

3. PCB廃棄物処理事業の評価について

3.1 本章の構成

検討会の3月中間取りまとめにおいては、効率性の観点からの評価に関する事項を中心としつつ、あわせて、必要性、有効性、公平性、優先性などの多角的な視点からの評価に関する基本的な考え方及び今後検討を深めることが必要な課題を整理する。このような様々な評価の視点について、3.2節において、その考え方を整理する。検討フローを図3-1に示す。

事業の必要性や有効性については、第2章にも述べたように、事業を行わず引き続き保管を継続することが、PCBによる環境汚染や保管継続に伴う費用を将来世代につけ回すことになる等の観点から、定性的には明らかと言える。本章では、効率性の評価の前提となる効果について、現段階で得られている知見から定量化を行い、効果と費用の関係を分析することで効率性の評価を行うことが中心的な課題である。また、効果の定量化は、必要性を定量的に説明できることにながると考えられる。そして、この効果の定量化と効率性の評価については、3.3節において、いくつかの段階に分けてとらえることを試みる。

つまり、PCB廃棄物処理事業の効果について、事業を行った場合と事業を行わない（引き続き保管を継続する）場合を比較して、存在するPCBがどれほど削減されるか、環境中に放出されるPCBがどれほど低減されるか、人へ暴露されるPCBがどれほど低減されるかということ等のいくつかの段階で算出することによって定量化ができる。こうした削減効果あるいは低減効果について、3.3節で存在、排出、暴露の段階に分けて効果を算出し、検討する。

そして、効率性の評価は、3月中間取りまとめでは、PCB廃棄物を処理するという事業の効率性が、これまでなされてきた比較可能な類似の事業であるごみ焼却施設のダイオキシン対策と比較して十分であるかどうかに着目して行うものとする。どのような方法で処理するか、例えば、焼却処理か、化学処理かという観点から処理方法間の効率性を比較し評価することは、これまでに見てきたように化学処理が実現性の観点から事実上唯一の手法として選択されたという事実をふまえ、処理方法間の効率性の比較評価については、今回の取りまとめにおいては、定量的な検討の対象とはしない。もちろん、このような観点からの評価は重要であり、社会状況等の変化を踏まえつつ、今後の課題として検討すべきものである。

また、本とりまとめでは、まず、利用可能な数値を用いながら一定の試算ができる範囲について具体的な数値を示すものとし、試算の仮定について検討、議論の余地が残るものについては、評価の方向性、課題を示すことにとどめるものとする。

3.3節では、PCB廃棄物処理事業のダイオキシン類（コプラナPCB）削減・低減効果に着目し、ごみ焼却施設のダイオキシン対策事業と比較することにより、費用効果分析（事業による効果を費用と比較して投資効果を評価する方法）を行う。これにより、現段階での効率性評価の到達点を明らかにするとともに、今後さらに進めるべき方向性とその課題を整理する。また、3.4節では効率性の

評価手法のうち、代替的費用での比較等による評価の方向性と課題を示し、3.5節ではその他の視点（緊急性等、負担の公平性）からの評価の考え方・方向性・課題を整理する。。

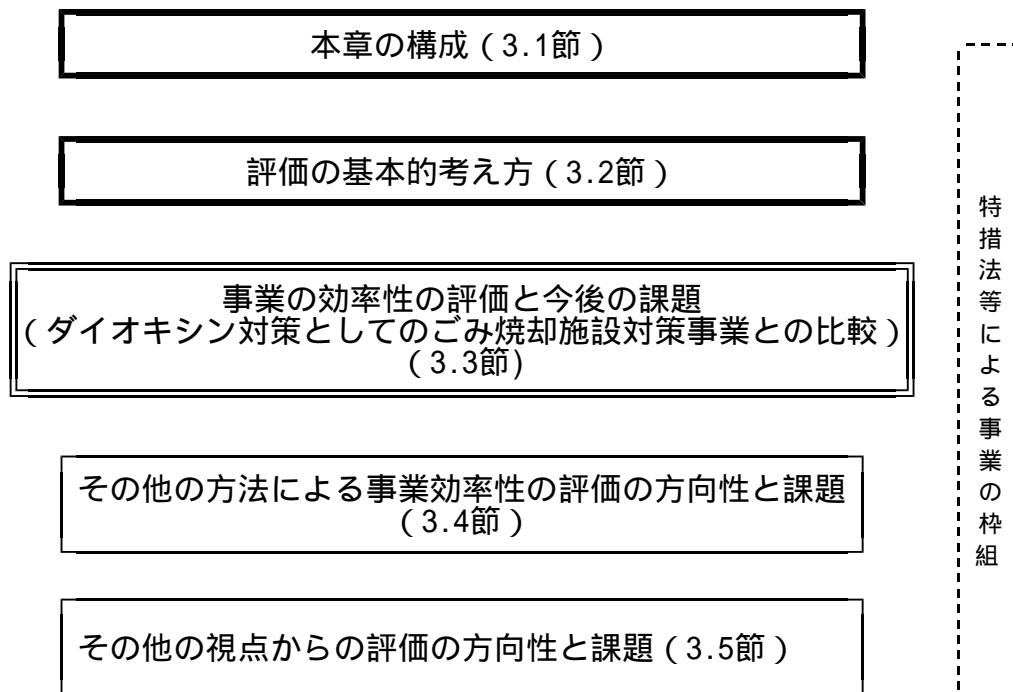


図3-1 検討のフロー

3.2 評価の基本的考え方

(1) 事業の必要性

第2章までに整理したように、PCB廃棄物の早期処理とそのための広域的な処理体制の整備、すなわちPCB廃棄物処理事業については、保管継続のリスクを解消するなどの目的をふまえ、また、国際的な約束にも照らして制度化されたPCB特別措置法等の制度及びその制定プロセスにおいてその必要性が示され、また、確認されている。

さらに、PCB廃棄物処理事業を実施する場合の効果を計算することで、その必要性を定量的に明らかにすることができる。すなわち、存在しているPCBを分解して消滅させることができるという効果（存在量の削減＝放出可能性量の削減）、消滅させることによって保管を継続する場合に環境中に放出されるであろうPCBの量を低減させることができるという効果（放出量の低減）、それによって環境中のPCBの濃度を低減させることができるという効果（環境中の濃度の低減）、その結果人のPCB暴露量を低減させることができるという効果（暴露量の低減＝摂取量の低減）、そして最終的にPCBによる人の健康への影響（健康リスク）を低減させることができるという効果（健康影響の低減）を示すことで、PCB廃棄物処理事業の必要性を明らかにすることができる。

このように事業の必要性を定量的に示すということのほか、今後は、PCB廃棄物の確実かつ適正な処理を促進するために必要な施策、つまり、PCB廃棄物処理事業を実施する上で、所期の期間内に処理完了が達成できるようにする等のために必要な施策、例えば、インセンティブの付与や規制的誘導等について、必要性の評価を行うべきである。

(2) 事業の効果と効率性

事業の効果は、(1)で述べたように定量的には事業実施による、存在量の削減、放出量の低減、環境中の濃度の低減、人への暴露量（人の摂取量）の低減、人の健康影響の低減という各段階で示すことができる。そして、事業評価の主目的の一つである、事業の効率性は、投入された費用に見合った効果が得られているかとの観点から定量化される。

効率性の定量化の方法としては、得られる効果当たりの投資額（事業実施の費用）を示す（例えば、PCBを1kg消滅させるのに要する費用）という費用効果分析による方法で行う。

多くの場合、効率性の評価は、事業の方法等に複数の選択肢があって、その選択肢の間で効率性を比較して、もっとも効率的な方法を選択するという形で行われることになる。PCB廃棄物処理事業の場合、高温焼却など化学的な処理方法以外の処理方法と化学的な処理方法を比較することが考えられるが、2章で述べたように現在の5つの地域の事業（表2-3）について化学的な処理方法以外の選択肢が存在しない。このため、現段階での検討では、PCB廃棄物処理事業のダイオキシン類（コプラナPCB）削減・低減効果に着目して、既に実施されたごみ焼却施設のダイオキシン対策事業との比較をもって、効率性の評価を行う。

このように、効果の算出をいくつかの段階で行い、効率性の定量化を費用効果分析により行い、効率性の評価はダイオキシン対策という観点でごみ焼却施設のダイオキシン対策事業との比較をもって行う。

図3-2に示すように効果の算出の段階を健康影響の低減の段階までもっていくことができれば、PCBのなかのダイオキシン類であるコプラナPCBによる発がん件数の減少や、余命の延長ということで効果を算出することができる。そのようにすると、比較対象となる事業や対策が、ダイオキシン対策以外の他の発がん物質対策や有害物質対策全般にまで広げることができるようになると期待される。

効果の算出の段階を存在量の削減 放出量の低減…… 人の健康影響の低減というように進めていくことは、なるべく多くの手法により効率性を評価するという観点から意義があるが、妥当性を検証しながら様々な仮定やモデルを設定して計算をすることは、それだけ複雑で高度になり現段階では困難であるため、今回の中間とりまとめでは検討の対象としない。このように効果の算出を進めていくことは、今後検討しなければならない課題である。

また、暴露量の低減から健康影響の低減量を求め、これの貨幣化（確率的生命の価値）ができれば、上述のように本事業そのものの費用便益が求められるが、貨幣化は、仮定に関する多くの議論を待たずには困難であり、今後の検討課題とする。

中間とりまとめでは、比較対象事業としてダイオキシン対策としての効果をとらえるためごみ焼却施設のダイオキシン対策を選定し、今後の検討課題としてその他の有害物質対策事業全般を考えることとするが、比較対象事業の選定には別のアプローチの仕方も考えられる。そこで、PCB廃棄物対策としての代替的な手段を設定し、その費用と比較するという方法（代替的費用での比較）が考えられるので、現段階では考えられる代替的な手段や、その方向性を整理する。

また、保管を継続する場合には海外で見られるように大規模なPCB漏出事例もあり、評価に際して、このような大規模漏出事例の被害費用を考慮することも考えられるが、これは、すべての状況下において異常事態として付随するリスクであり、このような異常事態を評価の範囲とするかどうかの問題である。

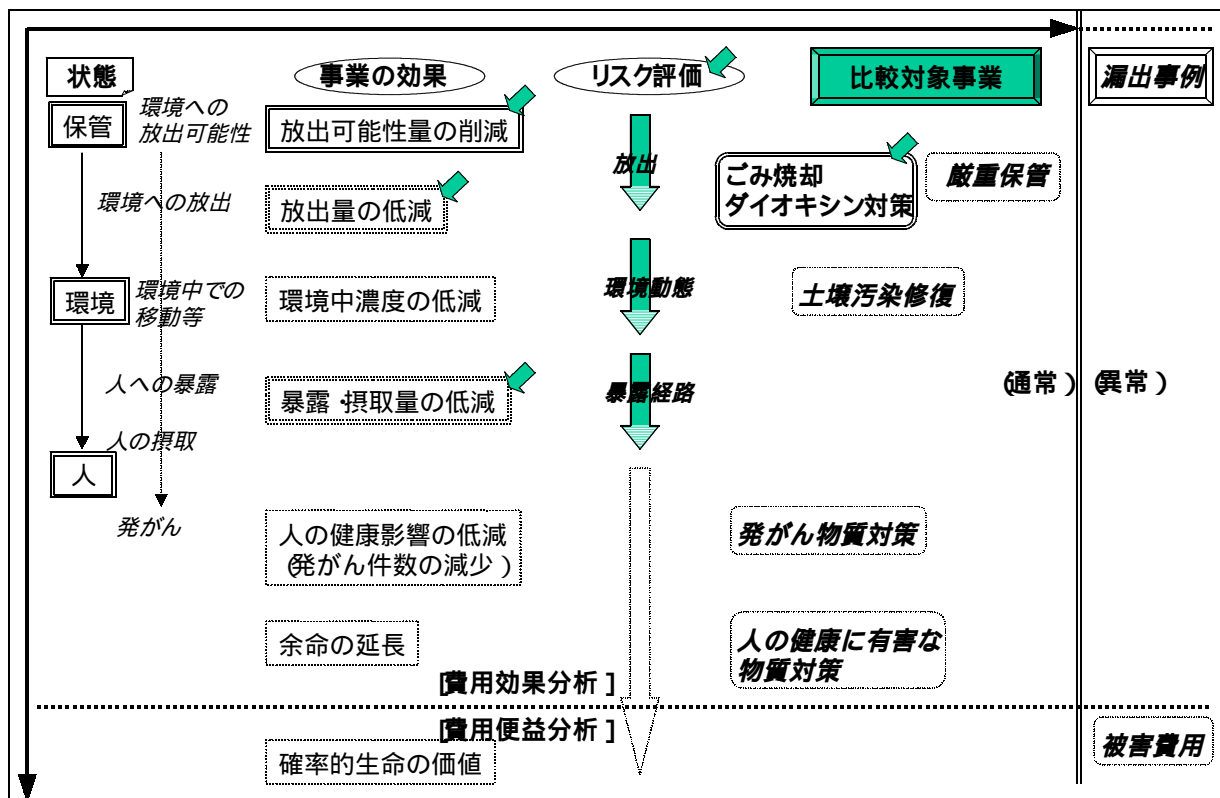


図3-2 事業評価方法の考え方、全体像 ➡ 中間取りまとめ検討対象

(3) 公共関与・公費投入の評価

PCB特別措置法等に基づくPCB廃棄物処理事業では、環境事業団を事業の実施主体として国の公共関与による事業が行われるとともに、中小企業者等の処理費用の低減を行い、それらの適正かつ確実な処理を推進するため、公費が投入される。

このようなことを踏まえ、環境事業団の活用利点や、公費投入の有効性について評価することが重要であり、今後の検討課題とすべきである。

(4) その他の視点での評価の考え方

前掲した事業評価の主目的である効率性の評価や、事業の前提とも言える必要性や効果の他に、評価の視点として、事業を『今』実施することの裏付けとなる緊急性や、地域や世代間の公平性等が挙げられる。また、国民の理解とりわけ立地地域の住民の理解を得ていくことが事業の円滑な推進に必要不可欠であり、国民に対する行政の説明責任（アカウンタビリティ）、リスクコミュニケーションの視点も本事業の重要な評価視点である。

3.3 ダイオキシン対策としての既存事業との比較による効率性の評価

(1) 効率性評価の基本的な考え方

P C B 中には、ダイオキシン類として毒性等価係数が定められているコプラナ P C B が含まれており、P C B 廃棄物処理事業により、現に存在している P C B を分解することはコプラナ P C B を分解することとなるため、P C B 廃棄物処理事業の効果をダイオキシン対策として定量化することができる。

既に実施されたダイオキシン対策として、ごみ焼却施設ダイオキシン対策事業があり、その効果とそれに要した費用を算出することができ、ダイオキシン対策としての P C B 廃棄物処理事業とごみ焼却施設ダイオキシン対策事業を比較することで効率性の評価を定量的に行うことができる。

そこで、ここでは、現に存在している P C B の削減という段階での効率性の定量化をまず行い、さらに、環境への放出量の低減という段階、及び人への暴露量の低減という段階での定量化を試みることにする。

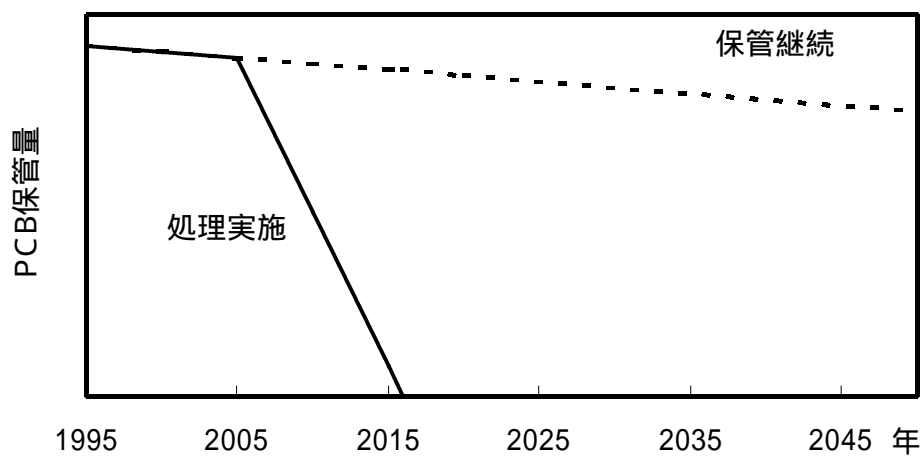
の現に存在している P C B の削減という段階を考える意味は、人の健康影響や生物への影響といったリスクを削減するという観点からは、環境への放出可能性量（潜在的に環境中に放出される量）を低減するということである。これを毎年の環境への放出量が一定量低減されるという効果としてとらえた場合には、の環境への放出量の低減という段階での定量化と基本的に同じことになる。しかし、主に現在の世代において製造・使用し、それに伴う恩恵は現在の世代が受けたということや、できる限り早期に現に存在している P C B を削減しようとするのが国際的なコンセンサスとなっていることを考慮し、毎年の環境への放出量の低減とは別に、存在量の削減をそのまま効果としてとらえることも必要である。前者の考え方は、他の有害物質対策、リスク削減対策と比較することができるため、普遍性をもった評価の考え方である。一方、後者の考え方は、現在の世代において大量にストックされ、現在の世代において消滅させなければならないという意志決定が国際的にもされている P C B のような有害物質対策の場合には、効果を直接的に表現することができ、したがってわかりやすいことから、有意義な考え方である。

の段階を考える意味は、環境中の濃度が高くなるようにするため放出量がコントロールされるということがあるため、極めて重要である。したがって、実際にモニタリングされている濃度との比較を通じた検証を行いつつ、環境への放出量の低減を定量化することが必要である。さらにの段階で考える意味は、環境へ放出された P C B が大気、水、土壌といった環境媒体を経て、食品の摂取、呼吸、水の摂取等を通じて人に暴露されることを考慮して、人の健康影響の低減を効果としてとらえるということである。の段階からの段階での効果の定量化に当たっては、P C B が大気、水、土壌といったどの媒体にどれくらい排出され、環境中において P C B がどのような挙動を示すのかといったことなどの不確実性があるものの、他の有害物質対策、リスク低減対策と比較することができ、普遍性を有するだけでなく、人の健康影響の低減ということで効果を表現することができるため、理解が容易であることから、の段階で考えることは重要である。

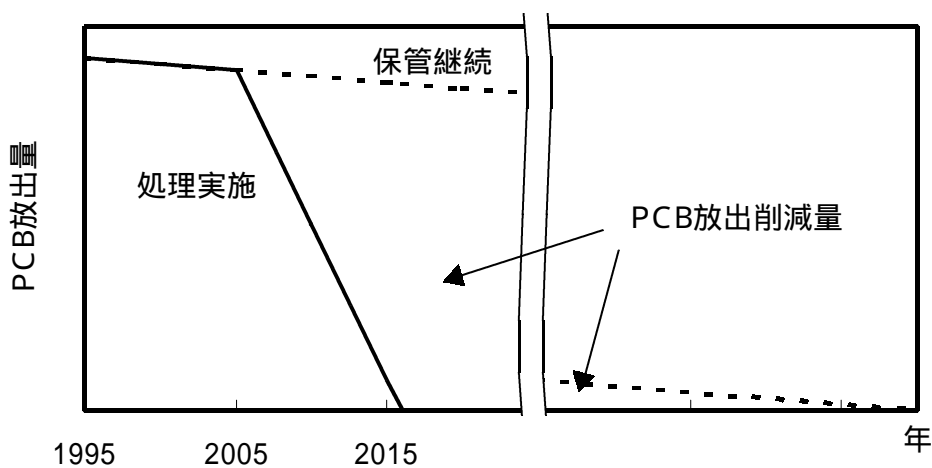
このような基本的な考え方に沿って、以下(2)において、の段階での P C B 廃

棄物処理事業の効果を定量化し、ごみ焼却施設ダイオキシン対策事業と比較して、効率性を評価する。そして、(3)において、及びの段階での効果の定量化と効率性の評価のために、PCB廃棄物処理事業による環境への放出量の低減効果の定量化及び人への暴露量の低減効果を定量化した既往の研究(平井ら(2003))の成果を紹介する。さらに、(4)では、及びの段階での効果の定量化と効率性の評価を行う。そして、(5)において、これらに関する課題を整理する。

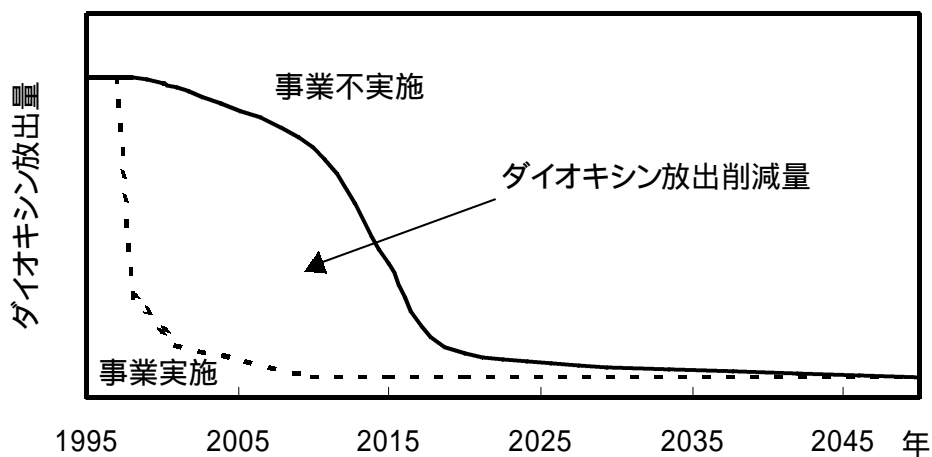
なお、PCB廃棄物処理事業の効果は、事業を実施した場合とそうでない場合を比較して求められるものであることから、それぞれの場合のPCB保管量(存在しているPCB)及びPCBの環境への放出量について時間的推移のイメージを図3-2に示す。また、ごみ焼却施設ダイオキシン対策事業の効果は、事業を実施した場合とそうでない場合を比較して求められるものであることから、それぞれの場合のダイオキシンの環境への放出量についても時間的推移のイメージをあわせて示す。基本的に、これらの図において、対策実施と対策不実施の差の部分がそれぞれの事業の効果となる。



a) PCB保管量の推移



b) PCB放出量の推移



c) ダイオキシン放出削減量の推移

図3-3 対策の有無による保管量、放出量の時間的推移

(2) PCB 廃棄物処理事業におけるダイオキシン削減効果の定量化と効率性の検討

PCB 中のダイオキシン類含有量

PCB 中の異性体分布を代表的な PCB 製品である KC300、KC400、KC500 及び KC600 の等量混合標準品 (KC-MIX) の異性体分布に等しいとする。

KC-MIX の異性体 (コプラナ PCB) 分布は、表3-1のとおりであり、ダイオキシン類であるコプラナ PCB の存在割合 (重量%) は、4.6% とされる。毒性等価係数 TEF (1997) に基づき、PCB 単位量当たりのダイオキシン類の毒性等量を求めると、21 ppm と算出される。なお、KC-300、KC-400、KC-500、KC-600 の PCB 単位重量当たりのダイオキシン類 (コプラナ PCB) の毒性等量は 1.5 ppm から 5.3 ppm であり、概ね同じオーダーである。

表3-1 KC-MIX 中のコプラナ PCB の存在割合

コプラナ PCB	TEF(1997)	KC-MIX (%)	TEQ (ppm)
3,4,4',5'-TeCB(#81)	0.0001	0.058	0.1
3,3',4,4'-TeCB(#77)	0.0001	0.197	0.2
3,3',4,4',5'-PeCB(#126)	0.1	0.015	15.0
3,3',4,4',5,5'-HxCB(#169)	0.01	0.002	0.2
2',3,4,4',5'-PeCB(#123)	0.0001	0.144	0.1
2,3',4,4',5'-PeCB(#118)	0.0001	2.260	2.3
2,3,3',4,4'-PeCB(#105)	0.0001	0.907	0.9
2,3,4,4',5'-PeCB(#114)	0.0005	0.104	0.5
2,3',4,4',5,5'-HxCB(#167)	0.00001	0.428	0.0
2,3,3',4,4',5'-HxCB(#156)	0.0005	0.346	1.7
2,3,3',4,4',5'-HxCB(#157)	0.0005	0.064	0.3
2,3,3',4,4',5,5'-HpCB(#189)	0.0001	0.039	0.0
合計		4.564	21.4

高菅卓三ら：各種クリーンアップ法と HRGC/HRMS を用いたポリ塩化ビフェニル (PCBs) の全異性体詳細分析方法、環境化学，5，657-675 (1995) をもとに作成

PCB 廃棄物処理事業によるダイオキシン類の削減可能量

既に事業認可を行っている 5 事業 (北九州、豊田、東京、大阪、北海道) の PCB 処理対象量は、表3-2第 2 欄のとおりであり、により、それぞれの処理対象量中に含まれるダイオキシン類を求めると、表3-2第 3 欄のとおりとなる。5 事業全体の PCB 処理対象量は 14,500 t、処理対象のダイオキシン類は、310kg-TEQ と求められる。

ここで、北九州事業以外の事業については、事業の認可を行う時点で算出された事業実施計画に基づく数値であり、北九州事業については、既に契約された第 1 期事業分の処理施設能力 (0.5 t / 日) に基づいて算出したものである。

ここでは、処理対象規模を確定して試算をするため、北九州第 2 期事業分、立地の具体化に至っていない北陸、北関東、甲信越及び東北の 15 県分、さらに、

未届出分や使用中の未確認分の把握確認の進行を考慮せず、5事業分だけで算出する。

表3-2 PCB廃棄物処理事業によるダイオキシン類の削減可能量

事業名	PCB (t-PCB)	ダイオキシン類 (kg-TEQ)
北九州	1,400	30.0
豊田	3,900	83.5
東京	4,400	94.2
大阪	4,300	92.0
北海道	500	10.7
合計	14,500	310

PCB廃棄物処理事業の費用

本事業の施設整備費は、各事業毎に、表3-3のとおりである。5事業全体では、約1,500億円となる。

北九州事業以外の事業については、事業の認可を行う時点で算出された事業実施計画上の施設整備費（ただし、用地費を含まない）を用いているが、これは、北九州事業第1期の施設と同じ設備構成（抜油、粗洗浄、粗解体、1次洗浄、解体・分別、2次洗浄及び真空加熱分離より構成される前処理及び脱塩素化分解による液処理）を想定し、その応札額に基づいて算出したものであり、今後行われる各事業ごとの入札における技術提案の内容により変わりうるものである。

北九州事業については、第1期事業分の応札額であるが、第2期事業を見通した整備計画を作成しており、第2期事業と按分することが適当な費用も含まれることに留意が必要である。

なお、施設の稼働に伴う維持管理費等の経費については、施設整備費と同程度に確度を持って算出することが現段階では困難であるため、ここでは含めない。

表3-3 施設整備費

事業名	施設整備費 (億円)
北九州	156
豊田	336
東京	464
大阪	435
北海道	141
合計	1,532

PCB廃棄物処理事業のダイオキシン類1kg削減可能量当たりの費用

及びにより、各事業毎にダイオキシン類1kg-TEQの削減可能量当たりの施設整備費（費用）を求めると、表3-4のとおりとなる。5事業全体で、4.9億円/k

g-TEQと求められた。

表3-4 ダイオキシン 1 kg削減可能量当たりの費用

事業名	削減可能量当たりの費用 (億円/kg-TEQ)
北九州	5.2
豊田	4.0
東京	4.9
大阪	4.7
北海道	13.2
合計	4.9

ごみ焼却施設ダイオキシン対策事業におけるダイオキシン類の削減可能量

我が国の一般廃棄物焼却施設から大気へ排出されるダイオキシン類の排出量は、ダイオキシン類対策特別措置法に基づき定められた「我が国における事業活動に伴い排出されるダイオキシン類の量を削減するための計画」に基づき毎年整備される排出インベントリー（排出量の目録）として発生源別に明らかにされており、一般廃棄物（ごみ）焼却施設については、表3-5のとおりと推定されている。ただし、平成14年度の数値は、この計画の目標値を掲げている。

ダイオキシン類の法律に基づく排出規制は、廃棄物処理法に基づき、既に設置されている施設を含め、平成9年12月から実施され、既に設置されている施設については、10年12月から達成しなければならない排ガス中のダイオキシン類濃度の基準80ng-TEQ/m³、14年12月から達成しなければならない基準1ng-TEQ、5ng-TEQ、10ng-TEQ/m（炉の規模に応じて適用）が設定されており、規制開始の9年12月から10年12月までと、14年12月までに分けて段階的に規制が実施されている。また、ダイオキシン類対策特別措置法に基づく計画において平成14年末において9年の概ね9割削減という目標を設定している。こうしたことから、平成9年を基準年として、9年の排出量と比べ、年間で、10年は3.45kg-TEQ、11年は3.65kg-TEQ、12年は3.98kg-TEQ、13年は4.19kg-TEQ、それぞれ削減され、14年は4.69kg-TEQの削減が達成されることになる。

ごみ焼却施設ダイオキシン対策事業は、平成10年12月の基準及び14年12月の基準が遵守できるよう、9年から14年の間に、既存の施設の改造や廃止・建て替え等を内容として実施された対策である。この対策によって、焼却施設の通常の建て替え時まで待つことなくダイオキシン類の排出が平成14年末までに削減されることになる。このため、対策が実施されなかった場合には、対策実施前の時点でごみ焼却施設が排出していた量のダイオキシン類が、通常の焼却炉の建て替え時までの間排出されつづけたことになるが、この排出されつづけたであろうダイオキシン類が対策によって排出されなくなる。したがって、対策が実施されなかった場合に焼却炉の建て替え時点までの間排出されつづけたであろうダイオキシン

類の量を、対策によって削減できた量としてとらえることができる。

このように、ごみ焼却施設ダイオキシン対策事業の効果を、排出されたであろうダイオキシン類の削減可能量として考えれば、PCB廃棄物処理事業によるダイオキシン類の削減可能量と比較することは十分な意義がある。すなわち、既に存在しているPCB中のコプラPCBとしてのダイオキシン類を削減する（消滅させる）という効果と、環境中に存在することとなったであろうダイオキシン類を削減する（存在させないようにする）という効果は、比較しうると考えられる。

表3-5 一般廃棄物焼却施設からのダイオキシン類の排出量

年 度	平成 9 年	平成10年	平成11年
排出量(g-TEQ/年)	5,000	1,550	1,350
年 度	平成12年	平成13年	平成14年
排出量(g-TEQ/年)	1,019	812	310

ごみ焼却施設ダイオキシン対策事業の費用

ごみ焼却施設ダイオキシン対策事業の費用は、当該事業のために計上された環境省の補助金額に基づき、表3-6のように求められる。具体的には、主としてダイオキシン対策のための設備改修として行われたものと考えられる排ガス高度処理施設の施設整備費用を計上した。また、ダイオキシン対策による焼却施設の稼働に伴う維持管理費等の経費の増加分については、現段階では算出が困難であるため、PCB廃棄物処理事業の場合と同様にここでは対象としない。このほか、ごみ処理施設整備費、ごみ燃料化施設整備費に計上されている費用の一部も、ダイオキシン対策に資する施設整備（改良）として計上できるが、ダイオキシン対策の費用を按分するなどして取り出すことが困難なためここでは計上しない。

以上から、平成9年度から13年度までの5年間の総費用は、7,436億円となる。

表3-6 ごみ焼却施設ダイオキシン対策事業の費用

年 度	平成 9 年	平成10年	平成11年
ダイオキシン対策費用(億円)	198	1,541	1,827
年 度	平成12年	平成13年	
ダイオキシン対策費用(億円)	1,893	1,977	

ごみ焼却施設ダイオキシン対策事業のダイオキシン 1 kg削減量当たりの費用

通常の焼却炉の耐用年数は、概ね20年間程度であるが、設置された年が施設ごとに異なり、平成9年の時点で耐用年数に近い焼却炉もあれば、耐用年数まで十分な期間がある焼却炉もあることを考慮し、効果を算定する期間として平成9年から10年間、20年間及び30年間という期間を設定する。このように期間に幅を持たせることによって、一つ一つの焼却施設の耐用年数までの期間をおさえなくても、幅をもった値として効果や1kg削減量当たりの費用を算出できる。

対策事業が行われなかった場合には、平成9年から10年後、20年後、30

年後に全ての焼却炉が一度に建て替えられるとし、その間に排出されたであろうダイオキシン類を対策事業によって削減することができたものとして、ダイオキシン量の削減可能量を求める。ここで、平成14年度及び14年度以降のダイオキシン排出量は、14年度の計画目標値である310g-TEQ/年とする。また、対策事業が行われなかった場合には、14年末の規制が建て替え時までは猶予され建て替え時にはじめて適用されると想定して、建て替え後の排出量は310g-TEQ/年となるものとする。

こうした前提のもとでごみ焼却施設ダイオキシン対策事業によるダイオキシンの削減可能量及びダイオキシン 1 kg削減可能量当たりの費用を算出すると表3-7のとおりとなる。

別に、Kishimoto et al. (2001) は、上記のようにダイオキシンの削減可能量を効果としてとらえるのではなく、環境への排出量の削減効果、それによる人への暴露量の削減効果、損失余命として効果をとらえたものであるが、ごみ焼却施設ダイオキシン対策事業について、ダイオキシン 1 kg-TEQ当たりの削減費用を維持管理費を含め186億円としている。維持管理費を除くと78億円と求められる。表3-7の値は、Kishimoto et al. (2001) の数値とほぼ同程度と考えられる。

表3-7 ダイオキシン 1 kg削減可能量当たりの費用

算定期間	10年間	20年間	30年間
ダイオキシン削減可能量 (kg-TEQ)	43.4	90.3	137
削減費用(億円/kg-TEQ)	17.1	82.3	54.2

また、Kishimoto et al. (2001) は、平成10年12月から既存施設に適用された80 ng-TEQ/mの基準に適合していない114施設に対して施された、いわゆるダイオキシン緊急対策(10年12月からの規制を達成する対策)について、ダイオキシン 1 kg-TEQ当たりの削減費用を16億円(維持管理費を含む)と算出している。維持管理費を除くと8億円と求められる。このため、このKishimoto et al. (2001) を参考として、同様に緊急対策の効果をここでも算出することを試みる。

おおむね、平成9年度のダイオキシン対策事業費が、いわゆる緊急対策事業として支出されたものと考えられる。これにより、年間3.45kg-TEQの削減効果(平成10年度の削減量)が得られたと考え、その10年間、20年間及び30年間分を緊急対策事業によるダイオキシン類の削減可能量とすれば、当該事業のダイオキシン 1 kg-TEQ削減可能量当たりの費用は、それぞれ6、3及び2億円/kg-TEQと求められる。これは、Kishimoto et al. (2001) の数字とオーダーとして同程度となっている。

ダイオキシン削減対策としてのPCB廃棄物処理事業の効率性評価

からにより算出されたPCB廃棄物処理事業及びごみ焼却施設ダイオキシン対策事業の効果と1kg削減可能量当たりの費用についての結果の比較を通じ、ダイオキシン対策としてのPCB廃棄物処理事業の効率性を評価する。表3-8の

ように、北九州事業をベースとした費用を設定したPCB廃棄物処理事業の効率性は、ごみ焼却施設ダイオキシン対策事業と比較して高く、ダイオキシンの緊急対策と同程度であると考えられる。

なお、北九州事業の化学的な処理方法は、抜油、粗洗浄、粗解体、1次洗浄、解体・分別、2次洗浄及び真空加熱分離より構成される前処理及び脱塩素化分解による液処理により構成されるものであるが、これ以外の化学的な処理方法との比較については、この段階では、費用の不確実性が高く行うことができない。しかしながら、ごみ焼却施設ダイオキシン対策事業と比較して効率性が高いことは十分予想できる。

表3-8 各事業のダイオキシン 1 kg削減費用

	削減費用(億円/kg-TEQ)
PCB廃棄物処理事業	4.9
ダイオキシン対策	5.4 ~ 17.1
ダイオキシン対策(緊急対策)	2 ~ 6

5事業全体で4.9億円、個々の事業は表3-4のとおり4~13.2億円
 Kishimoto et al. (2001)によると7.8億円と計算される
 Kishimoto et al. (2001)によると8億円と計算される

以上の結果は、PCB廃棄物処理事業によって既に存在しているPCBを削減し、PCB中のコプラナPCBとしてのダイオキシン類を削減する(消滅させる)ことと、ごみ焼却施設ダイオキシン対策事業によって環境中に存在することとなったであろうダイオキシン類を削減する(存在させないようにする)ことを比較したものである。存在するPCBがすべて、結局は環境中に放出されると見なせば、PCB存在量の削減効果から、放出量の削減に関する効率性を計算することもできる。それについては、環境中への放出量の段階での効果等について述べる(4)に示す。

上記のようにPCB廃棄物処理事業とごみ焼却施設ダイオキシン対策事業を比較することについては、留意すべき事項がいくつかある。PCB廃棄物処理事業については、既に存在しているPCBに含まれているダイオキシン類としてのコプラナPCBを削減できるという効果以外に、PCBは、コプラナPCBに由来する以外の毒性を有しており、PCB存在量自体の削減効果というものがある。また、ごみ焼却施設ダイオキシン対策事業については、ダイオキシン対策という目的であるが、対策の副次的な効果として例えば排ガス中の水銀等を低減させる対策としての効果もある。このように比較した二つの事業には性格の違いがあることに留意する必要がある。また、PCB廃棄物処理事業の場合には、事業による処理が行われるまでの間、PCB廃棄物は保管され、したがって、この間の保管中の不明・紛失など環境中へのPCBの漏洩が発生すると考えられ、ここではこうした保管中の漏洩により削減可能量が減少することを考慮には入れていないが、PCB廃棄物処理事業を実施する段階などPCB廃棄物対策を進める上では定量化することが必要である。

(3) P C B 廃棄物処理事業による環境への放出量の低減効果及び人への曝露量の低減効果の定量化の試算

環境放出量の低減効果

P C B の処理促進によるリスク低減に関し、その大枠、すなわち環境への放出量については当時の環境庁が行った P C B 混入機器等処理推進調査検討委員会(1997)によって整理されている。この文献では、これまでの P C B 廃棄物の管理状況をふまえ、P C B 廃棄物による環境中への P C B 放出量について保管継続の場合 14,000 ~ 140,000kg / 年という推定が行われている。

平井ら(2003)は、これを P C B 放出量推定値の基礎として放出後の環境動態のモデル化を行った上で、モデルによる試算結果とモニタリングデータとを比較しているが、その結果は、次のように要約される。P C B 紛失量の 1/10 ~ 1/100 が大気や水系へ放出されると仮定した場合、大気中や水中の P C B 濃度の推定値は実測濃度とほぼ同程度となった。また、P C B 紛失量の全量が土壌系へ放出されると仮定した場合、現状の大気や水中の P C B 実測濃度が説明できる。以上の比較を踏まえ、保管継続に伴う P C B 放出量の上限を、土壌排出で 140,000kg / 年、大気及び水系排出で 14,000kg / 年と推定している。ここで「上限」としているのは、P C B の発生源として過去に放出された P C B の環境中での再循環や焼却プロセスからの非意図的生成もあることによる。このように、P C B 放出量推定とモデル解析について一定の検証がなされている。

こうしたことから、保管継続の場合の環境への P C B 放出量として 14,000 ~ 140,000kg / 年という値を用いて、P C B 廃棄物処理事業を実施した場合の効果を、放出量が低減される量として定量化の試算をすることができるものと考えられる。そして、(2)の場合と同様に、ごみ焼却施設ダイオキシン対策事業と P C B 廃棄物処理事業とで、環境へのダイオキシン放出量の低減効果と費用を比較することで、効率性のある程度評価することができるものと考えられる。このため、こうした考え方に基づく効率性を(4)において試算することとする。

この場合、環境中への放出量は、様々な仮定をおいて計算されるものであり、その放出量を検証するためには、平井ら(2003)等のようなアプローチを行うことが必要である。むしろ、実際に目に見えた数値として得られるのは、環境中の濃度であることから、本質的には環境中の濃度がどれくらい低減されるかということの効果をとらえることが重要であり、またわかりやすいと考えられる。P C B は難分解性であり、環境中での残留性が高いため、土壌や底質などの濃度は P C B 放出量の変化を直ちに反映するわけではないが、環境中濃度の低減傾向をつかむという点については、今後の検討課題である。なお、環境中濃度の低減傾向をつかむには長期的なモニタリングが必要であること、及びすでに環境中に存在する P C B や、保管 P C B 以外の汚染源があることに留意が必要である。

人への曝露量の低減効果

前掲した平井ら(2003)においては、P C B 放出量推定値やそれをふまえ構築されたモデルを通じ、P C B をコプラナ P C B としてとらえたダイオキシン類の人への曝露量の推定を行っている。環境中から人への曝露量を推定するに当たって

は、図3-4に示した暴露経路を考慮している。

この結果によれば、日本全体でのコプラナPCBの全人口の集団曝露量は、保管継続の場合に86～280mg-TEQ/年であるのに対し、処理促進の場合には0.0011～0.079mg-TEQ/年であり、両者は 10^3 ～ 10^6 程度異なることが示されている。また、処理施設周辺を10km四方とし人口を16,700人と仮定した施設周辺の人口の集団曝露量は、保管継続の場合に0.011～0.037mg-TEQ/年であるのに対し、処理促進の場合には0.00067～0.0044mg-TEQ/年であり、両者は 10^1 ～ 10^2 程度異なることが示されている。さらに、日本を除く北半球の居住人口の集団曝露量については、保管継続の場合に100～400mg-TEQ/年、処理促進の場合に0.0022～0.12mg-TEQであり、両者は 10^3 ～ 10^6 程度異なることが示されている。この推計では、評価対象期間を現在から10年間とし、保管継続の場合には10年後以降の保管継続によるリスクや、処理促進の場合の輸送過程での事故リスクなどは未検討とされているほか、地理条件、環境動態モデル、PCB放出量設定に起因する不確実性が存在しているとされている。こうした未検討事項や不確実性を前提とした上で、PCB廃棄物処理事業実施による人への健康影響リスクの削減効果が定量的に示されているといえる。

こうしたことから、保管継続の場合の日本の全人口に対するコプラナPCBの集団曝露量として86～280mg-TEQ/年という値を用いてPCB廃棄物処理事業の効果を、日本の全人口に対する集団曝露量が低減される量として定量化することができるものと考えられる。そして、(2)の場合と同様に、ごみ焼却施設ダイオキシン対策事業とPCB廃棄物処理事業とで、集団曝露量の低減効果と費用を比較することで、効率性のある程度評価することができるものと考えられる。このため、こうした考え方に基づく効率性を(4)において試算することとする。

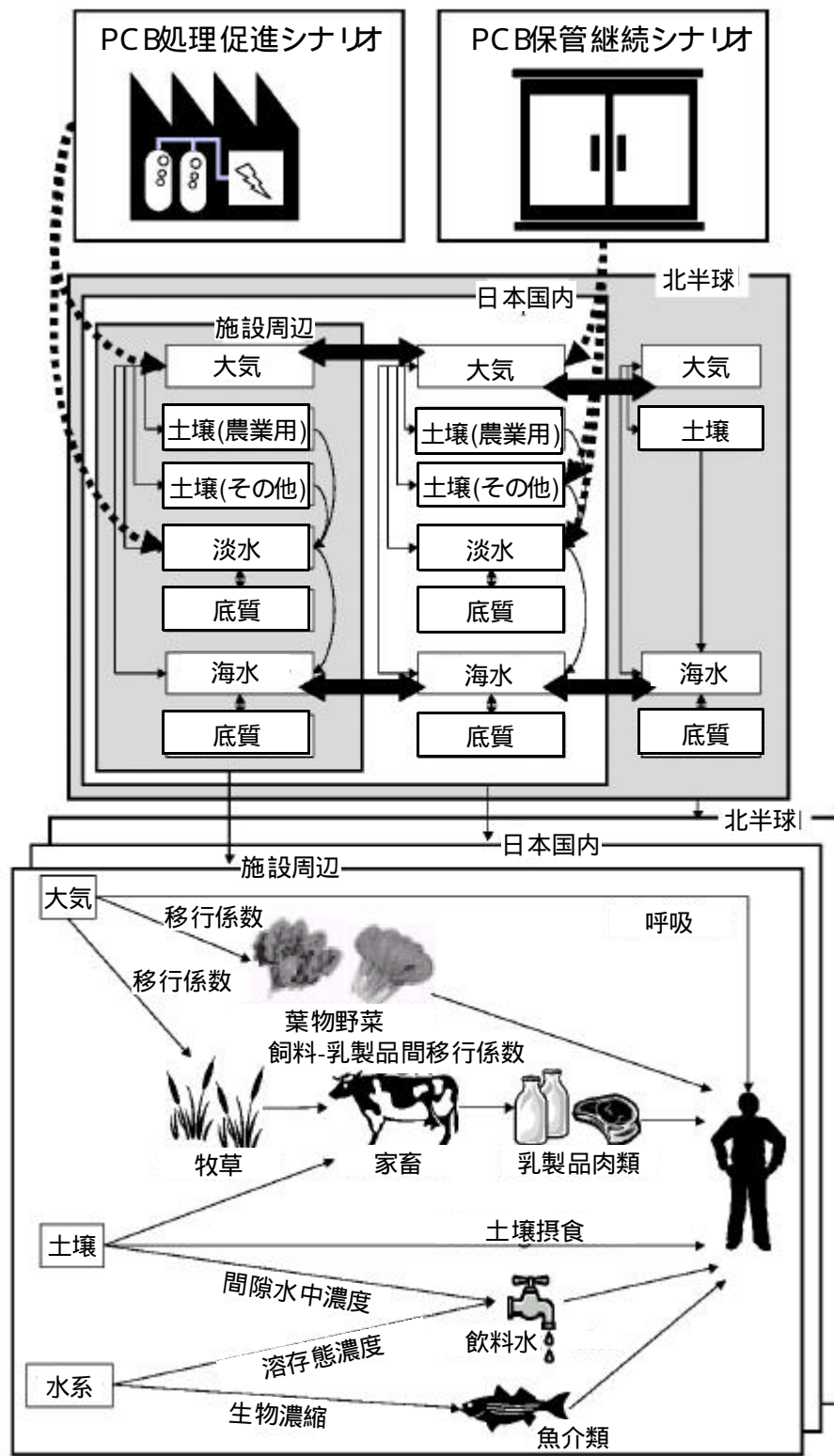


図3-4 環境中から人への暴露経路 (平井ら(2003)をもとに作成)

(4) P C B 廃棄物処理事業による環境へのダイオキシン放出量の低減効果及び人への暴露量の低減効果に基づく効率性の評価

環境へのダイオキシン放出量の低減効果による評価

a) 放出量の低減効果による評価

(3)の に述べたように P C B の環境への放出量は、保管継続の場合に、土壌排出時で140,000kg/年、大気あるいは水系排出時で14,000kg/年が上限であることから、土壌、大気、水系を含めた全体の環境への放出量の低減効果の上限は、140,000kg/年とする。ここでは、媒体毎の環境への放出量の低減効果ではなく、環境全体への放出量の低減効果によって評価を行うが、媒体毎の放出量の暴露量段階での評価を行う場合に必要となる。平井ら(2003)では、処理対象 P C B 量を40,199 t と推定しているのに対し、ここでは、(2)に述べた5事業の処理対象 P C B 量が14,500 t であることから、環境への放出量の低減量が処理対象量に比例的であると仮定して、P C B の放出量の低減量を50,500kg/年とする。これをダイオキシン類(コプラナ P C B)に換算すると、1.1kg-TEQ/年となる。

(2) で、ごみ焼却施設ダイオキシン対策事業の効果を算出したのと同じ期間を対策効果を見込む期間として設定すると、P C B 廃棄物処理事業によるダイオキシン放出量の低減効果及びダイオキシン放出量 1 kg低減費用は、表3-9のとおりである。ごみ焼却施設ダイオキシン対策事業によるダイオキシン放出量 1 kg低減費用は表3-7と同じであるが、表3-9に再掲する。

この結果から、環境へのダイオキシン放出量の低減効果で効率性を評価した場合には、P C B 廃棄物処理事業はごみ焼却施設ダイオキシン対策事業と同程度であると考えられる。なお、P C B 廃棄物処理事業の効果は、b)に示すように長期間に及ぶものであるが、対策効果を見込む期間をここ10年から30年間とし効率性を評価することは、本事業が基本的に現世代で費用負担するものであることから、費用負担者にとっての効率性の評価という点で意味があると考えられる。

表3-9 P C B 廃棄物処理事業によるダイオキシン放出量 1 kg低減可能量当たり費用

算定期間	10年間	20年間	30年間
ダイオキシン低減可能量 (kg-TEQ)	11	22	33
低減費用(億円/kg-TEQ)	140 (171)	70 (82.3)	46 (54.2)

注：低減費用の欄のかっこ内の数値は、ごみ焼却施設ダイオキシン対策事業の場合の低減費用である

b) P C B 存在量の全部が環境中に放出されることを考慮した評価

次に、(1)で述べた存在量 = 放出量ととらえた場合の効果と効率性を計算する。

a) の評価では、処理対象量14,500 t の P C B に対応する環境中へのダイオキシン類放出量が1.1kg-TEQ/年であるから、対策期間を10年間~30年間として、環境中への放出量の低減可能量を効果として計算したものであるが、(1)に

述べたようにPCB廃棄物処理事業の実施によって、PCBの存在そのものをなくしてしまうということは、全部環境中へ放出されたであろう量を減らすこととしてとらえることができる。つまり、14,500tのPCBは、a)に述べたように50,500kg/年=50.5t/年で環境中に放出されるので、約290年間で全部が環境中に放出されるとみることができる。

そして、PCBの存在そのものをなくすということは、毎年1.1kg-TEQずつ環境中に約290年間放出されたであろうダイオキシン類の放出を低減するという効果と等しくなると考えることができる。PCB廃棄物処理事業の費用1532億円を割引率4%で約290年間に配分して、1年間当たりの費用を計算すると、1年間当たりの費用は61億円(1532億円×4%)となる。

ダイオキシン放出量1kg低減可能量当たりの費用は、55億円となり、ごみ焼却施設ダイオキシン対策事業と同程度である。

なお、放出量の段階でPCB廃棄物処理事業とごみ焼却施設ダイオキシン対策事業とを比較することは、排出先の環境媒体の違いや異性体毎の生物濃縮性の違いを考慮しておらずこうした点を反映した評価ではないことに留意が必要であり、次に示す暴露量段階での評価をできるようにすることが重要である。

人へのダイオキシン暴露量の低減効果による評価

(3) に述べたようにPCBに含まれているコプラナPCBの日本の全人口に対する集団暴露量は、保管継続の場合の上限が280mg-TEQ/年であり、これがPCB廃棄物処理事業によって、280mg-TEQ/年と比較して無視し得るほど小さい値にまで低減される。平井ら(2003)では、処理対象量を40,199tと推定しているのに対し、ここでは5事業の処理対象PCB量が14,500tであることから、暴露量の低減量が処理対象量に比例的であると仮定して、ダイオキシン類の暴露量の低減量の上限を100mg-TEQ/年とする。

一方、Kishimoto et al(2001)の結果等から、ごみ焼却施設ダイオキシン対策事業による全人口に対する集団暴露量の低減量は、約530mg-TEQ/年と算出される。なお、PCBの場合の暴露量を推定しているモデルとごみ焼却施設ダイオキシン対策事業の暴露量を推定しているモデルは異なっているため、両者を単純に比較することはできない。このため、参考的に暴露量削減量当たりの費用の試算を行うこととする。対策効果を見込む期間を30年間とすれば、PCB廃棄物処理事業の場合の暴露量低減量当たりの費用は、0.5億円/mg-TEQとなり、ごみ焼却施設ダイオキシン対策事業の場合の暴露量低減量当たりの費用は、0.46億円/mg-TEQとなる。前述のとおり、暴露量推定の前提となるモデルが異なるなどから、両者の大小を比較することは適切ではないものと考えられる。

(5)ダイオキシン対策としての既存事業との比較による効率性評価の課題

現に存在しているPCBの削減という段階での評価

今回の評価では未算定の事項があり、施設整備費用分だけを増加費用として考慮しているところであるが、今後は、施設稼働時の維持管理費用などの経費を算定する必要がある。

また、増加費用は、対策事業の費用から保管費用を差し引いて計算されるものであるため、保管費用を算定することも必要である。費用以外の事項としては、コプラナPCB以外のダイオキシン類であるPCDFについても検討することが重要であると考えられる。

環境中への放出量の低減という段階での評価

人の健康影響や生物への影響といったリスクを減らすという観点からは、環境中への放出量の低減を効果としてとらえることが必要である。今回の評価では放出量推定と環境動態のモデル解析について、実際の環境中のモニタリングデータによって検証している平井ら（2003）の研究を前提として、過去の環境庁の環境放出量推定を用いたが、今後、より信頼性の高い放出量推定を行う必要がある。

また、環境中への放出量の低減は、様々な仮定のもとで計算される量であり、直接計測されるのは環境中の濃度である。そして、環境中への放出量の低減ということの本質的な意味は、環境中の濃度がどの程度低減されるかということであるから、効果を環境中の濃度でとらえることが重要である。また、国民に対しては、放出量のように目に見えない間接的な数値ではなくわかりやすいこと、実際の環境中の濃度のモニタリングによって将来において検証も可能でもあることから、濃度で効果をとらえるようにすることは、今後の検討課題である。

人への暴露量の低減という段階での評価

この段階での評価が可能となることによって、ダイオキシン対策以外の有害物質対策やリスク削減策と比較することができると考えられるため、複数の方法によって効果や効率性を評価するという観点からは、重要な評価の方法である。

ダイオキシン類の暴露量の低減から発がんリスクをの減少を推定すれば、他の発がん物質対策との比較が可能となり、さらに、発がんリスクの減少から余命の延長を推定すれば、発がん物質以外の有害物質対策との比較が可能となり、環境分野では汎用性が高く、本検討においてもできるかぎり具体化を図ることが必要である。

今後は、で指摘した課題に加え、環境動態のモデルの使い方（同じモデルで暴露量を推定すること等）や、より実際に近い動態を表現できるようにモデルを改善することを検討することが適切である。また、暴露量、発がんリスク、余命の延長などの推定の各段階における不確実性をどのように評価するか等が課題である。

3.4 その他の方法による効率性の評価の方向性と課題

(1) 生命の価値による費用便益分析

3.3節の評価に係る検討を進め、P C B 廃棄物処理事業による健康影響の低減を余命の延長として定量化し、さらに、生命の価値（確率的生命の価値）を貨幣化することができれば、P C B 廃棄物処理事業そのものの便益が求められる。このようにすれば、費用便益分析が可能となる。しかし、確率的生命の価値については、多くの議論が必要であり、不確実性等が課題となると考えられる。

(2) 代替的費用との比較による効率性の評価

代替的費用での比較による効率性の評価として、高水準の保管（紛失等が生じない保管）を想定した費用で検討することが考えられる。また、これまでと同様の保管が継続されることを前提とするという点において、とは異なる方法であるが、不明・紛失等が一定の割合で発生することによって生ずる土壌汚染の修復費用で検討することも考えられる。

高水準の保管費用

代替的な手段として、保管の水準を高め、厳重な保管を行い、P C B は残るが、環境中に放出されないようにすることを想定し、その場合の保管コストを便益として費用と比較することが考えられる。この場合の保管コストは様々な推定や他の保管コストを参考として推定することが必要となる。また、P C B が処理されずに残るということをどのようにとらえるかが課題であると考えられる。

不明・紛失等による土壌汚染の修復費用

代替的な手段として、保管を継続するが、紛失等によって土壌汚染が起きた場合に汚染修復することを想定し、その場合の修復コストを便益として費用と比較することが考えられる。紛失等がどれくらい土壌汚染につながるかの推定や、汚染修復コストがどれくらいになるかを推定する必要がある。また、土壌汚染以外には、現実的に修復対策が困難であるため、環境汚染の修復コストの一部のみを見込むものであるということが課題であると考えられる。

また、P C B 廃棄物をどのような方法で処理するか、例えば、化学的な処理が高温焼却を含む他の処理かという観点から処理方法間の効率性を評価することは、化学処理が実現性の観点からは事実上唯一の手法として選択されたという事実を踏まえる必要があるが、こうした観点からの評価は、以下に述べる点からも重要であり、今後の検討課題である。

化学的な処理方法は、P C B を分解することが中心であるが、P C B 廃棄物には、P C B が付着したものや、しみこんだものがあり、このような形態の廃棄物からP C B を分離、除去することが化学処理の前提となる。こうした分離、除去の過程は、それ自体相当の費用を要するものである。

そして、P C B 廃棄物の中には、高濃度の液状のP C B を相当量含んでいる

高圧トランス、高圧コンデンサ及びこれらと同じ程度の大きさの電機機器以外に、かつて家電製品に使用された低圧コンデンサなどの小型の電機機器、感圧複写紙、PCBをふき取ったウエス（布）、PCBを含有する汚泥など多様な廃棄物がある。これらの小型の電機機器等の多様なPCB廃棄物については、高温焼却を含め、より効率的な処理技術の適用が考えられる。

このようなことから、化学的な処理方法と高温焼却を含む他の処理方法について、効率性の比較を客観的に行うことが重要である。

(3) 保管継続による環境中への漏洩等による被害額での評価

保管を継続した場合の火災などの緊急事象により生じた環境中への漏洩等の被害額を推定することができる。そして処理を行うということはこうした被害を防ぐことになるので、被害額を便益として費用と比較することができる。

どのような緊急事象を想定するかについては、カナダの火災事故の事例のように海外の事故事例などを参考とすることが具体的でわかりやすいと考えられるが、事故の発生確率を適切に設定できるかが課題である。また、様々な仮定をおくことも必要になると考えられる。

なお、ベルギーの食肉汚染の事例（直接的なもので約10億ユーロ、間接的なものまで含めると約30億ユーロと推定されている）などもあるが、これは緊急事象とはいえ極めて特異な例であるから、こうしたケースを評価を行う際に想定することは、慎重に考えるべきである。

また、保管を継続する場合にこうした緊急事象の評価とあわせて、PCB廃棄物の処理を前提とした場合の処理施設操業中の緊急事象やPCB廃棄物の運搬中の緊急事象を評価し、緊急事象という観点で両者を比較することが適切であると考えられる。こうした評価に当たっては、保管継続の場合、処理を前提とした場合のどちらの場合においても、発生確率などが通常想定しうるような性質の緊急事象であるかどうかを吟味して行うことが重要であると考えられる。

3.5 その他の視点からの評価に関する課題

(1) 緊急性又は計画的な処理に関する検討

今後、3.3節(2)の場合の効果をもとにして、事業の遅延に伴い、PCB廃棄物処理事業の効果、費用がどのように変化するかについて、割引率の概念を用いて解析を行うことが有意義であると考えられる。

この場合、事業の遅延に伴い、PCBの処理期限も遅延すると設定して計算する方法と、事業の開始は遅延するが処理期限は遅延することはできないものとして計算する方法が考えられる。前者は、事業を先送りすることの影響を評価することになり、緊急性の評価になる。一方、後者は、先送りはしないが開始を遅延することによる影響を評価することになり、計画的な処理の意義を評価することになる。

(2) 公平性の評価

事業を実施する際には、費用やリスクの負担に関し、世代公平性や地域公平性等のいわゆる公平性の評価が重要である。

ここでいう世代公平性とは、事業による費用や便益、あるいは両者の関係が、世代によって異なる、という公平性とする。負の遺産を所与のものとして将来世代に負荷することの是非といった視点も重要であるが、そもそも本事業はPCB廃棄物の処理を先送りしてこのまま長期にわたって保管を継続することを選択するのではなく、期限を切ってPCB処理を行い、次世代への付け回しを回避することが出来る。その意味で、次世代への公平性は自明であると言える。そして、ここまで整理したように、数十年といった現世代を対象とした分析において、既に行われている事業と比較して十分な効率性を有することが確認されていることから、現世代で過大な負担をするということにはならないものと考えられる。

処理施設立地地域とそれ以外の地域との地域間の公平性の評価については、平井ら(2003)の研究によって試算が行われており、処理施設周辺でのPCB廃棄物に由来する個人曝露量は、保管継続時の同地域の個人曝露量に比べ一桁程度減少する(1.9~6.1pg-TEQ/人/日 0.11~0.72pg-TEQ/人/日)ことが示されており、処理施設周辺においても事業の効果があることを明らかにしている。

また、同研究では処理施設周辺以外(立地しない他地域)でのPCB廃棄物に由来する個人曝露量も評価し、その結果から、PCB処理促進によるPCB廃棄物に由来する個人曝露量の削減量は、処理施設周辺、処理施設周辺以外とも同程度であるが、処理施設周辺以外の処理促進時のPCB廃棄物に由来する個人曝露量は、保管継続時の同地域の個人曝露量に比べ三から五桁程度減少する(1.9~6.1pg-TEQ/人/日 0.0017~0.000023pg-TEQ/人/日)ことが示されており、処理施設周辺に比べ、さらに小さい値となっている。この結果は、『どこの地域にとっても効果はあるが、効果の多寡は地域によって異なる』ということになると考えられるが、この点を公平性という視点からどのように評価し、国民に説明し、理解を得ていくかということは、重要な課題である。