

## 補論 環境対策の経済的評価手法の検討 - コンジョイント分析調査 -

### 補 - 1 はじめに

環境管理会計における課題の一つに、環境保全効果の貨幣換算が各企業で実用可能なレベルでツール化できるかどうかという点がある。これに関連して、2000年度は株式会社リコー（以下、リコーという）の協力を得て、投資家を対象にしたコンジョイント分析の検討を行った。更に2001年度は、リコーから環境配慮型製品の評価にコンジョイント分析を適用した事例を提供していただいた。そこでこの2つの研究成果を補論として掲載する。

### 補 - 2 投資家を対象としたコンジョイント分析の事例

#### （1）目的

本検討の目的は、企業の環境対策を投資家の立場から評価することで、環境対策の経済的評価を行うことである。環境の経済的評価手法には数種類が開発されているが、ここでは多属性評価の可能なコンジョイント分析を用いて、環境対策が投資行動に及ぼす影響を分析することで、環境対策の金銭評価を行う（コンジョイント分析の環境評価の適用については栗山浩一(2000)「コンジョイント分析」大野栄治編著『環境経済評価の実務』、105-132、勁草書房を参照）。

#### （2）環境対策と投資行動

投資家が投資銘柄を選択する際には、様々な株関連指標を用いる。代表的なものとして株価、一株利益、PER（株価収益率）、PBR（株価純資産倍率）、株価チャートなどがある。さらに、最近では企業の環境対策に関心が高まったことから、企業の環境対策を重視したエコファンドも登場しており、企業の環境対策は投資行動に影響を及ぼす重要な情報の一つとなりつつある。

図1は投資家の銘柄選択をモデル化したものである。投資家は、各企業の株価、PER、PBR、株価チャートなどの株価関連指標、そして企業の環境対策を参考にしながら投資銘柄を選択する。ここで、株価、PER、PBR、株価チャート、環境対策を属性と呼ぶ。各企業は属性の組み合わせによって示されるが、この属性の組み合わせをプロファイルと呼ぶ。投資家は各属性に対して効用を持ち、例えば環境対策には環境対策の効用がある。この属性単位の効用を部分価値と呼ぶ。部分価値の総和は全体効用と呼ばれる。そして投資家は全体効用の高い企業に対して投資を行う。

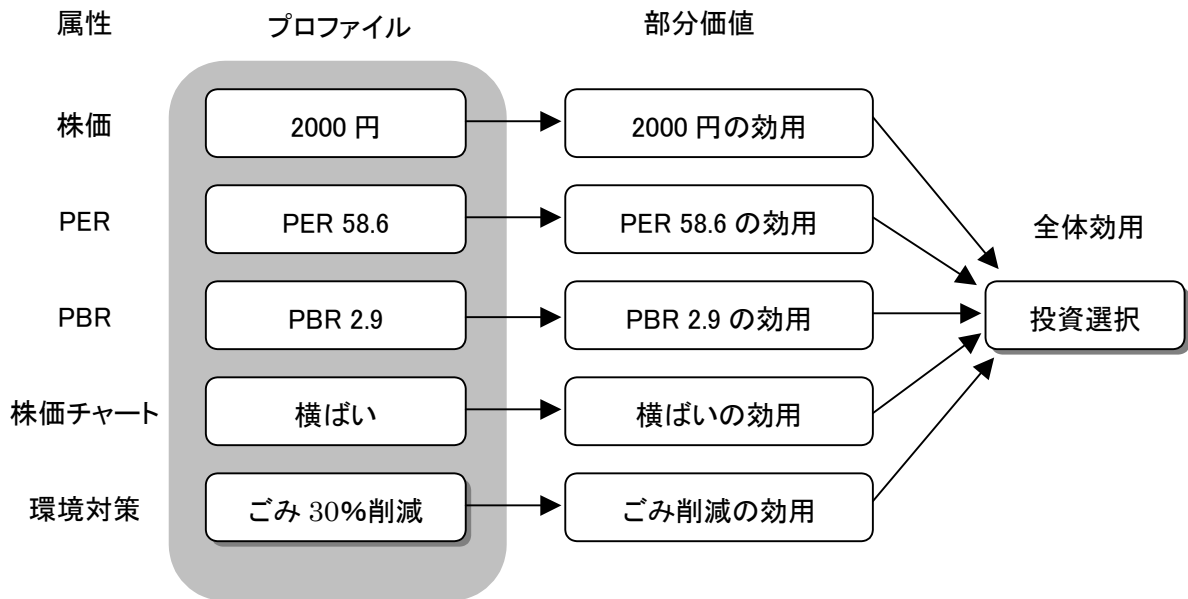


図1 環境対策と投資行動の関係

コンジョイント分析は、このように複数の属性によって構成されるプロフィールに対する選好を人々に尋ねることで、各属性単位のウェイトを評価することができる。コンジョイント分析には幾つかの質問形式が開発されているが、ここでは図 2 のペアワイズ評定型を採用した。ペアワイズ評定型では、2つの対立するプロフィールが示されて、どちらがどのくらい好ましいかを尋ね、示されたプロフィールと回答の関係を統計的に分析し、各属性のウェイトを推定する。

### ペアワイズ評定型

あなたはどちらの企業に投資したいと思いますか？ 1 - 9のどれかを選んでください。

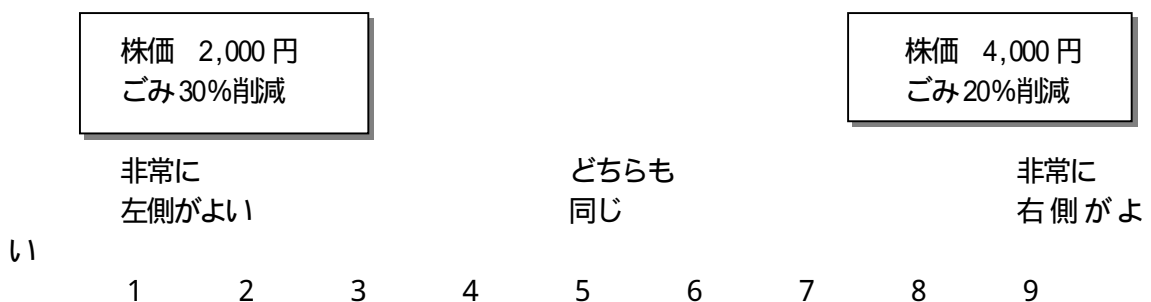


図2 ペアワイズ評定型の質問例

### (3) サーベイデザイン

#### 1) 評価対象についての情報収集

第一に、評価対象については、ここでは環境対策の進んでいる企業の一つであるリコーの環境対策を取り上げた。そして、リコーの環境対策室担当者の意見を参考にリコーの環境対策に関する情報を収集した。

#### 2) 属性とレベルの選定

第二に、属性とレベルの選定については、リコーの担当者、株式投資及び環境会計の専門家等の意見を参考に選定を行った。環境関連属性は表1を用いて作成した。属性は温暖化ガス削減率、大気汚染物質削減率、水質汚染物質削減率、廃棄物削減率の4種類である。大気汚染物質については鷺田((1999)『環境評価入門』勁草書房)のエアコン・コンジョイント調査と同様に、各物質が排出されたときに各環境基準まで薄めるために必要な大気量で合算して一つの指標に整理した。水質汚染物質についてはBODで代表した。表2の水準1はリコーの現状について排出量と削減率を示している。この現状を参考に、水準2(考えられる目標値)、水準3(非現実的な目標値)、水準4(現状よりも悪化)の水準を作成した。

表1 リコーの環境属性

		水準1 現状	水準2 考えられる 目標値	水準3 非現実的な 目標値	水準4 現状よりも 悪化
1) 温暖化ガス 排出量	CO2 排出量	262,053t	248,950t	209,642t	314,464t
	削減率	4.1%	5%	20%	-20%
2) 大気汚染物質 排出量	エアコン評価と同 様	$3.78 \times 10^{10} \text{m}^3$	$3.02 \times 10^{10} \text{m}^3$	$1.89 \times 10^{10} \text{m}^3$	$4.54 \times 10^{10} \text{m}^3$
	削減率	10.3%	20%	50%	-20%
3) 水質汚染物質 排出量	BOD	36.61t	32.95t	18.31t	43.93t
	削減率	4.5%	10%	50%	-20%
4) 廃棄物	最終処分量	6,538t	3,269t	0t	7,846
	削減率	34.6%	50%	100%	-20%

株価関連属性としては、株価、PER、PBR、株価チャートの4種類を用いた。こちらも現在のリコーの株価関連指標を参考にして4つの水準を作成した。ちなみに、調査票作成時点(2000年9月1日)のリコーの株価関連指標は図3及び図4のとおりであった。以上の情報を参考に委員会で検討を行い、最終的に表3の属性リストを採用することにした。

(株)リコー (東京1部:7752)					
取引値 9/01 <b>1,918</b>		前日比 +53 (+2.84%)	前日終値 1,865	出来高 1,937,000	時価総額 1,328,602 百万円
始値 1,918	高値 1,940	安値 1,900	買い気配 ---	売り気配 ---	発行済株式数 692,701,836 株
配当利回り 0.57%	1株配当 11.00 円	株価収益率 58.67 倍	1株利益 32.69 円	純資産倍率 2.90 倍	1株株主資本 661.71 円
株主資本比率 60.00%	株主資本利益率 5.11%	総資産利益率 8.53%	調整1株益 30.58 円	分割原資 212,420 百万円	株式額面 50 円

図3 リコーの株価関連指標

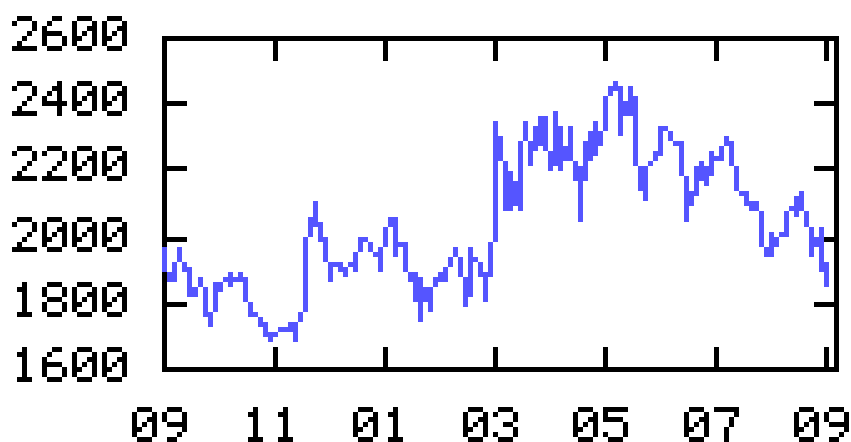


図4 リコーの株価チャート(1999年9月~2000年9月)

表2 属性リスト

	水準1	水準2	水準3	水準4
株価	500 円	1000 円	2000 円	4000 円
PER	60	25	10	150
PBR	3	1	0.5	5
株価チャート	横ばい	株価上昇	株価下降	
温暖化ガス	4.1%削減	5%削減	20%削減	20%増加
大気汚染物質	10.3%削減	20%削減	50%削減	20%増加
水質汚染物質	4.5%削減	10%削減	50%削減	20%増加
廃棄物	34.6%削減	50%削減	100%削減	20%増加

注：灰色部分は現状を意味する

このように投資家対象に企業評価を行う場合、株価関連指標と環境対策指標の両方を同時に推定することが必要となる属性数が多くなる。ここでは8種類の属性を用いている。このため、少数の属性しか推定できない完全プロフィール評定型や選択型を用いることは

困難である。そこで、ここでは多数の属性を評価できるペアワイズ評定型を採用した。ペアワイズ評定型はコンピュータ・インタビューを用いれば最大 30 属性まで推定可能である。しかし、投資家を対象にコンピュータ・インタビュー調査を実施する場合、投資家の家庭を訪問して調査を実施する必要がある、調査コストが非常に高くなってしまふ。そこでインターネット調査を採用することにした。最近ではオンライン・トレーディングの普及により、インターネットを利用する投資家が急増している。一般市民対象の調査ではインターネット利用者が特定層に偏っていることから母集団を正確に反映できない可能性があるが、投資家の場合はインターネットの普及が比較的進んでいることから、投資家対象の調査ではインターネット調査によるバイアスは比較的少ないと思われる。

### 3) プロファイル・デザイン

プロフィール・デザインは、Sawtooth 社の ACA/Web (ACA については Sawtooth 社のサイト <http://www.sawtoothsoftware.com/>を参照。また栗山浩一「コンジョイント分析」大野栄治編著『環境経済評価の実務』、105-132、勁草書房にも ACA の説明がある)を用いた。これはインターネット対応版の ACA であり、インターネット上で属性単位評定、ペアワイズ評定、完全プロフィール評定による調整の三段階の設問を行う。ACA/Web は最初の属性単位の質問のデータを用いて、ペアワイズ設問時に 2 種類のプロフィールがうまくトレードオフの関係になるようにプロフィール・デザインを行い、少ない設問数で効率良く推定できるように工夫が行われている。ここでは質問時間が余り長くないように配慮し、ペア設問を 8 回、調整設問を 5 回に設定した。

### (4) 調査結果概要

本調査は 2001 年 1 月 29 日(月)~2 月 2 日(金)にかけて実施された。調査は(株)日経リサーチが担当した。日経リサーチに登録されているモニターから「株式を保有している人」という条件でランダムサンプリングにより一般投資家 1000 人を抽出し、電子メールでアンケート調査への協力を依頼した。回答者には抽選で 100 人に謝礼を渡すことにした。最終的に 368 人から回答を得た。回収率は 36.8%。以下、各設問別の回答について示す。

#### 問1 株式に投資するようになってから何年ぐらいですか？ 一つを選んでください。

1 年以内	11%
1~2 年	14%
2~5 年	25%
6~10 年	23%
10~19 年	18%
20 年以上	9%

問2 現在の投資額はいくらぐらいですか？ 一つを選んでください。

100万円未満	36%	700万円台	2%	1400万円台	0%
100万円台	15%	800万円台	3%	1500万円台	0%
200万円台	13%	900万円台	0%	1600万円台	0%
300万円台	10%	1000万円台	6%	1700万円台	0%
400万円台	4%	1100万円台	0%	1800万円台	1%
500万円台	4%	1200万円台	0%	1900万円台	0%
600万円台	3%	1300万円台	0%	2000万円以上	4%

問3 以下の言葉を知っていますか？ それぞれについて一つを選んでください。

一株利益	知っている 87%	知らない 13%
P E R (株価収益率)	知っている 82%	知らない 18%
P B R (株価純資産倍率)	知っている 67%	知らない 33%
R O E (株主資本利益率)	知っている 71%	知らない 29%
地球温暖化	知っている 99%	知らない 1%
環境会計	知っている 37%	知らない 63%
エコファンド	知っている 75%	知らない 25%
I S O 14000	知っている 70%	知らない 30%
ライフサイクル・アセスメント	知っている 32%	知らない 68%

問4 あなたは株式に投資するときに以下の指標を参考にしていますか？ それぞれについて一つを選んでください。

一株利益	参考にしている 60%	参考にしていない 30%	分からない 9%
P E R (株価収益率)	参考にしている 58%	参考にしていない 31%	分からない 11%
P B R (株価純資産倍率)	参考にしている 42%	参考にしていない 42%	分からない 16%

問5 - 1 . あなたは、企業の温暖化対策についてどのように思いますか？ 一つを選んでください。

最優先で対策に取り組むべき	55%
利益にひびかない範囲で対策に取り組むべき	42%
対策に取り組む必要はない	1%
わからない	2%

問5 - 2 . あなたは、株式投資で銘柄を選ぶときに、企業の温暖化対策を重視していますか？ 一つを選んでください。

これまで重視していないし、今後も重視するつもりはない	19%
これまで重視していなかったが、企業の温暖化対策の情報が開示されれば重視する	78%
これまでも重視していた	3%

問6 - 1 . あなたは、企業の大気汚染対策についてどのように思いますか？ 一つを選んでください。

最優先で対策に取り組むべき	66%
利益にひびかない範囲で対策に取り組むべき	33%
対策に取り組む必要はない	0%
わからない	0%

問6 - 2 . あなたは、株式投資で銘柄を選ぶときに、企業の大気汚染対策を重視していますか？ 一つを選んでください。

これまで重視していないし、今後も重視するつもりはない	18%
これまで重視していなかったが、企業の大気汚染対策の情報が開示されれば重視する	74%
これまでも重視していた	8%

問7 - 1 . あなたは、企業の水質汚染対策についてどのように思いますか？ 一つを選んでください。

最優先で対策に取り組むべき	69%
利益にひびかない範囲で対策に取り組むべき	29%
対策に取り組む必要はない	0%
わからない	1%

問7 - 2 . あなたは、株式投資で銘柄を選ぶときに、企業の水質汚染対策を重視していますか？ 一つを選んでください。

これまで重視していないし、今後も重視するつもりはない	17%
これまで重視していなかったが、企業の水質汚染対策の情報が開示されれば重視する	75%
これまでも重視していた	7%

問8 - 1 . あなたは、企業の廃棄物対策についてどのように思いますか？ 一つを選んでください。

最優先で対策に取り組むべき	77%
利益にひびかない範囲で対策に取り組むべき	22%
対策に取り組む必要はない	0%
わからない	1%

問8 - 2 . あなたは、株式投資で銘柄を選ぶときに、企業の廃棄物対策を重視していますか？ 一つを選んでください。

これまで重視していないし、今後も重視するつもりはない	16%
これまで重視していなかったが、企業の廃棄物対策の情報が開示されれば重視する	71%
これまでも重視していた	13%

問9 - 1 . あなたの性別をお教えてください。一つを選んでください。

男	58%
女	42%

問9 - 2 . あなたの年齢をお教え下さい。一つを選んでください。

20代	15%
30代	54%
40代	22%
50代	7%
60代	2%
70代以上	1%

問10 . あなたのお住まいをお教えてください。一つを選んでください。

北海道	2%	埼玉	8%	岐阜	0%	鳥取	0%	佐賀	0%
青森	0%	千葉	10%	静岡	2%	島根	0%	長崎	0%
岩手	0%	東京	22%	愛知	6%	岡山	1%	熊本	0%
宮城	1%	神奈川	14%	三重	1%	広島	2%	大分	1%
秋田	0%	新潟	0%	滋賀	1%	山口	1%	宮崎	0%
山形	1%	富山	1%	京都	3%	徳島	0%	鹿児島	0%
福島	1%	石川	1%	大阪	9%	香川	1%	沖縄	0%
茨城	1%	福井	1%	兵庫	5%	愛媛	0%		
栃木	1%	山梨		奈良	2%	高知	0%		
群馬	1%	長野		和歌山	1%	福岡	1%		

問11．あなたのご職業をお教えてください。一つを選んでください。

会社員	54%	専業主婦	21%	その他	9%
公務員	4%	パート	6%		
自営業	5%	年金受給者	1%		

問12．あなたの家の年収は税込みでどのくらいですか。年金も含みます。

一つを選んでください。

200万円未満	8%	600万円台	11%	1100万円台	3%
200万円台	2%	700万円台	15%	1200万円台	4%
300万円台	5%	800万円台	8%	1300万円台	3%
400万円台	6%	900万円台	10%	1400万円台	1%
500万円台	13%	1000万円台	9%	1500万円以上	5%

#### (5) モデル

次に投資家の銘柄選択行動のモデルを検討する。図5はここで検討するモデルを示している。まず、投資家は現在の株価 ( $p$ )、PER・PBR・株価チャートなど株関連指標 ( $x$ ) および企業の環境対策 ( $q$ ) を基に将来の株価 ( $p^*$ ) を予想する。将来の株価から現在の株価を差し引いたものが予想利得 / 損失 ( $\pi$ ) となる。投資家はこの予想利得 / 損失を基に投資行動を決めるが、同時に環境対策が実施されること自体からも効用を得るとする。その結果、環境対策が投資行動に及ぼす影響には、(1) 環境対策によって株価が上昇することを期待して投資する効果 (私的効果) (2) 株価への影響とは関係なく、環境対策が実施されること自体を評価して投資する効果 (社会的効果) の2種類の方向がある。以上のモデルは、数式を用いて厳密に表現することもできる。ここでは詳細は省略するが、数式を用いて分析すると、環境対策の効果は私的効果と社会的効果の合計となることが分かる。

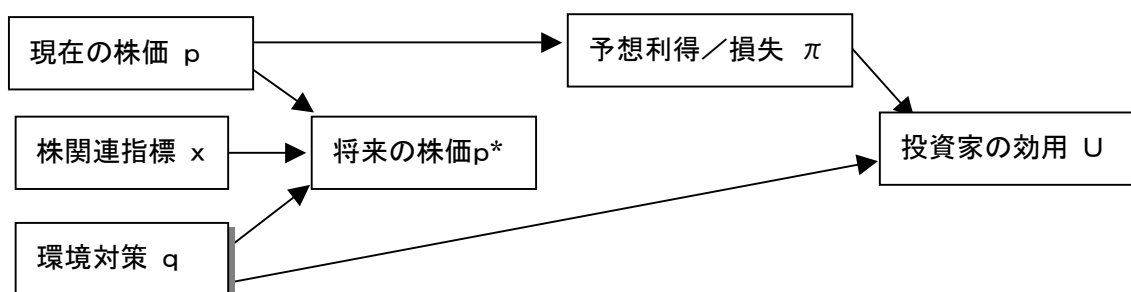


図5 投資家の銘柄選択モデル

(6) 推定結果

以上のモデルを用いてペアワイズ・データの推定を行った。推定は Johnson and Desvousges (1997) に従い、順序プロビット (ordered probit) によりペアワイズのデータを分析した。推定結果は表3のとおり。まずすべてのサンプルを用いて推定した結果 (全サンプル) について説明する。全サンプルの結果はおおむね良好で、PBR 0.5 以外はすべて 1%水準で有意となった。また株価の符号はプラスで有意となった。これは株価上昇によって投資家の効用が上昇することを意味する。

表3 順序プロビット推定結果

変数	全サンプル			利益優先サンプル		
	係数	t 値	p 値	係数	t 値	p 値
株価	0.0001679	8.84	0.000	0.0002975	5.31	0.000
PER 60	0.2554	3.68	0.000	-0.1005	-0.55	0.581
PER 25	0.5879	7.02	0.000	0.4266	1.82	0.070
PER 10	0.5525	5.45	0.000	-0.0585	-0.22	0.827
PBR 3	-0.2332	-3.40	0.001	-0.4455	-2.50	0.013
PBR 1	-0.2761	-3.64	0.000	-0.4856	-2.33	0.020
PBR 0.5	0.0800	0.91	0.363	0.0883	0.48	0.632
チャート横ばい	0.2381	4.00	0.000	0.2912	1.78	0.076
チャート上昇	0.5404	10.70	0.000	0.4478	3.42	0.001
温暖化ガス削減率	0.009666	5.25	0.000	0.002483	0.51	0.610
大気汚染削減率	0.007266	5.41	0.000	0.005818	1.40	0.161
水質汚染削減率	0.010348	7.92	0.000	0.007125	1.92	0.056
廃棄物削減率	0.008553	13.66	0.000	0.006822	4.14	0.000
$\alpha 1$	-1.8671	-36.68	0.000	-1.7586	-13.56	0.000
$\alpha 2$	-1.3927	-33.97	0.000	-1.3140	-12.35	0.000
$\alpha 3$	-0.7080	-21.65	0.000	-0.7361	-8.27	0.000
$\alpha 4$	-0.4464	-14.31	0.000	-0.3872	-4.67	0.000
$\alpha 5$	0.3340	10.92	0.000	0.4370	5.09	0.000
$\alpha 6$	0.5953	19.08	0.000	0.6758	7.79	0.000
$\alpha 7$	1.2984	35.97	0.000	1.2689	13.27	0.000
$\alpha 8$	1.7332	41.66	0.000	1.6616	14.40	0.000
N	2944			432		
LogL	-5638.27			-833.67		
擬似 R <sup>2</sup>	0.03796			0.04362		
的中率	29.86%			28.24%		

次に、利益優先サンプルについて説明する。これは問5 1~問8 1で「あなたは、企業の 対策についてどのように思いますか？」の設問で、すべての環境対策に対して「利益にひびかない範囲で対策に取り組むべき」を選んだ回答者である。利益優先サンプルは、

企業利益につながる範囲内で環境対策を実施すべきだと考えている。すなわち、それは環境対策が企業利益につながり、結果として株価の上昇につながるならば環境対策を実施すべきであり、もしも環境対策が株価上昇につながらないならば実施すべきではないと考えているといえる。これはモデルでいうと環境対策の社会的効果がゼロの回答者に相当する。したがって、利益優先サンプルの推定結果は環境対策の私的効果のみを反映していると考えられる。表 3 の利益優先サンプルを見ると、サンプル数が少ないため有意となっていない変数が一部に見られる。表 3 の結果を基に環境対策の限界支払意志額を算出したところ、表 4 のとおりとなった。

表 4 の金額は一株当たりの限界支払意志額である。したがって、企業の環境会計に使える集計額を算出するには次式を用いる。

$$\text{集計額} = \text{限界支払意志額} \times \text{削減率} \times \text{株式発行数} \times \text{利子率}$$

表4 限界支払意志額

	全サンプル	利益優先サンプル	
PER 60	1,521	-338	円
PER 25	3,502	1,434	円
PER 10	3,291	-197	円
PBR 3	-1,389	-1,497	円
PBR 1	-1,644	-1,632	円
PBR 0.5	476	297	円
チャート横ばい	1,418	979	円
チャート上昇	3,218	1,505	円
温暖化ガス削減率	57.6	8.3	円/%
大気汚染削減率	43.3	19.6	円/%
水質汚染削減率	61.6	23.9	円/%
廃棄物削減率	50.9	22.9	円/%

例えば、リコーの温暖化ガス削減の効果の場合を考えると、限界支払意志額 57.6 円/%に現在の削減率 4.1%を掛けて、更に発行済株式数 692,710,000 株を掛ける。この金額は株式の時価総額に相当するストックの金額である。環境会計はフローであるので、ストックに利子率を掛けることで毎年のフローに換算する。

こうして集計したところ、表 5 の集計額が得られた。ここで利子率には公定歩合の 0.35% を用いている。環境効果のうち総効果は全サンプルの推定結果から算出したもの、私的効果は利益優先サンプルから算出したもの、そして社会的効果はその差額である。総効果の部分を見ると、廃棄物対策が 42.73 億円と最も高く、次に大気汚染対策 10.81 億円、水質汚染対策 6.72 億円、温暖化対策 5.72 億円の順になっている。すべての環境対策の効果を合

計すると 65.99 億円となった。

表5 集計額

単位：億円、利率率 0.35%で計算

	環境効果		
	総効果	私的効果	社会的効果
温暖化ガス削減	5.72	0.83	4.89
大気汚染削減	10.81	4.88	5.92
水質汚染削減	6.72	2.61	4.11
廃棄物削減	42.73	19.24	23.50
合計	65.99	27.56	38.42

また私的効果と社会的効果の比率を見ると図 6 の結果が得られた。温暖化対策の場合、私的効果はわずか 14%に過ぎず、社会的効果が 86%を占めているのに対して、それ以外の対策は私的効果が 39~45%と 4 割前後を占めている。

この原因は以下のように考えることが可能である。大気汚染、水質汚染、廃棄物は法律によって規制されており、万一汚染事故を起こした場合に企業が多額の賠償請求を求められるリスクが高いため、環境対策はリスク削減という意味で企業利益につながりやすい。したがって、これらの環境対策は私的効果の性質が比較的強いといえる。一方、温暖化に関しては法規制がなく、企業の自主的取組が基本となっているため、リスク削減効果は少ない。また温暖化対策は地球全体に効果の及ぶ対策であるため、社会的効果の性質が強いといえる。

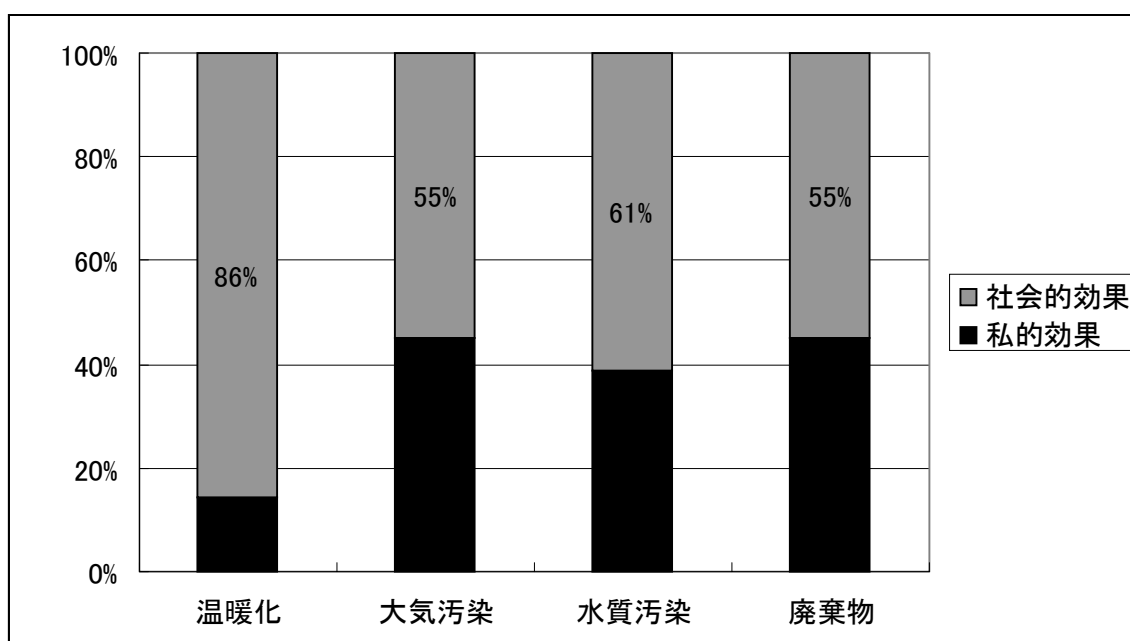


図6 環境対策別 私的効果と社会的効果の比率

## (7) 結論

本検討では、投資家を対象にコンジョイント調査を実施することで、企業の環境対策の効果を貨幣単位で評価する試みを行った。結果を整理すると以下のとおりである。

第一に、環境対策の限界支払意志額は環境負荷削減1%当たりで見ると温暖化対策 57.6 円、大気汚染対策 43.3 円、水質汚染対策 61.6 円、廃棄物対策 50.9 円であった。

第二に、リコーの環境対策の経済効果を集計すると、温暖化対策 5.72 億円、大気汚染対策 10.81 億円、水質汚染対策 6.72 億円、廃棄物対策 42.73 億円であり、合計で 65.99 億円であった。

第三に、環境対策の効果には、投資家の私的利益につながる私的効果と、私的利益につながらないが環境が改善されたときの社会的効果があることが示された。そして環境対策別に見ると、温暖化対策の場合、私的効果はわずか14%にすぎず、社会的効果が86%を占めているのに対して、それ以外の対策は私的効果が39~45%と4割前後を占めていた。

以上のことから、投資家の視点から企業の環境対策を見た場合でも、環境対策の社会的効果が半分以上を占めており、とりわけ温暖化対策では8割以上が社会的効果であることが示された。このことから、企業の環境対策は、企業利益に貢献するか否かだけでなく、社会全体の視点に立って判断する必要があるといえよう。

なお、本研究はステークホルダーのうち投資家のみを対象としていることに注意が必要である。企業の環境対策の利害関係者は投資家だけではない。企業の環境対策は、投資家以外にも、消費者、従業員、地域住民など多数の人々に影響を及ぼす。したがって、本来ならば、これらすべてのステークホルダーにとっての環境対策の効果を評価すべきである。その意味で、今回の評価額は企業の環境対策の一部のみを評価したものであることに注意が必要である。

今後は、投資家を対象とする調査を更に実施して評価額の信頼性を検証するとともに、投資家以外のステークホルダーに対しても調査を実施し、多方面から企業の環境対策を評価することが必要であろう。

## 補 - 3 環境配慮型製品を対象にしたコンジョイント分析の事例

### (1) 目的

企業の環境保全活動は、事業所における省エネ、省資源、汚染予防など直接的な環境負荷の低減だけでなく、製品の設計、開発段階で環境に配慮することにより、顧客を中心とした広い意味での社会における間接的な環境負荷の低減にも寄与している。直接的な環境負荷低減による環境保全効果に関しては、データとして測定可能であるのでコスト対効果が評価できるが、間接的な環境負荷低減に関しては、私的なデータではとらえ切れないことからコスト対効果の評価ができていない。また、事業エリア内の環境負荷を低減するためのコストに比べ、事業エリア外の環境負荷低減に寄与する環境配慮型製品の研究開発

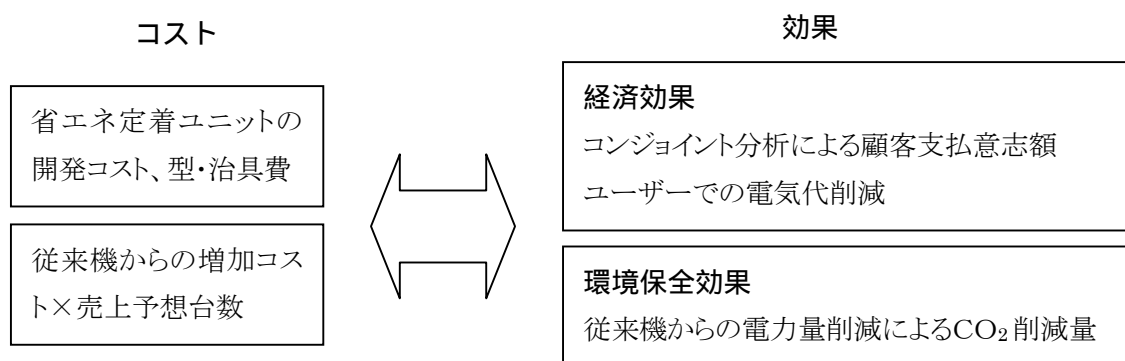
コストは各企業ともに非常に増大してきており、かつその効果は、事業エリア内での環境負荷低減よりも大きい傾向にあることから環境配慮型製品の研究開発コストに対する効果を評価することが重要な課題となってきている。そこで、消費電力を大幅に低減する省エネ定着ユニットを新たに開発した複写機を対象にコスト対効果の算出を検討することになった。

評価方法としては、環境経済学の分野で研究が進められている環境評価法を用いることとした。環境保全効果の評価に関しては、環境保全に対する価値の支払意志額を受益者にアンケートする仮想評価法（CVM；Contingent Valuation Method）を活用するケースが多いようであるが、今回は対象が製品であることから多属性の評価ができるCVMの発展系の「コンジョイント分析」による評価を行うこととした。コンジョイント分析により製品の環境性能に対するユーザーの支払意志額を把握することで、環境配慮型製品を市場に提供することでリコーが得られるであろう利益を見積もるとともに、社会における環境保全効果や経済効果も製品スペックから見積もり、省エネ製品開発におけるコスト対効果をセグメント環境会計の形でまとめる検討を行った。

コンジョイント分析に関しては、従来から弊社マーケティング部門において、コンジョイント分析を用いた製品の市場調査を行っていたことから、そのノウハウを活かし従来の製品性能属性に環境属性を加えることで評価を実施した。

## （２）省エネ製品におけるセグメント環境会計の概要

コストの項目に関しては、新しい省エネ定着ユニットの開発コスト及び予想売上台数に必要となる増加コストを環境保全コストとした。一方、効果としては、製品使用時の電力削減による社会的効果（経済効果、環境保全効果）と、リコーが得られるであろう私的効果（顧客支払意志総額）を評価算出している。



( 3 ) コンジョイント分析内容

**アンケート期間**：2001年4月～6月

**対象**：複写機ユーザー

**最終回答人数**：105名

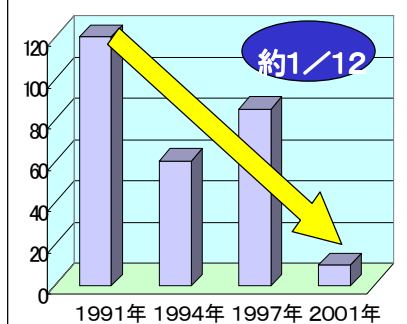
**コンジョイント分析ソフト**：CBC System (Choice-Based Conjoint System) Sawtooth 社

**想定機種**：ImagioNEO350/450

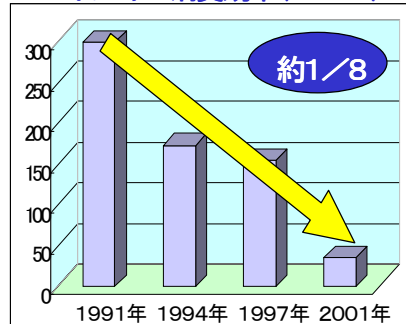
具体的には、以下のような性能を有する省エネ複写機 ( ImagioNEO350/450 ) に対して、製品性能 ( 速度、ウォームアップタイム、電気料金、待機時の音 ) 環境性能 ( 温暖化ガス ) 及び価格を属性として温暖化ガス削減に対する顧客支払意志額を見積もることとした。



■省エネモード(オートオフ)からの復帰時間(秒)



■エネルギー消費効率(wh/h)



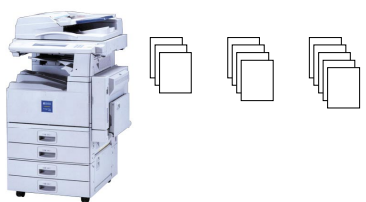
各属性に対しての水準のレベルに関しては、実際の機種性能、価格を中心に数回のプレテストを繰り返して以下のような6つの属性と3つの水準を使用している。

属性	水準1	水準2	水準3
速度	40枚/分	45枚/分	50枚/分
ウォームアップタイム	20秒	60秒	100秒
電気料金	2000円/年	5000円/年	8000円/年
待機時の音	20dB	40dB	60dB
温暖化ガス	100kg/年	200kg/年	300kg/年
価格	120万円	130万円	140万円

図表1 . 複写機の属性と水準

ユーザアンケートに入る前に、まず各属性の内容を理解いただくために、以下のような説明資料を用意した。これらの内容を十分に理解していただいた上でアンケートに入ってもらった。

速度は1分間にとれるコピーの枚数です。




ウォームアップタイムは、電源を入れてから使用できるまでの時間です。


**<待機時の音>**  
待機時の音は、以下の事例を参照下さい。

■騒音の大きさの例

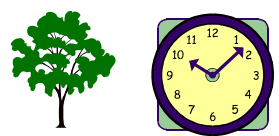
60dB・静かな乗用車  
・ドライヤ



40dB・静かな事務所




20dB・木の葉のふれ合う音  
・置き時計の秒針の音(前方)



**<温暖化ガス>**

温暖化ガスについては、100kg-CO<sub>2</sub>吸収するのに、約10m<sup>2</sup>の森林が必要と考えてください。

	100kg吸収
	200kg吸収
	300kg吸収

図表2 . 各属性の説明



寄与率の比較から6つの属性の中では、「電気料金」に対してかなり意識している傾向を示しており、逆に最も意識の傾向が小さかったのが「速度」である。速度に関しては、実際の機種を想定したことから、価格帯も考え、余り水準を振ることができなかった為このような結果を示したのではないかと考えられる。

この結果を利用し、製品価格の寄与度、効用値を基準に各属性の単位当たりの価格を製品価格単位の評価ウェイトとして算出したところ以下のような結果となった。

N = 105

属性	効率指数の評価ウェイト	製品価格単位の評価ウェイト
速度	0.0013844 (効用/枚)	2,567.7 (円/枚)
ウォームアップタイム	0.0023333 (効用/秒)	4,327.7 (円/秒)
電気料金	0.0746933 (効用/千円)	138.5 (円/円)
待機時の音	0.0027242 (効用/dB)	5,052.8 (円/dB)
温暖化ガス	0.0006726 (効用/kg)	1,247.5 (円/kg)
価格	0.0053915 (効用/万円)	1.0 (円/円)

図表5 . 各属性における評価ウェイト

1単位当たりでは、待機時の音が1dB改善されることに対して最も評価ウェイトが高く、5,053円の価値があることを示している。これは、ユーザーは、待機時の音が1dB改善された複写機に5,053円高くてもそれを受け入れることを意味し、顧客支払意志額といわれる。温暖化ガスに対しての顧客支払意志額は、温暖化ガスを1kg削減することで1,248円という結果となった。

この温暖化ガスの評価ウェイトの結果を基に評価対象機種のコスト対効果として、セグメント環境会計を作成してみた。

まず、この環境保全のコストであるが、マシン全体の開発コストではなく、今回、省エネ性の大幅な向上に寄与したユニットの環境研究開発コスト約4億円と型・治具代及び製品を販売する際に、コストアップになる金額を予測売上台数に乗じた結果の約2億円の合計約6億円を環境保全コストとして計上している。

一方、効果に関しては、私的効果と社会的効果(リコーグループの外側での効果(顧客効果も含む))の2つの項目に分けて算出している。私的効果に関しては、前述のコンジョイント分析結果から、温暖化ガス単位削減当たりの顧客支払意志額が分かっているので、対象機種の温暖化ガス削減量に単位当たりの顧客支払意志額を乗じて1台当たりの顧客支払意志額を算出し、この額を予想売上台数に乗じて最終的な顧客支払意志額総計を算出した。また予想売上台数分の温暖化ガス削減量から顧客における電気代削減額とCO<sub>2</sub>削減量を算出している。まとめた結果は以下のとおりである。コストに対しての効果は私的にも社会的にも大きな額として算出されており、環境配慮型商品の開発が、企業価値の増大、環境負荷の削減双方に大きく寄与することが試算できた。ただし、この結果、特に顧客支

払意志額に関しては、WTPの結果であり、設問の属性、水準等で変化する可能性も多分にある。また実際の購買動機としてどの程度寄与しているかを正確に測ることは困難であることも付け加えておきたい。ただ、このような手法を適宜活用することにより、ある程度、目安とすることに対してのめどは立ったと考えている。

コスト			効果		
コスト項目	主なコスト	金額	経済効果		環境保全効果
			私的効果	社会的効果	
研究開発コスト	省エネユニット開発費	400(百万円)	顧客支払意思額総計 2,683(百万円)	電気代削減 2,544(百万円)	CO2削減量 39,481t
	型・治具・部品費など	205(百万円)			

国内販売分を対象にコスト、経済効果、環境保全効果は予測売上台数及び5年使用という条件で算出

図表6 . 省エネマシン開発におけるコスト対効果予測