

費用便益分析の枠組みについて

目次

1．費用便益分析の考え方	-----	1
1.1 費用便益分析の位置付け	-----	1
1.2 費用便益分析の考え方	-----	2
2．費用・便益の計測の考え方	-----	4
2.1 費用の考え方	-----	4
2.2 便益計測の考え方	-----	6
3．分析に際しての留意事項等	-----	10
3.1 算定期間と社会的割引率	-----	10
3.2 事業のタイミングについて	-----	12

1. 費用便益分析の考え方

1.1 費用便益分析の位置付け

環境省政策評価基本計画においては、必要性、効率性及び有効性等の観点から適当なものを選択するとされており、その中で、費用便益分析は主として効率性について評価を行うものとして位置付けられる。

- ・環境省政策評価基本計画においては、環境行政の特性をふまえ、『評価の対象となる政策の特性、時点・目的に応じて 法第3条第1項に規定された必要性、効率性及び有効性等の観点から適当なものを選択する』とされている。

必要性：

政策効果から見た対象とする政策に係る行政目的が国民や社会のニーズ又はより上位の行政目的に照らした妥当性。

効率性：

政策効果と当該政策に基づく活動の費用等との関係。

有効性：

得ようとする政策効果と当該政策に基づく活動により実際得られている又は得られると見込まれる政策効果との関係。

- ・その中で、費用便益分析は、内閣総理大臣の指示により、事業採択段階でその活用を図ることとされており、平成11年3月に公共事業関係省庁が『費用対効果分析の共通的な運用指針（試行案）』を策定するなど、取り組みが進められており、現在では公共事業の新規採択等に際し、制度的な実施も含め広く実施されている
- ・なお、これらの取り組みの中で、便益計測の技術的な限界が指摘されているほか、他の評価軸等を勘案した総合的な評価を実施している例も存在する。

1.2 費用便益分析の考え方

(1)費用・便益等の概念の整理

PCB 廃棄物の処理事業（処理施設の整備事業）は、保管継続に係る（大きな）リスクを軽減することを目的に実施されることから、その便益は『外部コストの削減』という枠組みで表現されると考えられる。

- ・ PCB 廃棄物の処理事業（処理施設の整備事業）は、保管継続に係る（大きな）リスクを軽減することを目的に実施されるものである。
- ・ その意味で、事業（事業 with）の費用・便益については、事業を実施しない場合（事業 without=保管継続）の場合との比較において評価されるものであり、これらについて整理することが必要である。
- ・ その中で、便益については、リスクの回避／復元等のためのコストの減少分として考えられることから、これらについては『外部コスト』として、とりまとめを行ったものが下表である。
- ・ なお、下表中の『放出影響（に係る外部コスト）』は、被害回避のための対策（に係る費用）とその対策を講じた場合の被害（損害額）との合計額に相当する。

表 PCB廃棄物の処理事業のwith / without（保管継続）に係る費用・外部コスト等

	内部費用（例）	外部コスト（例）
保管継続 （事業 without）	保管・管理にかかる費用 ・ 保管のための土地 ・ 保管庫償却費用 ・ 保管庫維持修繕 ・ 点検・見回り等人件費 =CSi	放出リスクに係る負の影響 ・ 保管中の揮発に係る影響 ・ 紛失に伴う放出影響 ・ 事故等に伴う放出影響 =CSe
処理事業実施 （事業 with）	処理場での処分に係る費用 ・ 処分場の建設費用 ・ 処分場での処理費用 （維持管理費用） ----- 処理場までの運搬費用 ・ 運搬費用 ----- 処分終了後の原状回復費用 ・ 施設解体費用 ・ 原状回復費用 =CTi	処理に際しての放出リスク ・ 処理に伴う放出の環境影響 ・ 事故等に伴う放出影響 ----- 処理場までの運搬に係る放出リスク ・ 運搬時の事故等に伴う放出影響 ----- 集積地における事故等に伴う放出影響 =CTe

(2)費用便益分析の考え方

上記のような構造を持つ PCB 廃棄物処理事業の費用便益分析に際しては、便益の概念等を再整理した上で、枠組みを決定する必要がある

シナリオ比較

- ・処理事業実施シナリオ、保管継続シナリオ（場合によってはそれぞれについて複数のシナリオの可能性）のそれぞれについて、外部コストを含めたコストを比較する。

$$\text{事業実施コスト} = CT_i + CT_e \quad \text{VS} \quad \text{保管継続コスト} = CS_i + CS_e$$

（両者の大小、差の正負）

PCB廃棄物処理事業に着目した分析

- ・処理事業に着目し、費用としては with/without の費用の差分、便益として with/without の外部コストの差分をとり、費用、便益の比（もしくは差=純便益）を用いる。

$$\text{処理事業費用} = CT_i - CS_i, \quad \text{処理事業便益} = CS_e - CT_e$$

$$\text{費用便益比} = (CT_i - CS_i) / (CS_e - CT_e)$$

$$\text{費用便益差} = (CT_i - CS_i) - (CS_e - CT_e)$$

（これは前掲の『事業実施コスト』 - 『保管継続コスト』と等しい）

2. 費用・便益の計測の考え方

2.1 費用の考え方

処理事業実施・保管継続それぞれの費用については、実績等をふまえ積み上げることとする。

- ・処理事業実施、保管継続のそれぞれのシナリオに係る費用については、可能な限り実績や実際の数値を用い、積み上げ推計を行う。現在、それぞれのシナリオにおいて、前掲の表の費用項目について、下記のように考えている。

(1)保管継続

保管に係る施設・設備費用（ハード面）

- ・保管のために土地を賃借していると考え、地代×面積
- ・保管のための施設・設備の費用（施設の平均的スペックから建設費用を積算し、期間を考慮）
- ・保管のための施設・設備の補修等費用（施設の平均的スペックから補修等費用を積算し、期間を考慮）

保管（行為）に係る維持管理費用（いずれも施設の平均的スペックから積算）

- ・保管施設に係る（換気等）運転費用
- ・保管行為に係る点検・人件費

(2)処理事業実施

処理に係る施設・設備費用

- ・処理施設建設・運用のために土地を賃借していると考え、地代×面積
- ・処理施設・設備の建設費用（北九州等の事例から。期間は算定期間に含まれると考え、全てを考慮）

処理に係る維持管理費用

- ・処理施設の補修等費用（事例から）
- ・処理施設の運転費用（事例より薬品・水・エネルギー等。量ベースから貨幣換算）
- ・施設運転に係る人件費（事例より。人ベースから貨幣換算）

処理終了後の原状回復費用

- ・処理施設の解体・撤去・廃棄費用（なお、残存価値はゼロとする）
- ・処理施設跡地の原状回復費用（土壌汚染浄化費用等）
- ・（土壌汚染・回復に際しての減価分 - Stigma - の取り扱い）

運搬費用

- ・PCB 廃棄物運送費用（事例より。距離あたり等にして敷衍）

(参考) 既存のコスト試算例

(1) 東京都PCB廃棄物適正処理検討委員会(2000)における例

- ・当該事例においては、アンケートにより単価ベースでの処理費用を整理した上で、高圧コンデンサを例にとり積算を行っている。

表 PCB廃棄物の処理コスト(例)

	工程		
	高圧コンデンサ (50KVA)	絶縁油	抜油後の容器 金属容器、硝子、素体絶縁紙、素子(絶縁紙、アルミ箔)等
処理費用		10,000 ~ 20,000 円/kg	6,000 ~ 10,000 円/kg 前処理・容器洗浄等にかかる費用
1個あたり平均重量	約 60kg	約 26kg	約 34kg
機器1個の処理に係る費用		26万円 ~ 52万円	20.4万円 ~ 36万円
		計 46万円 ~ 88万円 但し、PCB を含む紙・木くず等の判定基準は現在検討中であり、必ずしも確定したコストではない。	

(2) 環境省による試算例

- ・添付資料1に示した環境省の試算 paper によれば、北九州での事例等を念頭に、前掲の項目中、それぞれ下表のように費用が試算されている。なお、表中、維持管理費には撤去費用が含まれているとされている。

表 PCB 廃棄物処理事業に係る費用の試算例

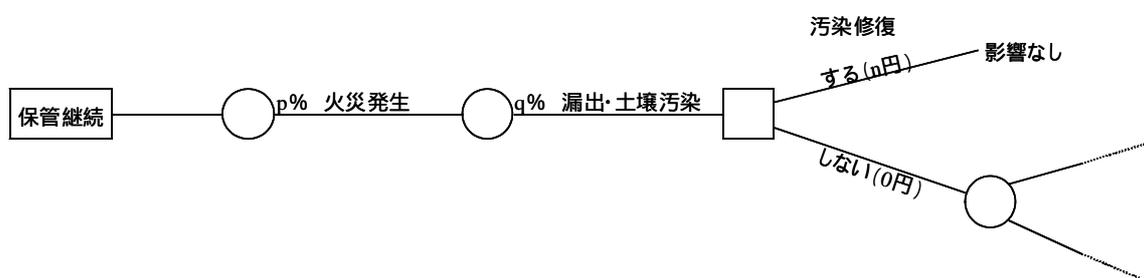
シナリオ	費用項目	数値等	出所等
保管継続	トランス・コンデンサ保管費用	50,000 円 / 台・年	アンケート(大阪市)
処理事業	施設建設費(約 6,000t)	32,300 百万円	積算(割引率考慮)
	維持管理費(約 6,000t)	35,200 百万円	積算(割引率考慮))
	運搬費用	数万円 / トランス	市場価格等から想定

2.2 便益計測の考え方

(1) 便益計測の考え方

便益の計測に際しては、便益として放出によるリスク（の軽減）をおいていることから、これらのリスクを定義・描写した上で、その貨幣化を行う

- ・ 便益の計測に際し、『リスクの軽減を便益とする』という考え方（定義）をふまえると、まず、それぞれのシナリオにおけるリスクを定義・定量化した上で、その貨幣化を行い、さらにその発生確率等を踏まえ、期待値として求めることが考えられる。
- ・ 例えば、資料5で示した連関の中で、火災事故による施設破損 - 土壌汚染というシナリオを例にとると、下記のような整理が考えられる。



- ・ その中で、評価すべき事項としては、火災事故の発生率、火災事故に伴う漏出事象（及び土壌汚染）の発生率、土壌汚染に伴う環境影響の発生確率等が挙げられる。
- ・ 例えば上図中の火災の発生確率 p として最も単純な例を採ると、年間の建物火災発生件数（工場・作業場=2,277件，平成14年版消防白書）と工場の数（全事業所合計589,713事業所，平成12年工業統計）から 0.39% という数値が試算される。
- ・ また、前述したように、例えば施設の防災水準を向上させると被災に伴う破損・漏出確率が低下する、また、汚染修復（土壌浄化）水準を高めると環境影響はゼロに近づくなど、意志決定によって、トレードオフの関係にあることから、一定の仮定を置き、計測を行うことが必要である。
- ・ 例えば、後述する環境省の既存の試算では、土壌汚染が発生した際の分岐について、（完全な）修復を行うことによって環境影響は回避されるという意志決定の際の試算を行っており、この場合、

$$\begin{aligned} & \text{汚染の修復費用 } n \text{ 円} \times 100\% + \text{環境影響に伴う被害額 } m \text{ 円 (未知)} \times 0\% \\ & = \text{汚染の修復費用 } n \text{ 円} \end{aligned}$$

が評価（額）ということになる。

- ・ こうした事項も鑑み、便益計測に際しては、まず前掲の連関の中で、どの連関を対象とするかを整理した上で、その連関についての確率評価と当該事象についての貨幣化を行うことが必要である（後者については、次節に整理）。

(2) 便益計測の手法

便益の計測に際しては、各々のリスクについて被害額や現状復旧費用（の期待値）を積算する代替的な手法の他、ヘドニックアプローチやCVM等、環境評価の手法が適用しうる。

- ・事業の評価、あるいはリスクの評価手法としては、代替法、ヘドニック法、TCM等の顕示選好アプローチと、CVMやコンジョイント分析法等の表明選好アプローチが挙げられる。
- ・表明選好アプローチは、人々が持っている選好についてアンケート等を通じて直接的に尋ねるもので、評価対象に関して制約が少なく、また、事業の便益等について一括して計測することが可能である。なお、その中でコンジョイント分析手法は、多数の属性のセットとした事業・政策プログラムを提示し選択させ、評価対象の個別属性に対する原単位化を行うものである（事例を後掲）。
- ・また、顕示選考アプローチは、人々が市場でとっている行動に選好に関する情報が顕在化していると想定して分析を行うものである。適用事例の比較的多い代替法は、リスクを回避するための代替手段のコストや被害からの復旧コストをもって計測する手法であり、このアプローチに相当する。

表 便益計測手法

手法	特徴	特徴	リスク評価への適合性
代替法	<ul style="list-style-type: none"> ・直感的に理解しやすい。 ・データ収集が比較的容易。 	<ul style="list-style-type: none"> ・適切な代替財が設定できない場合は評価できない。 	<ul style="list-style-type: none"> ・直接的なかつ現実的な代替手段が設定できるものに限られる。
ヘドニック法	<ul style="list-style-type: none"> ・事業をもたらず便益を一括計測することが可能。 ・便益の地域的な分布を計測することが可能。 	<ul style="list-style-type: none"> ・地価データが存在しない地域がある。 ・地価関数の推定が恣意的になる可能性がある。 ・広域的な便益は地価関数の推定が困難。 	<ul style="list-style-type: none"> ・地価データが得られる地域に限られる。 ・データのある都市部などでも、評価対象リスクに係る要因が相対的に地価に大きく反映される場合に限られる。
TCM (旅行費用法)	<ul style="list-style-type: none"> ・基本的に客観データを用いる方法で恣意性が少ない。 	<ul style="list-style-type: none"> ・非利用価値は評価困難。 	<ul style="list-style-type: none"> ・リスク評価に適用できる場面が少ない。 ・一般均衡的に需要関数が設定できる場合に限られる。
CVM (仮想市場法)	<ul style="list-style-type: none"> ・事業をもたらず便益を一括計測することが可能。 ・計測対象に関して制約が少ない。 	<ul style="list-style-type: none"> ・質問方法やサンプル特性によってバイアスが生じる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・理論的には非利用価値の計測も可能である。 ・適切な条件設定や手順によって分析を行えば、妥当性の高い評価値が得られると考えられる。
コンジョイント分析法	<ul style="list-style-type: none"> ・評価対象の個別属性に対して原単位化が可能。 ・計測対象に関して制約が少ない。 	<ul style="list-style-type: none"> ・表明選好データを利用するため、CVMと同様のバイアスが生じる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・心理学やマーケティングの分野で発展してきた手法であり、リスクに対する適用事例が少ないため、適合度は未知数。

(参考) 既存の便益試算事例

代替法による試算

- ・添付資料1に示した環境省の試算では、上述したように、『紛失・不明量になるPCB廃棄物』『全て土壌汚染を生じ』『それを修復(土壌浄化)によって環境影響を回避する』というシナリオで推計を行っている。そして、その場合の原状回復費用として、算定期間50年間で4,328億円と試算している。

表明選好アプローチ(コンジョイント分析)による試算

- ・坂上(2000)では、水道水の高度浄水処理システム導入の評価に際し、発ガン率(の低減)に係る支払い意志額をコンジョイント分析を通じ試算している。
- ・これは、下表に例示するような選択肢(のセット=『プロフィール』)を被験者に提示し一つを選択させるもので、この結果をモデルを当てはめ分析することにより、各要素(例えば発ガン率)に対する支払い意志額を求めるものである。

表 選択肢の例

問1. 最も好ましいと思う選択肢の属性番号に をつけて下さい。

属性	1	2	3	4
味	わるい	よい	よい	
異臭	ない	する	ない	どれも
発ガン率	10万人に2人	10万人に2人	10万人に6人	選ばない
価格	1,490円	1,490円	1,610円	

- ・なお、当該研究では、京都市内の街頭インタビュー(360サンプル)を踏まえ、例えば発ガンリスクの低減(10万人に6人 2人)に対し100円/人・月の支払い意志額(水道料金への上乗せ額)を得ている。

3. 分析に際しての留意事項等

3.1 算定期間と社会的割引率

分析に際しての算定期間については、事業期間を超えて設定することとする。また、社会的割引率の取り扱いについては、一般的に用いられている4%を用いるとともに、近年の環境便益の取り扱いもふまえた感度分析を行うこととしたい。

算定期間について

- ・分析に際しての算定期間については、一般には事業の便益が継続する期間を採ることとしているが、この事業の便益は『保管継続リスクの軽減』であることをふまえ、事業期間を超えて設定することが考えられる。
- ・その際、当該事業の効果は（未来永劫に）継続すると考えられるが、実際の算定期間としてはどの程度の期間をおくべきかは明確な定義は存在しない（ただし、正の社会的割引率を設定した場合、便益は一定期間後には無限小となる）。
- ・その中で、例えば前掲した環境省の試算では、仮に50年と置いている。今回の検討では、後述する社会的割引率の設定とも勘案し、50年、及び将来（例えば100年）等の複数の数値で感度解析を行うことを考えたい。

社会的割引率について

- ・現在、社会的割引率について、公共事業の評価に際しては『社会資本整備に係る費用対効果分析に関する統一的運用指針（建設省）』等をふまえ、4%という数値が広く用いられている。
- ・これに対し、例えば本検討の対象となるPCB廃棄物の処理といった、後の世代に係るプロジェクトは高速道路の建設のような数十年にわたるプロジェクトとは同じようには論じられないことに留意する必要があるという議論も存在。
- ・そして、この議論とも併せ、長期の分析では、現時点で生存している現在世代の価値のほかにこれから生まれる将来世代の価値をどのように扱うのかという問題に直面する。地球温暖化問題等も含め、数世代にわたって費用と便益が発生するならば、分析にあたって将来世代の利益が十分に考慮されなければならない。
- ・こうした事項について、現時点では結論は得られていないが、本検討においては、この事業が将来世代の便益でもあるという考えを強調する意味も含め、社会的割引率の取り扱いについて積極的に問題提起するとともに、実際の計算に際しては、一般的に用いられている4%に加え、近年の環境便益の取り扱いもふまえた低い割引率 - 例えば0% - との間で感度分析を行うこととしたい。

(参考) 割引率に係る動向～英国'Green Book'改訂に際しての割引率の取り扱い

英国財務省の公共事業等の評価マニュアル(通称 Green-Book)改訂において、割引率が従前の数値(6%)から引き下げられるとともに、地球環境政策等の長期的な影響を及ぼす事業については『より低い』割引率が適当であることが示唆。

- ・英国においては、財務省が作成した中央省庁の評価マニュアル("Appraisal and Evaluation in Central Government":通称 Green-Book)によって、公共事業の評価や税制変更等の政策等の評価を実施している。
- ・この Green-Book について、改訂の方向で作業が進められており、現在、その草案(The NEW DRAFT Green Book)がパブリックコメントにかけられている。
- ・この改訂について、一つのトピックは割引率の改訂であり、従来の 6.0 %について、確実に推計しうるものを勧案するという理由で、3.5 %に引き下げようとしている。
- ・さらに、この草稿の中では、3.5 %を適用することが妥当でない例外についても下記のように示されている。

- ・長期的に影響が発生する事業はより低い割引率が適当
- ・公共政策(税制変更など)がもたらす資金市場への影響
- ・感度分析を行う場合
- ・国際開発事業
- ・名目値での計算フレーム
- ・オゾン層保護のための政策等の超長期的な計画

The NEW DRAFT Green Book Annex7 より

- ・このように、(地球環境)改善施策といった長期的な影響が発生する事業について、一般的な割引率よりも低い割引率を適用すべきという考え方が公的なマニュアルにおいても掲げられている。
- ・なお、上記『低い割引率の示唆』について、その根拠として Weitzman(2001)が引用されている。その意味で、今回適用する割引率の一つの目安として、同論文中の割引率が考えられる。

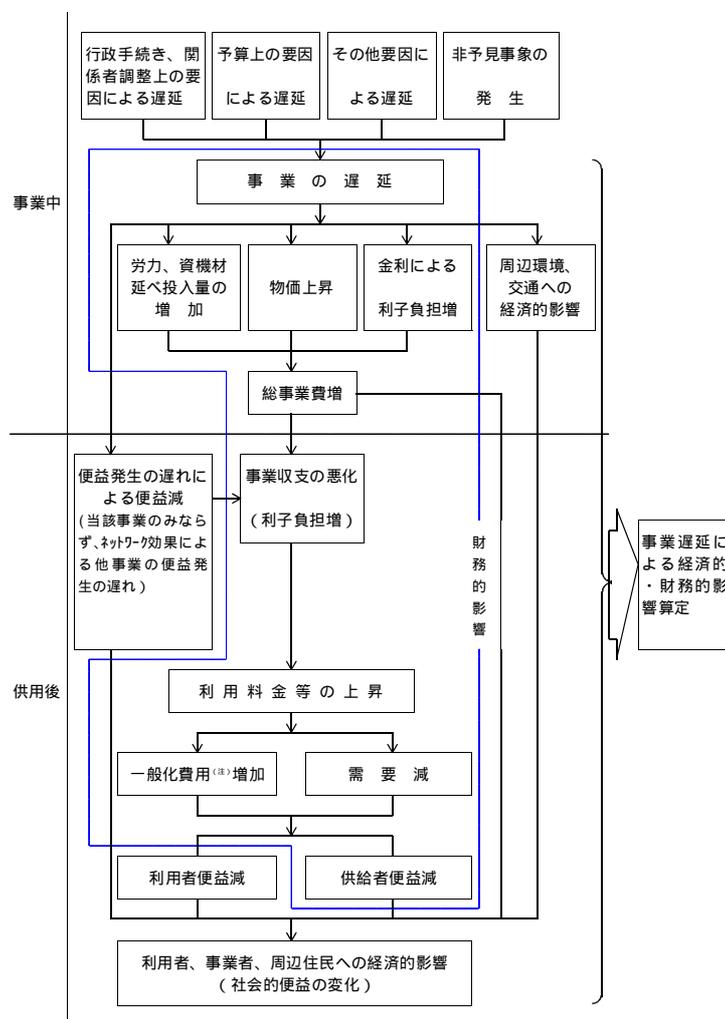
表 Weitzmanが提案している時間低減する社会的割引率の設定

時点	社会的割引率
今後 1 ~ 5 年	4 %
6 ~ 25 年	3 %
26 ~ 75 年	2 %
76 ~ 300 年	1 %
300 年 ~	0 %

3.2 事業のタイミングについて

検討に際しては、近年の事業評価の動向もふまえ、事業実施のタイミング（すぐに実施するか、遅延するか等）についても感度分析を行うこととする

- ・ 現在、公共事業の評価に際し、事業の遅延により 効果の発現が遅れる等の影響、金利負担等による財務的影響、等から時間管理を必要性が指摘されている(下図)。
- ・ 本事業においては、特に について十分な留意が必要であると考えられることから、事業がすぐに実施される場合や開始時期が遅れる場合等を想定し、感度分析を行うこととする。



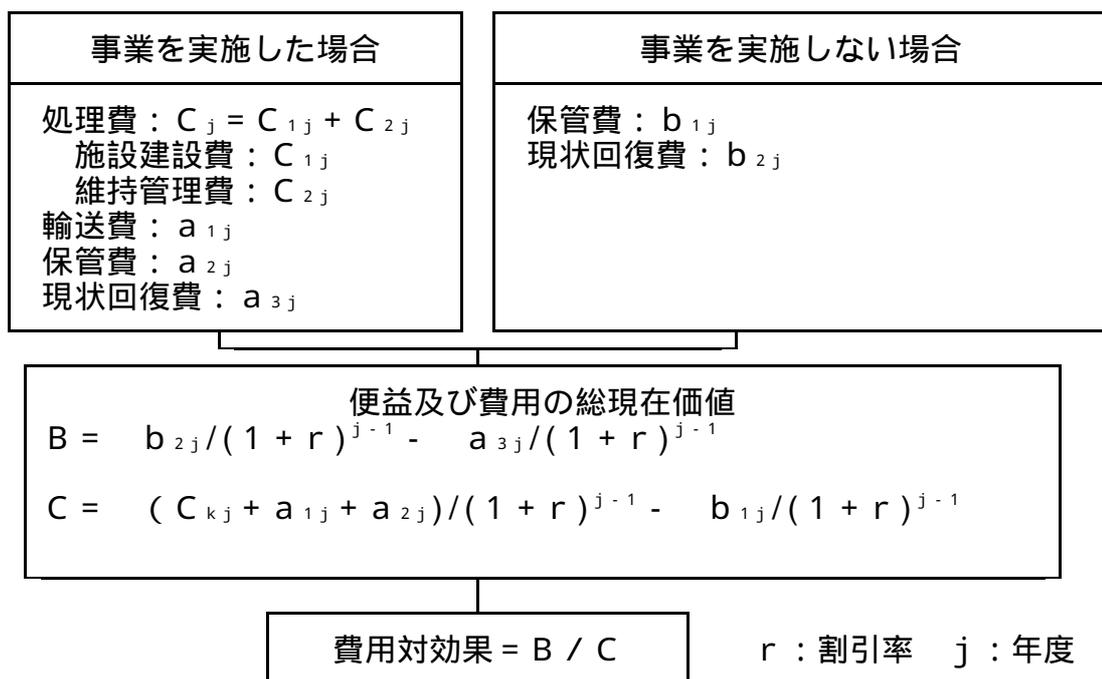
(注) 一般化費用：ある財・サービスを利用するために必要なすべての金銭的な費用と非金銭的な犠牲量（道路事業の場合、交通に伴う旅行時間などの時間や疲労を指す）を金銭表示して合計したもの。

図 事業遅延による経済的・財務的影響の発生構造（例）

環境省による代替法でのP C B廃棄物処理事業の費用対効果の試算例

(1) 考え方

P C B 廃棄物の保管に伴う不適正な処理（不明、紛失）による環境汚染の原状回復に要する費用を考慮した、事業を実施（処理施設を建設）した場合（with）の総費用と事業を実施しない場合（without）の総費用の差を便益（B）とし、処理施設の建設・維持管理費用（C）で除して費用対効果（B / C）とする。



(2) 算出根拠

対象期間

事業着手から50年間（処理の完了を平成28年とする）

施設建設費・維持管理費

施設建設費には、調査・設計費を含む。

施設用地は、処理完了後売却することとし、用地費を計上していない。

施設は、処理完了後撤去する。撤去費は、処理料金に転嫁して（維持管理費として処理期間に按分して）計上している。なお、耐用年数を経過していない施設の残存価値は計上していない。

輸送費

保管事業所から処理施設まで運搬するのに必要な費用。市場価格等から、標準的な

トランス 1 台（PCB 量として 0.09 t と換算）あたり数万円程度（保険費用、漏れがある場合の容器の詰め替え等の前処理費用等を含まない）と考えられ、500 千円/t-PCB を計上する。

保管費

大阪市におけるアンケート調査によると、トランス又はコンデンサ 1 台あたりの平均保管費用は年間約 5 万円である（「PCB 廃棄物の適正処理施策のあり方 答申」大阪市 PCB 適正処理検討委員会 平成 13 年 2 月）ことから、560 千円/t-PCB・年を計上する。

原状回復費

紛失・不明となった高圧トランス・コンデンサ中の PCB が、すべて環境（土壌）中に放出され、土壌汚染を引き起こしたと想定し、これを土壌浄化処理により原状回復するのに必要な費用を計上する。

紛失・不明となる高圧トランス・コンデンサの台数は、厚生省（当時）が平成 10 年度に実施した PCB 廃棄物等保管等状況調査による年間約 1,000 台と考える。これを各事業毎の対象量で按分する。なお、処理期間中の紛失・不明量は、その時の保管量（まだ処理が行われていない量）に応じて、漸減するものとする。

原状回復（土壌浄化）費用は、メーカーヒアリングにより、PCB 1 t 当たり 12.5 億円（大雑把）程度と試算する。

（3）費用対効果分析（北九州事業）

事業概要及び計算条件

処理対象量は、中国、四国、九州・沖縄 17 県の区域内に存する PCB 廃棄物中の PCB 約 6,000 t（精査中）とする。この量に基づき、紛失・不明量を 16 t/年とする。

処理施設は、2 期に分けて建設する計画になっており、第 1 期の整備期間は平成 13～16 年度（処理開始が平成 16 年 12 月）、第 2 期の整備期間は平成 17～19 年度である。

費用・効果整理結果

施設有 a	処理費（億円）c	6 7 5
	施設建設費（億円）	3 2 3
	維持管理費（億円）	3 5 2
	輸送費（億円）	2 1
	保管費（億円）	2 5 9
	原状回復費（億円）	1 , 5 7 7
	（合計）	2 , 5 3 2
施設無 b	保管費（億円）	6 6 8
	原状回復費（億円）	4 , 3 2 8
	（合計）	4 , 9 9 6

 以上に示した試算について、本検討で提案している費用・便益の考え方を当てはめると、費用便益分析としては下記の考え方が挙げられる

- ・原状回復費は（施設有りの場合も無しの場合のいずれも）あくまで外部コストであると考え、それぞれの（負の）便益として評価した場合。

費用=施設有（処理費+輸送費+保管費）-施設無（保管費）

$$=675+21+259-668=287\text{億円}$$

便益=処理無（原状回復費）-処理有（原状回復費）

$$=4,328-1,577=2,751\text{億円}$$

費用便益比=9.59

（純便益はいずれも2,464億円）