

物流の環境性能に基づく製造業の分類に関する研究

日大生産工 (院) ○小山 拓也 日大生産工 村田 康一
日大生産工 若林 敬造 日大生産工 (非常勤) 渡邊 照廣

1. 序論

持続可能な社会への要求が高まる近年、これに対応するため製造業各社は環境に関する改善活動を推進している。柴田らは、環境改善の公表が企業のブランドイメージ向上につながることに着目し、製造システムの環境性能改善と、その結果の公表性能の両方を評価するモデルを開発している[1][2][6]。また、日本経済新聞社が行っている環境経営度調査[5]の製造業のデータを用いて、当該モデルにより分析している。しかし、各業種の評価はなされたものの、業種間の比較を行う方法については、いまだ研究が不充分である。

そこで本研究では、柴田らのモデルによる環境改善の実施と公表の分析結果の特徴に合った分類法を提案することを目的とする。また一般的な分類手法であるクラスター分析による分類結果と比較することにより対案手法の有効性について議論する。

2. 従来研究

2.1 柴田らの評価フレームワーク

柴田らにより提案された3つのサブシステムから構成される評価フレームワークを図1に示す。

サブシステム1の部分は環境に関する改善活動の実施に焦点をあてた評価を行う。具体的には活動の実施率を定義し、それを用いて算出する値から特徴分析を行う。サブシステム2の部分においては環境指標の公表率を定義し、それを用いて算出する値から特徴分析を行う。サブシステム3の部分は、環境改善施

策の実施と環境に関する公表が、どのような関係性があるか、相関係数と散布図を用いて評価を行う。

本論文においては、サブシステム3の評価データを用いて分類対象を分類することを試みる。

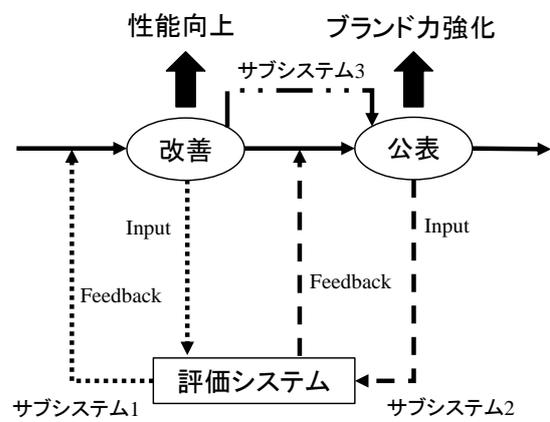


図1. 環境に関する改善活動の評価フレームワーク

2.2 分析対象データとその課題

環境経営を調査する手法のひとつとして1997年から日本経済新聞社が行っている環境経営度調査がある[3][4]。この調査は年1回企業の環境施策をアンケート形式で集計し、評価を行うものである。本研究においては2015年度の環境経営度調査の製造業17業種の調査結果から、柴田らによる評価モデルを用いて環境施策の実施率と環境改善の公表率を算出し、散布図に示した図2を分析対象とする[6]。

Industry Comparison of Announcement State of Environment Improvement Result
in Distribution Activity

Takuya KOYAMA, Koichi MURATA and Keizo WAKABAYASHI

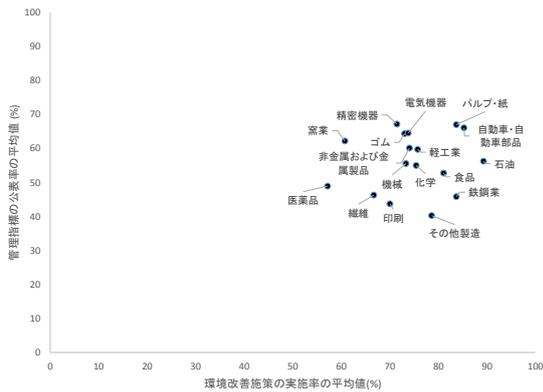


図 2. 2015 年度の環境改善施策の実施率の平均値と管理指標の公表率の平均値の散布図

図 2 を見ると製造業全体の傾向として、公表よりも実施の方が進んでいることがわかる。また評価対象群内の縦軸（管理指標の公表率の平均値）と横軸（環境改善施策の実施率の平均値）のばらつきが異なっていることがわかる。このデータを用いて、代表的な手法であるクラスター分析により分類を行うと、ばらつきの大きい実施率に大きく影響を受ける。クラスター分析は距離的情報による分類であり、環境性能に従う分類とは言い難い。本研究ではこの 2 点の解決を試みる。

3. 提案手法

3.1 改善活動の性能による分類法(提案手法 1)

クラスター分析による分類では、数学的な距離の近さを分類の基準としているため、分類の情報源が定量化され、客観性が保証されるというメリットがある。しかし分類者の意図が反映されないというデメリットも持ち合わせている。そこで以下の 2 つのステップからなる方法を提案する。

ステップ 1 $\tan\theta_i$ の算出

$\tan\theta_i$ とは(1)式で示される。

$$\tan\theta_i = \frac{g_i}{f_i} \quad (i=1,\dots,17) \quad (1)$$

i は業種の添字、 f_i は業種 i の実施率、 g_i は業種 i の公表率であり、 $\tan\theta_i$ は業種 i の実施率

と公表率の商となる。図形的には、 $\tan\theta_i$ は、各業種のプロットと原点を結ぶ直線の傾きの値となる。この値を用いて製造業 17 業種のデータを実施と公表の両視点から分類する。 $\tan\theta$ の値が 1 に近づくほど、実施と公表のバランスが取れていると解釈できる。また、 $\tan\theta$ の値が 1 よりも小さければ公表よりも実施が進んでおり $\tan\theta$ の値が 1 よりも大きければ実施よりも公表の方が進んでいると考えることができる。

ステップ 2 分類対象空間の決定

分類対象空間とは、原点から $\tan\theta_i$ の最大値と最小値の業種のデータを通る直線で限定される空間を指す。

ステップ 3 分類の実施

分類対象空間を $\tan\theta_i$ の値が最大の業種と最小の業種を基準に、対象空間を均等に分割し分類を行う。この操作は余分な空間を排除し、集中したデータ群の分類を可能とする。

3.2 異なる期間のプロジェクトの分類法(提案手法 2)

実施率と公表率のばらつきの差は、改善活動の取り組み時期が異なることから発生した成熟度の差によるものである。この差を取り除くために、公表が実施とでウ程度の成長度合いであるという考え方にもとづく仮定をおき、(2)式によりデータの処理を行う。

$$ga - (ga - g_i) \times \frac{rg}{fg} \quad (2)$$

ga は業種全体の公表率の平均値、 g_i は業種 i の公表率、 rg は業種全体の公表率の範囲、 fg は業種全体の実施率の範囲となる。

4. シミュレーション手順

以下の手順でシミュレーションを行う。

ステップ 1 分類シミュレーション

・シミュレーション 1

クラスター分析による基本データの分類 (各提案手法の有効性を確認するためのベン

チマークとなる)

- ・シミュレーション 2

提案手法 1 による基本データの分類

(提案手法 1 による分類の有効性を確認する作業)

- ・シミュレーション 3

クラスター分析による提案手法 2 により処理された基本データの分類

(提案手法 2 による分類の有効性を確認する作業))

- ・シミュレーション 4

提案手法 1 による提案手法 2 により処理された基本データの分類

(提案手法 1 と提案手法 2 の合成手法となる)

ステップ 2 評価シミュレーション

- ・評価 1

シミュレーション 1 とシミュレーション 2 の比較

(提案手法 1 の評価)

- ・評価 2

シミュレーション 1 とシミュレーション 3 の比較

(提案手法 2 の評価)

- ・評価 3

シミュレーション 1 とシミュレーション 4 の比較

(合成手法の評価)

5. シミュレーション

5.1 シミュレーション 1 の結果

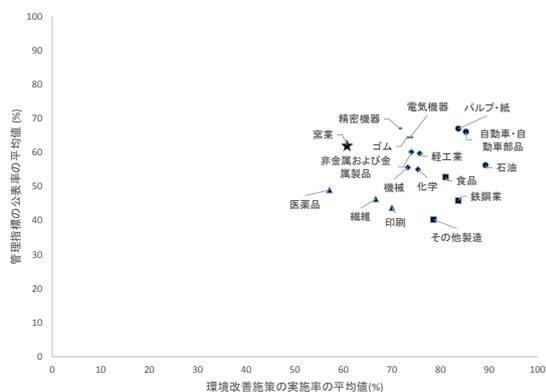


図 3. シミュレーション 1 の結果

(6 クラスターの場合)

5.2 シミュレーション 2 の結果

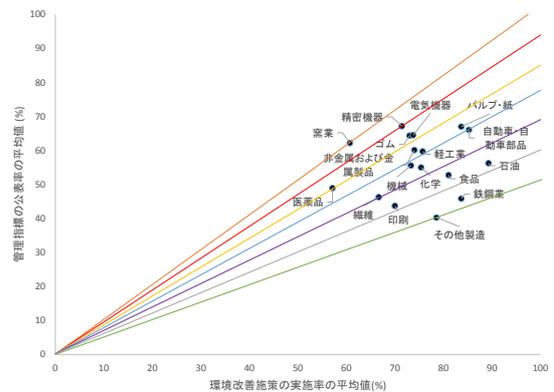


図 4. シミュレーション 2 の結果
(6 エリアの場合)

5.3 シミュレーション 3 の結果

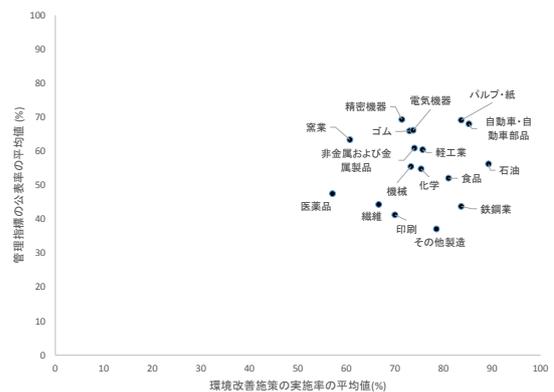


図 5. シミュレーション 3 の結果
(6 クラスターの場合)

5.4 シミュレーション 4 の結果

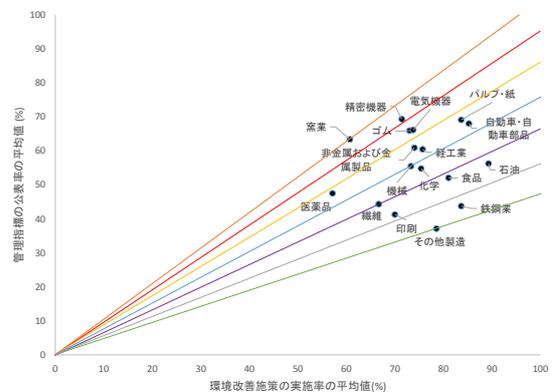


図 6. シミュレーション 4 の結果
(6 エリアの場合)

6. 考察

6.1 分類結果の整理

5章の分類結果を表1に示す。

表1. シミュレーション結果のまとめ

| 手法グループ | シミュレーション1 | シミュレーション2 | シミュレーション3 | シミュレーション4 |
|--------|----------------------|-------------------------------|----------------------|-----------------------------------|
| 1 | パルプ紙、自動車・自動車部品、石油 | 窯業、精密機器 | パルプ紙、自動車・自動車部品 | 窯業、精密機器 |
| 2 | 食品、鉄鋼業、その他製造 | ゴム、電気機器、医薬品 | 食品、石油 | ゴム、電気機器 |
| 3 | 化学、機械、非金属および金属製品、軽工業 | 非金属および金属製品、パルプ紙、軽工業、自動車・自動車部品 | 鉄鋼業、その他製造 | 医薬品、非金属および金属製品、パルプ紙、軽工業、自動車・自動車部品 |
| 4 | ゴム、電気機器、精密機器 | 機械、化学、繊維 | 化学、機械、非金属および金属製品、軽工業 | 機械、化学、繊維 |
| 5 | 窯業 | 食品、石油、印刷 | ゴム、電気機器、精密機器、窯業 | 食品、石油、印刷 |
| 6 | 繊維、印刷、医薬品 | 鉄鋼業、その他製造 | 繊維、印刷、医薬品 | 鉄鋼業、その他製造 |

6.2 評価1に関する考察

シミュレーション1とシミュレーション2の結果を比較すると、高評価グループに属する業種、グループごとの業種数などが大幅に異なる結果となった。シミュレーション2は正規分布化されており、下位グループの業種数が多いことから適切に分類できたといえる。

6.3 評価2に関する考察

シミュレーション1とシミュレーション3の結果を比較すると、シミュレーションは上位グループに業種が集まっており、逆にシミュレーション3は下位グループの方に業種が集まっている。

6.4 評価3に関する考察

シミュレーション1とシミュレーション4の比較の結果は評価1と似たものとなった。違いは医薬品が2グループから3グループに移動している点である。

6.5 結論

製造業17業種の散布図を作成し、 $\tan\theta$ を用いて改善活動の性能を評価したことで、業界全体が公表よりも実施の方が進んでおり、密集したデータ群となっていることがわかった。その結果クラスター分析での分類では、公表の差が少ないため、実施の影響を強く受けることになる。またクラスター分析は距離的な

情報による分類であり、環境性能に従う分類とは言い難い。そこで本研究で提案した手法を用いることで、公表の影響を強めた分類、改善活動の性能による分類が可能となった。またシミュレーションの結果、提案手法による分類はどれもシミュレーション1よりもいい結果が見られ、提案手法の有効性を確認することができた。

参考文献

- [1] 小山拓也, 村田康一, 若林敬造, “実施と公表から見た製造業における環境改善活動の分析”, 一般社団法人日本ロジスティクスシステム学会第19回日本情報ディレクトリ学会全国大会研究報告予稿集, pp. 79-82, 大阪体育大学, 泉南郡, 大阪, 2015年9月5-6日.
- [2] 小山拓也, 村田康一, 若林敬造, “環境改善評価結果の効率的な比較方法に関する研究”, 一般社団法人日本ロジスティクスシステム学会第18回全国大会予稿集: サプライチェーンマネジメント革新に向けての課題と展望, pp. 39-42, 豊橋創造大学, 豊橋市, 愛知, 2015年7月11-12日.
- [3] 日本経済新聞社, 第18回「環境経営度調査」調査報告書, 2015.
- [4] 日本経済新聞社, 第17回「環境経営度調査」調査報告書, 2014.
- [5] 日経BP社, 環境ブランド調査, 2002.
- [6] 柴田翔一, 若林敬造, 村田康一, “製造業における物流活動の環境改善に関する特性解析”, 第18回日本情報ディレクトリ学会全国大会研究報告予稿集, pp. 61-66, 日本大学国際関係学部, 三島市, 静岡, 2014年9月6-7日.