



Title	社会システムへのディスポーターの影響
Author(s)	吉田, 敏章; 山縣, 弘樹
Description	第13回衛生工学シンポジウム (平成17年11月17日 (木) -18日 (金) 北海道大学クラーク会館) . 歌登町におけるディスポーター社会実験 -下水道の新たな可能性- (企画セッション2) . 発表番号3
Citation	衛生工学シンポジウム論文集, 13, 27-34
Issue Date	2005-11-16
Doc URL	<a href="https://hdl.handle.net/2115/1324">https://hdl.handle.net/2115/1324</a>
Type	departmental bulletin paper
File Information	k2-3_p27-34.pdf



## 企画セッション 2

### 3 社会システムへのディスポーザーの影響

○吉田敏章・山縣弘樹（国土交通省国土技術政策総合研究所）

#### 1 はじめに

直接投入型ディスポーザー（以下、ディスポーザーという）の使用は、下水道への負荷を増大させ、ひいては水環境への影響も懸念されるとして、我が国ではほとんどの自治体で自粛要請又は制限がなされてきた。しかし、生活様式の変化、都市における生ごみ問題の深刻化、高齢化社会の到来等から、その導入に関する要請が高まりつつある。

このような背景から、国土交通省は、北海道及び歌登町との共同による社会実験で、下水道施設等への影響につき調査を実施し調査報告書<sup>1)</sup>を公表した。また、社会実験で得られた知見やその他の地方自治体での知見に基づき、国土交通省は「ディスポーザー導入時の影響判定の考え方」<sup>2)</sup>を策定し、ディスポーザー影響評価検討会（委員長：花木啓祐 東京大学大学院教授）の技術的観点からの審議を受けて公表した。

ディスポーザー導入の可否の検討においては、下水道システム、ごみ処理システム、市民生活への影響を踏まえ、環境面及び経済性の評価を行うことが重要となる。環境面の評価は地球環境保全の観点から求められ、経済性の評価は社会的余剰の最大化の検討のため及び事業計画の見直し等の実務的観点から求められる。本稿は、ディスポーザー導入の環境面及び経済性の評価の活用を資することを目的とし、社会実験が行われた北海道歌登町における環境面及び経済性の評価方法及び結果を示すものである。

#### 2 評価条件

ディスポーザー普及率が 100%の場合と 0%の場合とを比較し、環境面及び経済性という観点から評価を実施した。検討対象年次は平成 17 年度とし、平成 15 年度における行政人口等のデータに基づき推定を行った。なお、設定したディスポーザー普及人口は表 1 のとおりである。

表1 ディスポーザー普及人口

	平成15年度	普及率 0%	普及率 100%
下水道接続人口	1,798	1,798	1,798
ディスポーザー 普及人口	639	0	1,798

##### 2.1 環境面の評価における検討条件

評価対象とする環境負荷項目は、①CO<sub>2</sub>排出量、②エネルギー消費量の 2 項目とする。なお、処理水質は平成 15 年度から悪化させないように処理することとしたため、水環境への負荷の増減はないものと考えた。

下水道システム、ごみ処理システムの検討対象領域は、環境負荷量の変化を全体の環境負荷量との比較で評価できるよう、図 1 のとおり設定した。建設時の環境負荷量については、耐用年数で除し年あたりの負荷量に換算した。

町民生活の検討対象領域は、ディスポーザー使用によって発生する環境負荷量、つまり、上水消費及び電力消費のみとした。

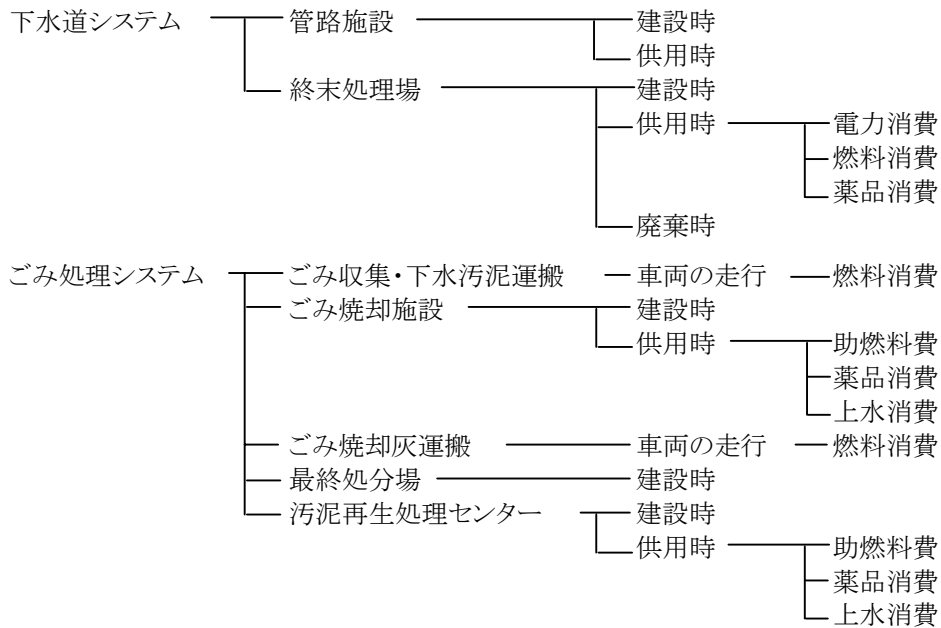
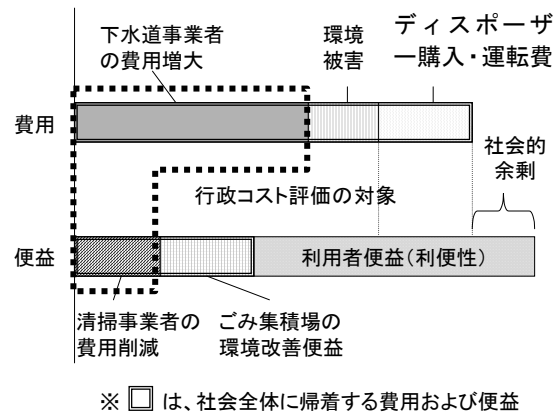


図1 下水道システム及びごみ処理システムの検討対象領域

## 2.2 経済性の評価における検討条件

経済性の評価に関しては、下水道及び清掃事業における費用の変化分を評価した行政コスト評価、行政コスト評価にディスポーザー利用者の利便性便益等を統合した費用便益分析という2つを検討する。それぞれの対象範囲を、図2に示す。なお、企業の売上増加や雇用の創出等のフローの効果は便益として考慮しない。



※ □ は、社会全体に帰着する費用および便益

図2 行政コスト評価及び費用便益分析の対象範囲

## 3 環境面の評価

### 3.1 検討方法

#### (1) 基本的な原単位の推定

家庭厨芥のうち 99g/人・日がディスポーザーで処理され、可燃ごみが 59g/人・日、分別生ごみは 40g/人・日減少するとした。終末処理場への流入負荷量は、BOD が 11.2g/人・日、SS が 8.1g/人・日増加するとした。ディスポーザー使用による水量及び電力量はそれぞれ 0.7L/人・日、0.001kWh/人・日とした。

下水道システム、ごみ処理システムで推定された燃料、水道、電力等から環境負荷量を求める際は、燃料等毎に資料<sup>3,4,5</sup>の原単位を用いた。

#### (2) 管路施設への影響

管渠の建設時の負荷は、管渠施設の単位延長あたりの環境負荷排出量原単位<sup>3</sup>)を用いて算定した。水量の増加がわずかなためポンプ施設の増設は必要なく、硫化水素による腐食の影響も軽微と考えられるため耐用年数の変化はないと考えた。

供用時の負荷については、管渠の清掃を対象とした。実態調査<sup>6</sup>)を基に、ディスポーザー導入後

も堆積物は掃流されるため清掃増加の必要はないと考えた。

### (3) 終末処理場への影響

終末処理場については、ディスポーザー導入による施設の増設は必要ないと判断されたため<sup>7)</sup>、現状施設の負荷量を建設時の負荷量とした。

終末処理場の流入水量及び水質は、原単位を用いて表 2 のとおり推定された。また、処理水質が一定 (BOD 7.9mg/l、SS 7.7mg/l、T-N 9.0mg/l) となるように運転することとし、MLSSは変えずに曝気時間を延長することにより必要酸素量の増加に対応することとした<sup>7)</sup>。電力消費量については、平成 15 年 8 月の毎日につき、流入ポンプ稼働時間、曝気装置稼働時間、汚泥脱水機稼働時間を説明変数として回帰分析を行い、推定式を作成した。流入ポンプ稼働時間は流入水量に比例し、脱水機稼働時間は汚泥搬出量に比例すると推定した。薬品消費量のうち、塩素注入量は流入水量に比例し、高分子凝集剤は汚泥搬出量に比例すると推定した。

表2 流入水量・水質の推定

		平成15年度	普及率 0%	普及率 100%
流入水量 (m3/日)		669	669	670
流入水質	BOD (mg/l)	252	241	271
	SS (mg/l)	143	136	157
	T-N (mg/l)	44.2	43.5	45.3

### (4) ごみ収集・下水汚泥運搬への影響

ごみ排出量については、平成 15 年度のデータから人口あたりの排出量の原単位を求め、ディスポーザー導入による可燃ごみ及び分別生ごみの減少量を推定し、表 3 を得た。

ごみ収集については、収集頻度を一定 (2 回/週) と設定した。可燃ごみ及び分別生ごみが減少するため複数のパッカー車があればその減少が期待されるが、歌登町での台数は 1 台であり、台数削減の余地はなく、パッカー車の走行距離の減少もない。

下水汚泥の運搬については、終末処理場から汚泥再生処理センターへの運搬車両の積載率を一定とし、運搬頻度が増加するとした。

表3 ごみ排出量の推定

	歌登町				5町村			
	対象人口 (人)	ディスポーザー 人口(人)	普及率 0% (kg/年)	普及率 100% (kg/年)	対象人口 (人)	ディスポーザー 人口(人)	普及率 0% (kg/年)	普及率 100% (kg/年)
可燃ごみ	2,519		530,601	491,618	20,714		4,728,003	4,669,021
不燃ごみ等	2,519		31,003	31,003	20,714		901,832	901,832
分別生ごみ	2,519	1,798	109,998	83,747	20,714	1,798	1,217,881	1,191,631
下水汚泥	1,798	1,798	233,100	282,389	14,320	1,798	1,699,265	1,748,554
尿尿	510		236,837	236,837	3,529		2,308,659	2,308,659
浄化槽汚泥	212		52,257	52,257	2,867		1,814,203	1,814,203

### (5) ごみ焼却施設への影響

ごみ焼却施設の建設時の負荷は、ディスポーザーの普及により変化しないと、資料<sup>3)</sup>により負荷量を求めた。

可燃ごみ中の減少する厨芥の水分を 80%とし、低位発熱量等のごみ質の変化を求めたところ、ディスポーザー普及率が 0%、100%のときの低位発熱量はそれぞれ 12,298kJ/kg、12,385kJ/kg であり 1%未満の増加であった。助燃料は、炉の立ち上げ・立ち下げ時に使用するのみであり、低位発熱量の増加がわずかであることから助燃料使用量の変化はなしとした。上水消費のほとんど

はガス冷却器の冷却水であり、水道使用量はごみ処理量に比例するとした。電力量は、炉入熱（ごみ量×低位発熱量）と送風量が比例すると考えて、送風機に係る電力量の変化として算定した。薬品として、消石灰、活性炭、キレートを使用しているが、いずれもごみ処理量に比例するとした。また、ごみ焼却灰もごみ処理量に比例するとした。

焼却時の亜酸化窒素の発生については、ごみ量あたりの発生量原単位<sup>8)</sup>を引用して求めた。

#### (6) ごみ焼却灰運搬への影響

焼却灰の運搬については、歌登町への運搬のみを対象とし、ダンプの積載量を一定とし運搬頻度を推定して燃料消費量を求めた。

#### (7) 最終処分場への影響

最終処分場についても、歌登町の最終処分場のみを対象とした。建設時の負荷として、最終処分場の建設費をもとに資料<sup>4)</sup>を適用して負荷量を求めた。これを、搬入されるごみ焼却灰から推定される残余年数で除すことにより、年度あたりの負荷量を求めた。

#### (8) 汚泥再生処理センターへの影響

汚泥再生処理センターの建設時の負荷は、ディスポーザーの普及により変化しないとし、資料<sup>3)</sup>により負荷量を求めた。

電力消費量については、消費量が比較的多い機器を選定して運転時間を調査し、分別厨芥を破碎・選別する「生ごみ圧縮分別機」及び破碎厨芥を調整する「ミックスセパレータ」を評価対象とした。その稼働時間と分別厨芥量との相関式より、稼働時間を推定した。ガス発電量については、し尿・分別厨芥・汚泥処理量の分解 VTS 量あたりのメタンガス発生量を推定し、メタンガス発電量を求めた。燃料のうち、軽油はガス発電の補助であるため発電用メタンガス量に比例し、重油は主に汚泥乾燥用のため、脱水汚泥量に比例するとして推定した。上水消費は冷却水や洗浄水等施設全体の様々な用途に使用されるが、汚泥、厨芥、し尿処理量と水道使用量に相関が見られることから、相関式より推定した。薬品のうち、硫酸、苛性ソーダ、次亜塩素酸ソーダ、メタノール及び硫酸バンドはし尿処理に関わるものであるためし尿処理量に比例し、脱硫剤及び活性炭は消化ガスに関わるものであるためメタン発生量に比例し、また、ポリマーは消化汚泥の脱水助剤であるため脱水汚泥量（DS）に比例するとした。なお、コンポスト量は、脱水汚泥量（DS）に比例するとした。

### 3.2 評価結果

ディスポーザー普及率 0%及び 100%の場合の年間環境負荷量は、CO<sub>2</sub>ベースでは 644.0t/年及び 647.7t/年、エネルギーベースでは 10,050GJ/年及び 10,154GJ/年と推定された。ディスポーザー普及率 100%での環境負荷量は、普及率 0%の場合と比較して、二酸化炭素ベースでは 3.6t-CO<sub>2</sub>/年の増加、エネルギーベースでは 104GJ/年の増加が推定されたが、全体に対する増加率はいずれも 1%未満であり、ディスポーザー普及により環境負荷量はほとんど変化しないことが分かった。

なお、ごみ焼却施設と汚泥再生処理センターについては、5 町村のごみを対象としていることから、歌登町の寄与を求めるために、ディスポーザー普及率 0%時の負荷量については 5 町村の行政人口に対する歌登町の行政人口の割合を乗じて、歌登町分の負荷量を求めた。

町民、管路施設、終末処理場、ごみ収集・下水汚泥運搬、ごみ焼却施設、ごみ焼却灰運搬、最終処分場、汚泥再生処理センターについて、環境負荷量の増減の内訳を図 3 及び図 4 に示す。

### (1) 町民生活の環境負荷量の変化

町民の環境負荷量は、ディスポージャー使用時の電力・水道使用に伴い純増する。

### (2) 下水道システムの環境負荷量の変化

管路施設においては、ディスポージャーの普及によらず清掃頻度は変わらないので、環境負荷量も増減はない。終末処理場においては、ディスポージャー普及により厨芥 99g/人・日が下水道に投入され、汚濁負荷及び汚泥量が増加し、曝気装置・脱水機等の運転時間増加に伴う電力消費量の増加等により環境負荷量が増加する。

### (3) ごみ処理システムの環境負荷量の変化

ごみ収集においては、ディスポージャー普及時にも、パッカー車が1台で削減の余地がなく、収集回数の減少も期待できないため、環境負荷量の削減は期待できない。一方、下水汚泥の増加に伴い終末処理場から汚泥再生処理センターまでの汚泥運搬回数が増加するため、その分の燃料消費にともなう環境負荷量が増加する。

ごみ焼却施設においては、ディスポージャー普及により、可燃ごみが 59g/人・日減少するため、消費電力、助燃料、薬品、水道等の使用量が減少し、環境負荷量が減少する。また、ごみ焼却灰の減少により、焼却灰運搬のための燃料消費量が減少する。最終処分場では、ごみ焼却灰及び不燃ごみ等を埋立処分しているため、ディスポージャー普及により埋立量が減少し、最終処分場の耐用年数が増加する。そのため、最終処分場の建設時の負荷量は、年度あたりに換算するとディスポージャー普及により減少する。

汚泥再生処理センターにおいては、ディスポージャー普及により、分別厨芥が 40g/人・日減少するため、厨芥破碎・分別装置関連の電力消費量が削減され、その削減量は家庭でのディスポージャー使用に伴う電力消費量の増加より大きい。一方、メタンガス発電に関しては、下水汚泥の増加により発電量が増加するものの、分別厨芥の減少により発電量が減少するため、全体の発電量は減少する。結局、施設の電力購入量(消費電力量－発電量)は減少し、施設全体の環境負荷量は減少する。

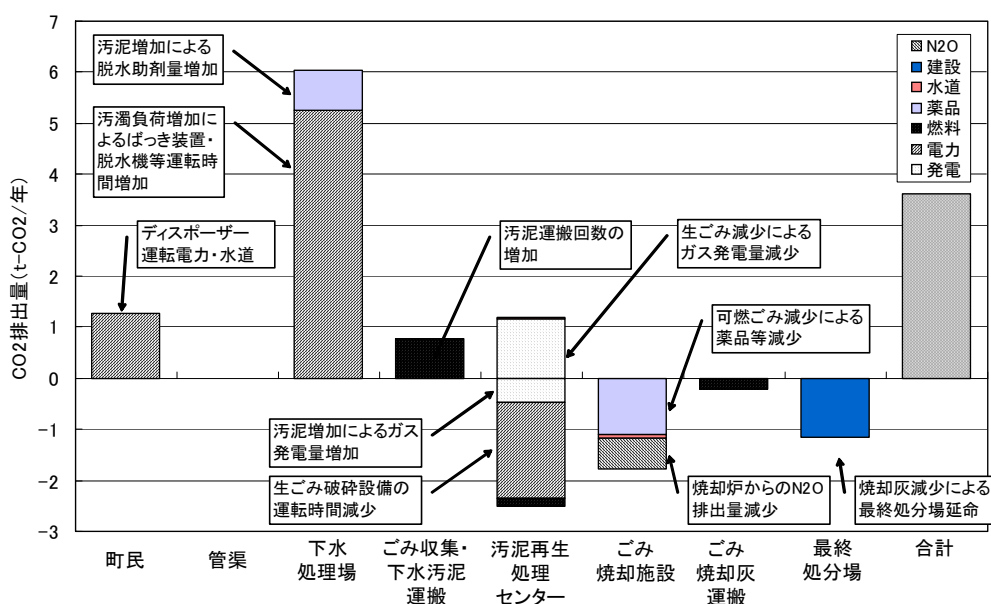


図3 ディスポージャー100%普及時の環境負荷の増加(CO<sub>2</sub>ベース)

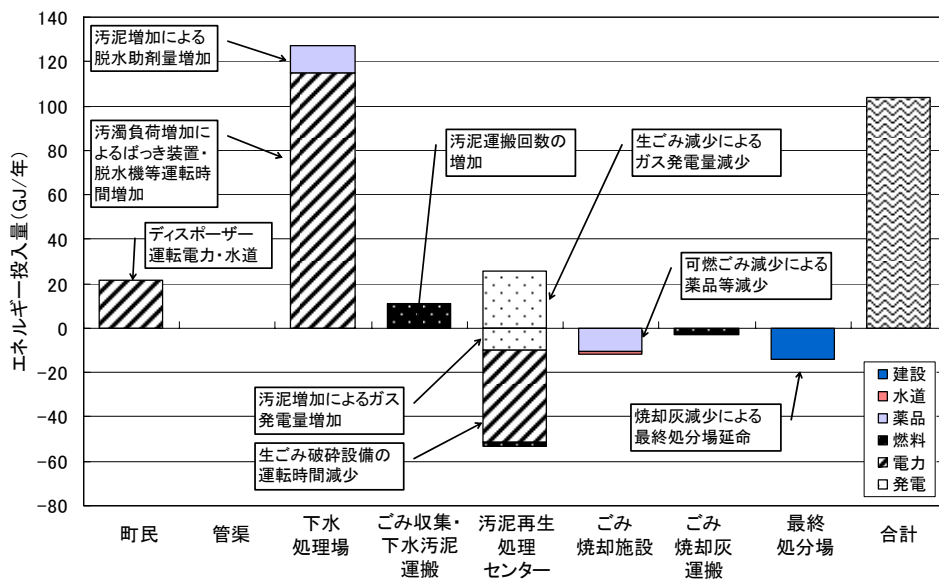


図4 ディスポーザー100%普及時の環境負荷の増加(エネルギーベース)

## 4 経済性の評価

### 4.1 検討方法

下水道、ごみ処理システムへの影響の評価方法は、「3 環境面の評価」の方法に準じた。維持管理費等については、影響検討で明らかになる関連数値に単価を乗じることにより、便益計測が可能である。施設費の変化等については、2つの状態における費用又は便益の差から求めた。

ディスポーザー利用者の利便性便益の経済評価には仮想評価法 (CVM: Contingent Valuation Method) の適用が有効である<sup>9)</sup>。CVM調査により市民のディスポーザーに対する選好が分かり、利便性便益の計測が可能となる。歌登町では、平成12年度、平成14年度及び平成15年度に実施した3回のCVM調査のデータを用いて、支払意思額 (WTP: Willingness To Pay) の受諾率曲線の推定を行った。この調査は、ディスポーザーを町から借りるというシナリオの元に、支払カード方式 (提示金額100円/月～5,000円/月) により実施したもので、平成12年度は面接調査法、平成14年度及び平成15年度は郵送調査法となっている。

ディスポーザー購入・設置費用は、実績の価格に台数を乗じて求め、ディスポーザー運転費用は水道料金、下水道使用料、電気料金の和として、原単位を基に求めた。下水道使用料の増収は、ディスポーザー運転費用の中の下水道使用料に等しい。

### 4.2 評価結果

ディスポーザー普及率0%及び100%の場合の、行政コストの変化を図5に示す。下水道事業費の増加が、清掃事業の費用削減を下回り、行政コストはディスポーザー導入により減少するという結果となった。

行政コストと、ディスポーザー利用者の便益等とを統合した全体の費用便益分析のグラフを図6に示す。行政コストの変化分やディスポーザー運転費用に比べ、利便性便益及び購入・設置費用は卓越した値を有していることが分かった。

利便性便益、ディスポージャー購入・設置費用は、同程度の額と計算され、ディスポージャー利用者の純便益は165万円/年と正になることが推定された。また、便益の合計である社会的余剰も184万円/年と正になった。本計算においては、ディスポージャー購入・設置費用は、歌登町が社会実験で購入・設置した際の値に基づき計算したが、現実には、我が国で単体ディスポージャーの市場価格が存在していないこと、米国で設置費別の市場価格が1万円から3万円程度であること及び耐用年数の設定が困難であることから、ディスポージャー購入・設置費用は、その設定方法によっては異なる値となりうると思われる。

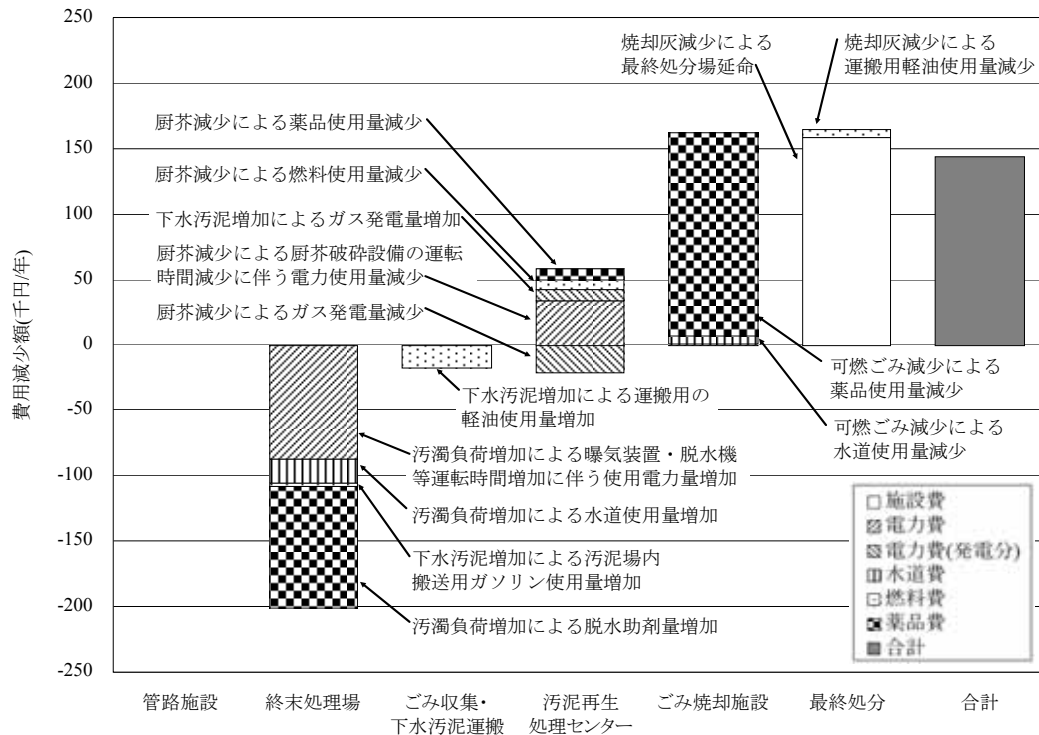


図5 行政コスト評価のグラフ

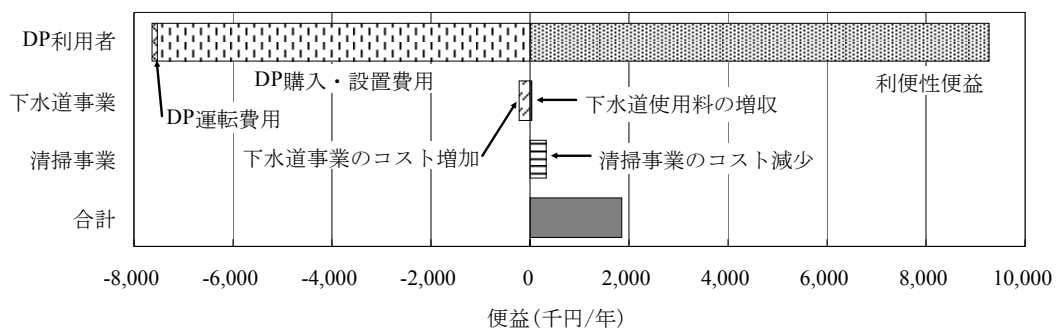


図6 費用便益分析のグラフ

## 5 まとめ

本稿では、ディスポージャー導入の環境面及び経済性の評価の活用を目的とし、社会実験が行われた北海道歌登町における環境面及び経済性の評価方法及び結果を示した。得られた主な知見を以下に記す。

- 1) ディスポーザー普及率 100%での環境負荷量は、普及率 0%の場合と比較して、CO<sub>2</sub>、エネルギーでわずかに増加となったが、いずれも 1%未満の増加であった。
- 2) 環境負荷増加の主な要因は、二酸化炭素ベースでは、①下水処理場における消費電力量の増加、②ディスポーザー使用による水道使用量と消費電力量の増加、③分別生ごみ減少による汚泥再生処理センターでのガス発電量の減少である。一方、環境負荷減少の主な要因は、①分別生ごみ減少による汚泥再生処理センターでの生ごみ破碎設備の運転時間減少、②ごみ焼却灰の減少による最終処分場の延命、③可燃ごみ減少によるごみ焼却施設での薬品等減少である。エネルギーベースでも、二酸化炭素ベースとほぼ同じ傾向である。
- 3) ディスポーザーが 100%普及したときの行政コストを計算した結果、下水道への負荷増加にともなう下水道事業の費用増加（20 万円/年）が、可燃ごみの削減にともなう清掃事業の費用削減（34 万円/年）を下回り、町全体の行政コストはディスポーザー導入により毎年 14 万円削減されることが分かった。
- 4) 下水道事業及び清掃事業の行政コストと、ディスポーザー利用者の便益等とを統合した全体の費用便益分析を行ったところ、行政コストの変化分やディスポーザー運転費用と比較して、利便性便益及びディスポーザー購入・設置費用は卓越した値を有していることが分かった。ディスポーザー利用者の純便益は 165 万円/年と正になることが推定され、行政コストの減少分 14 万円/年と下水道使用料の増収 4 万円/年を加えた社会的余剰は 184 万円/年と正になった。

#### 【参考文献】

- 1) 国土交通省都市・地域整備局下水道部、国土技術政策総合研究所下水道研究部、北海道建設部公園下水道課、歌登町：ディスポーザー導入社会実験に関する調査報告書、国総研資料 No.226、平成 17 年 7 月
- 2) 国土交通省都市・地域整備局下水道部、国土技術政策総合研究所下水道研究部：ディスポーザー導入による影響評価に関する研究報告—ディスポーザー導入時の影響判定の考え方—、国総研資料 No.222、平成 17 年 7 月
- 3) 土木研究所、(社)全国上下水道コンサルタント協会：下水道システムの LCA に用いる原単位算出手法に関する研究（2000）
- 4) 日本建築学会：建物の LCA 指針（案）、平成 10 年 11 月
- 5) 科学技術庁金属材料研究所：Environmental load of 4000 social stocks
- 6) 吉田綾子、行方馨、高橋正宏、森田弘昭：北海道歌登町におけるディスポーザー導入による下水管渠への影響調査、下水道協会誌、Vol.42、No.514、153-164（2005）
- 7) 吉田綾子、山縣弘樹、高橋正宏、森田弘昭：北海道歌登町におけるディスポーザー導入による下水処理場への影響評価、下水道協会誌、印刷中（2005）
- 8) 環境省：温室効果ガス排出算定に関する検討結果（平成 14 年 8 月）
- 9) 吉田敏章、山縣弘樹、森田弘昭：北海道歌登町におけるディスポーザー導入の費用効果分析に関する研究、環境技術、Vol.32、No.12、62-71（2003）