

自治体の事務事業を対象とした 環境効率指標に関する研究

天野幸太郎¹

¹学生会員 東洋大学大学院 国際地域学研究科博士後期課程 (〒374-0193 群馬県邑楽郡板倉町泉野 1-1-1)

E-mail: dr0310018@toyonet.toyo.ac.jp

本稿は、環境会計における環境保全効果を定量的に把握することを目的に、自治体事務事業を事例に環境効率指標を提案し、考察していく。群馬県館林市役所の本庁舎を事例研究とした。同庁舎における事務事業に伴った環境負荷項目を選定し、電気使用量やガス使用量におけるCO₂排出量換算をすることで環境負荷量を求めた。さらに環境保全効果を算出した。平成12年度において、電気やガスともに負の値を示し、それ以降は正の値を示した。また、事務事業に伴う紙使用量や水使用量を用いた原単位における環境効率指標の考察をおこなった。「電気CO₂/水」、「ガスCO₂/水」という環境効率指標に関して、ピアソン、ケンダール、スピアマンを用いたSPSS11.5jにて検定をおこなった。有意水準5%の片側検定において帰無仮説が棄却され、高い相関が示唆された。

Key Words : *eco-efficiency index, desk work, carbon dioxide emissions, environmental conservation benefit, local government*

1. はじめに

地球温暖化や大気汚染、水質汚濁などを始めとする環境問題が、特定の地域のみならず国家間を超えて取り組むべき課題となっている。京都議定書におけるCO₂排出量の削減目標などの達成に向けて、企業や自治体などの事業者が事業活動に伴い環境保全や排出される温室効果ガスなどの環境管理に取り組むことは必要不可欠となりつつある。環境会計は、事業活動における環境保全のためのコストとその活動により得られた効果を認識し、可能な限り定量的に測定し伝達する仕組みである¹⁾。自治体における環境会計の先行研究は、環境行政と呼ばれる上水道や下水道局といった事業者でなされている。全庁的な事例としては、横須賀市が挙げられる。しかしながら、自治体の事務事業に関する研究は多くない。したがって、本研究においては自治体の事務事業に着目し、環境会計という手法を用いた環境管理の提示を行うことを目的とした。事務事業を特定することでそれに伴う環境負荷量を算出する。本稿において、環境会計における環境面である物量情報を中心に、自治体の庁舎における事務事業に伴う環境負荷量を求めることで、環境保全効果に関する環境効率指標を考察する。

2. 研究手法

環境会計における環境保全効果を定量的に示唆するために、事業者の活動に伴う環境への負荷を示す手法として、環境パフォーマンス指標を用いる。環境会計に関する事業活動における環境保全効果は、事業活動に投入する資源、事業活動から排出する環境負荷、事業活動から産出する財やサービス、その他などに分類される²⁾。本研究は、事業活動から排出する環境負荷に着目し、事務事業に関して環境パフォーマンス指標の段階的な把握を行うとともにエネルギー消費量に関するCO₂排出量換算を行う。そして、環境保全効果を求めるとともに、紙使用量あたりにおける電気使用量のCO₂排出量換算値などを用いることで、環境効率指標を考察する。さらに、これらの環境効率指標をSPSS11.5jを用いて相関分析を行い、指標ごとの相関の有無を示唆する。

3. 研究対象

自治体の事務事業に関して、群馬県館林市役所の本庁舎内を対象に事務事業を取り上げ、環境パフォーマンス

指標を用いた環境負荷計算を行う。同市役所においては、平成 11 年に「館林市環境基本計画」が策定され、平成 12 年に ISO14001 が導入され、平成 13 年に ISO14001 認証を取得した経緯がある。まず、事業活動の各段階における環境負荷などを把握するため図-1 に示した。これは、同市役所の事務事業における環境負荷の範囲を階層別に捉えるためである。事務事業における活動に伴ったエネルギー消費と環境負荷量の排出などを環境パフォーマンス指標として取り上げて、それらの消費量に着目し、CO₂ 排出量に換算し、経年変化を示すことで環境負荷量の推移とともに環境保全効果の定量的な考察を行う。

4. 環境パフォーマンス指標を用いた事務事業における環境負荷項目の把握

自治体の庁舎内における事業活動の流れは銀行業や証券業、保険業などの非製造業に酷似したものと想定される。「環境パフォーマンス指標～その活用事例と今後の方向性～」を参照し³⁾、前提として以下のことを示唆する。事業活動の流れとしては、デスクワークなどの事務事業が中心で公共サービスを提供する。そして 4 つの段階に区分される(図-1 参照)。

①ストックの調達より上流②フローの調達より上流③事業者内部の事業活動④サービスの提供より下流、である。本研究においては、③事業者内部の事業活動の段階が自治体の事務事業の中心であると位置付ける。また、事務事業という性質上、電気消費量に着目した。同市役所においてはガス冷房、ガス暖房を用いているため、ガス使用量にも着目した。次節において、③事業者内部の事業活動を取り上げて、エネルギー消費の項目では電気やガスを用いた CO₂ 排出量を換算する。

5. 環境保全効果の算定

(1) CO₂ 排出量換算を用いた環境負荷計算

群馬県館林市役所においては ISO14001 認証を平成 13 年度に取得し、運営している。また、同市役所においては、庁舎全体における CO₂ 総排出量を換算し、ホームページ上に公開しているが、事務事業に限った排出量換算は行っていない。本研究は、環境省地球環境局のガイドライン⁴⁾を参照し、ISO14001 の実績結果より平成 11 年度から平成 15 年度における本庁舎の事務事業に関して、電気、ガス、といったエネルギー消費量⁵⁾を用いて、CO₂ 排出量を換算する。

まず、電気に関しては、式(1)で求められる。

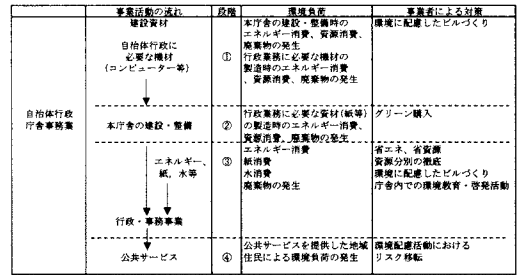


図-1 事務事業における環境負荷項目とその対策

(出典：環境省, 2004³⁾ を参照し、著者作成)

表-1 館林市役所 ISO14001 認証実績⁶⁾

項目	単位	平成11年度	平成12年度	平成13年度	平成14年度	平成15年度
電気	kWh	812,360	822,368	769,653	766,852	794,895
ガス	m ³	57,273	59,061	43,726	53,507	40,999
水道	m ³	8,923	8,000	7,697	7,195	7,885
ガソリン	L	42,962	41,888	45,009	43,533	40,690
豚(A4換算)	枚	13,979,625	14,065,250	12,372,750	13,259,500	14,565,000

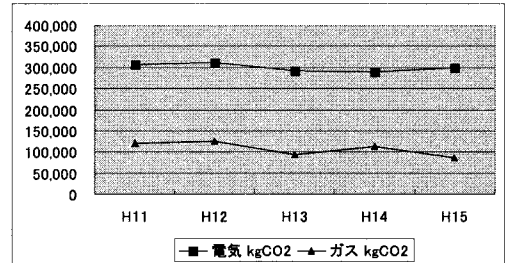


図-2 事務事業における電気やガスの CO₂ 排出量換算値の経年変化(著者作成)

$$\text{排出量(kgCO}_2\text{)} = \text{電気使用量(kWh)} \times \text{排出係数(kgCO}_2\text{/kWh)} \quad (1)$$

同市役所では、一般電気事業者(9 電力会社および沖縄)に該当するので、排出係数=0.378kgCO₂/kWh を用いる⁴⁾。

平成 11 年度を取り上げると以下のとおりである。表-1 より得られた電気使用量=812,360(kWh)を式(1)に代入すると、排出量(kgCO₂)は、812,360(kWh)×0.378(kgCO₂/kWh)=307,072(kgCO₂)である。同様にして平成 12 年度から 15 年度を算出し、図-2 に示した。また、ガスの使用量に関して、同ガイドラインを用いると式(2)が得られる。

$$\text{排出量(kgCO}_2\text{)} = \text{燃料使用量(kg, 1, Nm}^3\text{)} \times \text{単位発熱量(MJ/(kg, 1, Nm}^3\text{))} \times \text{排出係数(kgCO}_2\text{/MJ)} \quad (2)$$

同市役所では、都市ガスに該当するので、単位発熱量=41.1{MJ/(m³)}、排出係数=0.0513(kgCO₂/MJ)である。平成 11 年度を取り上げると、都市ガス使用量=57,273(m³)を式(2)に代入すると排出量(kgCO₂)は

$57,273(\text{m}^3) \times 41.1\{(\text{MJ}/\text{m}^3)\} \times 0.0513(\text{kgCO}_2/\text{MJ}) = 120,756(\text{kgCO}_2)$ である。同様に平成12年度から15年度を算出し、図-2に示した。CO₂排出量換算は以下のとおりである。電気に関しては、289,870(kgCO₂)～307,072(kgCO₂)の範囲で計上された。また、ガスに関しては、86,444(kgCO₂)～124,526(kgCO₂)の範囲で計上された⁶⁾。

(2) 事務事業における環境保全効果の推移

環境省の環境会計ガイドラインによると⁷⁾、環境保全効果の算定式は式(3)で求められる。

$$\text{環境保全効果} = \text{基準期間の環境負荷の総量} - \text{当期の環境負荷の総量} \quad (3)$$

本研究においては、事務事業における環境負荷総量を電気、ガスに限定し、それぞれにおける環境負荷計算を行うことで、環境保全効果を求めることとした。前節で得られた環境負荷量を用いて環境保全効果を算出する。まず、電気、ガスの基準期間を平成11年度に定める。これは、同市役所のISO14001の基準年が平成11年度に定められていることに依拠する。平成12年度を当期と定め、環境保全効果を求める。電気に関する環境保全効果は平成11年度(307,072)－平成12年度(310,855)＝－3,783同様にして、平成13年度、14年度、15年度をそれぞれ当期と定め算出し、図-3に示した。環境保全効果は以下の通りである。電気に関しては、－3,783(kgCO₂)～17,202(kgCO₂)の範囲で計上された。ガスに関しては、－3,770(kgCO₂)～34,313(kgCO₂)の範囲で計上された⁶⁾。

館林市役所では、平成11年に「館林市環境基本計画」を策定しており、これを実行するために平成12年よりISO14001環境マネジメントシステムを導入した。そして、平成13年2月にISO14001認証を取得した経緯がある。平成11年度を基準期間とみなし、環境保全効果を算出した結果、平成12年度において、電気、ガスともに負の環境保全効果が示された。これは平成12年度が環境マネジメントシステムを導入し、取得に向けた時期であったため、エネルギー消費に関する環境負荷が前年に比べて増加したと考えられる。平成13年度以降は、環境マネジメントシステムを取得し、職員などの省エネに対する意識が強まった結果、エネルギー消費に関する環境負荷量が経年的に減る傾向にあることがわかった。

6. 事務事業における環境効率指標の提案

(1) 環境効率指標の定義

前節では、本庁舎における事務事業に伴う環境保全効果に関して考察した。本節において、自治体の事務事業

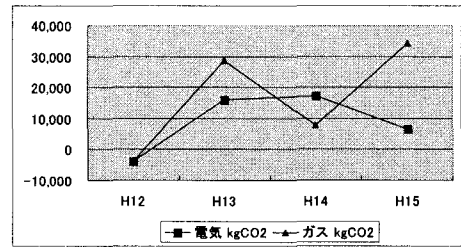


図-3 事務事業における環境保全効果の推移(著者作成)

表-2 事務事業における環境効率指標(著者作成)

指標名	分子	分母	表示方法	単位	算定式
紙使用量あたりの電気CO ₂	電気CO ₂	紙	絶対値	kgCO ₂ /枚	電気CO ₂ /紙 (4)
紙使用量あたりのガスCO ₂	ガスCO ₂	紙	絶対値	kgCO ₂ /枚	ガスCO ₂ /紙 (5)
水使用量あたりの電気CO ₂	電気CO ₂	水	絶対値	kgCO ₂ /m ³	電気CO ₂ /水 (6)
水使用量あたりのガスCO ₂	ガスCO ₂	水	絶対値	kgCO ₂ /m ³	ガスCO ₂ /水 (7)

における環境効率指標を提案し、環境会計における環境パフォーマンス指標の把握ならびに物量情報の定量的な考察を可能とすることを目的とする。図-1で分類した環境パフォーマンス指標のうち、エネルギー消費、紙消費、水消費、に着目した。エネルギー消費に関する項目としては、電気使用量とガス使用量を用いたCO₂排出量換算値を使用する。それぞれ、電気CO₂、ガスCO₂と定義する。紙消費、水消費に関しては、表-1を用いる。企業などにおいては、「CO₂排出量あたりの売上高」や「環境効率性指標」といった名称を用いて環境経営に役立てている⁸⁾。本稿における環境効率指標を以下のように定めた。「紙使用量あたりの電気CO₂」、「紙使用量あたりのガスCO₂」、「水使用量あたりの電気CO₂」、「水使用量あたりのガスCO₂」を用いて、自治体の事務事業における環境パフォーマンスを定量的に考察する。便宜上、「紙使用量当たりの電気CO₂」を「電気CO₂/紙」、「紙使用量当たりのガスCO₂」を「ガスCO₂/紙」、「水使用量当たりの電気CO₂」を「電気CO₂/水」、「水使用量当たりのガスCO₂」を「ガスCO₂/水」と表記する。算定式(4)、(5)、(6)、(7)、を以下に記し、表-2に分類した。

$$\text{紙使用量あたりの電気CO}_2 = \text{電気CO}_2 / \text{紙使用量} \quad (4)$$

$$\text{紙使用量あたりのガスCO}_2 = \text{ガスCO}_2 / \text{紙使用量} \quad (5)$$

$$\text{水使用量あたりの電気CO}_2 = \text{電気CO}_2 / \text{水使用量} \quad (6)$$

$$\text{水使用量あたりのガスCO}_2 = \text{ガスCO}_2 / \text{水使用量} \quad (7)$$

(2) 環境効率指標の経年変化

エネルギー消費の項目である電気やガスの使用量をCO₂排出量換算することで、事務事業に伴う温室効果ガスの排出量を算定した。そして、紙を1枚使用する際に発生するであろう温室効果ガス排出量、すなわち紙使用量あたりの電気CO₂排出量を用いることで、事務事業における環境効率を算出することが可能となる。表-1の紙や水

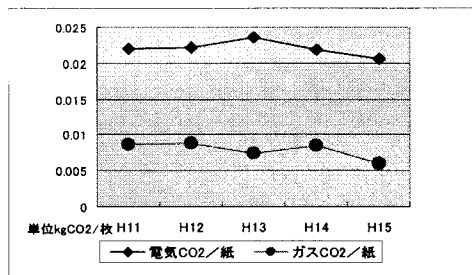


図-4 紙使用量あたりの環境効率指標(著者作成)

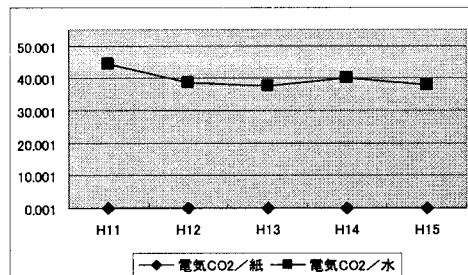


図-6 電気CO₂に関する環境効率指標(著者作成)

表-3 紙使用量に着目した相関分析(著者作成)

項目	「電気CO ₂ /紙」と「ガスCO ₂ /紙」	
両側検定	相関係数	棄却の有無
ピアソン	0.403	無
ケンダールのタウb	0.4	無
スピアマンのロー	0.4	無
片側検定	相関係数	棄却の有無
ピアソン	0.403	無
ケンダールのタウb	0.4	無
スピアマンのロー	0.4	無

表-5 電気CO₂に着目した相関分析(著者作成)

項目	「電気CO ₂ /紙」と「電気CO ₂ /水」	
両側検定	相関係数	棄却の有無
ピアソン	-0.94	無
ケンダールのタウb	-0.2	無
スピアマンのロー	-0.3	無
片側検定	相関係数	棄却の有無
ピアソン	-0.94	無
ケンダールのタウb	-0.2	無
スピアマンのロー	-0.3	無

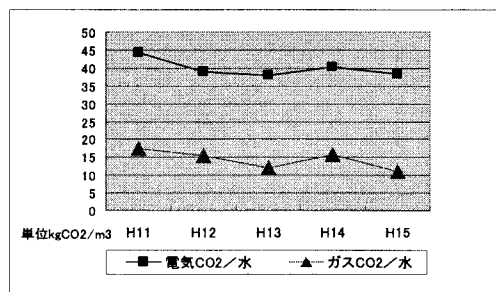


図-5 水使用量あたりの環境効率指標(著者作成)

表-4 水使用量に着目した相関分析(著者作成)

項目	「電気CO ₂ /水」と「ガスCO ₂ /水」	
両側検定	相関係数	棄却の有無
ピアソン	0.822	無
ケンダールのタウb	0.8	無
スピアマンのロー	0.9	5%有
片側検定	相関係数	棄却の有無
ピアソン	0.822	5%有
ケンダールのタウb	0.8	5%有
スピアマンのロー	0.9	5%有

の使用量、表-2における算定式(4)～(7)を用いて、環境効率指標を考察する。

式(4)を用いると平成11年度における「電気CO₂/紙」の値は、307,072/13,979,625=0.0219である。同様にして、平成12年度から平成15年度までを求めた。また、式(5)を用いて、「ガスCO₂/紙」の値も同様に平成11年度から、平成15年度まで算出し、図-4に示した。

「電気CO₂/紙」や「ガスCO₂/紙」といった環境効率指標の経年変化を図-4に示したが、これらの指標において相関の有無を調べた。SPSS11.5Jを用いて、図-4の算

定結果の値を代入することで統計分析を行い、表-3に示した。ピアソン、ケンダール、スピアマンの検定方法を用いて、帰無仮説が棄却されるか否かを検証した。棄却されれば、相関があることが証明される。「電気CO₂/紙」と「ガスCO₂/紙」においては、帰無仮説が棄却されず、相関がないことが証明された。

式(6)を用いて平成11年度における「電気CO₂/水」の値を算出した。307,072/6,923=44.3である。同様にして、平成12年度から平成15年度までを求めた。式(7)を用いて、「ガスCO₂/水」の値も同様に平成11年度から平成15年度まで算出し、図-5に示した。

「電気CO₂/水」や「ガスCO₂/水」といった環境効率指標の経年変化を図-5に示したが、これらの指標において相関の有無を調べた。SPSS11.5Jを用いて、表-2の算定結果の値を代入し統計分析を行い、表-4に示した。ピアソン、ケンダール、スピアマンの検定方法を用いて、帰無仮説が棄却されるか否かを検証した。棄却されれば、相関があることが証明される。「電気CO₂/水」と「ガスCO₂/水」においては、片側検定において、ピアソン、ケンダール、スピアマンの全てに関して5%の有意水準で帰無仮説が棄却され、相関があることが証明された。

さらに、式(4)～(7)によって算出された環境効率指標を用いて、上記以外の指標間における相関分析を行った。式(4)で得られた「電気CO₂/紙」と「電気CO₂/水」に着目し、図-6に示した。SPSS11.5Jに代入し相関分析を行い表-5に示した。両側、片側どちらにおいても棄却されず、相関がないことが証明された。

図-7は、「ガスCO₂/紙」、「ガスCO₂/水」を示し、表-6は、相関分析結果を示したものである。両側、片側

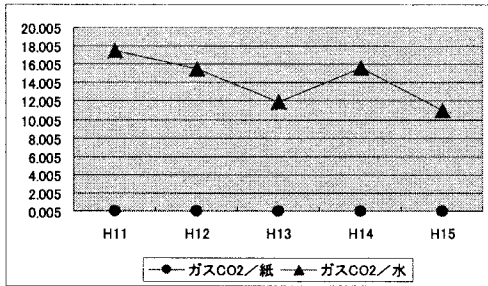


図-7 ガスCO₂に関する環境効率指標(著者作成)

表-6 ガスCO₂に着目した相関分析(著者作成)

項目	「ガスCO ₂ /紙」と「ガスCO ₂ /水」	
両側検定	相関係数	棄却の有無
ピアノ	0.902	5%有
ケンダールのタウb	0.6	無
スピアマンのロー	0.7	無
片側検定	相関係数	棄却の有無
ピアノ	0.902	5%有
ケンダールのタウb	0.6	無
スピアマンのロー	0.7	無

表-7 原単位の異なる相関分析(著者作成)

項目	「電気CO ₂ /水」と「ガスCO ₂ /紙」	
両側検定	相関係数	棄却の有無
ピアノ	0.538	無
ケンダールのタウb	0.4	無
スピアマンのロー	0.6	無
片側検定	相関係数	棄却の有無
ピアノ	0.538	無
ケンダールのタウb	0.4	無
スピアマンのロー	0.6	無

表-8 原単位が異なる相関分析(著者作成)

項目	「電気CO ₂ /紙」と「ガスCO ₂ /水」	
両側検定	相関係数	棄却の有無
ピアノ	0.079	無
ケンダールのタウb	0	無
スピアマンのロー	0.1	無
片側検定	相関係数	棄却の有無
ピアノ	0.079	無
ケンダールのタウb	0	無
スピアマンのロー	0.1	無

検定において、ピアノによると、5%の有意水準で棄却された。これにより、「ガスCO₂/紙」、「ガスCO₂/水」において、相関があることが証明された。しかし、ケンダールやスピアマンにおいて帰無仮説は棄却されなかった。

表-7は、「電気CO₂/水」、「ガスCO₂/紙」といった原単位の異なった指標間における相関分析結果を示している。やや強い相関係数が得られたが、すべての検定において棄却されなかった。相関がないことが証明された。

表-8は、「電気CO₂/紙」、「ガスCO₂/水」といった原単位の異なった指標間における相関分析結果を示している。すべての検定において帰無仮説は棄却されなかった。

紙使用量や水使用量といった原単位における環境効率指標を定義し、絶対値を求めることで経年変化を示した。さらに、指標間における相関を求めることで、事務事業における環境負荷量の傾向や省エネなどの取組みにおける成果の把握などに寄与されるものとする。

7. 得られた結果

本稿において、自治体の事務事業に着目した環境会計システムの構築に関する考察を行った。群馬県館林市役所の本庁舎における事務事業に伴うエネルギー消費量を用いて、環境保全効果を算出した。具体的に、同市役所におけるISO14001実績資料を用いて、エネルギー消費項目のうち、電気、ガス、水、紙といった使用量に着目し、電気とガスの項目においてCO₂排出量換算を行った。そして、環境会計における環境保全効果の概念に基づき、電気、ガス、それぞれのCO₂排出量換算値を基準期間と当期期間に区分して、基準期間から当期期間を引くことで環境保全効果を算出した。電気、ガスともに平成12年に負の値を示し、それ以降は正の値を示した。省エネなどの成果として環境負荷量が減少する傾向が示唆される。

電気使用量におけるCO₂排出量換算値やガス使用量におけるCO₂排出量換算値、さらに紙使用量、水使用量を用いて、環境効率指標の提案を行った。紙使用量あたりの電気使用量におけるCO₂排出量換算値を「電気CO₂/紙」と定義し、同様に、「ガスCO₂/紙」、「電気CO₂/水」、「電気CO₂/水」を環境効率指標と定義した。そして、経年変化を求めるとともに、指標間における相関の有無を調べた。「電気CO₂/水」と「ガスCO₂/水」の指標間に関して、片側検定において、ピアノ、ケンダール、スピアマンのすべてについて、5%の有意水準で帰無仮説が棄却された。これにより、環境効率指標である「電気CO₂/水」と「ガスCO₂/水」に関して相関があることが証明された。また、「ガスCO₂/紙」と「ガスCO₂/水」において、ピアノについてのみ5%有意水準で棄却され、相関があることが証明された。それ以外の環境効率指標間においては、帰無仮説が棄却されないことから、相関はないことが証明された。

環境会計の環境領域である物量情報を中心に考察を行った。自治体の事務事業に着目し、環境保全効果を算出し、また環境効率指標を定義することで、環境マネジメントがより促進され、環境会計システムの構築に寄与されるものと考えられる。

8. 結論

本研究は、自治体の事務事業に関して環境情報を中心とした環境会計による定量的把握に努めた。群馬県館林市役所の本庁舎を事例とし、電気やガスといったエネルギーの CO₂ 排出量換算による環境負荷計算と環境保全効果を求めた。電気やガスといったエネルギー消費量より CO₂ 排出量換算を求めることで、環境保全効果を定量的に示唆できた。

さらに、環境会計における環境効率指標を取り上げることで、自治体の事務事業に関する環境情報を定量的に把握することが可能になる。本稿においては、電気やガスの CO₂ 排出量換算値を分母にとり、水使用量や紙使用量を分子にとった環境効率指標を考察した。「電気 CO₂/水」、「ガス CO₂/水」といった環境効率指標間において統計分析の結果、有意水準 5% で棄却され、強い相関があることが証明された。これにより、「電気 CO₂/水」、「ガス CO₂/水」という環境効率指標は環境会計における環境情報、すなわち物量情報を定量的に把握することが可能となった。これらの環境効率指標を自治体に用いることで環境マネジメントなどの環境管理が促進されることに寄与される。

今後、自治体に関する環境会計における物量情報を把握するための環境効率指標を考察していくとともに、自治体における財務情報に関する環境保全コストの計上を含めた環境会計による考察をしていくことが課題である。

謝辞： 群馬県館林市役所環境課の中里氏には、同市役所の ISO14001 実績の資料をいただき、本稿における事例研究に際し、ご協力感謝いたします。有難うございました。

参考文献

- 1) 環境省：環境会計ガイドライン 2005 年版, pp. 2, 2005.
- 2) 環境省：環境会計ガイドライン 2005 年版, pp. 3, 2005.
- 3) 環境省：環境パフォーマンス指標～その活用事例と今後の方向性～, pp. 71, 2004.
- 4) 環境省地球環境局：事業者からの温室効果ガス排出量算定方法ガイドライン（試案 ver1.5）, pp. 29, 32, 2003.
- 5) 館林市役所：ISO14001 実績平成 11 年～平成 15 年, 2005.
- 6) 天野幸太郎：地方自治体の事務事業を対象とした CO₂ 排出量換算を用いた環境保全効果に関する研究, 平成 17 年度 土木学会全国大会第 60 回年次学術講演会, pp. 393 - 394, 2005.
- 7) 環境省：環境会計ガイドライン 2005 年版, pp. 25, 2005
- 8) 環境省：事業パフォーマンス指標ガイドライン—2002 年度版— 参考資料, pp. 57 - 63, 2003.

A STUDY OF ECO-EFFICIENCY ON THE DESKWORK AT THE LOCAL GOVERNMENT

KOTARO AMANO

This study said that the local governments should manage the environment by means of the eco-efficiency, tending to the environment. Environmental accounting is an effective mean, such as EMS, LCA and so on. It involves both environmental conservation benefit and environmental conservation cost. On this study, taking environmental conservation benefit, which was calculated with carbon dioxide emissions. Concretely, electric power was converted into carbon dioxide emissions, and they were divided the consumption of paper, and water. As a result, in this case, it meant that these eco-efficiency index are high correlation, by statistics analysis, Pearson, Kendall, Spearman.