターにおける分析事例の蓄積、事業中の段階で得られる情報によって費用・便益の流列を修正した上での分析事例の蓄積などが特に必要と考えられる。またその中で、割引率などのパラメータの設定方法や、流列の設定方法に関して課題が見出された場合は、改善を進める必要がある。

5-2-2 本手法を用いた「遅延による社会的損失の明示化」に向けたプロセスの策定

本手法を用いて、遅延による社会的損失を明示化することを習慣化し、その重要性を共通認識としていくためには、対象国政府も交えて協議していくためのステップを設定する必要がある。

現段階では、本手法による分析事例の蓄積がまず第一の課題であるが、それを経て手法の妥当性、有効性がより高まった段階で、将来的には以下のようなプロセスを経てその定着を図ることが望ましいと考えられる。

表 5-1 「遅延による社会的損失の明示化」に向けたプロセス

ステップ	内容
ステップ①： 対象国における遅延要因の 特性と整理	対象国における円借款事業の事後評価結果などに基づき、主要な遅延要因や、その特徴（コンサルタント選定で時間を要しているのか、あるいは工程管理の問題なのか等）について整理し、関係者間で情報を共有する。
ステップ②： FS 時の費用便益分析におけ る遅延損失の試算（ケース スタディ）	対象国におけるプロジェクトをいくつかケーススタディとして選定し、FS 時に実施する EIRR や FIRR を算出するための費用便益分析において、感度分析的に 1 年～5 年程度遅延した場合の損失を試算する。また、そのために対象となるプロジェクトを実施する前の時点から、費用便益の流列等の必要なデータに JICA 側がアクセスできるようにしておく。
ステップ③： 事業の途中段階における遅 延損失の試算（ケーススタ ディ）	②で選定したプロジェクトについて、事業の途中段階において遅延の発生状況等についてモニタリングを実施する。もし当該事業の途中段階で遅延の発生が予想された場合には、その段階で得られる最新の情報に基づき遅延損失を再度試算し、対象国の実施機関と情報共有する等の検討を行う。
ステップ④： JICA 現地事務所での現地政 府機関とのアニュアル・ミ ーティングでの情報共有と PDCA サイクルの構築	遅延損失の試算結果等について、JICA 現地事務所では実施される現地政府機関とのアニュアル・ミーティング等で情報共有し、継続的に改善策をもとめる PDCA サイクルを構築する。またその中で、事業遅延を抑止するための仕組み（当初の予定期間内に工事を首尾よく完了した建設会社への褒賞制度など）についてもあわせて検討することが望ましい。

出典：三菱総合研究所作成