

タイ 「環境保護促進計画」

評価報告：2000年10月

現地調査：2000年9月

第三者評価実施者：(株)三菱総合研究所 佐々木 俊治氏
林 欣吾氏
高木 健 氏

事業要項

借入人:タイ産業金融公社(IFCT)

実施機関:タイ産業金融公社(IFCT)

交換公文締結:1992年12月

借款契約調印: 1993年1月

貸付実行期限: 1999年5月

貸付完了: 1998年2月(最終貸出日)

貸付承諾額: 3,000百万円

貸付実行額: 1,996百万円

調達条件:一般アンタイト

貸付条件: 金利3.0%

返済40年(うち据置10年)

参考

(1) 通貨単位: バーツ (Baht)

(2) 為替レート:(IFS年平均市場レート)

年		1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
レ ー ト	バーツ/US\$	25.4	25.3	25.2	24.9	25.3	31.4	41.4	37.8
	円/US\$	111.2	111.2	102.2	94.1	108.8	121.0	130.9	113.9
	円/バーツ	4.4	4.4	4.1	3.8	4.3	3.9	3.2	3.0
CPI (1995=100)		87.1	90.0	94.5	100.0	105.8	111.8	120.8	121.1

(3) 会計年度: 10月1日 ～ 9月30日

(4) 主要略語・用語一覧:

BOD: Biochemical Oxygen Demand (生物化学的酸素要求量) → 水質汚濁の代表的指標

CVM: Contingent Valuation Method (仮想市場評価法)

DEQP: Department of Environmental Quality Promotion (科学技術環境省環境質促進局)

E/N: Exchange of Notes (交換公文)

ERTC: Environmental Research and Training Center (環境研究研修センター)

GDP: Gross Domestic Product (国内総生産)

EPA: the United States Environment Protection Agency (米国環境保護庁)

EPPP: Environmental Protection Promotion Program (環境保護促進計画)

IEAT: Industrial Estates Authority of Thailand (タイ工業団地公社)

IFCT: Industrial Finance Corporation of Thailand (タイ産業金融公社)

IRR: Internal Rate of Return (内部収益率)

JBIC: Japan Bank for International Corporation (国際協力銀行)

L/A: Loan Agreement (借款契約)

MOI: Ministry of Industry (工業省)

MOSTE: Ministry of Science, Technology and Environment (科学技術環境省)

NEB: National Environment Board (国家環境委員会)

OEPP: Office of Environmental Policy and Planning (科学技術環境省環境政策計画事務局)

PCD: Pollution Control Department (科学技術環境省汚染対策局)

TCM: Travel Cost Method (旅行費用評価法)

TSL: Two Steps Loan (ツー・ステップ・ローン)

WTP: Willingness To Pay (支払意志額)

事業地



图中1～6は今回現地調査を行った6工場の位置

事業内容写真

導入設備①:

食品加工工場での廃棄物の固液分離装置



導入設備②:

食品加工工場での排水処理装置



導入設備③:

工業団地の排水処理施設



主要計画／実績比較

事業内容	①計画（審査時）	②実 績	差分(①-②)
事業費			
サブ・ローン貸付	2,950百万円 (578百万パーツ)	1,996百万円 (575百万パーツ)	954百万円 (3百万パーツ)
コンサルティング ・サービス	50百万円 (10百万)	0	50百万円 (10百万)
合 計	3,000百万円 (588百万パーツ)	1,996百万円 (575百万パーツ)	1,004百万円 (13百万パーツ)
サブ・ローン内容			
貸付件数	20	8	12
金利	10%	10～10.75%	
返済	3～15年	4年9ヶ月～8年	
（うち据置）	（1～5年）	（1年～2年6ヶ月）	

【換算レート】

審査時(1993年1月): 1パーツ = 5.1円

実績値 (1996年1月): 1パーツ = 4.2円

(1997年11月): 1パーツ = 3.2円

(1998年2月): 1パーツ = 2.7円

1.事業概要と円借款による協力

1.1 事業の背景

約10年前、タイでは高度成長が進展している一方で、自然環境の悪化が問題となっていた。そこで、タイ政府は環境保護の重要性を認識し、第7次国家経済社会発展計画(1992～1996年)の中に環境保護を位置づけた。この5か年計画では、経済の安定と生活の質の改善を目的とし、工業公害を削減し、環境の改善・保護を図ることを重要な課題として挙げている。この目的を達成するため、企業の環境保護に関連する事業を積極的に支援していくことが求められていた。

タイにおける開発事業のための資金提供機関であるIFCTは、工業に起因する環境汚染問題に深く関心を持ち、工業に起因する汚染問題を解決するために、環境保全対策(公害対策)に対し投資を行う企業に対して資金を提供する手段として、円借款による援助を要請したものである。

実施経緯は以下の通り。

- 1992年 4月 IFCT、タイ大蔵省宛本件を第17次円借款として追加申請
- 5月 本案件要請案を変更後、タイ政府、日本政府宛正式要請
- 6月 円借款審査ミッション
- 12月 交換公文締結
- 1993年 1月 借款契約締結

なお、当初は「環境保護」と「省エネルギー」の2本立てプログラムであったが、IFCT側の申出により「省エネルギー」については除外することとなった。

1.2 目的

本事業、すなわち環境保護促進計画(EPPP)は、タイの民間企業における環境対策装置(公害防止装置)の導入の促進を図ることを目的に、低利・中長期・固定金利の資金を提供するものである。

具体的には円借款資金を、タイ産業金融公社(IFCT)を通じてエンド・ユーザーたる企業に融資する、いわゆるツー・ステップ・ローン(以下、「TSL」)である。

1.3 事業範囲

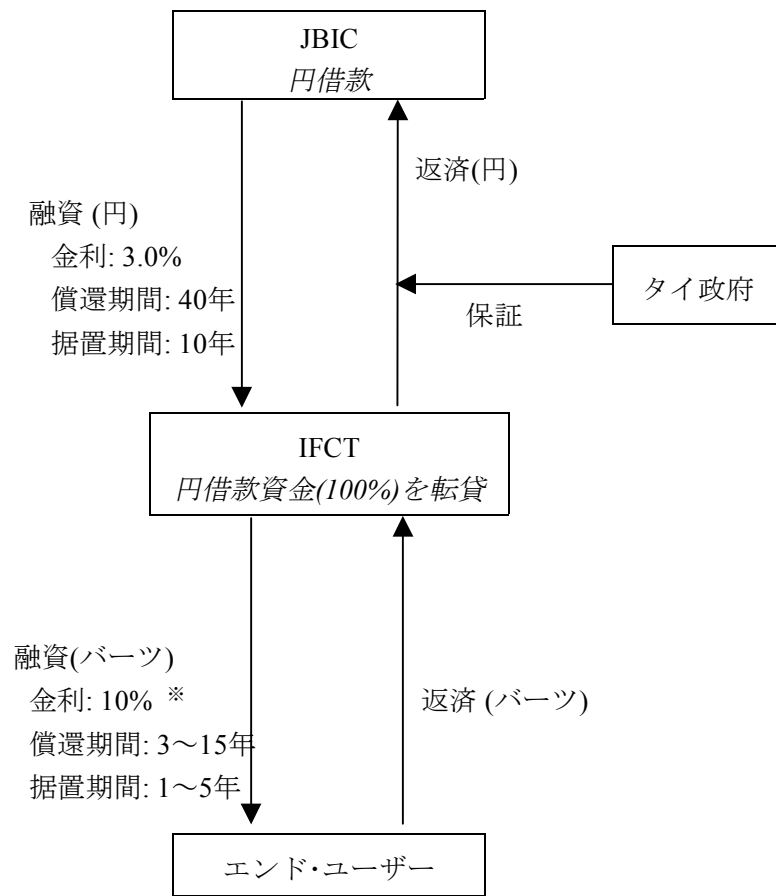
1.3.1 事業スキームの内容

(1) スキーム概要

EPPPは、いわゆるTSLである。円借款資金は、実施機関であるIFCTを経由して、エンド・ユーザーに転貸される。

円借款の融資・返済は円で、IFCTとエンド・ユーザー間の融資・返済はパーツでそれぞれ行われる。円借款返済段階で発生する為替リスクは、IFCTが負うことになっており、エンド・ユーザーの負担はない。なお、IFCTによる円借款の借入に対しては、タイ政府が保証を行っている。

図1-1 「環境保護促進計画 (EPPP)」 事業実施スキーム



※1995年11月 IFCTからの要請により10.75%に引き上げ

(2) 事業費

単位:百万円、()内は百万バーツ

項目	円借款ポーション	IFCTポーション	合計
サブローン	2,950(578)	—	2,950(578)
コンサルティングサービス	50(10)	—	50(10)
合計	3,000(588)	—	3,000(588)

為替レート:1バーツ=5.1円 (審査時 1993年1月)

※1996年7月IFCTからの要請により、コンサルティング・サービス費を15百万円に減額し、残りはサブ・ローン枠に充当した

(3) 実施スケジュール

貸付実行期限：1999年5月（※タイ政府の要請により当初貸付実行期限の1998年5月から延長）

1.3.2 サブローンの融資条件

EPPPにおけるサブ・ローン (IFCTからエンド・ユーザーへの融資) の融資条件は以下の通りである。

(1) 対象業種

対象業種を限定せず、工業分野の全産業(業種)を対象としている。

(2) 対象企業

固定資産額など企業の規模による融資対象企業の制限を設けていない。

(3) 融資対象

融資対象は、環境対策装置(公害防止装置)の購入並びに設備の導入に限定している。ただし、具体的な装置の指定は行っておらず、申請の段階で環境対策装置に該当するか否かの審査を行うことになる。

(4) 融資限度額・融資比率

融資限度額は、当初1億バーツ以下(ただし、共同処理施設については1.6億バーツ以下)だった。上限を設けた理由は、特定大企業の大規模プロジェクトのみに融資される懸念を排除するためであった。

しかし、その後1995年にIFCTからの要請により、「JBICが同意すればこの限度額を超えるものも認める」旨の規定が追加された。

EPPPにおいては、サブローンは原則、円借款資金で100%賄われる。

(5) サブローン金利

IFCTからエンド・ユーザーへの貸付金利(サブ・ローン金利)は、当時の市中一般貸出金利(16%程度)などを勘案し、10.0%と設定された。

その後1995年11月にIFCTからの要請により10.75%に引き上げられた。

なお、IFCTに対する既往ローンと同様に、特別勘定を設置し、サブローンの融資・回収・再融資および円借款の利息支払い・元本返済は、全て同勘定を通じて行われる。回収されたサブローンは、同一条件にて再融資される。

(6) 貸付期間(据置期間)

エンド・ユーザーへの貸付期間は3年以上15年以下、うち据置期間は1～5年としている。

(7) 担保・保証

有担保を原則とし、IFCTの判断で担保設定される。具体的には、土地、建物、機械設備、銀行保証などである。

1.4 実施機関

IFCTは、タイにおける民間工業部門の育成および国内の資本市場の育成を目的として1959年に設立された、工業部門を中心に中・長期の貸付を行う金融公社である。

政府系金融機関の一つに数えられ、特に1982年に大蔵省が20%のシェアを持つ筆頭株主になってからは、タイ政府の産業政策を反映した様々な融資プログラムの実行機関の役割を果たすようになってきている。しかし、他の政府系金融機関と比較すると、株主の多数が民間であることなどから、より市場指向型の民間金融機関的性格が強く、また独立性を重んじている点が特徴である。

1.5 タイの環境および環境行政の現状

1.5.1 タイの環境行政

タイにおける環境行政および公害防止行政の所管省庁は、多数の省庁にわたるが、環境行政の中で環境政策の策定、環境基準の設定などを行うのは科学技術環境省(MOSTE)であり、工業分野での排水や排ガスの排出基準値の設定や管理は工業省(MOI)が行っている。

(1) 科学技術環境省 (MOSTE)

タイにおける環境政策の意思決定は国家環境委員会(NEB)が担い、MOSTEの汚染対策局(PCD)、環境政策計画事務局(OEPP)、環境質促進局(DEQP)が、NEBの権限遂行のための委任先に定められている。

PCDは、環境公害防止の上から最も重要であり、水質管理部、大気質・騒音管理部、有害物質・固形廃棄物管理部などがあり、環境政策立案の国家レベルの実務機関であり、公害規制の中心機関である。

OEPPは、環境政策の立案、環境アセスメントを担当するほか、環境保全基金委員会事務局をかかえている。環境保全基金の実務機関としては、本件の貸付先であるIFCTが指定されている。

DEQPは、広報・教育を所掌するが、そのほかに我が国の支援で設立された環境研究研修センター(ERTC)をその下部機関として有している。

(2) 工業省 (MOI)

工業省は工場法を所管している。1992年に改訂された現行の工場法では、工場からの公害防止の観点が入り込められている。

工場法では、従業員7名以上ないしは5馬力以上の動力源を有する工場の、工業省への登録を義務付けている。工場稼働開始許可を得るためには、工業法の規定により、その工場が排水処理施設や大気汚染対策施設などを設置していることの確認が必要である。また稼働後も定期的に検査が行われることになっている。

工業法の規定によると、工業操業者が本法令に違反している場合は、当局はその者に所定の期間内に違反行為を中止、改善するよう命令することができる。さらに、この命令に従わなかった場合は、1年以下の禁固あるいは十万バーツ以下の罰金を処すことができる。

(3) タイ工業団地公社 (IEAT)

IEATは、工業省の所掌下にある公社である。工業団地法によって設立されており、工業団地内に立地する工場の環境対策の管理について権限を有している。

(4) 地方行政機関: 県レベルの機関

環境法によれば、地方への権限の委譲が図られることになっており、県レベルの行動計画を策定するようになっている。特に、公害規制地域の県長官は、「上乘せ基準」を定める権限を持っている。これに伴い、中央の公害規制委員会に対応する地方公害規制委員会が県ごとに設置される方向にある。

1.5.2 水質汚濁状況

(1) タイ国の河川・水域の概況

タイの主要な水域は、海洋ではタイ湾 (Gulf of Thai) とアンダマン海、河川ではタイ湾に流入するチャオプラヤ川 (Chao Phraya)、ターチン川 (Tha Chin)、メクロン川 (Mae Klong)、バンパコン川 (Bang Pakong) と国際河川メコン川 (Mae Khong) およびその流域、また湖沼ではソククラ湖 (Songkhla) があげられる。これらの水域は、農業・生活・工業・漁業・レクリエーション・観光等の資源として広く活用されるとともに、重要な水上交通路としても利用されている。

タイ国では、最近まで農業を中心とした社会で、人口も比較的分散分布していたため、水に加わる汚染負荷も水域の自然浄化能力の範囲にとどまり、河川の流下過程で分解浄化されていた。

しかしながら、近年、バンコク市を中心に主要河川沿いに高密度な都市化・工業化が急速に進み、水域の許容限度を超える負荷が流入するとともに、従来の有機汚濁物質以外の工場排水などの各種金属や農薬、殺虫剤等有害科学物質の流入による複合汚染も看過できない状況になっている。

(2) 水質汚濁状況

タイにおける水質汚濁の最大の原因は生活排水の河川への直接排出である。バンコク市内を流れるチャオプラヤ川への汚濁物質の総排出量の3/4が生活排水で、1/4が工場排水とされる。1989年には、チャオプラヤ川には工場から年間約2万tのBOD負荷量が排出されており、タイ湾には22河川からカドミウム、鉛、マンガン、マグネシウム、クロム等の1万4,000tの重金属泥が流れ込んでいる。^{*1}

現在、約13万の工場が全国に立地しているが、その約30%の工場から工業排水による

*1 「アジア・太平洋地域の開発途上国の環境 第18回 タイ(1)」 田中菜穂子、資源環境対策 Vol.28 No.11, 1992

BOD負荷の大部分が排出されている。これらの工場の大半は、タピオカ粉、砂糖工場、蒸留所、パルプ・紙、食品、魚缶詰工場などの農林水産業に関連した産業である。^{*2}

(3) 水質汚濁に関する規制状況

水質汚濁に関する規制は、科学技術環境省下の汚染対策局(PCD)が所管している。PCDは国家および地方の水質管理計画の策定に携わるとともに、地方当局が彼ら自身の排水管理に責任を果たすことを支援している。

河川水および沿岸水の水質基準は、有機汚濁物質(BOD)、有害化学物質等20数項目について設定されている。その水域の利用目的により、基準値は地表水について5つのクラス、沿岸水について7つのクラスに区分されている。

点源からの排水管理はエンドオブパイプ(排出源)規制による対策がなされてきた。各種の排出源に対して排水基準が設定されており、工業排水については工業省が工業排水基準値を公布している。

(4) 工業排水対策

工業排水基準値(抜粋)を表1-1に示す。

表1-1 工業排水基準値 (抜粋)

	汚染物質	単位	基準値
1	pH	—	5.5 ~ 9.0
2	浮遊物 (SS)	mg/l	Max.50 (放流水域や工場の種類によって異なるが150を越えてはならない)
3	油とグリース(O&G)	mg/l	Max.5.0 (放流水域や工場の種類によって異なるが15.0を越えてはならない)
4	生物化学的酸素要求量 (BOD) ^{*3}	mg/l	Max.20 (放流水域や工場の種類によって異なるが60を越えてはならない)
5	化学的酸素要求量 (COD) ^{*4}	mg/l	Max.120 (放流水域や工場の種類によって異なるが400を越えてはならない)

注) 工場の種類(工業法で規定)により、以下のように異なる排出基準値を定めている。

- 1.BOD 60mg/l ・動物加工工場 ・でんぷん工場 ・でんぷん加工食品工場 ・織物工場
 ・皮なめし工場 ・パルプ・紙工場 ・化学工場 ・製薬工場 ・冷凍食品工場
 2.COD 400mg/l ・食品加工工場 ・飼料工場 ・織物工場 ・パルプ ・製紙工場 (出典: MOI資料)

*2 PCD (2000) "Waste Management in Thailand", July 2000

*3 生物化学的酸素要求量 (BOD): 水質汚濁の指標の一つで、水中の有機汚濁物質が水中の好気性微生物によって生物化学的に酸化されるために消費する酸素量を表したもの。主に河川の水質指標として用いられる。わが国の排水基準(一律基準)は160mg/lである。ただし、自治体は条例でより厳しい排水基準(上乘せ基準)を設けることができ、例えば東京都では放流水域、排水量により20~160mg/lの排水基準を定めている。

*4 化学的酸素要求量 (COD): 水質汚濁の指標の一つで、水中の、主に有機汚濁物質が酸化剤によって処理される際に消費される酸素量である。主に湖、海域の水質指標に用いられる。わが国の排水基準(一律基準)は160mg/lであるが、BODと同様に自治体は条例でより厳しい排水基準(上乘せ基準)を設けることができ、例えば東京都では放流水域、排水量により20~160mg/lの排水基準を定めている。

工業排水基準値は、生活環境項目から各種重金属までの27項目について設定され、工場法で規定する工場に適用される。一部の項目については、業種により基準値が異なっている。

工場が基準を守っていない可能性がある場合は次の手順が踏まれる。①まず工業省の担当官が工場へ確認のレターを出す。②30日以内に回答がない場合は、担当官が出向きサンプリング調査(採水)を行う。③その結果違反が確認された場合は操業許可(ライセンス)の一時停止措置が行われ、工場の操業が一定期間(1月～2月)停止される。④それでも守らない場合はライセンスが取り消される。

なお、現在の工業法は、比較的大規模な工場や新しい工場のみ適用されているため、中小規模の工場は排水処理施設を設置していないのが一般的である。

1.5.3 大気汚染

(1) 大気汚染状況

タイでは大気汚染の最大の原因は自動車を中心とする輸送機関からの排気ガスであるが、第2の大気汚染の原因として工場、発電所からの排気ガスがあげられる。工業部門は総エネルギー消費量の約50%を占め、1986年以降それまでの燃料油、薪炭材に加え、褐炭や輸入石炭の使用が増加している。全国で3,400の工場がボイラーを使用しており、このうち65%がバンコク首都圏に立地しているため、自動車の排気ガスとあいまってバンコクでの大気汚染は顕著である。

第3の大気汚染の原因は、家庭からの排気ガスである。都市部の家庭のエネルギー消費量のうち47%が石炭、34%が電気によるものである。農村部の家庭で消費されるエネルギーは52%が石炭、39%が薪炭材である。^{*5}

(2) 工業からの大気汚染対策

国立環境委員会事務局(ONEB)は国家大気質基準を定めており、一酸化炭素、二酸化窒素、二酸化硫黄、浮遊粒子状物質、オゾン、二酸化炭素、鉛について規定されている。

工業部門から発生する汚染物質を規制するために、工業省により表1-2に示すような産業排ガス基準が規定されている。粒子状物質、二酸化硫黄、酸化窒素などで基準値が設定されている。工場から排出ガスについては、工業省により、表の基準をもとに工場の許認可と営業中の検査が行われている。

*5 田中菜穂子(1992)「アジア・太平洋地域の開発途上国の環境 第18回 タイ(1)」、資源環境対策 Vol.28 No.11

表1-2 工業排ガス基準(抜粋)

No.	汚染物質	発生源	基準値
1	粒子状物質	燃料としての燃料油	300 mg/Nm ³
		〃 石炭	400 mg/Nm ³
		その他の燃料	400 mg/Nm ³
		製鋼およびアルミ精錬	300 mg/Nm ³
		全発生源	400 mg/Nm ³
2	硫化水素	全発生源	140 mg/Nm ³ (100ppm)
3	二酸化硫黄	硫酸製造	1,300mg/Nm ³ (500ppm)
		燃料油燃焼	1,250ppm
4	酸化窒素 NOx	燃焼機関(石炭)	940 mg/Nm ³ (500ppm)
		〃 (その他の燃料)	470 mg/Nm ³ (250ppm)

(出典: MOI資料)

2. 評価結果

2.1 事業計画の妥当性

本事業が計画された1990年代初頭においては、タイでは急速な経済発展に伴う環境の悪化が問題となっていた。タイ政府では第7次国家経済社会発展計画の中に環境保護を位置づけ、その一環として企業の環境保護に関連する事業を支援していくこととなった。本事業は、その一環としてタイ政府からの要請により、環境保全対策への取組が遅れている民間企業を対象に低利融資を行おうと計画されたものであり、本事業の目的は妥当であったといえる。

本事業は、事前にタイにおける工業分野での環境対策装置の市場性などの検討が行われていること、および、後述するように、本事業により環境対策装置を設置した企業において、何らかの環境改善効果がなされている事から判断して、事業計画は概ね妥当であったと判断される。

実際の事業スキームには、貸付が当初の計画通り進まなかったり、アジア経済危機の影響で貸付実行期間の変更などの若干の変更がある。これらは、相手先実施機関からの要請に基づく、適切な計画変更であった。

2.2 実施の効率性

2.2.1 事業費:オリジナルローンの貸付状況

本事業における、円借款貸付実行総額は約20億円であり、当初計画額30億円の66.5%となっている。

未貸付額は989.5百万円(285.4百万バーツ)で、この内87百万バーツがエンド・ユーザーからのキャンセル(貸付額の減額)で、約198.5百万バーツが1997年7月以降に起きたバーツの下落によるものである。これにより、貸付金の余剰が生じるとともに、企業側も景気低迷のため、投資意欲が減退した。

貸付実行期限は当初1998年5月であったが、タイ政府の要望により、1年間延長された。しかしながら、その1999年5月の期日を迎えても、サブ・ローンへの新たな応募はなく、新

たな融資は行われなかった。

また、特定大企業の大規模プロジェクトのみへの使用を避けるため貸付金額の上限を設けていたが、企業の環境関連投資への意欲が低く、本事業の実施が遅れていたため、IFCTからの要請に基づき上限を緩和し、JBICが同意した場合は上限にはとられないとすることになった経緯がある。

表2-1 円借款貸付実績

貸付実行日	貸付実行額(円)	貸付実行額(バーツ)	円/バーツ
1996年 1月23日	666,785,753	160,921,181.26	4.183
1997年11月18日	1,313,318,487	408,640,818.74	3.189
1998年 2月24日	15,406,757	5,700,000.00	2.727
計	1,995,510,997	575,262,000.00	

2.2.2 実施体制等

(1) IFCT

本事業の実施機関であるIFCTの資本金は、2000年3月末段階で、120億バーツで、総資産は1743.57億バーツ、従業者数は957人である。タイ国内に10ヶ所の地域事務所、23ヶ所の県事務所を配置している。IFCTの現在の組織図を図2.1に示す。

設立以降、タイ国内の企業9,298社に対し、2,799.24億バーツの資金提供を行っている。内訳は、長期ローンが1,466.19億バーツ238件(約6.16億バーツ/件)、中期ローンが661.88億バーツ486件(約1.36億バーツ/件)、運転資金ローンが671.17億バーツ4,574件(約0.15億バーツ/件)である。

IFCTは、円借款事業の経験も豊富である上、本事業の提案者でもあり、事業実施機関の選定は適切だったと思われる。

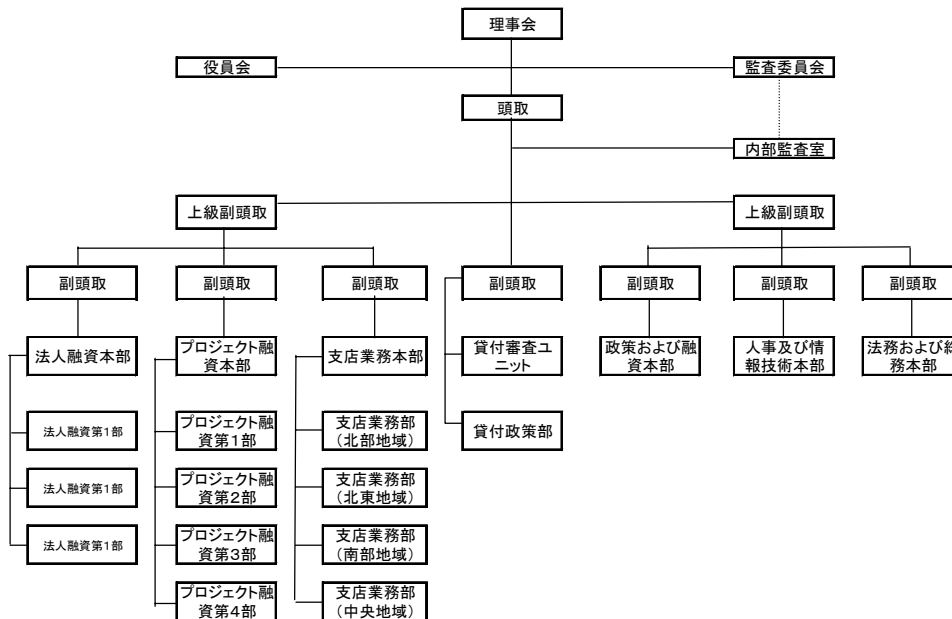
本件のエンド・ユーザーへの融資および管理に関しては、IFCTにほぼ一任された。ただし、事業開始後の5件についてはJBICの事前同意を必要とした。

IFCTでは、採用企業が計画した施設や装置が設置されていることを確認するために、証拠書類を提出させている。

本件は環境という専門分野の融資事業であるため、審査体制が問題となる。IFCTでは、環境に関する専門家はいないが、審査スタッフのうちのエンジニアは、通常のプロジェクトにおいても環境面チェックを行っている。また、インハウス・コンサルタントを雇用し、環境に関するアドバイスを得ている。

また、IFCT担当者が貸付先を定期的に訪問しているが、施設の設置状況や運転状況などのモニタリングについてのルールや定まった方法はない。企業によってIFCTの担当者は異なるが、今回訪問調査を行ったあるエンド・ユーザーのIFCT担当者によると、年に一回程度融資対象工場を訪問して、水質などについてのデータをチェックしているとのことであった。

図2-1 IFCT組織図（1999年3月現在）



(2) コンサルタントの雇用について

本事業では、L/A時に総額3,000百万円のうち50百万円を、コンサルタント・サービスとして割り当てていたが、1996年7月にIFCTからの要望により、プログラム促進費とコンサルタント・プログラム費を除外し、15百万円に減額し、減額分をサブ・ローンに充当したという経緯がある。

コンサルタントを雇わなかった理由として、IFCTは、本事業の検討段階においてすでに多くの大企業から申請書が提出され、貸出総額は既に計画額に達しようとしており、これらの企業は自社に必要な様々な専門家を保有しているため、コンサルタントの雇用の必要がないと判断したとしている。

2.2.3 サブローンの実施状況

(1) サブ・ローンの貸付

貸付の申込状況を見ると、貸付申込額の実績は計画を下回った。

これは、貸付の実施時期の当初では、想定していたほど企業からの応募が多くなかったこと、貸付上限枠を外した以後では、タイ国内で経済危機が発生し、企業の環境保護に対する投資が大きく減少したという事情がある。1997年の経済危機以降、企業の経営環境が苦しくなっており、環境分野へ投資する余裕がなく、企業の本事業への興味が少ない状況にある。

また、貸付開始の立ち上がりが計画よりもかなり遅れたが（表2-2参照）、JBICへの事前申請が必要な最初の5件の審査日程を確認してみると、5件ともIFCTによる現地審査が1992年6月、借据契約締結が1993年1月と早い段階に行われているのにもかかわらず、IFCTからJBICへの事前同意申請は2年以上後の1995年2月～12月であった。つまり、IFCT内での手続きの遅れが本事業の立ち上がりの遅れに繋がった懸念がある。

表2-2 サブ・ローンの貸付実績

(金額単位: 百万バーツ)

		1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	合計
件数	計画	5	6	6	2	1			20
	実績	—	1	4	3	—	—	—	8
金額	計画	150	180	180	60	18			588
	実績	—	9	275	289	—	—	—	575

(2) サブ・ローンの金利

EPPPのサブ・ローンでは、固定金利10.0%が適用された(ただし、途中でIFCTからの要望により10.75%に変更)。

EPPPの導入当初の4年間は、この金利は通常の市中金利(14%程度)に対してかなり低く、この事業による貸付の優位性は十分確保されていた。

しかしながら、経済危機以降大幅に市中金利が下がったため(現状は8%程度)、現在では金利の面の魅力がなくなっている。

IFCTによると、この事業に対するポテンシャル(潜在的ニーズ)は十分あると思われるが、現状の経済状況において企業の環境保全への投資意欲を促すには、貸出金利を2~3%程度にまで低下させる必要があるとのことであった。

(3) 規模別状況

EPPPのエンド・ユーザー8社を、従業員規模別(申請段階)にみると、59人~1,800人で平均は約610人であった(表2-3、表2-4参照)。

総資産規模別にみると、1億~64億バーツで、平均は約14億バーツであった。

また、貸付額の総額は5,753億バーツで、1社あたり、940万~2億バーツで、平均は約7,200万バーツであった。

当初は、特定の大企業の大規模プロジェクトのみに融資されることを排除するために、「1件当たり融資金額が1億バーツを超えないこと」とされていたが、途中で「上限を超える場合はJBICが案件ごとに考慮する」という規定が加えられた。その結果1社について、1億バーツを超える貸出を行っており、総貸出実績の35%がこの1社への貸出となっている。

表2-3 サブ・ローン先の内訳

(貨幣単位:百万バツ)

分類	合計(1999.5.31段階)					
	承認件数		貸付			
	件数	%	サブローン		円借款	
			金額	%	金額	%
(1)プロジェクトの性格						
新設	-	-	-	-	-	-
拡張	4	50.00%	397.18	69.04%	397.18	69.04%
取替(更新)	-	-	-	-	-	-
その他	4	50.00%	178.08	30.96%	178.08	30.96%
計	8	100.00%	575.26	100.00%	575.26	100.00%
(2)設置された設備						
排水処理	8	100.00%	481.45	83.69%	481.45	
大気汚染防止	2	25.00%	78.2	13.59%	78.2	
廃棄物処理	1	12.50%	15.62	2.72%	15.62	
その他	-	-	-	-	-	-
計	8	100.00%	575.26	100.00%	575.26	100.00%
(3)エンドユーザーの固定資産						
1千万バツ以下	-	-	-	-	-	-
1千万~1億バツ	1	12.50%	9.44	1.64%	9.44	1.64%
1億~5億バツ	2	25.00%	88.64	15.41%	88.64	15.41%
5億~10億バツ	3	37.50%	197.18	34.28%	197.18	34.28%
10億バツ越	2	25.00%	280	48.67%	280	48.67%
計	8	100.00%	575.26	100.00%	575.26	100.00%
(4)サブローンの額						
1千万バツ以下	1	12.50%	9.44	1.64%	9.44	1.64%
1千万~5千万バツ	2	25.00%	60.18	10.46%	60.18	10.46%
5千万~1億バツ	4	50.00%	305.64	53.13%	305.64	53.13%
1億~1億6千万バツ	-	-	-	-	-	-
1億6千万バツ越	1	12.50%	200	34.77%	200	34.77%
計	8	100.00%	575.26	100.00%	575.26	100.00%
平均			71.91		71.91	
(5)サブローンの期間						
3年間	-	-	-	-	-	-
3~5年間	3	37.50%	169.44	29.45%	169.44	29.45%
5~10年間	5	62.50%	405.82	70.55%	405.82	70.55%
10~15年間	-	-	-	-	-	-
計	8	100.00%	575.26	100.00%	575.26	100.00%
平均期間						
件数で			6.13			
金額で			6.38			
(6)サブローン先の地理上の分布						
拡大バンコク圏	4	50.00%	267.82	46.56%	267.82	46.56%
中央地域	1	12.50%	200	34.77%	200	34.77%
東部地域	1	12.50%	80	13.91%	80	13.91%
北東地域	-	-	-	-	-	-
北部地域	-	-	-	-	-	-
南部地域	2	25.00%	27.44	4.77%	27.44	4.77%
計	8	100.00%	575.26	100.00%	575.26	100.00%
(7)サブローン先の業種						
農業、漁業、鉱業	-	-	-	-	-	-
食品加工	2	25.00%	27.44	4.77%	27.44	4.77%
織物、衣料、皮革	-	-	-	-	-	-
木材製品、紙、家具	2	25.00%	242.18	42.10%	242.18	42.10%
化学工業	1	12.50%	75	13.04%	75	13.04%
ゴム・プラスチック製品	-	-	-	-	-	-
陶器・ガラス製品	-	-	-	-	-	-
金属加工	1	12.50%	80	13.91%	80	13.91%
電気・電子製品	1	12.50%	80	13.91%	80	13.91%
セメント、コンクリート製品等	-	-	-	-	-	-
印刷・出版	-	-	-	-	-	-
建築材料	-	-	-	-	-	-
その他産業	1	12.50%	70.64	12.28%	70.64	12.28%
計	8	100.00%	575.26	100.00%	575.26	100.00%

(IFCTからの受領資料)

表2-4① 個別エンド・ユーザーの概要①

企業名	A工場	B工場	C工場
業種	食品加工	化学製品(ニトロセルローズ)製造	製紙業
主な生産品等	魚練り物製品の製造	ニトロセルローズ製造	
総資産(申請時)	44百万バーツ	306百万バーツ	506百万バーツ
総資産(1999.12段階)	100百万バーツ	542百万バーツ	3418百万バーツ
従業員(申請時)	587人	1116人	547人
本社所在地	59 Kittikun Road, Tambon Kantang, Amphoe Kantang, Trang	24 Rama 1 Road, Pathum Wan, Bangkok	10 th Floor Phayathai Building, 31 Phayathai Road, Bangkok
従業員(現在)	約500人	120人	不明
工場所在地	シラン県(バンコク南約700km)	サムットサコン県(バンコク南東約50km)	ナムハトム県(バンコク西方郊外)
対象設備	排水処理施設(高速脱水分離装置、ろ過装置、汚泥乾燥装置施設) 魚の加工過程で排出された排水(血や脂含む)は、従来未処理のまま貯留、放流されていたが、これが運臭および河川の水質汚濁をもたらしていた。今回、施設導入により、排水はBODの基準以下にまで処理された上で川に放流されることになり、上記問題点が解決されることとなる。乾燥された汚泥は飼料への再利用も可能である。	排水処理装置、酸再処理装置 本工場は、綿繊維を原料とし、硫酸、硝酸により加工してニトロセルローズを製造している。今回対象となるのは、製造過程で排出される排水から、綿およびセルローズのろ過を取り除き、アルカリにより残留酸(硫酸および硝酸)を中和する排水処理施設、並びに酸性ガス除去装置により集められた酸を再利用出来るように処理する。	排水処理装置(嫌気性処理+好気性処理) 従来の天日利用の処理(生物処理)から化学分解処理システムに移行することにより、処理の高度化を図り、環境保全に資する。
投資額	14,800千バーツ	80,000千バーツ	100,053千バーツ
E.C.T.貸付額	9,440千バーツ	75,000千バーツ	42,190千バーツ
金利	10%	10%	10%
買付年	1993年	1995年第3四半期	1995年4月
返済期間	4年9ヶ月(据置き期間1年3ヶ月)	7年(据置き期間2年6ヶ月)	8年(据置き期間2年)
投資の種類	環境保護	生産能力の拡張および環境保護システムの改良	拡張および環境保護
設備設置日	1995年5月	1996年3月	未稼働
プロジェクトの目的	水質汚濁の低減	水質汚濁の減少および酸のリサイクル(工期中)	水質汚濁の低減
期待できる効果	・生産工程排水の80%がBOD基準値に合致	・生産工程排水の80%がBOD基準値に合致 ・生産工程で用いる酸の80%が工程で再利用される	・全ての排水がBOD基準値に合致
環境への影響の詳細(申請書類より)	○排水処理施設 ・現行施設: 生産工程からの排水中に含まれる肉や骨の破片が分離されない。血や油分を含む汚泥は、悪臭を発生し水中のBODを悪化させている。 ・改良施設: 生産工程からの排水は、汚泥分を分解する設備を通過する。処理後の排水はBOD排水基準を満たし、河川に放流される。汚泥は、乾燥後飼料に用いられる。	○排水処理施設 ・現行施設: 工程からは酸を含んだ排水と、ほとんど固形廃棄物を含まない酸性の液を排出しており、一つの排水、排出物分散プールの酸回収設備がある。 ・改良施設: 工場の改良(増設)に伴う排出量増大に対応するため、さらに1セットの排水、排出物分散プールの増設する。1セットの酸回収設備が増設される。	○排水処理施設 ・現行施設: 排水は活性汚泥プロセスにより生物学的に処理 ・新施設: 2段階の嫌気性処理、3段階の好気性処理を組み合わせたA/Oプロセスを採用

表2-4② 個別エント・ユージャーの概要②

企業名	E工場	F工場	G工場
業種	金属加工	食品加工	食品加工
主な生産品等	プレストレスト・コンクリート用鉄ワイヤの加工	魚食品の製造	魚食品の製造
総資産(申請時)	990百万バーツ	159百万バーツ	491百万バーツ
総資産(1999.12段階)	1,784百万バーツ	109百万バーツ	845百万バーツ
従業員(申請時)	209人	59人	985人
本社所在地	100/88 Moo 20 Nawanakorn Industrial Estate, Tambon Klong 1, Amphoe Klongluang, Patumthani	51 Moo 2 Puchaosamingprai Road, Tambon Bangyaprek, Ampoe Phrapadaeng, Samutprakarn	88/9 Moo 4 Kuang Pei San Road, Tambon, Matamnur, Amphoe Muang, Trang
従業員(現在)	183人	16人	約800人
工場所在地	ラングム県(バンコク南西約120 km)	ラングム県(バンコク南西約100km)	トラン県(バンコク南約 700km)
対象設備	誘導炉(生産工程のフリーフロセスへの転換)および排水処理装置(中和処理) 従来の圧力炉から誘導炉への交換により鉛を含むガスの排出をなくし、さらに排水の浄化を行う	排水処理施設(活性汚泥処理等)、廃棄物処理施設(焼却炉)	排水処理施設(中和装置、活性汚泥装置)
投資額	80,000千バーツ	96,983千バーツ	18,000千バーツ
IFCT買付額	80,000千バーツ	70,640千バーツ	18,000千バーツ
金利	10.75%	10.75%	10.75%
買付年	1997年11月	1996年2月	1996年4月
返済期間	5年(据置き期間1年)	7年(据置き期間2年)	6年3ヶ月(据置き期間1年9ヶ月)
投資の種類	拡張および環境保護	環境保護	初年度の改善、環境保護
設備設置日	1996年6月	1996年7月	1996年7月
プロジェクトの目的	水質汚濁、大気汚染の低減	水質汚濁の低減、廃棄物処理	生産プロセスおよび水質汚濁の低減
期待できる効果	・製造プロセスからの大気汚染物質の未排出 ・全ての排水がBOD基準値に合致	・全ての毒物および非毒性廃棄物の処理 ・全ての排水がBOD基準値に合致	・生産プロセスからの全ての排水がBOD基準値に合致
環境への影響の詳細(申請書類より)	<p>○大気汚染対策装置</p> <p>・現行施設・ストレス除去過程において、ワイヤーは炉中の鉛と一緒に加熱される。この炉から鉛や他の物質を含んだ排気が排出される。この排気は、プラントおよび周辺部に拡散し、労働者の健康や環境に害を及ぼす。</p> <p>・拡張施設・ストレス除去過程において、誘導炉内でワイヤーは処理される。炉中でワイヤー中の分子が電磁誘導により振動し熱を発生する。炉は工程からの廃棄物や他の物質が大気中に放出されないように密閉式になっている。</p> <p>○排水処理装置</p> <p>・工場の拡張施設には排水処理システムが設置される。リン酸や塩酸などの高酸性物質を含んでいる工程からの排水は、化学処理により中和される。化学物質や金属は沈殿し、川への放流水から分離される。</p>	<p>○排水処理施設</p> <p>・二次処理：排水は活性汚泥法で処理される。排水のBOD値を減少させるため、微生物によって最適条件を確保するために栄養分(酸素、リン酸、窒素等)が添加される。浄化された水は分離される。汚泥の一部は微生物濃度を保つために処理プロセスに戻されるが、残りは脱水され乾燥汚泥となる。</p> <p>・三次処理：浄化水はBOD値を20ppmから5ppmに低下させるために、ハイオプフィルター等を用いてろ過され、貯蔵池(ラグーン)へ放流される。</p> <p>○廃棄物処理施設</p> <p>・工業団地内の工場の生産プロセスから集められた廃棄物は分離される。非毒性廃棄物は焼却炉で1000℃で熱やれ灰になる。一方、毒性廃棄物は公的機関(Rayong Municipal Agency)で処理するために集められる。</p>	<p>○排水処理施設</p> <p>・活性汚泥処理を排水処理法として採用。魚や貝の破片と分離された排水は平衝槽を通過後、化学処理により中和される。そしてエアーレーションタンクに送られる。汚濁成分は処理され、分離される。処理水は池(ポンド)を経由して河川に放流される。汚濁物質は脱水、乾燥され飼料に用いられる。</p>

表2-5 各エンド・ユーザーへの貸付額

(単位: 百万バーツ)

貸付先	排水処理	大気汚染 対策	廃棄物処理	計
A 工場	9.44			9.44
B 工場	75.0			75.0
C 工場	42.19			42.19
D 工場	76.5	3.5		80.0
E 工場	5.3	74.7		80.0
F 工場	55.02		15.62	70.64
G 工場	18.0			18.0
H 工場	200.0			200.0
計	481.45 (83.69%)	78.2 (13.59%)	15.62 (2.72%)	575.26 (100%)

(4) 期間別分布

EPPPでは、返済期間が3～15年と設定されているが、実際は4年9ヶ月～8年、平均は6.13年と当初の期間設定の枠内で貸付が行われている。本事業のメリットの一つとして、返済期間が長いことが挙げられるが、実際の返済期間は比較的短期に設定されている。

(5) 地域別分布

設備を導入した工場の立地点は、拡大バンコク圏が4社、南部地域が2社、中央および東部地域が各1社となっている(前出表2-3参照)。

南部地域の2社は、マレーシア国境に近いトラン県にある食品加工工場である。

他の6社は、バンコク市街地から最低50km以上離れたバンコク近郊(車での日帰り圏)である。

(6) 用途別分布

サブローンの対象設備に関する規定は「環境保全システムに対する投資であること」のみで、具体的な形での規定はしていない。

本事業により、すべての企業で排水処理施設を設置、2社で大気汚染対策施設を併設、1社で廃棄物処理施設を併設している。金額で見ると84%が排水処理施設の設置に用いられている(前出表2-5参照)。

表2-6で導入した施設の中身をもう少し詳しくみると、排水処理装置では、排水中の有機成分の浄化に一般的に用いられている活性汚泥処理施設を導入した企業が多いが、廃酸の中和装置や再生装置、活性汚泥処理の前処理装置(固液分離装置)などを導入した企業もある。

大気汚染対策装置では、鉛等の大気中への拡散を阻止するため、ウェットスクラバーを設置し、生産工程へのクリーンプロセス(誘導炉)の導入を行った企業がある。

廃棄物処理装置では1社がごみの焼却炉の設置を行っている。

表2-6 エンド・ユーザーが設置した環境対策装置

貸付先	装置の種類	環境対策装置の概要
A 工場	排水処理	・高速脱水分離装置 ・ろ過装置 ・汚泥乾燥装置
B 工場	排水処理	・排水処理装置 ・酸再処理装置
C 工場	排水処理	・排水処理装置 (嫌気性処理+好気性処理)
D 工場	排水処理	・排水処理施設 (逆浸透装置等)
	大気汚染対策	・ウェットスクラバー (鉛の大気中への拡散阻止)
E 工場	排水処理	・中和処理装置
	大気汚染対策	・生産工程へのクリーンプロセス(誘導炉) の設置
F 工場	排水処理	・活性汚泥処理装置等
	廃棄物処理	・焼却炉の設置
G 工場	排水処理	・中和装置、活性汚泥装置
H 工場	排水処理	・活性汚泥装置

(7) 業種別分布

エンド・ユーザー8社のうち、7社が製造業であり、1社は工場団地内の水供給、排水処理、廃棄物処理を行う事業者で、産業分類上は通常サービス業に該当する。製造業の内訳は、食品加工2社、製紙業2社、電子部品製造、化学工業、金属加工が各1社である。

表2-7 エンド・ユーザーの事業内容

貸付先	業種	概要
A 工場	食品加工	魚練り物製品の製造(日本等への輸出用が主)
B 工場	化学工業	ニトロセルロース製造
C 工場	製紙	
D 工場	電子部品製造	集積回路(IC)等の製造
E 工場	金属加工	プレストレストドコンクリート用鋼ワイヤーの加工
F 工場	サービス業	工場団地内の水供給、排水処理、廃棄物処理
G 工場	食品加工	魚缶詰の製造(主に国内用)
H 工場	製紙	カラー紙、非コート紙等の製造

2.3 効果（目標達成度）

2.3.1 エンド・ユーザーの状況

(1) 現地調査を行ったエンド・ユーザーの概要

エンド・ユーザーが設置した環境対策装置に係る評価を行うために、2000年8月に現地調査を実施した。調査の主な内容は、本件の融資で設置した環境対策装置の設置状況および稼働状況、当該環境対策装置による環境負荷低減の内容などである。

本件のエンド・ユーザー数は8社と少数であるため、全社への訪問調査を計画し、IFCT経由で調査協力を依頼した。その結果、2社については、現在リストラクチャリング中で、法廷紛争、ストライキなどの事態が生じており、訪問調査を受け入れられる状況ではないとのことで、訪問調査は実施できず、最終的には6社について訪問調査を行った。

2.3.2 本事業の効果

(1) 環境対策装置の設置状況

訪問調査を行った6社全てで、当初計画していた設備が設置されていた。ただし、1社(金属加工業)については、設置場所が申請段階とは異なっていた。これは、申請段階では既存工場内での製造施設の更新を計画していたが、その後工場全体が、別地区の新たな工場団地に移転したためである。

また、訪問調査を行わなかった製紙会社は経営危機に陥っており、環境対策装置は財政的な問題から、購入はされているものの設置されていない状況である。

(2) 環境対策装置の稼働状況

訪問調査を行った6社全てにおいて、設備は順調に稼働しているように見受けられた。ただし、一部を除いて、保守・管理にあまり力を入れていない模様で、設置後さほど日時が経過していないにもかかわらず、錆が目立つなど老朽化が進展していた。

また、各社とも、排水処理施設からの処理水水質、排ガス対策施設からの排ガス濃度について、定期的に計測(モニタリング)を行っており、おおむね工業省が規定する排出基準以下の良好な状況であった。

(3) 環境対策装置の環境効果

本事業による貸出によって、工業の環境保全の促進に役立っている。

貸付金全体の84%が排水処理施設の設置に使われており、BODなどの水質汚濁物質の排出負荷量の低減効果がある。このことによって、地域社会に対してより清浄で安全な大気、水などを提供している。

ただし、タイ国内全工場数に比べると、本事業での実施工場数は非常に少ない上、各工場の規模も小さく、広域にわたり明確な影響を及ぼしているわけではない。

2.3.4 事業効果

この事業による低金利の貸付によって、企業の長期的なコストを削減している。環境対策装置を設置しようとする企業に低利の融資を行おうという本事業の趣旨は、十分意義があったといえる。

しかしながら、応募期間の延長にもかかわらず応募企業が少なく、当初の計画額の7割程度(日本円ベース)しか貸付は達成されなかった。この理由としては、本事業のエンド・ユーザーとして想定していたタイ国の民間企業の環境に対する投資への意識の低さに加え、1997年に起きた経済危機の影響が大きいといえる。

不況により、企業の環境対策設備を含む投資への意欲が減退したことに加え、市中金利が大幅に低下し、本事業による貸付金利を大幅に低下する水準になってしまい、本事業のメリットである低金利であることが意味を失った。

訪問調査を行った企業、IFCT、政府機関の担当者の話から判断しても、タイにおける企業の環境対策に努めようとする意識は高いようである。しかし現在の経済状況が悪いため、環境対策に限らず、企業はコストを最小限に抑えようという風潮にある。つまり、企業が環境対策に現在あまり力を入れていないのは、現在の経済状況のためと考えられる。

その一方で、本事業を通じて環境対策装置を設置した企業の多くでは、所要の効果を挙げており、本事業に対する企業側の評価も高かった。

2.4 インパクト

タイの環境保全に対する本事業のインパクトを評価するために、各企業における環境対策装置の設置による環境への効果について費用便益分析による経済的評価を行った。

本評価において適用した費用便益分析手法の詳細は「参考 環境改善効果の経済的評価のフレーム」に示した。

2.4.1 経済評価手法の概要

(1) 評価対象

融資対象となった8工場のうち、現地調査によって環境対策装置の運転が確認された6工場の排水処理装置を対象として経済的評価を行った。

(2) 評価期間

日本における排水処理装置の標準的な耐用年数である15年間にわたって排水処理装置が運転されると想定し、設置から15年間を評価期間とした。

(3) 便益算定手法

本事後評価においては、CVMによる評価結果の便益移転と代替的防止費用によって評価した。(詳細は「参考 環境改善効果の経済的評価手法」参照)

便益移転とは過去の調査研究において推計された既存の推定値を適用することである。ここでは、米国や日本における水質汚染改善に対するCVM評価結果をタイにおける水質汚染のWTPの推定に適用した。

代替的防止費用による評価とは、代替的な手法で同程度の効果を得るために必要となる

費用を効果額とする手法である。ここでは、同程度の排水処理の標準的な費用によって評価した。

評価の対象となった工場は業種が多様であり、排水の汚濁物質、汚濁負荷、排水処理プロセスが異なり、評価手法の特性により評価結果に影響が与えられる可能性が高い。また、評価にあたって設定した仮定のため評価結果に誤差が含まれる可能性があることなどの理由により、複数の手法を適用し、それぞれの手法の特性を踏まえ、各工場のインパクトを総合的に評価した。

①CVM便益移転による評価

本事後評価では、米国^{*6}と日本^{*7}において、CVMによって水質改善効果进行评估した既存研究によって得られた世帯当たり支払意志額(WTP)を、米国、日本とタイとの通貨レート、所得格差、WTPの所得弾力性などを考慮して補正し、タイにおけるWTPを推定した。このWTPに受益世帯数を乗じて年間便益額を算定した。

なお、米国のCVM事例は水質改善前後の水質の段階別にWTPが示されており、評価対象工場の排水放流先の河川、海洋の水質改善に応じたWTPを選択して便益移転している。一方、日本のCVM事例は、水質改善の段階別に応じたWTPは示されていないが、河川の水質改善、海洋の水質改善に対するWTPが示されているため、各工場の放流先に応じて、河川のWTP、海洋のWTPを適用した。

既存の研究によれば、便益移転によって20~40%程度の誤差が生じることが指摘されている^{*8}。また、これまでの便益移転は、主に先進国内、もしくは、先進国間で適用されており、先進国と途上国のWTPを比較した便益移転の研究事例は少ない。したがって、本事後評価における便益移転がどの程度の誤差を伴うかは必ずしも検証されていない。このため、表2-8に示した年間便益、IRRは、他の評価手法と比較したうえで、総合的に判断するための資料の一つとして位置づけるべきである。

また、便益移転にあたって、所得水準の格差を考慮して補正する際に、既存の研究事例^{*9}を参考にし、水質改善へのWTPの所得弾力性値を0.4(ケース1)と1.0(ケース2)の2ケースを設定した。タイは米国に比べ所得水準が低いため、米国からタイへ便益移転する場合、所得弾力性値が低いほど、所得格差の影響が小さくなり、推定されるWTPが高くなる。

*6 Ralph A. Luken, F. Reed Johnson, Virginia Kibler (1992) "Benefit and Costs of Pulp and Paper Effluent Control Under the Clean Water Act" *Water Resources Research*, Vol. 28, No. 3, pp 655-674

*7 矢部利幸、柳雄 (1998) 「下水の高度処理導入及び合流改善に伴う費用効果に関する共同研究」東京都下水道局技術調査年報

*8 栗山浩一 (2000) 「環境評価と環境会計」日本評論社

*9 Anna Alberini, et al (1997) "Valuing Health Effects of Air Pollution in Developing Countries: The Case of Taiwan" *Journal of Environmental Economics and Management* 34,107-126

E.T. Loehman, et al. (1979) "Distributional analysis of benefits and cost of air quality control" *Journal of Environmental Economics and Management* 6, 222-243

G. Tolley, et al. (1986) "Valuation of Reductions in Human Health Symptoms and Risks" USEPA grant CR-811053-01-0, USEPA, Washington D.C.

なお、表2-8では、米国のWTPを便益移転した評価を手法1、日本のWTPを便益移転した評価を手法2としている。

② 代替的防止費用による評価

CVMによる評価にあわせ、当該工場で設置された環境対策装置による水処理の効果を、代替的な手法で得るために必要となる費用(代替的防止費用)によって評価した。

CVMによる評価では水質改善の効果を直接評価することができるが、代替的防止費用による評価は、実際に実施されている代替的な手法の費用はその手法の効果のWTPを下回っているとの前提に基づいており、理論的には効果を直接評価できるCVMの方がすぐれた手法といえる。しかし、CVMによって測定されるWTPは回答者の属性、地域の環境によって大きく影響されるため、便益移転の誤差が大きくなる可能性がある。一方、代替的防止費用は地域の状況などに比較的影響されにくく、便益移転による誤差はCVMに比べれば小さいと考えられる。

一方、工場の業種によって、処理水の汚濁物質、汚濁負荷、処理プロセスが異なるため、処理水量当たりの費用は異なる。このため、米国環境保護庁(EPA)が排水処理の費用便益分析において使用した工場排水の標準的な処理費用原単位^{*10}と、製紙工場およびパルプ工場が米国の水質汚濁法(Clean Water Act: CWA)の規制に対応するために投資したBOD汚濁負荷除去量当たりの追加的費用^{*11}の二つの原単位を、工場の業種、排水の性質などを考慮し適用した。

表2-8では、EPAが示した標準的な処理原単位による評価を手法3、CWAに対する製紙工場およびパルプ工場のBOD汚濁負荷除去量当たりの追加的費用を手法4としている。

(4) 便益の受益範囲など

環境対策装置の設置による受益範囲は、工場からの排水の放流先の河川、海洋と周辺の人口の分布を地図上で確認し、おおむね郡(Amphoe)単位で設定した。ただし、効果が及ぶと考えられる場合には、隣接した下流の郡も含め受益範囲として設定した。

また、便益は、環境対策装置が運転される期間内発生し続けると考えた。ここでは、現地調査において、装置のメンテナンスが必ずしも良好でない工場があることが指摘されているが、仮に、実際の運転期間が想定より短ければ便益が過大評価されることになる。

(5) 費用の算定

融資を受けた企業の多くは、融資に自己資金を加え環境対策装置を設置している。また、融資対象設備費には、排水処理装置以外の設備も含まれている。ここでは、排水処理装置による環境改善の経済的評価を行うため、費用としては融資対象分、その他にこだわらず、施設自体の設備と維持管理費を費用とした。

*10 Nava Haruvy (1997) "Agricultural Reuse of Wastewater: Nation-Wide Cost-Benefit Analysis" Agriculture Ecosystem & Environment 66, pp 113-119)

*11 Ralph A. Luken, F. Reed Johnson, Virginia Kibler (1992) "Benefit and Costs of Pulp and Paper Effluent Control Under the Clean Water Act" Water Resources Research, Vol. 28, No. 3, pp 655-674, March 1992

設備費は、IFCTの資料より把握した。また、維持管理費のデータは、IFCTおよび現地調査の対象となった工場からデータが得られなかったため、タイの下水道処理施設における処理方式別維持管理費費用関数^{*12}に基づき、年間維持管理費を推定した。

2.4.2 経済的評価結果

経済的評価を実施した工場の環境対策装置の概要と経済的評価結果を表2-8に示した。

表2-8 評価対象環境対策装置の概要と経済的評価結果

項目		A工場	B工場	E工場	F工場	G工場	H工場	
業種		食品加工(すり身)	化学工業	金属加工	排水処理・廃棄物処理	食品加工(魚缶詰)	製紙・パルプ	
県(Changwat)		Trang	Sumit Sakhon	Rayong	Rayong	Trang	Ratchaburi	
受益地域 郡(Amphoe)		Kantang	Muang	Muang	Prauck Dang	Muang+Kantang	Ban Pong	
受益世帯数 (世帯)		14,818	33,801	34,794	7,758	52,265	33,067	
導入装置		排水(前)処理装置	排水処理装置 酸回収装置	クリーンプロセス導入、排水処理装置	排水処理装置 ゴミ焼却炉	排水処理装置	排水処理装置	
貸付年		1993	1993	1993	1996	1996	1996	
排水処理装置設備費 (パーツ)		14,800,000	80,000,000	5,300,000	74,000,000	70,000,000	319,000,000	
排水処理量 (m ³ /日)		640	600	300	1,700	400	45,500	
主な汚濁除去物質		BOD	BOD	亜鉛	BOD	BOD	BOD	
年間除去量 (t/年)		1,190	43	0.7	307	639	1,190	
排水放流先水質汚濁度*1		装置設置前 装置設置後	B U	G G	R R	G G	G G	
手法1: CVM便益移転 (米国事例)*2	ケース1	年間便益 (パーツ/年)	25,979,952	163,482,134	—	19,655,161	89,181,626	56,423,397
		IRR	64.64%	74.32%	—	11.43%	50.61%	1.40%
	ケース2	年間便益 (パーツ/年)	4,138,426	26,041,566	—	3,130,930	14,206,012	8,987,854
		IRR	11.33%	14.77%	—	-4.38%	8.76%	-69.66%
手法2: CVM便益移転 (日本事例)*2	ケース1	年間便益 (パーツ/年)	14,999,127	34,214,164	—	8,145,856	54,877,953	34,720,162
		IRR	40.54%	19.25%	—	2.53%	33.37%	-6.00%
	ケース2	年間便益 (パーツ/年)	1,646,518	3,755,835	—	894,205	6,024,188	3,811,381
		IRR	1.48%	-2.40%	—	-16.20%	1.37%	-87.13%
手法3:代替的防止費用 (EPA原単位)	年間便益 (パーツ/年)	1,879,202	—	—	4,699,652	1,356,320	61,046,735	
	IRR	2.67%	—	—	-1.59%	-7.36%	2.46%	
手法4:代替的防止費用 (CWA原単位)	年間便益 (パーツ/年)	—	—	—	24,118,933	—	125,931,470	
	IRR	—	—	—	14.27%	—	13.26%	

*1 U:利用できない水質 B:ボートに乗れる R:釣りができる G:ゲームフィッシングができ、水泳ができる

*2 ケース1:所得弾力性0.4と想定し便益移転 ケース2:所得弾力性1.0と想定し便益移転

(1) 工場別の評価結果

① A工場

A工場は、排水の汚濁負荷量がきわめて高い水産加工工場であり、製紙・パルプ工場とは処理する排水の性質が異なるため、手法4は適用しなかった。

A工場では、本事業によって排水処理装置が設置される前は、排水は一時的にため池に貯留した後ほとんど処理しないまま河川へ放流していた。排水処理装置設置後は、おおむね工場法による排水基準を達成するレベルまで改善している。

IRRを見ると、便益移転による手法1、手法2では、64.6%~1.48%と算定され、代替的防止費用による手法3では2.67%と評価されている。

便益移転による評価のすべてのケースにおいてプラスの評価となっており、便益移転による誤差の可能性を考慮しても、便益が費用を上回っていると考えられる。

また、手法3において設定された原単位は、工場による標準的な排水処理装置の費用である。したがって、標準的な排水処理と排水の水質などが異なる場合には、誤差が生じる

*12 社団法人日本下水道協会「途上国下水道整備マスタープラン策定支援指針(案)」1997年3月

可能性がある。A工場では、汚濁負荷量が極めて高い排水を工場法による水質水準まで浄化しており、標準的な排水処理装置より高価となり、IRRが低く評価される可能性が高い。実際に、手法1、手法2に比べ、手法3ではIRRが低く評価されているが、2.67%とプラスの評価となっており、この排水処理装置は与えられた条件に対して効率性が高いと考えられる。

これらの評価結果を総合的に考慮すれば、A工場における排水処理装置の設置は、投資に対し十分なインパクトを得られたと判断できる。

②B工場

化学工場であるB工場では、排水からのBOD負荷の除去と酸の回収を目的とした排水処理装置を設置している。手法3、手法4の排水処理原単位は、BOD負荷の除去を目的とした排水処理装置を想定しているため、酸回収装置も含むB工場の評価には適用しなかった。

B工場では、排水処理装置の設置によって、放流先の河川が、利用できない水質からボートに乗れる水質まで改善した。

IRRを見ると、手法1では74.32%～14.77%と他工場に比較しても最も高く、手法2では19.25%～-2.4と算定された。他の工場に比べ、B工場では放流先の汚濁負荷が排水処理装置の設置前後で改善していることが特徴である。水質改善の段階に対応したWTPを選択できる手法1は、手法2に比べ、B工場の放流先河川の水質改善効果を適切に評価していると考えられる。手法1の結果は、誤差を考慮しても効果が費用を上回っていると考えられ、B工場では、投資に対して十分なインパクトが得られたと判断できる。

③E工場

E工場は、亜鉛の除去を目的とした排水処理装置の設置であり、便益移転しているCVMが想定している水質改善とは効果の内容が異なるため、手法1、手法2を適用しなかった。また、排水処理プロセスも、BOD負荷の除去とは異なるため、手法3、手法4も適用しなかった。

E工場では、当初計画した水準の亜鉛の除去を、クリーンプロセスの導入、排水処理装置の設置によって達成している。投資と効果の比較はできないが、事業目的に対して十分なインパクトは得られたと考えられる。

④F工場

F工場は、工業団地に立地し、他の工場の排水や一般廃棄物を受け入れ、処理するサービスを提供している。この工業団地は、先進的な設備が整備されており、環境対策においても、他の工業団地に対し、モデルとなることを目指している。現状では不況の影響もあり、工業団地内の各工場の稼働率は低く、排水処理装置、廃棄物処理装置の稼働率も低くなっている。将来の稼働率の向上や、工業団地内の工場の増設に対応するために比較的余裕のある施設が整備されているといえる。

IRRを見ると、便益移転による手法1、手法2では、11.43%～-16.2%と算定され、代替的防止費用による手法3では-1.59%、手法4では14.27%と評価された。

他の工場と比較して評価が低く、手法によってはマイナスの評価もある理由として、排

水処理量に比べ設備費が高いこと、流域の人口が比較的稀薄で受益世帯数が少ないことが指摘できる。

F工場は、よりレベルの高い排水処理を目指しているという意味では、CWAに対応するために追加的投資をした米国の製紙・パルプ工場と条件が近く、手法4による評価が適切と考えられ、手法4では十分なIRRが算定されている。

しかし、現状では、F工場で排水処理をする他の工場の稼働率が低いため、この排水処理装置の稼働率も低く、過大な施設となっているといえる。一方、将来稼働率が向上すれば、手法3、手法4による評価は向上すると考えられる。

これらの評価結果を総合的に判断すれば、稼働率の低い現状では過大な施設となっているが、景気回復とともに稼働率が向上しIRRが改善する可能性が高いこと、環境対策の先進的なモデルとしての他の工場へ波及効果があることも考慮すれば、おおむね妥当な投資と考えられる。

⑤ G工場

G工場は、A工場と同様、排水の汚濁負荷量がきわめて高い水産加工場であるため、製紙・パルプ工場とは処理する排水の性質が異なるため、手法4は適用しなかった。

IRRを見ると、便益移転による手法1、手法2では、50.61%～1.37%と算定され、代替的防止費用による手法3では-7.36%と評価されている。

G工場は、Tran県の県庁所在地を含む流域に立地しており、また、下流域に比較的多くの人口が居住しており、受益世帯が多いため、CVM便益移転による評価結果がよいと考えられる。

また、A工場と同様に、汚濁負荷量が極めて高い排水を工場法による水質水準まで浄化しているため、標準的な排水処理原単位より処理装置の費用が高くなるため、手法3による評価は過小評価となっている可能性が高い。

手法1、手法2による評価が十分高かったこと、手法3は過小評価となる可能性が高いことを考慮すれば、投資に対して十分なインパクトが得られていると思われる。

⑥ H工場

H工場は、環境に対しきわめて高い意識を持っている製紙パルプ工場で、本事業を活用して、より先進的で高度な排水処理装置の更新を実施しており、他の工場などから多くの視察を受け入れている。

IRRを見ると、便益移転による手法1、手法2では、1.40%～-87.13%と算定され、代替的防止費用による手法3では2.46%、手法4では13.26%と評価された。

他の工場と比較して評価が低く、手法によってはマイナスの評価もある理由として、先進的で高度な排水処理装置を導入したため、他の工場に比べ排水処理量に対し設備費が割高だったことが指摘できる。このため、手法3では過小評価になる可能性が高い。

H工場は、CWAに対応するために追加的投資をした米国の製紙・パルプ工場とほぼ同じ条件にあると考えられ、手法4による評価が適切である。手法4では十分なIRRが算定されており、効果が費用を上回っていると考えられる。

本事業の当初の目的は、環境対策への取組が遅れている民間企業への環境保全装置の導

入であり、大規模かつ先進的なH工場への融資は、この目的には合致していない。また、H工場への投資は、効果が費用を上回っていると考えられるが、排水処理のレベルが低い工場への投資の方が、より高いIRRが期待できる。

しかし、F工場と同様に、水処理装置に対する他の工場からの視察などがあり、モデル工場としての役割を果たしている。他の工場への普及、啓発の効果も考慮すれば、投資に対して十分なインパクトがあると判断できる。

(2) 評価手法の特徴

手法1と手法2を比較すると手法1の方が高く評価されており、日本に比べ米国の結果によって便益移転したWTPの方が高いことがわかる。これは、所得水準による影響を換算した時に利用した一人あたりGDPが、米国に比べ日本が高いことが原因の一つとなっている。どちらのWTPがよりタイの実際のWTPに近いのか検証するためには、タイにおいてCVMを実施する必要がある。

また、手法1や手法2では、手法3、4に比べ、大規模な排水処理施設のIRRが低く評価される傾向にある。これは、処理施設の規模に対応した水質改善の程度の差が不明なため、十分にWTPへ反映させることができなかったことによる。

手法3は、標準的な排水処理装置における処理費用との比較に基づいている。したがって、排水処理のプロセス、処理水の汚濁水準などが、標準的な費用と異なっていれば、評価に誤差が生じる可能性がある。

手法4は、規制の強化に対する追加的費用が原単位となっているため、より高度な排水処理装置への更新、導入する場合にのみ適用すべきである。

(3) 総括的な評価

A工場、B工場、G工場は、それぞれの手法で、おおむね十分なIRRが算定されており、妥当な投資だったと考えられる。

IRRが低く、マイナスと算定されたF工場、H工場は、いずれも環境への意識が高く、余裕があり、高度な処理施設を導入したために、相対的に設備費が大きくなっている。これらの工場は、他の工場からの視察などを受け入れるなど、環境対策のモデル工場としての役割を果たしており、タイの民間企業における環境対策装置(公害防止装置)の導入の促進を図るという本事業の目的に即した波及効果を生んでおり、このことを考慮すれば、有効な投資だったと考えられる。

また、評価において、耐用年数の15年間は運転されるとの設定をしているが、適切にメンテナンスされず実際の運転期間がこれより大幅に短ければ、実際に発生する効果は小さくなるなど、融資によって設置された装置が適切に管理、運転されることが効果の発生の上では重要な条件である。

排水処理装置の適切な運転、メンテナンスを担保するためには、モニタリングやコンサルティングなどが求められる。

2.5（事業の）持続性・自立発展性

現地調査を行った環境対策装置が設置された工場では、設備は順調に稼働している。訪問調査を行えなかった工場のうち1社はまだ設備が稼働していないが、IFCTによると、設備の調達は終わっており、近々稼働することが予定されている。

環境対策装置は、設備の性能がいかにか立派であっても、その設備が順調に稼働していないと意味をなさない。

訪問調査で訪れたエンド・ユーザーでは導入施設は順調に稼働しており、環境改善効果は十分果たしている。しかしながら、維持管理状況は必ずしも良好とはいえず、設置後数年しかたっていないにもかかわらず、錆等による老朽化が気になった。

3. 教訓

<TSLの供与に際し、制度・スキーム面での工夫、改善が必要である>

本事業では、総貸付額が当初の計画額を達成できなかった。この第一の理由は、経済危機による市場金利の低下により、本事業のメリットである低金利性が意味をなさなくなってしまったからである。

市場金利変動等のリスクは、計画段階からある程度考慮されていたものの、今回のアジア経済危機は、当初の想定範囲以上だったといえる。

今後、本事業と同様の長期に亘るTSLを検討する際には、事業開始後の経済状況の変化に応じ、円借款金利の弾力的な適用も可能とした制度・スキームに改善すべく、関係省庁、相手国政府と協議・検討していくことが重要である。

4. 提言

<エンド・ユーザーの設備導入後のフォローを行うことが必要であった>

前述のように設置された設備は順調に稼働しているが、遠からずこれらの設備の老朽化が進展し、設備の改修・更新段階が必要になるものと予測されるが、その際に各企業がどのような対応を取るのか懸念される。

また、実施機関であるIFCTは、申請段階における各エンド・ユーザーの情報を保有しているものの、設置後については、実際に設置された施設の概要、およびその稼働状況などについての情報を体系的には保有していなかった。

したがって、エンド・ユーザーが設置した設備の環境改善効果を定常的にモニタリングできる体制、しくみが必要であった。具体的には、借款契約で実施機関がエンド・ユーザーの事後フォローを行うことを明記し、実施機関からの貸出時に全体もしくは一部のエンド・ユーザーに対し、導入施設の設置・運転状況の報告の義務づけまたは協力要請などを行うべきであったと考えられる。

(参考) 環境改善効果の経済的評価手法

本章では、「2.4 インパクト」に示した環境対策装置の設置による環境改善効果の経済的評価手法の詳細について解説する。

まず、環境対策装置の設置による環境改善効果を経済的に評価するための一般的なフレームと課題を示し、次に、本事後評価における評価のために参考とした先行的な評価事例、最後に本事後評価における経済的評価手法の詳細について述べる。

1. 環境改善効果の経済的評価のフレーム

工場への環境対策装置の設置による影響・効果を経済的に評価するためには、図1に示したように、環境対策装置の設置により、生態系・環境や社会へどのような影響・効果を及ぼすかを把握・予測し、把握・予測された影響・効果に対して経済的評価を行うこととなる。このため、環境対策装置の設置による影響・効果を経済的に評価する前提として、生態系・環境や社会へ、どのようなメカニズムで、どの程度の影響が生じるかを明らかにする必要がある。

1.1 環境改善効果の経済評価フェーズ

以下に、環境改善効果の経済評価の各フェーズにおいて必要となるデータ、作業などを示す。

(1) 汚染物質排出量の削減

環境対策装置が工場に設置されることによって、工場から排出されていた水質汚染物質、大気汚染物質などの排出量が削減される。

削減された排出量を把握するためには、当該工場における環境対策装置設置前の汚染物質排出量の状況、環境対策装置の性能、工場の稼働状況などのデータが必要である。

(2) 汚濁水準の低下

工場からの汚染物質排出量が削減されただけでは、環境保全による効果は発現しない。効果が発現するためには、排出量の削減によって、河川、湖沼、大気などの汚濁水準が低下することが必要である。

特に、汚染物質が排出される河川、湖沼、大気などの現状の汚染水準、河川流量などによって、汚染物質排出量の削減による汚濁水準への影響は大きく異なる。また、地域ごとの水質、大気質の環境基準なども把握すべきである。

工場からの汚染物質排出量の削減による汚濁水準の低下を把握・予測するためには、汚濁水準の低下に寄与しうる範囲の設定、当該地域における現状の汚濁水準、地域全体の汚染物質排出総量などのデータに基づき、汚染物質排出量削減による汚濁水準の低下を予測する必要がある。

(3) 生態系・環境への影響・効果

河川の水質、大気汚濁水準の低下により、生態系・環境への効果が発現する。

生態系・環境への影響・効果を把握するためには、まず、当該地域の汚濁水準の低下によって、水系、大気、動物、植物、土壌等の生態系・環境に対して、どのような影響、効果が発現するか、その体系的に整理し、当該地域における影響が生じると考えられる生態系・環境の要素の現状を把握し、汚濁水準の低下による影響を予測することが必要である。

(4) 社会への影響・効果

環境対策装置の設置は、生態系・環境への影響・効果を通じ、例えば居住者の健康状態、水産業の生産など人間の社会への影響・効果を生じさせる。このような社会への影響・効果の多くは、経済的に評価することができる。

社会への影響・効果を把握するためには、生態系・環境への影響・効果と同様に、まず、影響・効果が発現するか、体系的に整理する作業が前提となる。社会への影響としては、産業の生産量、生産費、生産額などへの影響、周辺住民の健康被害、環境汚染の防止費用の軽減、アメニティ・レクリエーションへの影響などが考えられる。

(5) 効果の経済的評価

効果の性質に応じて、市場価格によって評価できる漁業などの生産額の増加、健康被害による損失額の減少などを計測する手法、代替的な環境対策に要する費用を計測するCVM、ヘドニック法、代替法などの非市場財の経済的評価手法などを適用することで、社会への影響を金銭単位で評価できる。

CVMは、アンケート調査によって環境改善、悪化などに関する仮想的な状況を示し、それに対する支払意志額や受け入れるために必要な補償額を計測する手法であり、他の手法では計測することが難しいような対象についての評価も理論的には可能であることなどが長所として指摘できる。一方、アンケートにおいて支払意志額を計測する際に、様々な誤差が生じる可能性があること、仮想的な状況設定に対して適切な支払意志額を回答できるか、といった問題が指摘されており、誤差を小さくするためのアンケートの設計、実施方法などが研究されている。

ヘドニック法は、住宅や労働といった財やサービスを属性の集合と考え、住宅や労働の価格から各属性に対する支払意志額を推定する方法である。例えば、住宅は、利便性、日当たり、自然環境などの様々な属性が集合した財と考えることができ、それぞれの住宅の価格と属性を解析することで、自然環境に対する支払意志額を推定することができる。

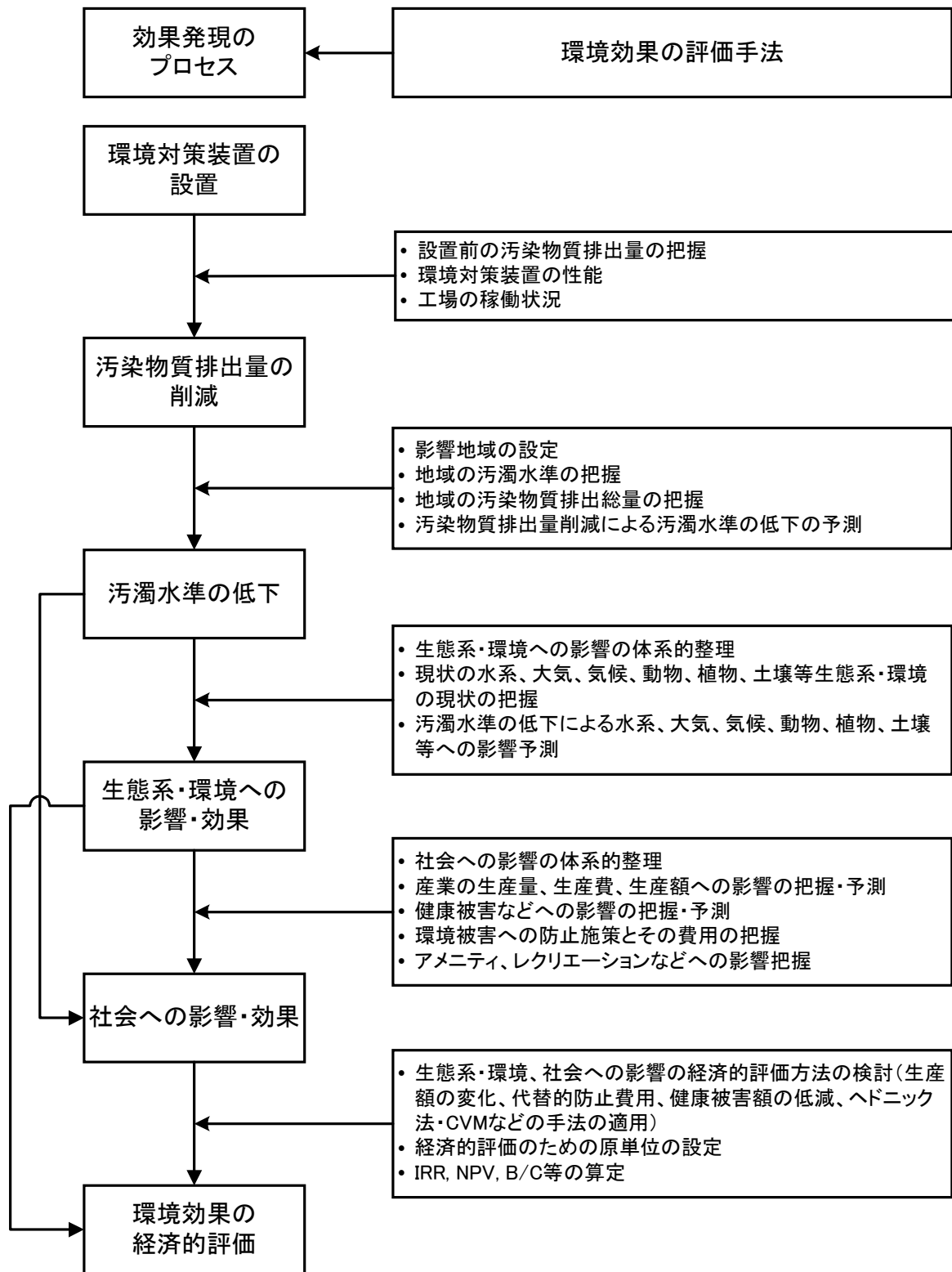
(6) プロジェクトの評価

プロジェクトの効果の経済的評価額に基づき、有効性、効率性を評価する基準としては、純現在価値(net present value: NPV)、費用便益比(cost benefit ratio: B/C)、内部収益率(internal rate of return: IRR)などの指標の適用が考えられる。

NPVは、各時点で発生した便益と効果を割引率によって現在価値に換算し、それらの便益と費用の差を算定したものである。このため、NPVを算定するためには、割引率を設定する必要があるが、望ましい割引率については、必ずしも統一された見解があるわけではない。

IRRは純現在価値を0とする割引率を意味している。IRRを算定するには、あらかじめ割引率を設定する必要がない。

図1 環境対策装置の設置による効果発現プロセスと環境改善効果の経済的評価手法



1.2 環境改善効果の経済的評価実施上の課題

(1) 汚濁水準低下の予測の制約

正確な経済的評価を実施するためには、評価の対象となる排出源からの汚染物質の削減による生態系・環境への影響、社会への影響の因果関係、定量的な関係を明らかにした上で、社会への影響の経済的価値を評価すべきである。

しかし、多くの場合には、評価の対象となる排出源の規模が小さいため、環境への影響が小さくて検出できず、また、環境に関する既存のデータが不足しているため因果関係、定量的な関係の把握が難しい。

工場の汚染物質の排出による環境への影響が明らかな場合には、比較的予測が容易である。例えば、河川への汚染物質の排出によって、排出個所の下流での魚類へ影響が生じている場合がこれにあたる。しかし、河川の水質汚濁が当該工場の排水のみが原因でない場合には、工場の影響の寄与率などの評価が困難なことが多い。

このため、生態系・環境への影響、社会への影響の因果関係、定量的関係について仮説を設定する必要があるが、設定された仮説を示すことと、その結果の取り扱いについては十分留意する必要がある。

(2) 経済的評価におけるデータ収集、手法の制約

また、社会への影響が定量的に把握されれば、理論的にはヘドニック法やCVMなどを適用し経済的評価を実施すること可能であるが、地価データ入手の制約によってヘドニック法の実施が難しく、また、CVMを実施するには多額の調査費用が必要なことなどの理由から個別の環境対策装置を対象としたヘドニック法、CVMの適用が困難な場合もある。

このため、他の事例における評価結果を適用するなどの方法を用いて経済的評価を実施している。特に、CVMによって得られたWTPを適用する方法は、便益移転と呼ばれており、先進国間では約20～40%程度の誤差が生じると言われている。^{*13}

2. 水質改善等の経済的評価事例

本事後評価の対象は、評価対象が工場に設置された排水処理装置などによる効果である。現地調査によって、工場から排出される排水のBODなどの汚濁負荷量の低減量は把握できたが、放流される河川の水量に比べ個別の工場の排水量は必ずしも多くないため、放流先の河川水質の改善などの効果があると考えられるものの、明確に因果関係、定量的関係を把握することはできなかった。

このため、本事後評価においては、図1に示した環境対策装置の経済評価のフレームのすべてのフェーズを実施して評価することは難しく、汚染物質排出量の削減以下の段階については、仮説の設定、他の評価結果の適用などが必要となる。

ここでは、本事後評価に適用することができると思われる水質改善等の経済的評価事例の概要と、評価事例に示されている原単位などについて述べる。

*13 栗山浩一 (2000) 「環境評価と環境会計」 日本評論社

2.1 水質汚濁法の実施による製紙工場の排水処理の費用便益分析事例*14

1973年に米国において施行されたCWAの規制に対応するために実施された製紙工場、および、パルプ工場において実施された排水処理の効果について、EPAが費用便益分析を行っている。

1973年から1984年の期間に、CWAの規制によって製紙工場の排水から約100,000トン(9.07×10⁷ kg)のBOD排出が削減され、このための追加的投資は\$310百万ドル(1984年価格)だった。

また、主に米国における既存のCVMやTCMなどによる水質改善効果の経済評価結果の事例を整理し、河川の水質を4段階に分類し、水質改善の程度に応じたWTPの原単位を設定している(表1参照)。

個別の製紙工場ごとに、排水処理の実施による水質改善の程度をシミュレーションによって推定し、下流30マイル(48 km)圏内の世帯に対する便益を総計した。その結果、便益は年額\$18百万ドル～\$66百万ドルと推定された。

表1 水質改善に対する便益の原単位(世帯当たり年額：1984年価格)

水質		支払意志額	
事前	事後	下限	上限
U	U	\$1-3	\$9-18
U	B	\$5	\$35
U	R	\$15	\$50
U	G	\$20	\$80
U	G*	\$25	\$90
B	B	\$2-4	\$8-15
B	R	\$8	\$30
B	G	\$15	\$50
B	G*	\$20	\$60
R	R	\$3-5	\$6-13
R	G	\$10	\$25
R	G*	\$15	\$35
G	G	\$3-6	\$5-10
G*	G*	\$12	\$20

U:利用できない水質

B:ボートに乗れる

R:釣りができる

G:ゲームフィッシングができ、水泳ができる

G*:ゲームフィッシングに特に適している

*14 Ralph A. Luken, F. Reed Johnson, Virginia Kibler "Benefit and Costs of Pulp and Paper Effluent Control Under the Clean Water Act" Water Resources Research, Vol. 28, No. 3, pp 655-674, March 1992

2.2 日本における主な水質汚染改善の便益の推定事例^{*15}

表2に、日本における水質汚染改善のCVMによる便益の推定事例を示した。

隅田川、お台場における水質改善のCVMによる評価は、東京都の下水道の高度処理事業、合流改善事業の費用便益分析のために東京都23区の住民を対象として実施されたものである。表1に示した米国の事例の水質基準に当てはめれば、UからG程度に水質が改善された場合を想定している。

霞ヶ浦の水質改善のCVMは、隅田川とお台場と同様に、霞ヶ浦流域住民を対象として水質改善の支払意志額を計測している。

また、四万十川の水質保全は、流域住民を対象とせず、四万十川の清流としての存在価値を含め、東京都民、京都市民に対して水質保全のCVMを実施している。

表2 日本における主な水質汚染改善の便益の推定事例

評価対象	支払意志額	受益範囲	出典
隅田川の水質改善	638円/世帯・月	23区民	矢部・柳(1998)
お台場の水質改善	621円/世帯・月	〃	〃
霞ヶ浦の水質改善	5,453円/人・月	霞ヶ浦流域	舟木(1991)
四万十川の水質保全	14,611円/世帯・年	東京都民、京都市民	高知県政策研究所(1996)

2.3 途上国における下水道整備の費用便益分析事例^{*16}

JICAが実施した社会開発調査における途上国の下水道整備の費用便益分析事例を表3に整理した。

これらの事例では、下水道整備による伝染病の減少による被害額の減少、観光資源の保護による観光客の増加、流域住民へのCVMによる支払意志額の計測などによって便益を計測している。

一部マイナスの評価の事例もあるが、IRRはおおむね6～26%との評価結果となっている。

*15 矢部利幸、柳雄「下水の高度処理導入及び合流改善に伴う費用効果に関する共同研究」東京都下水道局技術調査年報 1998

舟木「霞ヶ浦流域における水質汚染の社会的便益費用分析」筑波大学環境学研究科修士論文 1991

高知県政策研究所「四万十川の自然・環境の評価」1996

*16 社団法人日本下水道協会「途上国下水道整備マスタープラン策定支援指針（案）」平成9年3月

表3 JICA社会開発調査での途上国における下水道整備の費用便益分析事例

地域	計測効果・方法	分析期間	評価結果
タイ チャオピア川	水系伝染病の減少(医療費の削減、健康維持による収入増) 土地価格の上昇	30年	IRR: 26%
インドネシア デンバサル	観光資源の保護(観光客の減少抑制)	50年	IRR: 14.1% NPV 42,231百万ルピア B/C: 1.4
ケニア ナクール	観光資源の保護 流域住民の支払意志額(CVM)	30年	IRR: 18.6%
ベトナム ハノイ	水系伝染病の減少(疾病率40%減少と想定) 地価の上昇 観光客の減少抑制(10%の減少抑制) 水質保全による深井戸掘削の削減	20年	IRR: 6.7%
ペルー リマ	下水処理水の農業利用 観光資源の保護	20年	IRR: 9.67% NPV: US\$5,717,000 B/C: 1.15
ポリビア ラパス	流域住民の支払意志額(CVM)	30年	IRR: マイナス NPV: US\$-29.4百万 B/C: 0.32
エジプト エル・アリッシュ	観光資源の保護 下水くみ取り経費の節減 下水処理水の農業利用	50年	IRR: 8.72% NPV: -10,273,000ピストアル B/C: 0.59
タイ ブーケット	浸水被害による被害軽減	56年	IRR: 12.5%

2.4 環境に対する支払意志額の先進国途上国間の便益移転事例^{*17}

Alberini (1997) では、台湾において大気汚染改善による健康便益に対するWTPをCVMによって計測した。次に、米国における大気改善効果の健康便益に対するWTPのCVMによる計測結果に基づき、通貨レート、所得格差、所得弾力性を考慮した便益移転(Benefit Transfer)によって台湾におけるWTPを推定した。そして、台湾におけるCVMの結果と、便益移転によって得られた結果を比較している。

台湾におけるCVMでは、WTPの所得弾力性は0.4とする推計され、また、Loehmanらの米国における評価事例ではWTPの所得弾力性が0.26から0.6の間と推計されており、Alberiniは、この結果を考慮し、以下の二つの想定に基づき便益移転を行っている。

- ① 所得弾力性1を用いて所得格差のみ考慮したケース
- ② 所得弾力性0.4を用いて所得格差のみ考慮したケース

この結果を表4に示した。いずれの所得弾力性を用いることが適切かは、この結果のみでは判定できない。低い所得弾力性を設定した場合、途上国の支払意志額はより高く推定される。

*17 Anna Alberini, et al (1997) "Valuing Health Effects of Air Pollution in Developing Countries: The Case of Taiwan" Journal of Environmental Economics and Management 34,107-126

E.T. Loehman, et al. (1979) "Distributional analysis of benefits and cost of air quality control" Journal of Environmental Economics and Management 6, 222-243

G. Tolley, et al. (1986) "Valuation of Reductions in Human Health Symptoms and Risks" USEPA grant CR-811053-01-0, USEPA, Washington D.C.

表4 米国から台湾への便益移転結果

1992年9月価格 US\$

台湾でのWTP	米国でのWTP	便益移転		備考
		所得弾力性: 1.0	所得弾力性: 0.4	
20.45～30.73	40.32	28.07	34.88	Tolley et al.(1986)による評価
	19.23	16.37	18.06	Loehman et al (1979)による評価

2.5 標準的な排水処理経費^{*18}

EPAが実施した水処理に関する費用便益分析において、米国における処理プロセス別、処理規模別の標準的な工場排水処理経費（施設費、維持管理費を含む）が以下のように示されている。

表5 標準的な水処理経費

cent/m³ 1992年価格

処理プロセス	施設規模（排水量 100万m ³ /年）			
	4	14	40	90
フィルター	16.6	10.1	7.4	6.3
活性汚泥	20.3	12.1	8.6	7.2
活性汚泥＋硝化処理	23.0	13.7	9.7	8.2
活性汚泥＋硝化処理＋脱硝化処理	31.6	19.3	14.2	12.3

2.6 タイにおける標準的な排水処理施設の維持管理経費^{*19}

表6に、タイにおける処理方式別下水処理施設の維持管理費の費用関数を示した。

表6 タイの下水道排水処理施設の建設費および維持管理の費用関数

1,000パーツ(1990年価格)

費目	処理方式	費用関数
維持管理費	回転円盤法	$0.551 \times Q^{0.998}$
	活性汚泥法	$0.493 \times Q^{1.000}$
	オキシデーションディッチ	$0.543 \times Q^{1.009}$
	エアレイテッドラグーン	$0.750 \times Q^{0.750}$
	安定化池法	$0.070 \times Q^{0.867}$

Q: 日最大処理水量

*18 Nava Haruvy (1997) "Agricultural Reuse of Wastewater: Nation-Wide Cost-Benefit Analysis" Agriculture Ecosystem & Environment 66, pp 113-119)

*19 社団法人日本下水道協会 (平成9年3月) 「途上国下水道整備マスタープラン策定支援指針 (案)」

3. 本事後評価における経済的評価方法

表3に示したように、下水道を対象とした費用便益分析では、下水道整備による伝染病の減少による被害額の減少、観光資源の保護による観光客の増加、流域住民へのCVMによる支払意志額の計測などによって便益を計測している。

本事業では、工場からの排水のBOD除去が主な目的であり、処理された排水の放流先の流域住民の快適性の向上が主な効果と考えられる。また、水質の改善による観光資源の保護の効果も考えられうるが、視察した工場のなかでは、排水処理装置の設置と観光資源の保護の因果関係が認められる事例はなかった。

そこで、本事後評価における環境対策装置の便益の推定方法としては、河川等の水質改善による流域住民に対する便益をCVMによる評価を試みた。また、参考として代替的な水質改善方策を実施した場合の費用を推定する方法も試みた。また、評価指標としては、融資事業の評価に適用されることが多いIRRを適用した。

3.1 CVMによるWTPの便益移転による評価

評価対象の各工場、環境対策装置は、比較的小規模であるため、装置の設置によって明らかな水質の改善が観察されるとは考えにくく、各工場の周辺の地域で水質改善の程度を明示したCVMを実施することは難しい。

そこで、米国と日本で実施された水質改善に関するCVMによって計測されたWTPを便益移転し、これに水質改善によって効果を受ける受益世帯数を乗じて便益を推定した。

(1) WTPの選択

便益移転するWTPは、表1に示した米国における水質改善に対するCVMの結果を基本とし、表2に示した日本の事例のうち排水処理施設の導入による水質改善を評価した隅田川とお台場の事例を適用した。

米国のCVMによるWTPは、水質改善の程度に応じて設定されており、水質改善の程度の設定が一段階の日本の事例に比べ、評価の対象となる流域の水質を反映した評価ができるため、妥当性が高いと思われる。

米国の水質別CVM結果については、科学技術環境省汚染対策局(PCD)より提供された融資対象の工場が立地している地域の標準的な水質を基準として、最も近い水質改善の程度のWTPを選択した。また、WTPの原単位は幅を持って示されているが、本事後評価では上限値と下限値の平均値を用いた。

日本のWTPについては、河川へ排水を放流している工場については隅田川の水質改善に対するWTPを、海洋に排水を放流している工場についてはお台場の水質改善に対するWTPを選択した。

(2) 便益移転

米国、日本のWTPを便益移転するためには、タイの水環境の利用形態(レクリエーション、水道など)や環境に対する意識、所得水準、文化などに大きな相違があるため、直接適用上では問題点があり、補正が必要である。

ここでは、Alberini (1997)を参考にし、年次、通貨レート、所得水準、所得弾力性を考慮して補正した。

① 年次の修正

評価は、それぞれの個別事業の貸付年次の価格で実施している。まず、米国、日本のGDPデフレーターを用いて各事業の貸付年次の価格に換算した。

表7 米国、日本、タイのGDPデフレーター

年	米国 (1990年:100)	日本 (1995年:100)	タイ (1988年:100)
1984	83.8		86.8
1985	86.8		88.7
1986	89.4		90.2
1987	92.1	79.6	94.4
1988	95.6	84.5	100.0
1989	98.8	88.6	106.1
1990	100.0	93.1	112.2
1991	99.1	96.6	118.7
1992	101.8	97.6	124.0
1993	104.1	97.9	128.1
1994	107.7	98.6	134.8
1995	109.9	100.0	142.6
1996	112.9	105.1	148.2
1997	117.2	106.7	154.6
1998		104.0	168.8

② 通貨の換算

年次の修正がなされたWTPを、貸付年次のパーツの対US\$、日本円の平均レートで換算した。

表8 パーツ-US\$レート

年		1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
レ ー ト	パーツ/US\$	25.4	25.3	25.2	24.9	25.3	31.4	41.4
	円/US\$	111.2	111.2	102.2	94.1	108.8	121.0	130.9
	円/パーツ	4.4	4.4	4.1	3.8	4.3	3.9	3.2
CPI (1990=100)		110.0	113.7	119.5	126.4	133.8	141.3	152.7

③ 所得水準の修正

CVMによって測定されるWTPは、回答者の所得、環境への意識、文化などによって影響されると考えられる。環境への意識、文化などの影響は、タイにおける水質汚染に対するCVMの事例がないため、米国、日本との差を推定することはできない。ここでは、米国、日本とタイの所得水準の差を補正した。

米国、日本、タイにおけるWTPの所得弾力性は明らかではないが、水質改善に対するWTPも環境改善に対するWTPという意味で大気改善に対するWTPと類似した財と考えられるため、ここでは、表4に示した事例に基づき、所得弾力性を1.0から0.4の範囲にあると仮定し、1995年の米国、日本とタイの一人当たりGDPの比率で修正した。

所得弾力性:所得(M)の増加率(減少率)に対するWTPの増加率(減少率)の比であるので、修正前のWTPとMをWTP1とM1、修正後のこれらをWTP2とM2とすると、所得弾力性は、 $(\Delta WTP/WTP1)/(\Delta M/M1) = \{(WTP2-WTP1)/WTP1\} / \{(M2-M1)/M1\}$ となることから、これが1.0もしくは0.4となるようなWTP2を求めた。

表9 一人あたりGDP(1995年 US\$)

国	一人あたりGDP
アメリカ	27,547
日本	40,819
タイ	2,812
タイ/アメリカ	0.1021
タイ/日本	0.0689

(3) 受益世帯の設定

水質改善便益の総額を算定するためには、評価対象の工場による水質改善がおよぶ範囲の世帯数を乗じる必要がある。米国の評価事例では下流30マイルの範囲、東京都の評価事例では23区全体を水質改善の受益範囲としている。

本事後評価では、排水が放流されている水系を参考として受益範囲を設定した。放流先が海洋の場合は、その海洋に面し、周辺10km程度の範囲を目安として郡(Amphoe)を単位として受益範囲を設定した。また、河川へ放流している場合は、下流20km程度の範囲を対象とし、郡を単位として受益範囲を設定した。なお、受益戸数は、1990年のPopulation & Housing Censusにしたがった。

なお、各工場の立地地点と河川の位置関係については、本報告書末に添付した。

(4) 年間便益の推定

「(2) 便益移転」において算定された世帯当たり年間WTPに、工場が立地する県の世帯数を乗じて工場の環境対策装置による年間便益を推定した。

3.2 代替的防止費用の推定

CVMによる評価にあわせ、当該工場で設置された環境対策装置による水処理の効果を、代替的な手法で得るために必要となる費用(代替的防止費用)によって評価した。

CVMによる評価では水質改善の効果を直接評価することができるが、代替的防止費用による評価は、実際に実施されている代替的な手法の費用はその手法の効果のWTPを下回っているとの前提に基づいており、理論的には効果を直接評価できるCVMの方がすぐれた手法といえる。しかし、CVMによって測定されるWTPは回答者の属性、地域の環境によって大きく影響されるため、本事後評価のように他地域での結果を適用することは望ましくない。一方、代替的防止費用は地域の状況などに比較的影響されにくく、他地域の原単位を適用することによる誤差はCVMに比べれば小さいと考えられる。

一方、水質汚濁負荷の低減は、事業実施前の汚濁負荷が高いほど小さい単価で達成できる。米国の事例は、タイに比べ汚濁負荷の低減が進んだ状況から実施される排水処理と考えられるため、過大評価となる可能性がある。

本評価では、表5に示した米国の工場における標準的な排水処理経費とCWAの規制による製紙工場の排水処理への追加的投資を適用して、代替的防止費用を推定した。

(1) 防止費用原単位の選択

表5に示した排水処理経費の原単位は、処理装置の内容、規模別になっている。それぞれの工場に導入された水処理施設の内容、規模に応じて防止費用原単位を選択した。

CWAの規制による製紙工場の排水処理への追加的投資の原単位は、一つである。

(2) 代替的防止費用原単位の換算

代替的防止費用原単位は、以下の手順で年次と通貨の修正を行った。環境対策に必要な費用は、受益者の所得水準などとは無関係と考えられるため、CVMの便益移転に置いて行った所得水準による修正は行っていない。

① 年次の修正

評価は、個別案件の貸付年次の価格で実施しているため、防止費用を米国、日本のGDPデフレーターを用いて各案件の貸付年次の価格に換算した。

② 通貨の換算

年次の修正がなされた防止費用を、表4-8に示した貸付年次のパーツの対US\$、日本円の平均レートで換算した。

(3) 年間便益の推定

処理水量あたりの費用には当該工場の環境対策装置の年間処理水量、もしくは、BOD除去量を乗じ、年間便益を推定した。

3.3 費用の推定

融資を受けた企業の多くは、融資に自己資金を加え環境対策装置を設置している。また、融資対象設備費には、排水処理装置以外の設備も含まれているため、ここでの経済的評価の対象とした排水設備費用も示した。

維持管理のための経費も算定すべきであるが、対象の工場からデータが得られなかった。このため、表6に示したタイの下水道における処理方式別維持管理費費用関数に基づき、年間維持管理費を推定した。

3.4 IRRの算定

プロジェクトの効率性の評価のために、算定された年間便益と環境対策装置に対する投資額により、IRRを算定した。算定方法は以下の通りである。

(1) 価格の単位

便益、費用など価格は各工場に融資が実行された年におけるパーツ単位に換算した。

(2) 年次の設定

融資された年次を0年とし、その翌年(1年)から装置が運転される期間15年間効果と維持管理費が発生すると想定した。

(3) 便益の取り扱い

便益は、環境対策装置が運転される期間内発生し続けると考えられるが、ここでは、日本で排水処理装置に適用される標準的な耐用年数の15年間、装置が運転されると考え、1年から15年までの期間上記の方法で推定された年間便益が発生し続けると想定した。

(4) 費用の取り扱い

0年に環境対策装置の設置のための費用のすべては発生すると想定した。また、維持管理は、装置が運転される期間発生すると想定した。

4 本事後評価における経済的評価の限界と課題

(1) 評価のためのデータの制約

図1に示した経済的評価のフレームのなかで、「汚濁水準の低下」「生態系・環境への影響・効果」「社会への影響・効果」などのフェーズのデータがほとんど得られなかった。また、「環境効果の経済的評価」の段階でも、タイにおけるCVMの実施など独自のデータの収集ができなかったため、米国や日本などの研究事例の結果を適用することとなり、以下に示すような課題が生じた。

(2) 汚濁水準の低下との関係

本事後評価においては、工場での排水処理と放流先の河川の汚濁水準との関係が十分反映されていない。同じ排水処理を行っても、放流先の水質、水量によって河川の汚濁水準に与える影響は大きく異なるが、本事後評価の経済的評価ではこれを反映することができ

なかった。

手法1、2では、装置の規模が大きくなるほど評価が低くなる傾向にあったが、これも河川の汚濁水準に与える影響が経済的評価に適切に反映できなかったことが原因である。

(3) 便益移転の問題

河川などの水質改善に対するWTPは、所得、文化など回答者の属性によって大きな影響が生じる。本事後評価においては、米国、日本におけるCVMによるWTPを適用しているため、所得による影響は考慮したものの、タイにおけるWTPとは誤差が生じている可能性がある。

また、水質改善によるWTPには、対象となる地域、水系の水質や利用形態によっても異なり、評価対象の地域においてCVM調査を実施し、地域性を適切に反映することが望ましい。

また、将来的に便益移転を実用化するためにも、途上国のプロジェクトにおけるCVM評価を蓄積することが重要である。

(4) 環境改善効果の経済的評価に関する今後の課題

今後は、汚濁負荷の低減と河川等の水質改善の因果関係、定量関係の把握、現地国におけるCVMを実施したうえで、経済的評価を行うことが望ましい。特に、地域の特性、工場の特性を適切に反映した評価結果を得るためには、これらのデータの把握が必要である。

また、個々の事後評価において、上記のデータを得るための調査の実施が難しければ、これまで事業効果の評価の蓄積が少ない途上国における経済的評価のための標準的な原単位を設定すべきである。

先進国と途上国のWTPの関係が明らかにされるほどの比較研究の蓄積がなされておらず、先進国のWTPから途上国のWTPを便益移転するためには、途上国におけるCVMの蓄積が必要である。

また、環境改善効果について、複数の事業を比較するには、同じ手法、手続によってIRRが算定される必要がある。このためには、標準的な経済的評価手法、手続を確立し、マニュアルを整備する必要がある。



