

社会システムとしての企業体における環境監査の実施と
その経年的効果の考察
— (株)オストランド社をモデル系として —

山西敏道*・赤井 裕*・早瀬光司**

* 広島大学大学院生物圏科学研究科

** 広島大学総合科学部自然環境研究講座

Performance and effects of annual environmental auditing in
an enterprise as a social system.
— OSTRAND Co.Ltd. as a model system —

Toshimichi YAMANISI *, Hiroshi AKAI * and Kohji HAYASE **

* *Graduate school of Biosphere Sciences, Hiroshima University
Higashi-hiroshima 739, Japan*

** *Faculty of Integrated Arts and Sciences, Hiroshima University
Higashi-Hiroshima 739, Japan*

Abstract : Today, we have many environmental problems as global warming, depletion of ozone layer, acid rain and so on. In order to solve these problems, we must change our social system from the present high entropy type to a low entropy type societies. Then environmental management system is necessary to manage a social system ecologically. Environmental auditing, which constructs, evaluates and improves environmental management system, has attracted increasing attention in the world, especially in the economically developed countries. And fundamentals of environmental auditing are the concepts of "system" and "environment" and the principle of entropy increase. Social system, such as companies and so forth introduce low entropy raw materials and useful energy from environment, make products in the system and send out low entropy products and high entropy wasted materials and useless heat to the environment.

In this study, environmental auditing was carried out in a private company, OSTRAND Co. Ltd., in Tokyo for 2 years in 1993 and 1994. Measured were incoming materials, copy papers and deliverly matters in incoming part, one sided papers in the system and informative products, papers to be recycled and papers to be burned in outgoing part. In this one week experiment, incoming materials were 4.9kg, one sided papers produced and used were 6.6 and 12.9kg, respectively, and informative products were 37.7kg.

From the data of this environmental auditing environmental balance accountings and flow charts were made, displayed and discussed as useful and concrete tools to decrease

environmental impact. And unit per products was proposed as a method to evaluate environmental impact. Since all social systems exist in order to generate products, unit per products is useful for making comparison among several social systems, and making reduction program of environmental impact. Then five kinds of effects by environmental auditing (reduction of environmental impact, improvement of employee's environmental consciousness, objective check for company's environmental management, merit by opening the information to the public and cost reduction) were examined by comparing the results of 1993 and 1994. For example about cost reduction, it was calculated that in a year 150000 ~ 320000yen can be reduced by using one sided papers and 1870000yen can be reduced by making informative products two sided print.

In this study, it's confirmed that environmental auditing is very important tool to solve environmental problems globally and to construct a low entropy type society. Such the detailed data in this study are significant for the progress of environmental auditing.

At present international standardization of environmental auditing has been discussed about only enterprises by ISO (International Organization for Standardization). In the future, we must try to apply environmental auditing to all social systems such as governments, family homes and educational or research institutions.

Keywords : environmental auditing, annual auditing, system and environment, environmental balance accounting, flow chart

背 景

現在、人間を含む地球上の生物を危機的状況に追い詰めている環境問題は、対策が講じられているにも関わらず、解決の兆しが一向に見られていない。それは対策が根本的解決を試みるのではなく、対症的であるからである。地球温暖化・オゾン層破壊・酸性雨・森林破壊・砂漠化等の地球環境問題の根本的な原因は、現代の高エントロピー型の社会経済システムにある。つまり環境問題を解決するには社会経済システムを高エントロピー型から低エントロピー型に転換させていかなくてはならない。

そこで非常に重要になるツールが環境監査である。環境監査は、社会システムが環境に配慮した行動を取っているかを調査し、その環境管理システムを評価・改善するシステムである。近年、環境監査は経済先進国中心に世界的に注目されており、イギリスでは環境管理規格 BS7750が策定され、EU (欧州連合) においては EMAS (Eco Management and Audit Scheme) が1995年4月より実施されている。そして現在、ISO (国際標準化機構) が環境監査の統一規格を審議中であり、大きな期待が寄せられている¹⁾。

目 的

本研究の目的は、一企業体において2年間環境監査を実施し、その結果から環境監査の経年的効果を考察し、「系」と「環境」の理念とエントロピー増大則を基本とした環境監査の方法論を確立していくことである。

人間や企業体、一般家庭、自治体などの社会システムという「系」は、周囲の「環境」から物質資源やエネルギー資源などの低エントロピー物質を導入し、「系」内で加工・生産・代謝し、「環境」へ低エントロピーな生産物及び廃物・廃熱などの高エントロピー物質を送出している（図1）。この流れを基本理念として、廃棄物だけを問題にするのではなく、「系」の導入部・生産部・送出口すべてに着目した環境監査を実施していく必要がある。

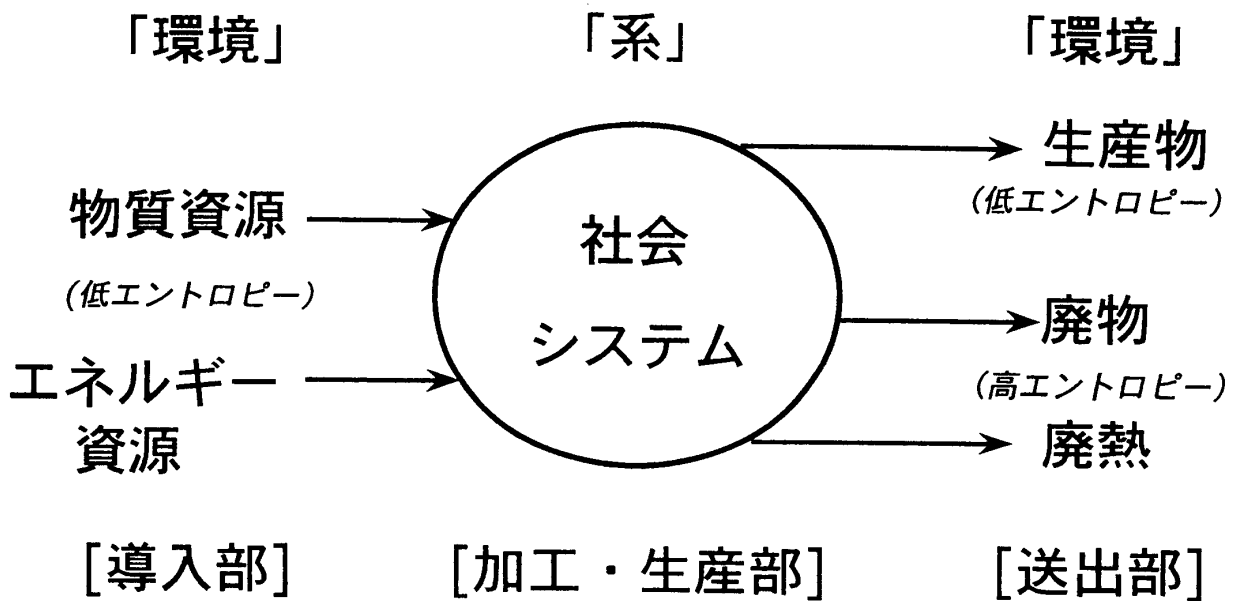


図1 「系」と「環境」の理念図

1. 企業体における環境監査の方法論の確立

現在、社会システムの中で環境への負荷が最も大きいと考えられるのが「企業体」である。そこで、特に企業体に対しての環境監査の方法論を確立し、広く実施していく必要がある。環境監査は、1970年代から環境保全に積極的な一部の企業が経営管理手段として実施してきた。しかしそれらの監査は、独自に実施し監査結果を公表しない内部的な監査であった。今後必要とされるのは、当該企業や事務所から独立した第三者（外部環境監査人）が測定・評価を行い、その監査結果を公開する外部環境監査である。

本研究で述べる方法論とは、企業体の経営トップへの環境監査の説明から、監査を実施し提言を行うまでの外部環境監査の一連の流れについてである。

2. 実験系および測定期間の選定

環境監査において、監査を実施する実験系というサンプルの一般的妥当性やその社会的・理論的位置および測定期間の妥当性を調べることは重要と思われる。そこで、実験系および測定期間の選定について考察する。

3. 環境収支簿記

環境監査を実施することにより得られるデータを報告書の形でまとめたものを環境収支簿記とする。ここでは「系」と「環境」の理念に基づいた環境監査に対応した環境収支簿記を紹介し、その効果について述べる。

4. 流れ図

環境収支簿記から「系」と「環境」の流れ図を作成することができる。その流れ図の効用について考える。

5. 環境負荷の評価手段＝生産物原単位

社会システムの種類によって、環境負荷の質も異なる。また企業体という社会システムにおいても、その業種により環境への負荷の種類は異なる（たとえば事務所ならば紙類が主な負荷となるが、工場等の場合には大気汚染や水質汚濁、産業廃棄物等が主な環境負荷になる）。

本研究では、監査対象企業が事務系企業であるから紙類が主要な環境負荷になるが、どのような負荷であっても対応できる評価方法が必要である。環境負荷を考える時には、生産物を基本単位として系の導入部・生産部・送出部を総合的にとらえて評価しなくてはならない。そこで環境負荷の評価手段の一つとなる「生産物原単位」について考察する。

6. 環境監査の経年的効果

環境監査実施の効果としては、1：環境負荷の削減、2：社員の環境意識の向上、3：環境対策の客観的な診断、4：情報公開によるメリット、5：コストの削減、等が挙げられる。

これらの効果が実際に得られるのかどうかを、(株)オストランド社において2年間実施した環境監査のデータを比較、検討することにより調べる。

実験方法

1. 全体的な流れ

はじめに、(株)オストランド社を訪問し、代表取締役である八太昭道氏と環境監査についての話し合いを行い、環境監査を実施することになった。外部環境監査人（筆者）とオストランド社の代表取締役および4フロアからの2～3名の社員から構成される環境監査委員会を設置し、物質の流れを調査し、測定項目を決定した。各測定項目の測定方法を考え、調査票及び環境監査マニュアルを作成した。

オストランド社において、環境監査の準備（秤等の測定器具・調査票の設置、コピー用紙・うら紙の整理等）を行った。環境監査委員会を開催し、環境監査マニュアルを配付し、監査実施についての説明を行った（2年目の監査時には、「再生紙を使用し、特に無漂白を優先する」「内部資料にはうら紙を使用する」「報告書は両面コピーにする」という3つの目標を掲げて実行することを決定した）。監査実施前に、測定の実験期間を1日設けた。1993年の監査では11月8日から12日までの1週間を、2年目の1994年の監査では11月14日から18日の1週間を測定期間とした。監査終了日に社員全員にインタビューを行い、環境監査実施についての意見や感想を聞き、記録した。監査終了後、収集したデータを解析し、翌年の1995年7月にオストランド社に提言を行った。

2. 測定項目・測定方法

測定項目は系（オストランド社）と環境の関わり方から3部に分類し、導入部においてはコピー用紙・配送物・持ち込む資料・持ち込む食品・使用電力・水道水・トイレトペーパー・ティッシュペーパーを測定項目とした。系内ではうら紙・食品摂取量・貯蔵されている食品を、送出部においては持ち出す資料または報告書・食品からの廃物・事務系の廃物・煙草の吸殻を測定項目とし、

計16項目であった。

測定は4つのフロア（BF、1F、2F-a、2F-b）に分けて行い、測定項目は社員が測定するものと、外部環境監査人が測定するものに分けた。持ち込む資料・持ち込む食品・持ち出す資料または報告書は、社員がそれらのものを会社から出し入れする時に、秤で計量し、調査票に記入した。配送物は、送られてきた時に総務部（1F）の社員が計量し、調査票に記入した。出社人数については、各フロアの代表者が調査票に記録した。外部環境監査人が測定した項目として、コピー用紙は漂白（白色）・無漂白（茶色）の再生紙をサイズ別に分類し、毎朝計量し、前日の使用量を求めた。うら紙はその発生量と使用量をそれぞれ求めるために、うら紙発生箱とうら紙使用箱を各フロアのコピー用紙置き場に設置し、社員が発生したうら紙は必ず発生箱に入れ、使用したい時は使用箱から取り出すようにした。そして外部環境監査人が毎朝うら紙発生箱と使用箱の中身を計量し、調査票に記録した。食品からの廃物は、各フロアに、食品からの廃物を入れる箱を可燃・不燃別に設置し、毎夜組成分析をしながら計量し、調査票に記入した。事務系の廃物は、社員の仕事が終了後、各人のゴミ箱の内容物を回収して計量し、調査票に記録した。貯蔵されている食品は、内容物にラベル付けをして毎日計量し、調査票に記録し、その減少量を求めた。使用電力と水道水は、各メーターの値を調査票に記録し、使用量を計算した。トイレトーパーとティッシュペーパーは、ラベル付けを行って一つずつの重量を把握し、変化量を求めた。煙草の吸殻は、各フロアの灰皿から吸殻を回収して本数と重量を計量した。食品摂取量は、持ち込んだ食品の重量と貯蔵された食品の減少量との和から食品の廃物を引いたものとして計算した。

結 果

測定結果については測定項目を紙類（導入資料・コピー用紙・配送物・うら紙・報告書・事務系の廃物）、食品類（導入食品・食品摂取量・食品からの廃物）、資源・エネルギー（使用電力・水道水）に分類する。監査を実施したオスランド社は事務系の企業であり、主な環境への負荷はコピー用紙や紙ごみ等と考えられるので、紙類を中心に述べる。トイレトーパーやティッシュペーパー、煙草の吸殻等の結果については省略する。

1. 紙類について

導入資料：1週間の導入量は4850gであり、使用面でみると両面使用の資料が74%、片面使用のものは26%であった。BF以外のフロアでは両面コピーのものが多かった。紙の種類別で見ると、白色紙が34%、茶色紙は26%、その他（コーティングされた紙など）が40%であった。BF、1F、2F-bでは茶色紙の資料が最も多く、2F-aではその他のものが多かった。

コピー用紙：1週間の使用量は57046gであった。白色の再生紙（漂白）と茶色の再生紙（無漂白）の使用率は10.7：89.3で、茶色の再生紙が白色の約8.3倍使用された（図2）。フロア別に茶色の再生紙の使用率を見ると、BFでは88%、1Fは96%、2F-aでは92%、2F-bは87%とどのフロアもかなり高かった。またコピー用紙の1人・1日当たりの使用量は約272gであった。

配送物：種類別に見ると、小包が64%で最も多く、封書類が33%、新聞が3.2%、折り込み広告は0.1%であった。全配送物の各フロアの重量比は2F-bが67%、1Fが23%、BFが5%、2F-aが5%であった。

うら紙：フロア別に見ると、どのフロアも発生量よりも使用量の方が多く、特に2F-aでは使用量が発生量の5.8倍であった。全フロアでは1週間のうら紙の発生量は6587g（319g/人・日）、使

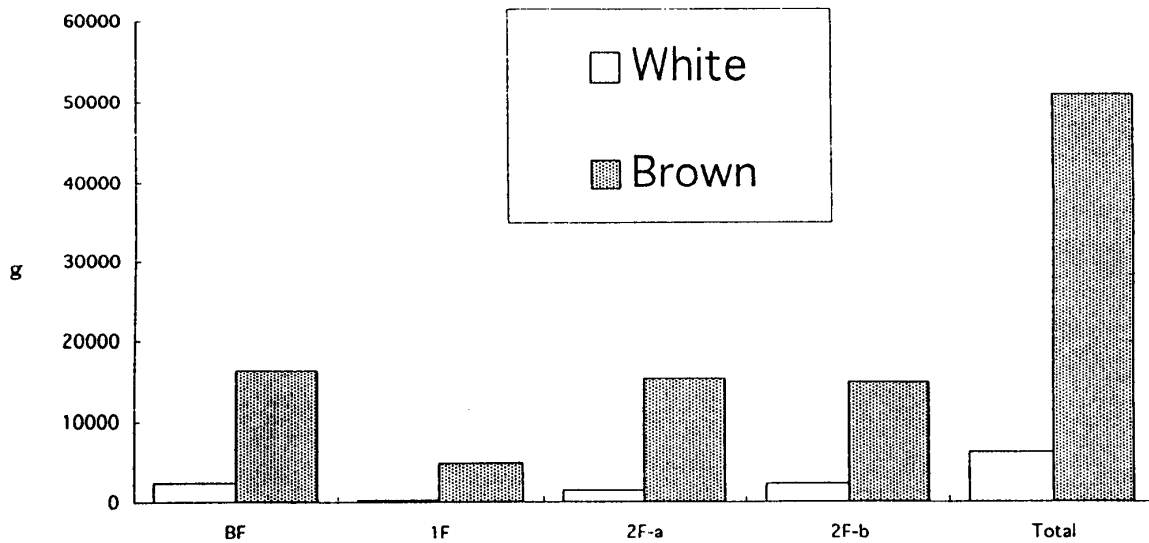


図2 フロア別のコピー用紙の種類使用量（1週間）

BF（地下1階フロア）・1F（1階フロア）・2F-a（2階の右フロア）・2F-b（2階の左フロア）

用量は12931 g（62 g/人・日）であり、使用量は発生量の約2倍であった。

報告書：1週間に生産された報告書の量は37719 gであった。その報告書の両面コピーと片面コピーの割合は、75：25で両面コピーが片面コピーの3倍であった。フロア別に見ると、2F-bが両面コピーの割合が95%と非常に高かった。紙の種類別では、白色の再生紙が5.2%、茶色の再生紙が94.7%で白色の約18倍であった。また1F以外のフロアでは茶色の再生紙の使用率が90%以上であった。

事務系の廃物：1週間の送出量を種類別で見ると、紙くずは6425 g（31 g/人・日）、ダンボールは5689 g（27 g/人・日）、普通紙（白色）が5232 g（25 g/人・日）、再生紙（茶色）は4622 g（22 g/人・日）であった。各フロアで最も多い廃物は、BFでは再生紙、1Fではダンボール、2F-aにおいては紙くず、2F-bでは普通紙であった。事務系の廃物の総量は27960 g（133 g/人・日）で、その77%の21535 gがリサイクルできる廃物であった。

2. 食品類について

導入食品：固体食品の1週間の導入量は、プラスチック容器のものが29797 gで72%、紙容器が10360 gで25%、容器無しが1290 gで2%であった。液体飲料は、紙容器のものが7070 gで33%と最も多く、スチール缶のものが6210 gで29%、プラスチック容器のものは5205 gで24%であった。容器をリユースできる手作り弁当は1週間で18605 g導入されており、1人・1日当たりの導入量は約89 gであった（外食する社員がかなり多かったため、導入食品の原単位が少なくなっていたと考えられる）。

食品摂取量：固体食品の摂取量が37789 gと液体飲料の20536 gよりかなり多く、1人・1日当たりの食品摂取量は278 gであった。

食品からの廃物：生ごみが12523 gで57%、プラスチックは3389 gで15%、紙類が3186 gで14%であった（図3）。固体食品からの廃物は24568 g、液体飲料からの廃物は4354 gで、固体食品からの方がかなり廃物が多かった。食品からの廃物の総量は28922 gで、1人・1日当たり138 gであった。

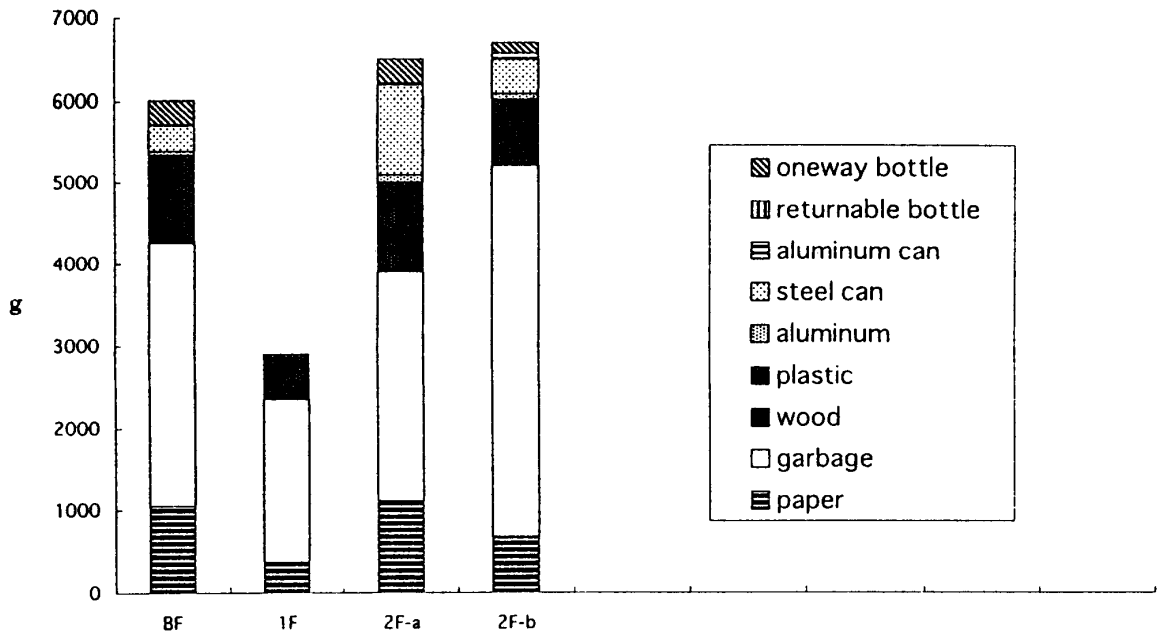


図3 フロア別の食品からの廃物量 (1週間)
BF (地下一階フロア)・1F (1階フロア)・2F-a (2階の右フロア)・2F-b (2階の左フロア)

3. 資源・エネルギーについて

使用電力：各フロアの1週間の使用電力は2F-aが最も多く480kwh、2F-bが479kwh、BFが454kwhで1Fは283kwhと最も少なかった。1人・1日当たりの使用電力は8kwhであった。また、1696kwhの全使用電力から6105.6MJの廃熱が出たと計算できる。

水道水：1週間での使用量は12.9m³であり、1人・1日当たりの使用量は0.06m³であった。また排水量も12.9m³であった。

考 察

1. 企業体における環境監査の方法論の確立

環境監査を実施する上でまず必要なことは、企業体の経営トップの環境監査への理解と協力である。つまり第一段階として、経営トップへの環境監査の説明を行わなければならない。現在、経済先進国を中心に世界的に環境監査導入に動いており、輸出関係の企業体は環境監査への関心が特に高い。しかしそのような社会的圧力により取り組むのではなく、環境保全を最優先した環境負荷の小さい企業活動をしようという意図で環境監査を実施することが望まれる。

次の段階として、環境管理システムの構築である。各企業体によって環境管理システムの名称や機能は異なる。オストランド社においては、代表取締役と各フロアからの2～3名の代表者によって構成される環境監査委員会がこれに相当する。環境管理システムが積極的に機能するためにも、その代表者は企業体の取締役でなくてはならない。

環境監査を実施する前に、監査対象である企業体を訪問し打ち合わせ及び調査を行う必要がある。この調査では、測定する項目はどのようなものがあるか、どのように測定すればよいかというような実態を把握することが第一の目的である。その内容を企業体の環境管理システムの代表者と相談

するのが打ち合わせである。

調査後、測定項目を決定する。そして決定した項目について、どのように測定するか考える。測定方法は、企業体の社員が測定する方法と外部環境監査人が測定するという2種類が考えられ、測定項目の性質に応じて方法を選択しなくてはならない。そして各項目用の調査票を作成する。社員が記入する調査票はなるべく手間がかからないように記入欄より選択欄を多くすべきである。また、環境監査の理解を促進するために環境監査マニュアルを作成し、環境監査委員会において配付する。

監査実施の数日前には、監査対象企業を訪れて環境監査の準備をする。準備とは、測定器具（秤など）と調査票の設置および環境監査委員会の開催である。環境監査委員会では、環境監査の目的と実施における説明を社員にする。監査実施期間は社会が1週間を基本単位として動いており、また企業体の業務に支障をきたさないためにも1週間が適していると考えられる。

監査終了後、再び環境監査委員会を開催して監査における反省などを論議する。また、社員全員に環境監査実施に対するアンケートを行うことは、監査データを分析する時に非常に役に立つと思われる。

監査データを考察して、監査対象企業に対して提言を行う。提言は、監査対象企業の環境管理システムを改善できるように具体的に述べなくてはならない。

2. 実験系および測定期間の選定

本研究では、東京都新宿区にある(株)オストランド社を実験系として選定した。オストランド社は環境コンサルタントを業務とする企業体なので、環境意識が高いということができ、その一般的な妥当性はあまり高くはないようにも見える。しかし一般的な妥当性よりも現在の時点では、環境監査を実施することが最も重要であり、オストランド社のような環境監査に対して積極的な企業体は非常に貴重といえる。

また測定期間については、監査対象の事情に影響されるのはやむを得ないという面がある。測定期間をいつに選定するかということは、得られるデータに少しは影響を与えるであろうが、一週間測定することにより平均的なデータを得ることができる。実際に初回（1993年）のオストランド社での監査におけるコピー用紙の使用量の一週間の実測値は、その年のコピー用紙の購入量やコピー機のカウンタ数を継続的に調べることによって計算された年間の値から計算した一週間の平均的な値とほぼ一致した。

3. 環境収支簿記

社会システムという系が環境とどのように関わっているかの実態を把握するためには、その社会システムへ導入される物質とエネルギーの総量と質の内訳、系内で使用、加工、生産される工程や流れ、及び環境へ送出される物質とエネルギーの総量と質の内訳を知ることが必要である²⁾。環境収支簿記は系と環境との間でやり取りする物質とエネルギーを系の導入部、系内、送出部に分けて収支計算したものであり、環境監査の基礎的かつ基本的なデータとなる。環境収支簿記の一例として、オストランド社の11月14日から18日の紙類の環境収支簿記を示した（表1）。この環境収支簿記を見ると、オストランド社が環境から紙類についてどのようなものをどれだけ導入し、系内で何を滞留させ、環境へ何を送出しているかが詳細に理解できる。このように環境収支簿記は系の導入部、系内、送出部に分けて記帳することが重要である。現在のごみ問題はごみそのものにしか着目していないが、ごみの発生源である導入部、つまり導入物についても取り組むことがごみ問題の解決につながると考えられる。また導入部、系内、送出部間で比較することも必要である。表1を見

ると、113.0kgの紙類を導入し、65.7kg送出していることがわかる。導入量と送出量が等しくなっていないが、これは導入物（特に小包などの配送物）が系内に蓄積されたり、系内の蓄積物が送出されているからである。また環境収支簿記には生産物も記帳しており、簿記上の企業体という社会システムがその生産物を生み出すために存在しているということが見た人に明確に理解できるという特長がある。そしてこの環境収支簿記を環境監査の報告書として公表することにより、企業体が環境に与える負荷をはじめて管理できるのである²⁾。

表1 オストランド社の紙類の環境収支簿記

導入部		重量	滞留部		重量	送出部		重量
導入資料		4850	う ら 紙 発 生 量	B5	385	報 告 書	両面コピー	28345
配 送 物	封書	16912		A4	4639		片面コピー	9374
	小包	32586		B4	557		合計	37719
	新聞	1635		A3	1066	リ サ イ ク ル さ れ る 紙 ご み	普通紙	5232
	広告	90		合計	6587		再生紙	4622
	合計	51203		B5	2025		雑紙	2492
コ ピ ー	再 生 紙 ・ 茶 色	B5	7045	A4	9047		ダンボール	5689
		A4	32631	B4	1374		新聞紙	3200
		B4	3733	A3	485	広告	300	
		A3	7528	合計	12931	合計	21535	
		合計	50937			焼却される紙ごみ	6425	
用 紙	再 生 紙 ・ 白 色	B5	931					
		A4	3849					
		B4	817					
		A3	512					
		合計	6109					
再生紙合計		57046						
上質紙		0						
総計		113099					総計	65679

1994年11月14日から18日

単位 = g

4. 流れ図

表1の環境収支簿記からオストランド社の11月14日から18日の紙類の流れ図を作成した(図4)。この流れ図を見ると、オストランド社が11月14日から18日の間に、導入資料を4.8kg、封書・小包・新聞・広告等の配送物を51.2kgを仕事場へ、コピー用紙は72.2kgをコピー用紙置き場に導入し、そのコピー用紙置き場から57.0kgのコピー用紙を仕事場へ導入し、発生したうら紙を6.6kgうら紙BOXへ入れ、またうら紙BOXから12.9kgのうら紙を取り出して使用した。そして環境へ報告書を37.7kg、リサイクルできる紙ごみを21.5kg、焼却紙ごみを6.4kg送出したことがわかる。このように流れ図は環境収支簿記と比較して、物質の流れが非常に理解しやすくなる。また図4を見るとうら紙BOX(うら紙発生箱、うら紙使用箱)を設置し、環境負荷低減の対策がなされていることが一目でわかる。そして、例えば事務系の廃物(紙ごみ)については対策がなされていないので、リサイクルを重視したシステム(一例として紙ごみリサイクル置き場の設置)を作ることにより、焼却紙ごみを減らせる。このように流れ図には、企業体の環境管理システムの改善(=環境負荷の低減)を行いやすくする効果があると思われる。

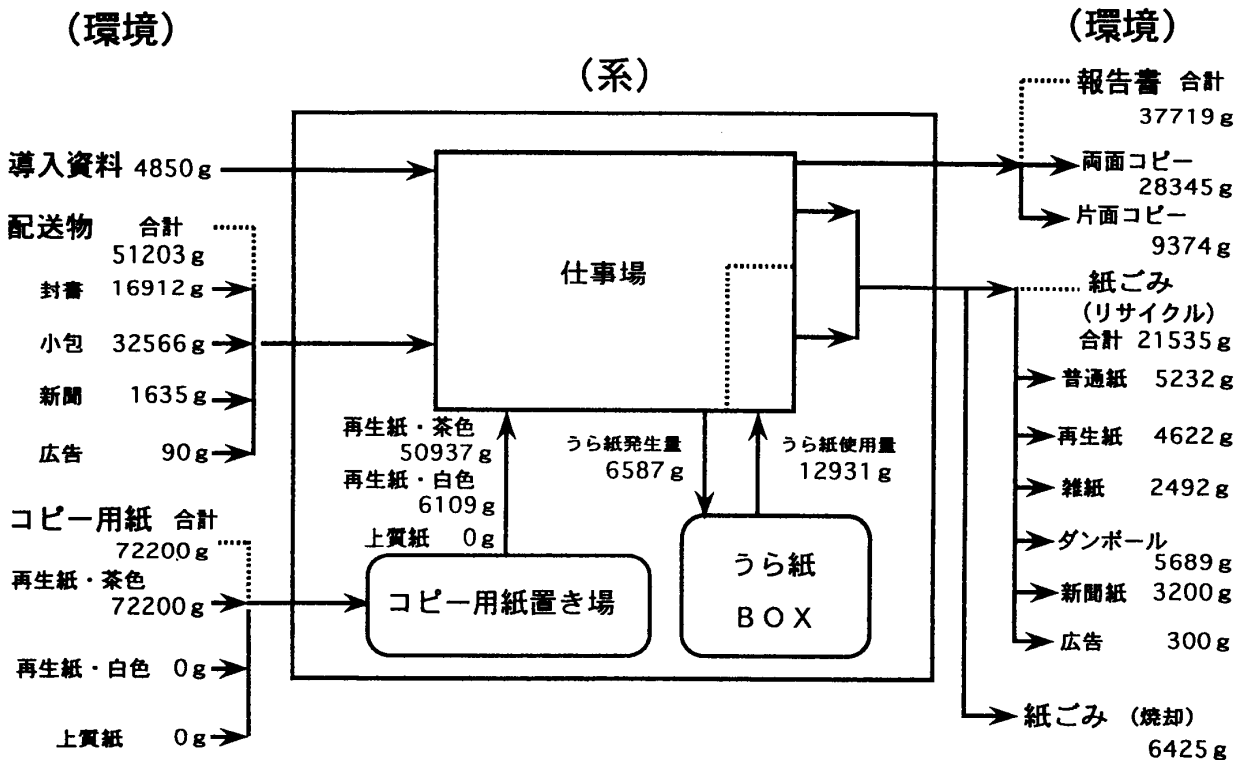


図4 オストランド社の紙類の流れ図(1週間)

5. 環境負荷の評価手段=生産物原単位

すべての社会システムは低エントロピーな生産物を環境に送出しているが、生産物を送出することがその社会システムの存在価値そのものである。そのために多くの高エントロピーな廃物や廃熱を排出している。したがって生産物(報告書)を1単位当たり送出するのに必要な導入資源の量や廃物の量はできるだけ少ない方が良く、この値を導入資源や廃物の生産物原単位と名付ける。報告書を1単位とした生産物原単位の環境収支簿記及び流れ図を作成した(表2・図5)。導入資料、配送物、コピー用紙、リサイクル紙ごみ及び焼却紙ごみの生産物原単位は、それぞれ0.13、4.81、1.51、0.57及び0.17である。報告書を生産するための導入資料は0.13と少なく、配送物は4.81とか

なり大量に導入され、蓄積されているが、報告書になるコピー用紙は1.51とそれほど多くなく適切に使用されたと理解できる。またリサイクル紙ごみと焼却紙ごみの値を足すと0.74であり、報告書を生産するのにかなりの廃物が排出されたことがわかる。生産物を1作るのに原料が1に近く、廃物が0に近いほど環境負荷が小さいといえる。ここでは生産物原単位を重量で求めているが原料と生産物が性質的に異なるときは他の単位で求める必要がある。これらの数値を他のいろいろな社会システムにおける数値と比較することにより、有効な環境負荷低減の指標とすることができる。

表2 オストランド社の紙類の環境収支簿記—生産物原単位—

導入部		重量	滞留部		重量	送出部		重量		
配 送 物	導入資料		0.13	う ら 紙 発 生 量	B5	0.01	報 告 書	両面コピー	0.75	
	封書		0.45		A4	0.12		片面コピー	0.25	
	小包		0.86		B4	0.01		合計	1	
	新聞		0.04		A3	0.03	リ サ イ ク ル さ れ る 紙 ご み	普通紙	0.14	
	広告		0.002		合計	0.17		再生紙	0.12	
	合計		1.36		B5	0.05		雑紙	0.07	
コ ピ ー 用 紙	再生紙・茶色	B5	0.19	A4	0.24	ダンボール		0.15		
		A4	0.87	B4	0.04	新聞紙		0.08		
	再生紙・白色	B4	0.10	A3	0.01	広告	0.01			
		A3	0.20	合計	0.34	合計	0.57			
	合計		1.36				焼却される紙ごみ	0.17		
	紙	再生紙	B5	0.02						
A4			0.10							
B4		0.02								
上質紙	A3	0.01								
	合計	0.15								
再生紙合計		1.51								
上質紙		0								
総計		3.00	総計							1.74

1994年11月14日から18日

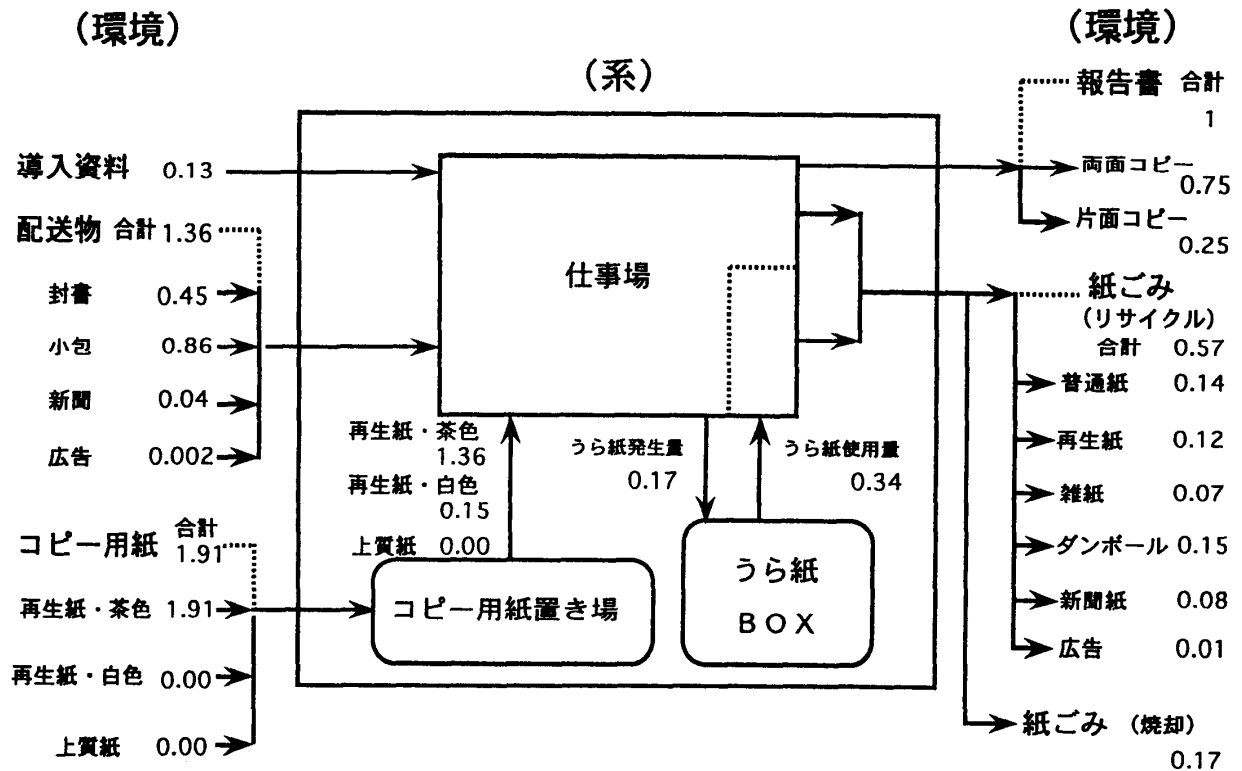


図5 オストランド社の紙類の流れ図－生産物原単位－（1週間）

6. 経年的監査の効果

1) 環境負荷削減効果

この効果を調べるために、環境負荷低減の比較係数を設定し、1年目と2年目の監査データの比較を行った（表3）。コピー用紙においては1年目の環境監査後、再生紙を主として使用していきこうという動きがあり白色の再生紙が導入された。2年目の環境監査では環境監査委員会での提言で再生紙だけを使うことに決定したので、その使用率が39%から100%になり、上質紙の削減即ちパルプ原料となる森林の保護につながっている。また、再生紙においても古紙パルプの含有率が低く、漂白が施されている白色の再生紙と、古紙パルプの含有率が高く、無漂白の茶色の再生紙の2種類

表3 環境負荷低減に関わる係数の比較

環境負荷低減の比較係数	93年度	94年度
コピー用紙（再生紙）／コピー用紙（再生紙+上質紙）	0.39	1.00
再生紙（茶色）／再生紙（茶色+白色）		0.89
報告書（両面コピー）／報告書（両面+片面コピー）		0.75
コピー用紙の使用量／報告書の送出货量	1.77	1.51
うら紙の使用量／発生量	1.20	1.96
リサイクルされる紙ごみ／紙ごみ総量	0.55	0.77

がある。茶色の古紙パルプの使用率は89%であり、環境負荷のより小さいコピー用紙を使用したといえる。コピー用紙の報告書原単位（コピー用紙の使用量を報告書の送出量で割った値）は1年目は1.77であったが、2年目は1.51と小さくなっており、コピー用紙が節約されていた。うら紙の使用量は、49g/人・日から62g/人・日と1.3倍に増加したが、発生量は41g/人・日から31g/人・日と0.8倍に減少した。そして、送出される紙類の中のリサイクルされる紙類の割合は、55%から77%に増加した。このように、環境監査を継続的に実施することにより、監査対象である社会システム（オストランド社）の環境に対する負荷が軽減されていたことが確認できた。

次に環境負荷実態の考察としてCO₂換算及びパルプエネルギー換算を行った。CO₂換算については、紙をセルロースだけからできていると仮定すると、1週間で送出された焼却される紙類6425gから10473gのCO₂が排出されたと計算できる。93年度の排出量を計算すると17250gであり、94年度のCO₂は93年度の61%に削減された（表4）。また、このCO₂排出係数は1.63であり、環境庁から算出された排出係数の1.7と大きな差はなかった³⁾。

表4 紙ごみ焼却からの二酸化炭素排出量

セルロースの燃焼の反応式			
$n (C_6H_{10}O_5) + 6n O_2 \rightarrow 5n H_2O + 6n CO_2$			
紙を $n (C_6H_{10}O_5)$ とすると、			
[93年度]			
1週間分の焼却紙ごみ	10583 g	→ CO ₂ の排出量	17250 g
[94年度]			
1週間分の焼却紙ごみ	6425 g	→ CO ₂ の排出量	10473 g
<u>94年度のCO₂排出量 / 93年度のCO₂排出量 = 10473 / 17250 = 0.61</u>			

次に、パルプエネルギー換算では、パルプを作るときに必要な水蒸気や電力をエネルギー換算し、再生紙と上質紙で比較した（表5）。晒化学パルプを製造するには4048kcal/kg、脱墨漂白白古紙パルプでは1179kcal/kgのエネルギーが必要である⁴⁾。茶色の再生紙は古紙パルプが50%、晒化学パルプが50%なので1週間に使用された50.9kgの再生紙には133027.2kcalのエネルギーが必要であったと計算できる。一方、白色の再生紙は古紙パルプが10%、晒化学パルプが90%なので同様に計算すると6.1kgの再生紙に22942.7kcalのエネルギーは使われたといえる。この再生紙の代わりに上質紙を使っていたとすると、上質紙作成に必要であったエネルギーは230736kcalと計算できる。このように、1週間にコピー用紙として再生紙を使用することにより、上質紙使用と比べて74766kcalのエネルギーの削減につながった。

表5 パルプ製造時の再生紙と上質紙の使用エネルギーの比較

<p>パルプ作成に必要なエネルギー(電気・蒸気)</p> <p>晒化学パルプ=4048kcal/kg・脱墨古紙パルプ=1179kcal/kg</p> <p>オストランド社で1週間に使用した再生紙 57.0kgを作る時に必要なエネルギーを計算 → 155970kcal</p> <p>同じ量の上質紙を作る時に必要なエネルギー → 230736kcal</p> <p>再生紙使用によるパルプエネルギーの節約は</p> <p style="text-align: center;"><u>230736-155970=74766 (kcal)</u></p>

2) 社員の環境意識の向上

環境監査終了時に社員全員に環境監査に関するインタビューを実施した。いくつかの意見を挙げると、

- ・監査実施により、1人1人がリサイクルについて考えるようになる。
- ・うら紙を使うことは良いことなので今後促進していきたい。
- ・茶色の紙では、報告書の時に白色の紙に比べ見劣りがする。
- ・再生紙だけを使用することは企業のイメージアップにつながる。
- ・紙の使い方を考えるいい機会になった。
- ・生ごみの量が多く、減らしていきたい。
- ・業務が流れている中で行うことにより、業務を振り返られる。

等があり、全体的には環境監査実施の意義を理解し、業務以外のことにも関心が持たれるなど環境意識の向上につながった。今後の課題として、より詳しく社員の環境意識の向上を調べるためには、詳細なアンケート用紙を作成し、監査実施前と実施後にアンケートに答えてもらい、監査による意識の変化を調べることがあげられるであろう。

3) 環境対策の客観的な診断

コピー用紙については、1年目の環境監査実施時には、再生紙の使用率は39%であり上質紙の方が多く使用されたが、実施の結果、白色の再生紙を上質紙の代替とした。2年目の環境監査実施前に環境監査委員会を開催し、「コピー用紙は再生紙だけを使用し、無漂白（茶色）のものを優先して使う」・「内部資料にはうら紙を使用する」・「報告書は両面コピーにする」という3つの目標を掲げたところ、無漂白の再生紙の使用率は89.3%、うら紙の使用量は発生量の2倍、報告書の両面コピーの割合は75.1%という結果になった。このように、環境監査を実施することにより、監査対象である企業体の環境対策の診断が可能になり、より良い対策を提言できる効果が確認された。

4) 情報公開によるメリット

情報公開によるメリットとしては、(株)オストランド社が廃棄物学会及び廃棄物学会誌において先駆的な環境監査実施企業として取り上げられたことが挙げられる。またその他のメリットとして、市民の企業に対する信頼の増大や他企業からの仕事の依頼等も考えられる。

5) コストの削減効果

紙類のコストの削減効果をうら紙と両面コピーに分けて計算した(表6)。

表6 紙類の使用方法の差によるコスト削減効果

<p>・ うら紙</p> <p>1週間に使用されたうら紙の枚数 ← 重量より換算 再生紙で代用したと仮定→2966円(茶色)~6307円(白色)分の新しい紙が必要 1年間で削減可能なコスト=14.8万円(茶色)~31.5万円(白色)</p>
<p>・ 両面コピー</p> <p>1週間で作成された報告書のコピー用紙の費用=49903円 その75.1%が両面コピー → 削減コスト=49903×0.751=37477(円) 1年間で可能な削減コスト=187.4万円</p>

うら紙の使用枚数を重量より計算すると、B5は657枚、A4は2207枚、B4は223枚、A3は58枚と求まった。その枚数を再生紙で代用した時に必要とされる費用を茶色の再生紙及び白色の再生紙それぞれについて計算した。すると1週間では茶色の再生紙では2966円、白色の再生紙では6307円が必要だったことになる。つまりうら紙を使用することにより1年間に14.8万円から31.5万円のコスト削減になる。

また両面コピーについてみると、1週間に作成された報告書のコピー用紙の費用は49900円であった。その75.1%が両面コピーであった。つまり両面コピーすることにより37470円分のコピー用紙が節約されたことになる。1週間で節約された費用が37470円であるから、1年間では187.4万円の削減が可能である。

このように、事務系オフィスにおいてうら紙を使用し、両面コピーすることは環境負荷の軽減だけでなく、コストの削減にもつながるといことがわかった。

要旨とまとめ

今日、我々人類は地球温暖化・オゾン層破壊・酸性雨等多くの地球規模の環境問題を抱えている。それらの問題を解決するには社会システムを、現在の高エントロピー型から低エントロピー型に転換する必要がある。そのためには社会システムを管理するための環境管理システムが必要になる。その環境管理システムを構築・評価・改善するシステムが環境監査であり、経済先進国を中心に世

界的に注目されている。そして環境監査を行う上での基本概念は「系」と「環境」の理念であり、エントロピー増大則である。企業体などの社会システムという系は環境から低エントロピーな物質資源及びエネルギー資源を導入し、系内で加工・生産し、環境へ低エントロピーな生産物及び高エントロピーな廃物・廃熱を送出している。

本研究では、1993年から2年間(株)オストランド社において環境監査を実施した。オストランド社という系を3部に分け、導入部においては導入資料・コピー用紙・配送物等、系内においてはうら紙等、送出部においては報告書・リサイクルされる紙ごみ・焼却紙ごみ等を測定した。測定期間は1週間であり、導入された資料は4.9kg、うら紙は発生量が6.6kg、使用量が12.9kg、送出された報告書は37.7kgであった。

オストランド社の監査データから、負荷低減への具体的な取り組みに役立つツールとして環境収支簿記と流れ図を作成し、表示し、考察した。また環境負荷を評価する手段として生産物原単位を提案した。すべての社会システムは生産物を生み出すために存在しているので、その生産物を基本単位として導入物や送出物をとらえることは、他の社会システムとの環境負荷の比較や負荷低減の取り組みに有用である。そして2年間の監査結果を比較することにより、環境負荷の軽減・社員の環境意識の向上・対策の客観的な診断・情報公開によるメリット・コスト削減という環境監査の5つの効果を検討した。一例としてコスト削減効果では、うら紙を利用することにより1年間で15～32万円、両面コピーの報告書を作成することにより1年間で187万円のコピー用紙のコストが節約されると計算された。

本研究により、環境監査が地球環境問題を解決し、低エントロピー型社会を構築するための非常に重要なツールであることが確認できた。これまで内部的な環境監査は、いくつかの先進的な企業体において実施されてきてはいるが、詳細なデータはほとんど公表されていないので、本研究のように具体的に測定方法や実測値を公表する研究はこれからの環境監査の発展に大きく貢献すると思われる。

また現在、環境監査はISO等でその統一規格が審議中であるが、その対象は主に企業体のみである。しかし将来的には、企業体だけでなく自治体や一般家庭、教育機関などの全ての社会システムにおいて環境監査を実施していかなくてはならない。

謝 辞

本研究を行うに当たり、(株)オストランド社を研究対象の場として提供していただき、環境監査に積極的に協力していただいた代表取締役の八太昭道様に厚くお礼申し上げます。また幹事役の和田英樹様、大村澄子様ほか環境監査委員会の委員を務めていただいた社員の方々に深く感謝申し上げます。最後に、環境監査実施に協力していただいたオストランド社社員の皆様に感謝いたします。

参 考 文 献

- 1) 東京商工会議所 1994 「誰にでもわかる企業の環境管理・監査」東京商工会議所
- 2) 早瀬 光司 1994 「具体的な環境監査」廃棄物学会誌 Vol. 5, No. 5, 427～435
- 3) 環境庁編 1994 「温暖化する地球・日本の取り組み」大蔵省印刷局
- 4) 本州製紙再生紙開発チーム 1991 「紙のリサイクル100の知識」東京書籍