

廃棄物処理等科学研究費補助金 総合研究報告書概要版

研究課題名・研究番号=地域資源循環に係る環境会計表の作成とその適用

国庫補助金精算所要額（円）=65,608,000 円（複数年の総計）

研究期間=2004・2007

代表研究者名=井村秀文（名古屋大学大学院）

共同研究者名=奥田隆明・白川博章（名古屋大学）、田畑智博（名古屋大学（現（独）産業技術総合研究所）、森杉雅史（名古屋大学（現名城大学））森口祐一・橋本征二・田崎智宏（（独）国立環境研究所）、松藤敏彦（北海道大学）、二渡了・松本亨（北九州市立大学）、中山裕文（九州大学）

研究目的=循環型社会形成を目指した取り組みが活発になるにつれ、自治体の一般廃棄物処理事業やその関連施策の効果や効率に対する関心が高まっている。最初の単純、明快な質問は、ごみ1トンの処理に要する費用はいくらか、それは果たして合理的かというものである。市町村の予算資料を基にこの質問に一応答えることはできるが、そこにはさまざまな問題がある。第一の問題は、現行の自治体会計システムに起因する情報の不備である。たとえば、人件費、施設の運転費・維持管理費、材料費等の細目が不明なことが多く、予算と実際の使途が異なることもある。また、現在の単年度会計システムでは、過去から整備された施設・備品等のストックの量、機能等がただちには把握できない。第二の問題は、より総合的な費用と便益に関するデータの不備と分析評価手法の未確立である。予算データは、処理事業に要する直接的な経費を示すだけであり、事業の波及効果、たとえば、環境保全効果、不法投棄や汚染リスクの回避効果、最終処分場跡地利用の便益、環境負債等は不明である。また、事業者の処理責任と自治体業務の分担が費用面から見て適切かといった問題もある。第三の問題は、マテリアルフローの終端での廃棄物処理事業を循環型社会形成という大きな枠組みの中で位置づけた場合の評価視点・手法の未確立である。現在、多くの市町村において品目別の収集・処分量、資源化量等のデータが発表はされているものの、循環型社会形成という政策目的に照らして見た場合に、それらの値がどのような意味を持つのかの分析はほとんど行われていない。

こうした状況の下、最近いくつかの自治体で一般廃棄物処理事業に関連した物質フローの把握、CO₂排出量の算定、環境負荷のLCA等が試みられているが、環境会計としての体系的な分析枠組みが完成しておらず、費用データ等の未整備、データの算出根拠の不明確、データ相互間の整合性不足といった問題がある。また、資源循環の上流から下流までの全体を分析・評価するためのシステム化が不備で、循環型社会構築という政策目標に応じた事業評価を体系的に行うには不完全である。そこで、本研究では、地域の資源循環と自治体の一般廃棄物処理事業に焦点を当てた環境会計の確立というコンセプトによって、整備すべきデータ項目を整理し、地域の物質フローとそれに付随した金銭フローを体系的に表現できるような環境会計表の体系を開発するとともに、具体的な市を対象に実際にデータを整備し、その実行可能性と有効性を評価する。

研究方法=研究は大きく次の分野に分けて実施した。

① 地域資源循環に係る環境会計表の運用上の問題点評価と改善（名古屋大学）

- ② マクロ・メゾ・ミクロ（国、地域、事業体の各レベル）の環境会計の構築（（独）国立環境研究所）
- ③ 名古屋市、北九州市、福岡市、北九州エコタウンのケーススタディ（名古屋大学、北九州市立大学）
- ④ 自治体における廃棄物処理コスト推定（北海道大学、（独）国立環境研究所）
- ⑤ 一般廃棄物処理施設への環境会計の適用（九州大学）
- ⑥ 一般廃棄物処理事業が創出する非市場価値のサービスの仮想価値評価（名古屋大学）

いずれの研究も、国、自治体等の様々な統計データの収集と解析、自治体を対象としたケーススタディが中心であるが、研究メンバー全員が集まる研究会において相互の密接な情報交換を行い、統一的、体系的な概念の整理、整合的な分析枠組みの構築を目指した。

結果と考察=マクロ・メゾ・ミクロの各レベルでの地域資源循環に係る環境会計表の枠組みを整合的に取り纏めることが可能な、環境会計の概念を提示した。また、これに基づき、廃棄物処理事業に係る物質フロー、金銭フロー及びライフサイクルコスト等を分析し、自治体別のケーススタディを実施した結果、本研究において提示した環境会計が、各レベルでの政策分析及び廃棄物処理事業の効率化に対し、有効であることが示唆された。

マクロ・メゾ・ミクロ環境会計の構築では、国レベルの資源循環政策と自治体における廃棄物処理の両方を記述するマクロ環境会計と、自治体の廃棄物処理事業を対象としたミクロ環境会計の2つの枠組みについて検討した（（独）国立環境研究所）。

マクロ環境会計については、まず、関連する会計表や実態調査の実状や課題を整理した。内閣府経済社会総合研究所の日本版環境経済統合勘定においては、廃棄物処理サービスの利用、リサイクル財の産出、廃棄物処理に伴う帰属環境費用といった数値が示されており、廃棄物処理施設のストックや減価償却の記述、外部環境費用の記述など、環境経済統合勘定の基本的枠組みを採用したことの利点も多いことを確認できた一方で、例えば最終処分の帰属環境費用については中間処理による減量化費用の原単位を最終処分量に乗じる方法で求められたものであり、廃棄物の焼却や最終処分によるさまざまな形態の環境汚染への懸念を取り入れた方法は採用されていないことを確認できた。また、産業連関表や一般廃棄物実態調査においても同様であるが、体系的に物質フローを把握するうえでは、廃棄物処理の収集、中間処理、最終処分、再資源化、再生製品の利用といった一連の構造が把握できるようになっていないことを確認できた。また、リサイクル法などの循環施策の効果を検討した文献等からは、1) 循環施策で得られた便益は事例ごとに任意に選定されており、体系的・網羅的に整理して勘定・評価されていないこと、2) そもそも廃棄物処理・処分費用がフルコストで把握されていない、もしくは信頼度の高い情報がないことから、循環施策の便益評価も不確定になってしまうことが確認できた。

次に、リサイクルに伴うカネとモノの流れの実証分析事例として、容器包装リサイクル法をとりあげ、マクロ環境会計表の枠組みを試作するとともに、適用を行った。会計表は、国連の環境経済統合勘定と物量産業連関表をふまえ、廃棄物処理・リサイクルに関連する関係主体間の物質フローと金銭フローの記述できるようにした。これにより、費用負担上の課題や自治体の内外の区別、リサイクルの適用による資源消費、環境負荷の削減効果を包括的に表現できる。容器包装廃棄物のリサイクルの部分においては、自治体が負担する分別収集・選別保管や特定事業者が負担する再商品化の費用とその量、再商品化製品の販売やリサイクルされなかった場合の収集・処理の費用と量などを体系的に調査・整理した。また、一般廃棄物処理の部分については環境省一般廃棄物実態調査のデータを利用した。ただし、金銭フローについては費目別のデータはあるものの、収集運搬、中間処理、最終処分といったごみ処理の各活動に対応した全国ベースの費用データがなかったため、それ

ぞれの推計・按分を行った。これらの調査・推計結果をまとめて得られるマクロ環境会計表をもとに、家庭系の一般ごみの処理と、PETボトル以外の容器包装プラスチック（以下容器包装プラ）のリサイクルの対比などの考察を行った。平成16年度において、家庭系の一般ごみは3379万トンが排出され、うち47万トンが容器包装プラである。容器包装プラは、分別収集、選別過程を経て再商品化事業者に44万トンが引き渡され、そのうち31万トンが再生樹脂や還元剤等の再商品化製品として利用される。この間の収集、選別、再商品化に、総額892億円の費用がかけられている。つまり、1トンの再生樹脂等を得るために29万円の費用がかけられている計算となる。ただし、1トンの容積の大きな廃棄物減量のために29万円の費用をかけていると理解することもできるので、29万円/トンの費用を目的別に分配しないと厳密な費用効率性は判断できない。また、この容器包装プラの総費用のうち、349億円が事業者、553億トンが自治体の負担分であり、再商品化費用については事業者負担分の方が大きいものの、総費用でみれば自治体負担分が大きいことが分かる。一方、残る3332万トンの一般ごみ（容器包装プラを除く）については、2583万トンが直接焼却、633万トンが焼却以外の中間処理をされ、処理残渣のうち122万トンが焼却処理されている。また、直接埋立分と処理残渣の埋立分をあわせた549万トンが埋立処分されている。この間に総額1兆2431億円の費用がかけられているので、排出された一般ごみ1トン进行处理するために3.7万円の費用がかけられている計算となる。収集運搬と埋立処分の費用単価はそれぞれ1.5万円/トン、3.0万円/トンであり、仮に全ての一般ごみが直接埋立した場合にはトンあたり4.5万円の費用がかかる計算になるため、中間処理を行うことによって減量化だけでなく、費用の削減も実現できていることが分かる。

ミクロ環境会計については、企業環境会計における議論や廃棄物会計における議論をレビューし、自治体の廃棄物処理事業を対象とした環境会計の枠組みを設計するにあたって重要と考えられる点を整理した。その結果、第1に、ストック情報も記述できる枠組みとしておく必要があること、第2に、廃棄物処理という環境保全活動に関わるコストやその環境保全効果、経済効果と、廃棄物処理に伴って発生する環境負荷を低減するための環境保全活動に関わるコスト、環境保全効果、経済効果が分けられることが望ましいこと、第3に、コストと環境保全効果、経済効果を対応させることが必要であることなどを示した。また、これをベースに、自治体の廃棄物処理事業の費用効果や効率性を検討できる環境会計の枠組みを設計し、報告のフォーマットを提示した。提案したフォーマットは、環境ストック計算書、環境フロー計算書、環境財務計算書の3つの計算書から構成されている（表1）。また、自治体ごとの実施可能性の違いを考慮し、企業環境会計をベースとした環境会計拡張型、廃棄物会計をベースとした廃棄物会計拡張型、これらを統合した統合型、の3種類のフォーマットを示した。環境省版環境会計の枠組みの拡張という観点では、廃棄物処理事業という環境保全目的の事業を対象として、環境保全効果計量の枠組みを提示した点が特筆できる。

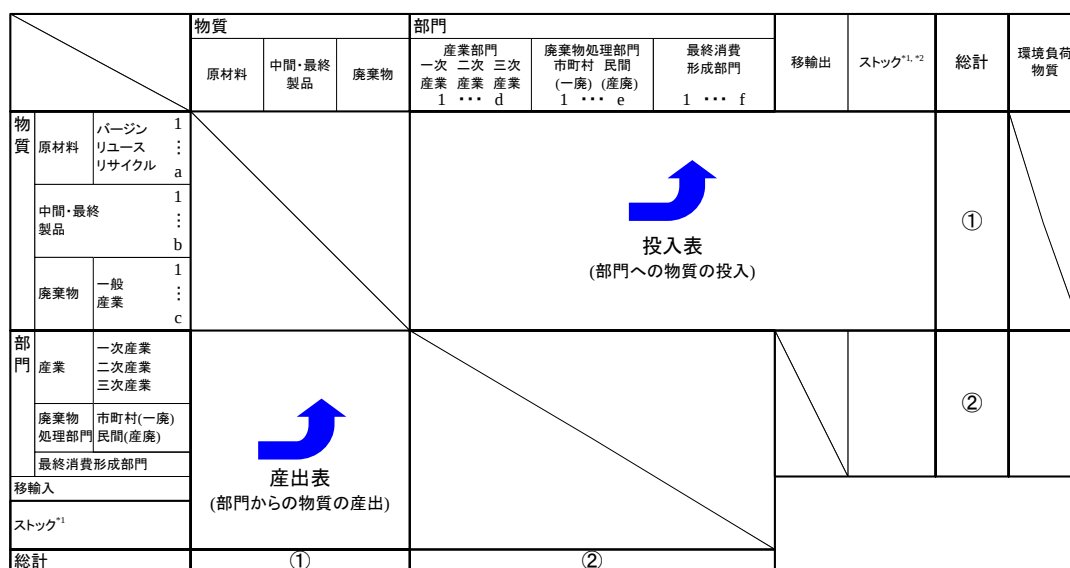
表1 自治体の廃棄物処理事業を対象とした環境会計の枠組み

計算書	構成要素	環境会計 拡張型	統合型	廃棄物会 計拡張型
環境ストック計算書	環境資産(自然・人工) 環境負債(固定・累積)	○		○
環境フロー計算書	環境資産変動計算書	○		○
	環境負債変動計算書	○	○	
環境財務計算書	投資・費用 収益・費用節減	○	○	○

名古屋市のケーススタディでは、地域資源循環に関わる資源、製品、廃棄物といった物量データなどを会計様式で計上することで、物質フローの体系的な記述を可能とする物質フロー会計表の枠組みを作成した（名古屋大学）。本表の体系は、マテリアルフロー分析や経済分析でよく用いられている産業連関表をベースにしており、産業、家庭、廃棄物処理の各部門における各物質の投入量と産出量が計上される(図-1)。

本表を名古屋市に適用し、名古屋市の「ごみ非常事態宣言」後の一般廃棄物処理政策を物質フロー面、貨幣面から評価した。その結果、宣言前後(1998年と2001年)において、一般廃棄物排出量の約11%の減少、リサイクル量の約257%の増加、最終処分量の約54%の減少が見られ、処理政策の効果が認められた(図-2)。また2001年における資源生産性の値は394.4[千円/t](2000年における国の値は280[千円/t])と高い値を示した。しかし資源循環全体から見ると、リサイクルの約97%、また最終処分の100%を市外で行っていることが明らかになり、本市の処理政策は市外に依存することで成り立っていることが示唆された。また処理政策の実施により、廃棄物処理コストが約6%増加し、住民の税金に占める廃棄物処理費用の割合が増加していることが明らかとなった。

次に、メゾレベルの物質フロー会計表における、地域外物質移動に関するデータ補完のため、プラ製容器包装廃棄物に焦点を当て、域外処理のメカニズムを分析した。まず、全国の各市町村から排出されるプラ製容器包装廃棄物の、全国の各リサイクル施設への移動状況を把握し、リサイクル施設の空間配置特性を把握した。ここでは、リサイクル技術別のリサイクル施設が設置されている市町村及びその周辺市町村の社会・経済属性を、統計資料やGISにより抽出し、各属性がリサイクル施設の立地に与える影響を分析した。その結果、材料リサイクルを実施するリサイクル施設は、労働人口が多い地域に設置されていること、コークス化、還元剤製造を実施するリサイクル施設は、鉄鋼業が立地している地域に設置されていることが示された(図-3)。



*1: 在庫・固定資本形成

*2: 部門内へのストック、バージン原材料採掘・生産分、エネルギー・水最終消費形成分、減量化分・最終処分としての自然環境内へのストック

図-1 物質フロー会計表の体系

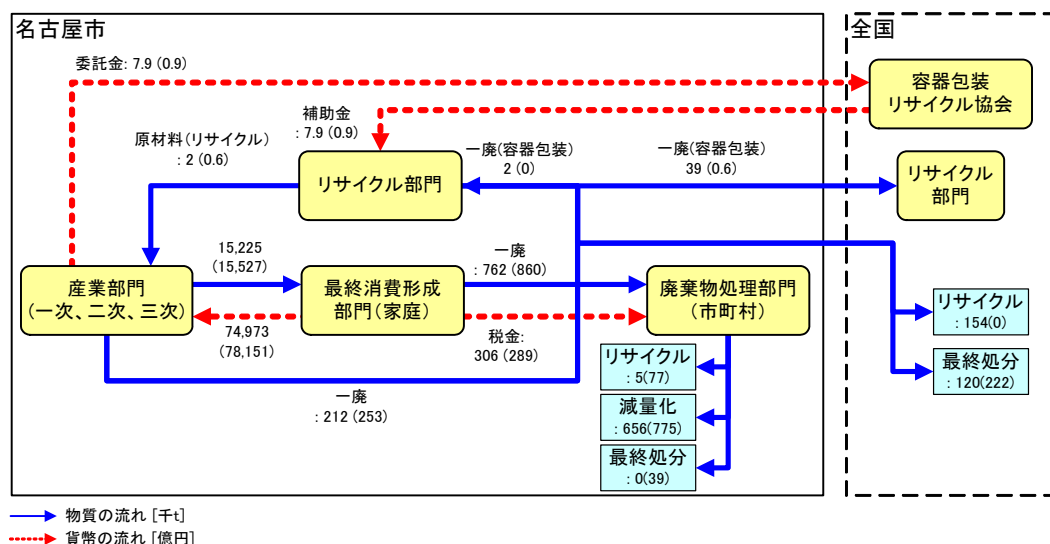


図-2 一般廃棄物を中心とした 2001 年、1998 年における物質・貨幣フローの推計結果(カッコ内は 1998 年の結果)

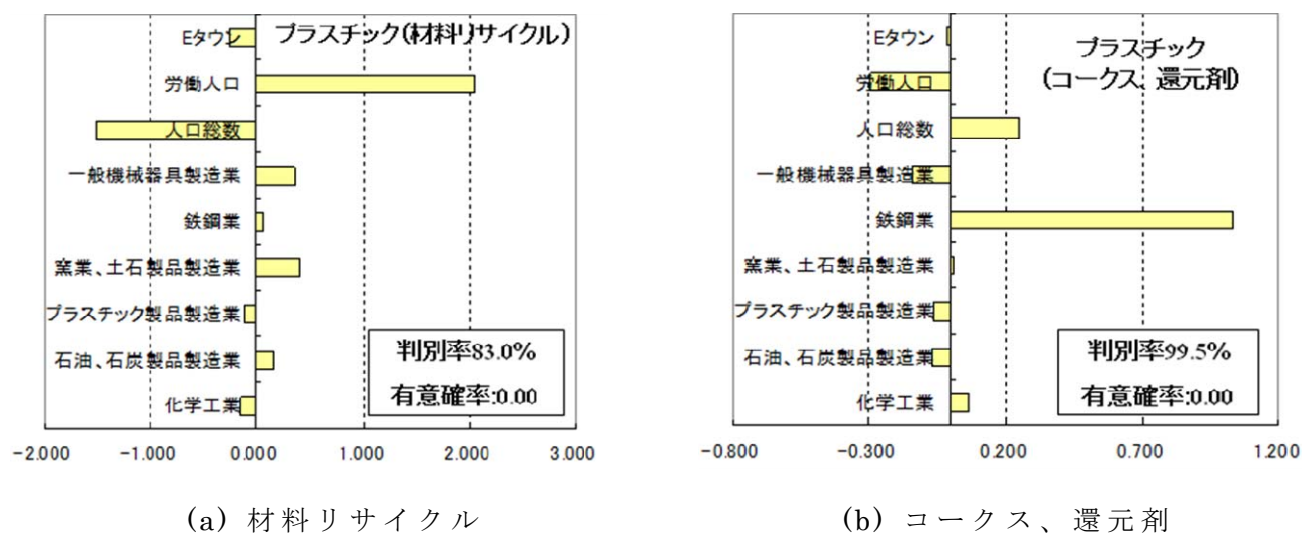


図-3 判別分析の結果

次に、名古屋市一般廃棄物処理事業をケーススタディとして、廃棄物環境会計の作成時に利用可能なデータ項目の収集及び整理を行った(名古屋大学)。データの収集期間は 1954 年度から 2004 年度であり、廃棄物処理量、処理コスト、ストックの資本投資、環境負荷に関するデータの整理を行った。これらのデータを用いて、特にストックの観点からみた一般廃棄物処理事業の現状評価を行った。結果として、1954 年度を 0 とした場合に、2004 年度において、工程全体での資産価値は約 1,100 億円である(図-4)。その大部分は焼却施設によるものであり、特に 1970 年代以降の増加が顕著である。これは、ごみ処理量の増加に伴い、処理規模の大きい焼却施設が多く建設されるようになったことが考えられる。また、2004 年度における工程全体の処理原価のうち、約 77% が処理費、約 23% が減価償却費に関する費用であった(図-5)。また、処理工程別にみると、収集工程では処理費の割合が約 95% であり、焼却工程では減価償却費の割合が約 60% であった。収集工程は人件費が多くかかるため、労働集約的な作業体系になっているのに対し、焼却工程は施設に処理を依存することから、資本集約的な作業体系になっていることが伺える。

また、現状評価での結果を踏まえ、事業の将来評価を試みた。名古屋市では、2010 年度を目標年度として、資源化政策に重点を置いたごみ処理計画を実施している。ここでは、資源循環面や環境面からみた処理目標の達成効果、これに伴う追加投資やコスト負担について、シナリオ分析を行った。結果として、目標を達成することにより、焼却量は約 14%、埋立量は約 84% 減少することになり、資源回収量は約 2.2 倍増加することになる(図-6)。これに伴い、フロー費としての焼却処理費は約 6% 減少するが、資源選別費は約 1.3 倍増加することになる(図-7)。

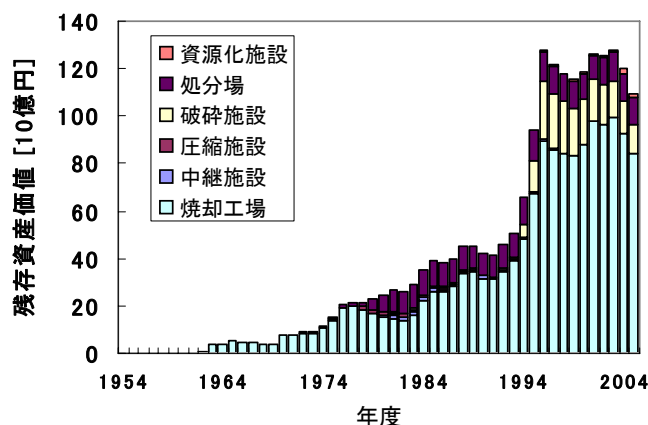


図-4 工程別での人工資産ストックの残存資産価値の推移

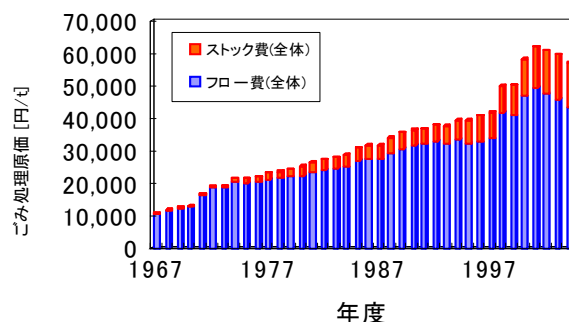


図-5 ごみ処理原価(事業全体)の推移

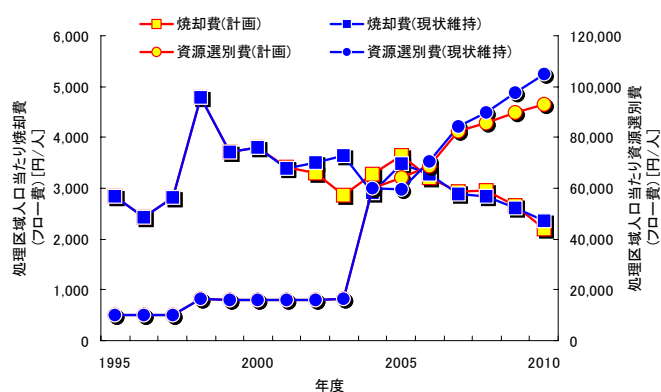


図-6 ごみ処理量の変化

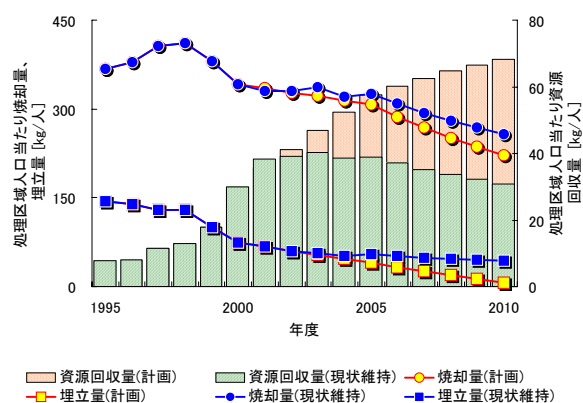


図-7 資源選別施設の許容量の変化

北九州エコタウンについては、立地企業にアンケート及びヒアリング調査を行い、さまざまな循環資源（約 77 千トン）とバージン資源（0.3 千トン）、電力、用水等の投入と、再生利用資源（70 千トン）としての算出とリサイクル残さ（7 千トン）や環境負荷発生の関係をマテリアルフロー表としてまとめ、エコタウンの存在が北九州市の資源循環に及ぼした効果を分析した。また、北九州市のマテリアルフローとそれとともなうコストを表体系にまとめ、これによって都市の資源循環構造を考察した（表 2、3）（北九州市立大学）。

さらに、企業の新たな環境管理会計として実証が進みつつあるマテリアルフローコスト会計をリサイクルチェーンに適用する手法を検討した（表 4）。廃棄物を投入原材料として受け入れ、処分量低減や公衆衛生の確保のための処理・処分を行う静脈産業においては、これら廃棄物の適正処理サービスを良品として認識する必要があることも重要な点である。また、近年の静脈産業は再生品の供給産業としての面も大きくなってきているため、再生品製造による天然資源由来の同等品製造の代替効果についても MFCA の枠組みの中で表現する必要がある。一方、マテリアロスについては、静脈産業で発生する廃棄物は域外

におけるリサイクルにまわるものもあれば、最終処分場に向かうものもあるため、これらを区別して取り扱う必要があること等示した。これを用いて、北九州エコタウンを対象にケーススタディを行い、構築した手法の有効性を検証した（表 5）。

表 2 エコタウン事業の評価フレーム

／年		経済部門			非経済部門	環境部門	計
		エコタウン	北九州市	北九州市外			
経済部門	エコタウン	域内連携	再生資源産出 (市内へ)	再生資源産出 (市外へ)	非経済部門に 及ぼす効果	廃棄 燃料の燃焼	エコタウンの 総アウトプット
	北九州市	再生可能資源 投入	－	－	－	資源の採掘	市内の 総アウトプット
	北九州市外	再生可能資源 投入	－	－	－	資源の採掘	市外の 総アウトプット
非経済部門		エコタウンに 及ぼす影響	－	－	－	環境に 及ぼす影響	非経済からの 影響
環境部門		域内連携による 影響	資源削減効果	資源削減効果	－	－	環境負荷削減 効果
計		エコタウンの 総インプット	市内の 総インプット	市外の 総インプット	非経済の 資源生産	環境への 総排出	エコタウンが 及ぼす効果

表 3 物質フロー会計によるエコタウン事業（11 企業）評価結果

t/年		経済部門			非経済部門	環境部門	計
		エコタウン	北九州市	北九州市外			
経済部門	エコタウン	内部連携 738 t	鉄 16,384 t 非鉄金属 125 t プラスチック 1,453 t 紙・木材 90 t 燃料 721 t その他 669 t	鉄 10,348 t 非鉄金属 1,258 t プラスチック 16,632 t 硝子 4,661 t 紙・木材 4,590 t 燃料 5,546 t その他 6,455 t	環境教育	10,987 t-CO2 廃棄物 7,354 t 排水 11,600 t 廃棄物による環 592 t-CO2 燃料燃焼による 10,395 t-CO2	10,987 t-CO2
	北九州市	再生資源投入 5,834 t 電力 16,109 MW 用水 20,865 t 天然資源 53 t				3,679 t-CO2 間接的な環境 3,679 t-CO2	3,679 t-CO2
	北九州市外	再生資源投入 70,349 t 燃料 1,542 t 天然資源 287 t				8,247 t-CO2 間接的な環境 8,247 t-CO2	8,247 t-CO2
非経済部門		見学者数 28.10 千人					
地域環境		バージン資源の -128 t-CO2 廃棄物削減効果 -52 t-CO2	バージン資源の -28,525 t-CO2 廃棄物削減効果 -6,557 t-CO2	バージン資源の -146,271 t-CO2 廃棄物削減効果 -59,650 t-CO2			-174,925 t-CO2
計		-128 t-CO2	-28,525 t-CO2	-146,271 t-CO2		22,912 t-CO2	-152,012 t-CO2

表 4 静脈側の工場群への適用を想定したフローコストマトリックス（物量表示）

		(t/年)			(t/年)			(t-CO2/年)					
		系内での再投入分			マテリアルコスト			システムコスト					
		廃棄物	再生材	合計	(産業廃棄物)		計	建設		運転		輸送・廃棄物処理	
					域内(市内)	域外(市外)		域内	域外	域内	域外	域内	域外
城内	良品	対象範囲内の相互連携 (既投入材の域内再投入)			最終のマテリアルロス								
	マテリアルロス												
	最終処分												
計													
域外	良品	－	－	－	対象範囲に おける物質収支								
	マテリアルロス	－	－	－									
	最終処分	－	－	－									
計		－	－	－									
計		－	－	－	廃棄物の総受入量			静脈プロセスに係る全環境負荷(LCCO2)					
リサイクルによる代替効果		－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－

表4 北九州エコタウンにおける木質系資源の現状の
フローコストマトリックス(物量表示)

		t/年				t/年				(t-CO2/年)							
		域内での再投入分				マテリアルコスト				システムコスト							
		廃棄物	再生材	合計		(産業廃棄物)		合計		建設		運転		輸送・廃棄物処理		合計	
						域外(市内)	域外(市外)			域内	域外	域内	域外	域内	域外		
域内	良品	1,212		1,212	6%		1,188	1,188	6%	N/A	N/A	11	9	1,635	276	1,932	41%
	マテリアルロス									N/A	N/A						
	最終処分									N/A	N/A						
	計	1,212		1,212	6%					N/A	N/A	11	9	1,635	276	1,932	41%
		6%		6%	—	—											
域外	良品	—	—	—	—		10,716	10,716	55%	N/A	N/A	81	1,394	8	403	1,886	40%
	マテリアルロス						3,300	3,300	17%	N/A	N/A	29	26		68	123	3%
	最終処分	—	—	—			4,212	4,212	22%	N/A	N/A	8	200		535	743	16%
	計	—	—	—						N/A	N/A	118	1,620	8	1,006	2,752	59%
	合計	—	—	—			19,416	19,416	100%	N/A	N/A	129	1,630	1,643	1,282	4,684	100%
リサイクルによる代替効果		—	—	—		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	▲17,615	—

注) —: 存在しない N/A: 存在するが算出不能

廃棄物環境会計の枠組みについて、17年度本研究グループ（北九州市立大学）によって提案した枠組みを用いて、平成16年度の福岡市の実データを事例として分析した。対象施設は、西部・南部・臨海の各清掃工場、西部・東部の各埋立場、西部資源化センター、びん・ペットボトル中継保管施設とした。いずれの計算書も、項目を「本来事業」と「その他」に分けた。一連の計算書を表6(a)～(d)に示す。全計算書を通して集計項目が細分化され、対象範囲が明確となった。その結果、多方面から細かい分析を行うことや、自治体間の環境保全コスト等の比較を行うことが可能となった。費用対効果の高い廃棄物処理事業の実施、あるいはそれに伴う情報公開のために有益な枠組みであるといえる。

表-6(a) 福岡市廃棄物環境会計

環境フロー計算書（環境資産）

増加	金額(百万円)	減少	金額(百万円)
1)自然資産		1)自然資産	
最終処分施設跡地再生自然	0	最終処分施設跡地再生自然	0
2)人口資産		2)人口資産	
本来事業 収集運搬車両	※2	本来事業 収集運搬車両	※2
焼却施設	2,030	焼却施設	2,950
最終処分施設	※3	最終処分施設	1,176
破砕選別施設	5	破砕選別施設	326
その他 廃棄物発電施設	※1	その他 廃棄物発電施設	※1
	純増減		-2,417

※1…廃棄物発電施設費用は焼却施設費用に含まれる
※2…委託、※3…不明

(b) 環境フロー計算書（環境負債）

環境負債の削減量	焼却ごみ	埋立ごみ	資源ごみ
その他 資源 エネルギー(GJ)	1,956,758		120,112
水量(m3)	26,624		
環境負荷 CO2(t)	82,184		10,150
実際に排出される環境負荷	焼却ごみ	埋立ごみ	資源ごみ
本来事業 資源 エネルギー(GJ)	-813,967	21,448	6,193
水量(m3)	69,318	2,144	2,592
環境負荷 CO2(t)	-33,111,286	903,595	260,105
その他 資源 エネルギー(GJ)	-1,282,030	25,309	40,570
水量(m3)	292,978	2,669	2,731,611
環境負荷 CO2(t)	-53,845	1,063	3,166

(c) 環境ストック計算書

環境資産	数	能力or容量	金額(百万円)
1)自然資産			
最終処分施設跡地再生自然	0 (m2)		0
2)人口資産			
(本来事業) 収集運搬車両	※3	※3	※3
中間処理施設	10	2,450 (t/日)	73,435
最終処分施設	2	3,351,391 (t)	※4
(その他) 廃棄物発電	3	40,000 (kw)	※2
環境負債		能力or容量	
1)固定環境負債			
(本来事業) 中間処理施設		336,200 (m2)	
最終処分施設		1,402,000 (m2)	
2)累積環境負債 ※1			
(資源) エネルギー		1,984,063 (GJ)	
消費水量		3,209,100 (m3)	
(環境負債) CO2		157,164 (t)	
SOx		1,533 (t)	
NOx		2,151 (t)	

※1…過去10年間分としてH16年度排出量を10倍して計上(稼動10年未満の工場については稼動からH16年までの排出量を計上)
※2…中間処理施設費用に含まれる
※3…委託、※4…不明

(d) 環境財務計算書

環境保全コスト(百万円)	投資	費用	環境保全対策に伴う経済効果(百万円)
		焼却ごみ 埋立ごみ 資源ごみ	収益 費用削減
本来事業	収集運搬 ※4	※4	
焼却	6,153	602	最終処分費用の節減
最終処分	1,610	179	3,698
再資源化		88	0
破砕選別		91	再資源化物の売却収益
委託料 ※3	399	91	140
	2,152	251	汚染修復費用の節減
			25
その他	排ガス処理 ※1	703	最終処分費用の節減
廃水処理 ※1※2	643	93	3
廃棄物発電 ※1	436		汚染修復費用の節減
飛灰処理 ※1	505		0
			廃棄物発電の売電収益
			1,001
			汚染修復費用の節減
			199
			汚染修復費用の節減
			3
合計	8,162	5,221	437
		434	合計
			5,180
			純利益
			-9,074

※1…西部・南部・臨海工場は焼却施設費用に含まれる
※2…西部・東部埋立場は最終処分施設費用に含まれる
※3…委託料については細分化が困難なため、まとめて本来事業の欄に入れている
※4…委託、※5…不明

自治体における廃棄物処理コストの推定では、廃棄物処理システムの経済的効率性を評価し、改善につなげるためにはごみ種別の収集コスト、処理方法別コストが必要である。まず札幌市を対象として処理と収集におけるマテリアルフローとコストを調査し、それらのコスト推定方法を検討した（北海道大学）。処理については耐用年数の設定、残渣処理の計算方法に考慮が必要だがその影響は小さい。収集に関してはごみ種別のデータ整備がなされていないため、収集車ごとの収集量をもとに収集車内かさ密度を推定し、のべ収集回数、必要車両台数等を計算する手順を検討した。ごみ別データのある岡山市に対して推定精度を確認し、札幌市においては資源ごみ、プラスチックは可燃ごみの5倍のコストがかかっていることを示した。

さらに自治体によって保有するデータの種類の異なるため、対象を10万人以上のすべての自治体280（東京23区を含む）とし、ごみ収集、処理に関するアンケート調査を行った。収集したデータは、各自治体が通常まとめているもので、特別に細かなものではない。回答数は収集が62自治体、処理が38自治体であり、これらのデータを分析し、さまざまなデータ形態に即してコストを計算する手順を作成した。

収集については、ごみ種別のデータは少なく、ごみ全体の収集コストのみを計算しているところが大部分であった。ごみ別の車両台数は多くの自治体で既知であるが、延べ台数が不明であり、燃料消費量などが計算できない。そこで、ごみ種、車両種類別のかさ密度を推定し、それをもとに述べ台数を求めた。また、同一車両が複数種類のごみに使われる場合は、個々のごみについて計算し、その平均を稼働日数で配分、同一のごみに複数車種を使用している場合は一日の収集回数が同じとして車両容積比で配分した。

処理コストについては、建設費、大規模工事費の減価償却費を求め、インシヤル、ランニングともに複数施設の場合は搬入量割合で重み付け平均した。焼却-破砕など、異なる施設が併設されている場合は多く、電力費、建設費、燃料費など、既往の研究をもとに搬入量、施設規模などの関数として表し、施設ごとに配分した。ごみごとの処理費は処理単価に搬入量をかければよいが、残渣の処理費も考慮しなければならない。焼却においてはごみ種別の灰分から残渣量を推定し、破砕施設においては組成ごとの可燃残渣、不燃残渣への配分比から残渣量を推定し、それぞれ後続の処理単価を乗じて、残渣処理費とした。

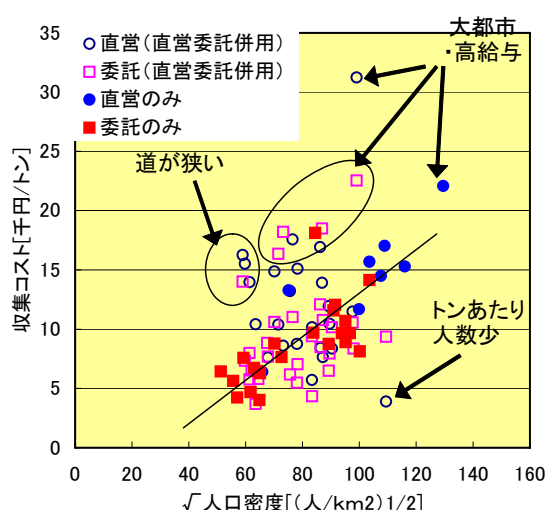


図8 トン当たり収集コスト

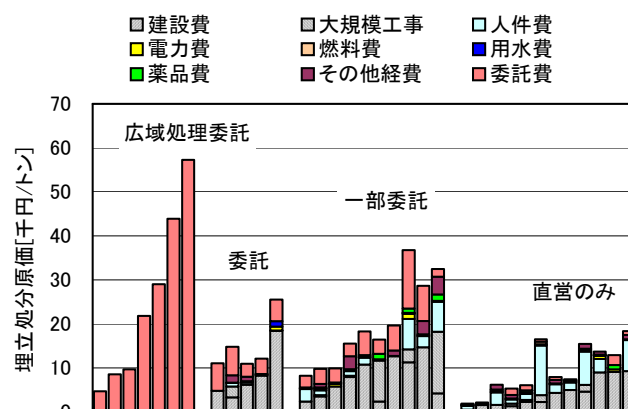


図9 トン当たり埋立コスト

図8にトンあたりの可燃ごみ収集費を示す。横軸には人口集中地域における人口密度の平方根をとった。都市部ほど収集面積が狭く効率的と考えられたが、収集費は高くなる。

これは交通状況が悪くなるためと考えられる。直営と委託にはあまり差がなく，コストが高いのは，大都市・高給与の自治体，あるいは城下町等で道の狭さが原因であると考えられる。処理費の例として，図 9 に埋立コストを示す。広域処理で高いが，上位 3 つは関東地域で設備も高度である。全体に自治体ごとの差は非常に大きく，どのような要因が影響しているのかを明らかにする必要がある。

続いて、廃棄物処理施設の施設整備・建設費用や解体費用を含めた施設のライフサイクルコストの調査を行った（（独）国立環境研究所）。ごみ焼却施設の建設費については、処理能力 1t/日あたり約 5,000 万円を中心に建設費単価がばらつく結果となった（n=206）。また、施設以前にも、計画策定、用地取得、地質・測量調査、環境影響評価、工事管理などの費用が発生しうるが、コンサルタント等への聞き取りで得られた概算費用を整理した結果からは、これらの総額は施設建設費に対して 10%以内の費用に収まると思われた。ただし、この費用には周辺道路や公園、還元施設を整備するといった費用（施設整備というよりも地域開発の費用に近い性質の費用）は含まれていない。解体費用についても値はばらつくが、施設処理能力 1t/日あたり 300 万円程度の解体費用がかかることが示された（n=21）。ランニングコストにおいて長期間にわたる施設データを収集し、人件費、需用費、保守管理・修繕更新費、副生成物運搬・処分費が大きな割合を占めていることを確認した。図 10 に示すように、費目をごみ実処理量あたりに換算した場合、施設運営・維持管理費単価が運営年数とともに増加していた。他の施設では、ほぼ一定である場合もあった。また、建設費との大小関係より、施設運営から 5～20 年で運営・維持管理に建設と同程度の費用がかかることが示された。ごみ焼却施設の耐用年数は 15 年として計算されることが多いことをふまえると、大雑把にいて、建設費と同程度の運営・維持管理費用がかかるとみてよいと考えられ、ランニングコストを含めて L C C で費用を低減していくことの重要性を確認することができた。

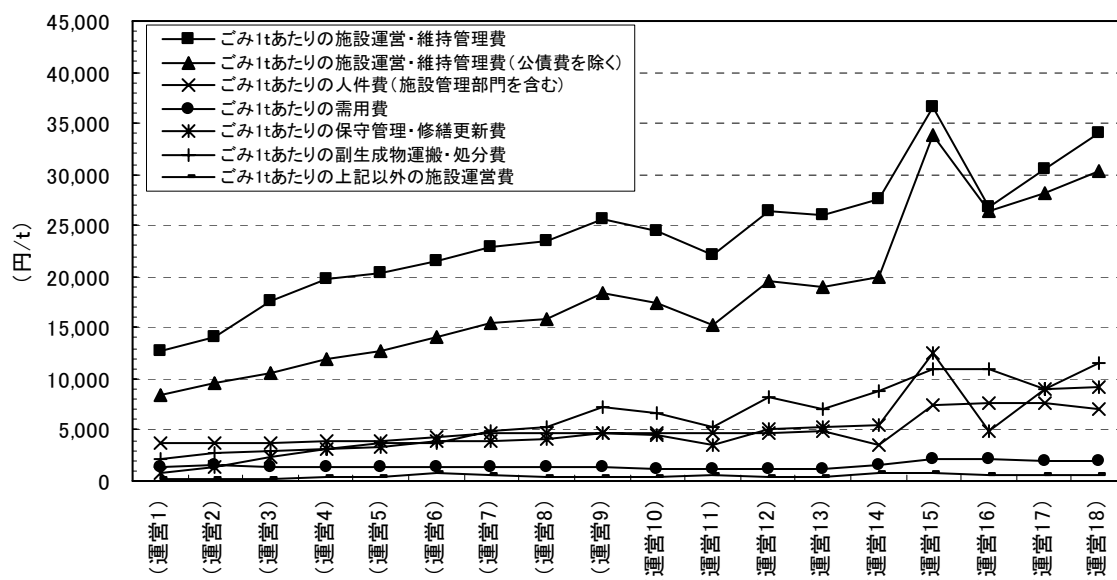


図 10 ごみ焼却施設 A のランニングコストの経年変化

さらに、このような L C C 調査で得られる費用データの各施設での有効利用の事例として、廃棄物処理施設の最適更新時期の検討を行った。ごみ焼却処理施設における経済的耐用年数の算出、ならびに経済的更新年数の推計手法の開発を行った。前者については、年数が多少変わったとしても総処理量に対する L C C はあまり変わらない結果となり、経済的な理由だけでは耐用年数が定まらないという結果が得られた。後者の開発した方法は、

ある一定期間（例えば 50 年間）に施設を一回更新するという前提で、いつ更新するのが最適かを計算方法である。

一般廃棄物処理施設への環境会計の適用では、一般廃棄物最終処分場の環境会計の枠組みについて検討した（九州大学）。最終処分場には、ストックされた環境負荷が安定化するまでの間、自然環境から隔離して保管・貯留するための機能とフローとして発生する環境負荷を処理するための機能が備わっている。このような視点から、最終処分場事業の環境会計枠組みを提案し、F市を対象としたケーススタディを行った。最終処分事業を、①廃棄物の適正な埋立処分のための事業、②浸出水の適正処理のための事業、③埋立ガスの削減のための事業、④廃棄物の安全な貯留のための事業の4つに分類し（図 11）、それぞれの内容に応じて事業のコストと効果を整理した。F市におけるケーススタディの結果、各事業の単価として、①廃棄物の適正な埋立処分のための事業は埋立ごみ1トン当たり2,000～7,000 千円、②浸出水の適正処理のための事業は、浸出水 1m²あたり 600～1,200 円、③埋立ガスの削減のための事業は、CO₂1kg あたり約 1,500 円と算出された。また、④廃棄物の安全な貯留のための事業においては、貯留ごみ1トンあたり 200～1,600 円のコストかかることを示した。

次に、施設の減価償却について検討した。最終処分場の資産価値は、残余容量が減るにつれて減少するという考え方が基本となる。これは、鉱業用の減価償却計算に用いられる生産高比例法の考え方に従ったものであり、埋立地の残余容量は、鉱業における採掘可能量に当てはまるものである。この考え方に従った場合、埋立終了時において最終処分場の資産価値は0となるが、実際には埋立てが終了しても廃止までの間は廃棄物を隔離・貯留する機能や、浸出水を処理する機能が正常に働いている必要があるため、埋立終了時にこれらの施設の資産価値が0であると不都合が生じる。そこで、前述した4つに分類された最終処分場事業について、事業①は、埋立終了年までに償却され、事業②、③、④については廃止時まで償却されるものとし、最終処分場の減価償却計算を行った。（図 12）。また、

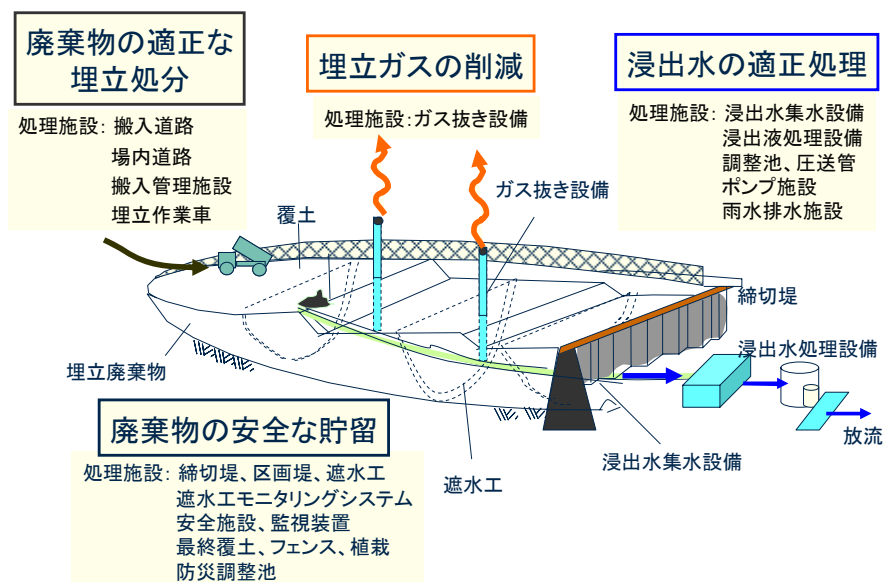


図 11 最終処分場における 4 つの機能

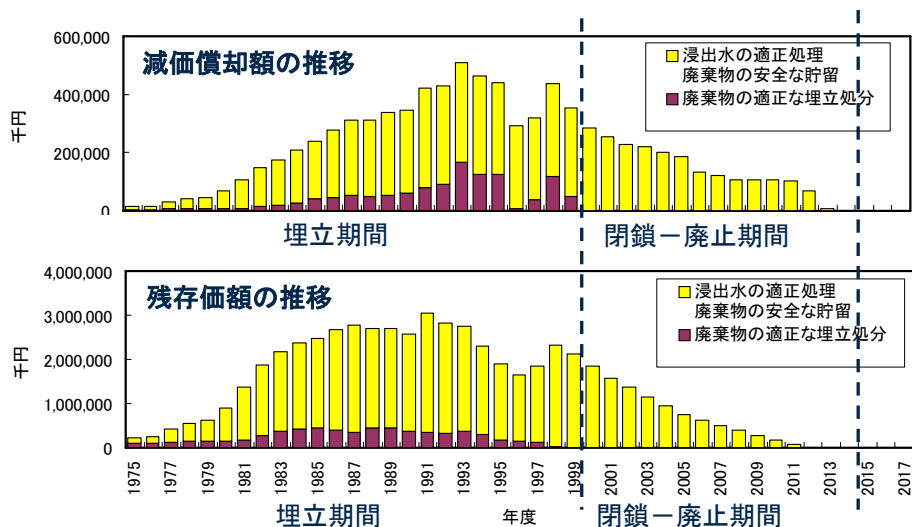


図 12 F市I埋立地の減価償却額、残存価額の推移

最終処分事業の環境保全効果を貨幣評価するための一つの手法として、過去に発生した不適正処分の事例から原状回復のための修復コストを算出し、その金額を用いて環境保全効果を推定する手法について提案した。

一般廃棄物処理事業が創出する非市場価値のサービスの仮想価値評価では、名古屋市一般廃棄物処理事業が創出する非市場価値のサービスの支払い意思額を、市民へのアンケート調査により評価した。アンケートの調査項目は、埋立地延命化、健康リスク、地球温暖化、分別数とし、これらを属性としてコンジョイント分析を行った。結果として、分別数の増加による 86 円/月の効用の低下がみられたが、他の属性は 1 単位当たりの効用の増加がみられた(表-7)。また、以上を加味した支払い意思額は、約 20,760 円/年/人と試算された(図-13)。

表-7 限界支払意思額の推定結果

BURY	0.043	CO2	0.012*
DXN	0.015*	SEP	-0.086

単位:[千円/月]

*: ダイオキシンのリスクとCO₂排出量を1%削減することへの支払意思額

BURY:埋立地の延命化,DXN:ダイオキシン類のリスク,CO2:CO₂排出量,SEP:分別数

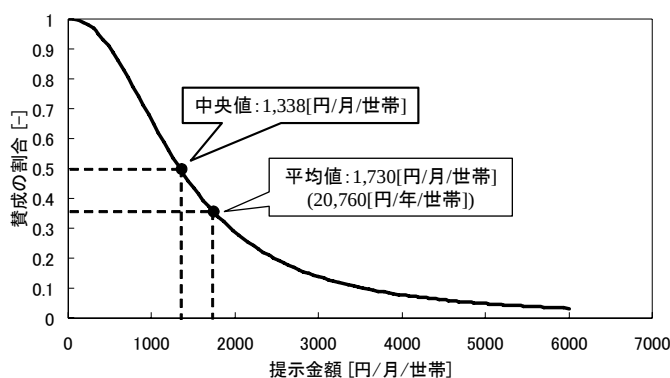


図-13 CVM の推定結果

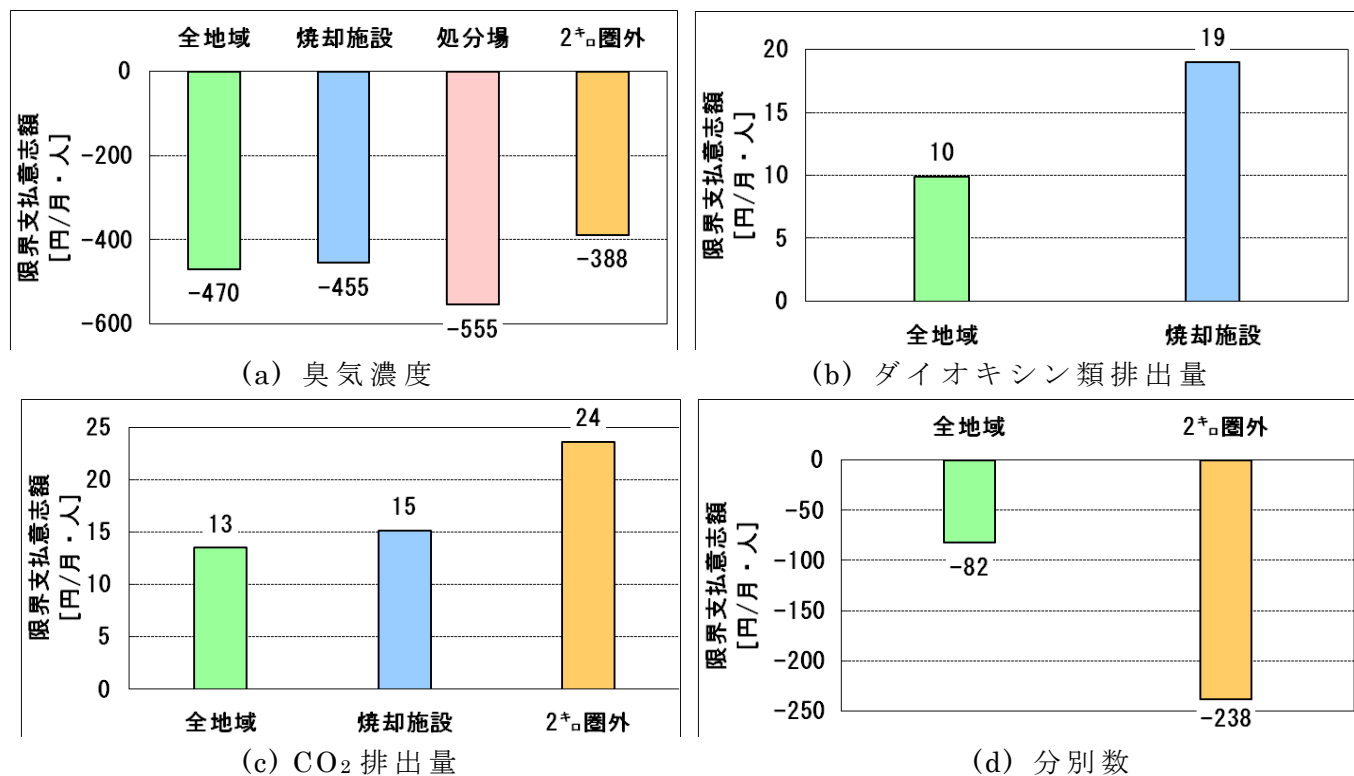


図-14 コンジョイント分析の結果

次に、一般廃棄物処理施設への距離が、住民の施設への意識にどのように作用するかを評価した。愛知県尾張地域の東尾張衛生組合を対象とし、臭気濃度、ダイオキシン類排出

量、CO₂排出量、分別数に関する住民へのアンケート調査を実施した。また、アンケート調査実施場所は、焼却施設や最終処分場の近隣地域、施設から 2 キロ圏外の地域とした。調査により得られた結果から、コンジョイント分析を行った。結果として、臭気濃度が 1 単位緩くなること、ダイオキシン類排出量が 1 単位削減されることに対する限界支払意志額は、処理施設近隣地域が高くなったのに対し、CO₂排出量が 1 単位削減されること、分別数が 1 単位増加することに対する限界支払意志額は、2 キロ圏外の地域の方が高くなった(図-14)。

結論=マクロ、メゾ、ミクロの各レベルでの整合性を考慮した、環境会計の枠組みについてその概念を提示した。また、これに基づき、廃棄物処理に係るライフサイクルコスト等について詳細に分析した結果、それぞれのレベルに適した環境会計の枠組みを構築することができた。さらに、各自治体における具体的な事例を通して、本研究において提示した環境会計が運用可能なものであることが示唆された。

英語概要

・研究課題名 = 「Development and application of environmental accounting for resource flows within and between regions」

・研究代表者名及び所属 = Hidefumi Imura (Nagoya University)

・共同研究者名及び所属 = Takaaki Okuda and Hiroaki Shirakawa (Nagoya University), Tomohiro Tabata (Advanced Industrial Science and Technology), Masafumi Morisugi (Meijo University), Yuichi Moriguchi, Seiji Hashimoto and Tomohiro Tasaki (National Institute of Environmental Studies), Toshihiko Matsuto (Hokkaido University), Ryou Futawatari and Toru Matsumoto (University of Kita Kyushu), Hirofumi Nakayama (Kyushu University)

・要旨(200 語以内) = In Japan, amid increasing recognition of the establishing a sound material-cycle society, local governments are highly interested in the efficiency of municipal solid waste management. On the other hand, the evaluation to secure the efficiency of this management, is difficult in a current municipal accounting system, due to the lack of clarify and consistency about labor costs, running costs of facilities, materials cost and so on. In this situation, in relation to municipal solid waste management, some local governments have made an attempt to understand material flow, calculate carbon-dioxide emissions and evaluate LCA of environmental load, however, these approaches have not completed the comprehensive system as environmental accounting.

Therefore, in this study, based on the concept of establishing environmental accounting system with the focus on regional resource flows and municipal solid waste management, a framework of environmental accounting, which is able to express regional material flow and money flow that accompanies it, is developed. Then, through the application of this framework to some cities, the feasibility and availability of it are evaluated.

・キーワード(5 語以内) = environmental accounting, regional resource flows, municipal solid waste management, LCC