

環境負荷低減型製品の評価に関する検討 ―グリーン購入の考え方―

Evaluation and Consideration for Environmentally Preferable Purchasing

奈良 松範¹

Matsunori Nara

ABSTRACT; Environmental preferable purchasing in construction fields was studied by the use of questionnaire about judgment or evaluation for environmental preference at the time to buy construction materials and machines. The purchasing will be done in case of moderate price of products despite the customer shows the environmentally preferable purchasing. It is revealed that not only their power and mobility but also the ability of preventing air pollution and exhaustion of CO₂ gas will evaluate the quality of construction machines. This is the proposal to constructors for environmental protection that it is desirable to make environmental preferable purchasing by as many people as possible.

KEYWORD; Environmentally Preferable Purchasing, Construction Materials and Machines, Survey in Construction Fields

1. はじめに

最近の環境問題は、自然環境の破壊というよりも人類の生存の問題になっていると考えてもよいのではないだろうか。オゾン層破壊による有害紫外線の増加、潜在的なダイオキシンの発生、遺伝子レベルの異変を生起する環境ホルモンや化学物質の氾濫、そして従来型の公害など、われわれの健康に止まらず、人類の生存に直接影響を及ぼすような環境問題が存在している。このような地球環境の危機的状況に警鐘を鳴らすため、ローマクラブによる成長の限界、サイレントスプリング等が発表され、世界的な関心を集めた。そして、地球環境問題が深刻化する中で、持続的発展（Sustainable development）の実現が世界共通の課題となっている。その実現のための取り組みの一つとして、ライフサイクルにわたり環境への負荷がより小さな製品やサービス等を購入するという活動がある。一人一人がものを購入する場合、少しでも環境負荷の小さなものを選択するという行為を行うことは、一部の人が多大な環境負荷を低減するよりも、環境効率が高いと考えられている。一方、製品の製造あるいはサービスの供給をする側は、少しでも環境負荷の低いものを提供しなければならない。

このような観点から、本研究では、グリーン購入を行う際の製品およびサービスの環境負荷の評価に関する考え方を提示し、購入側にとってはグリーン購入のための商品選択基準として、供給側にとってはグリーン商品の開発・設計の参考として、役立ててもらうことを目的としている。

2. 方法

環境負荷低減に資する製品に関する判断を行った事例として、財団法人日本環境協会によるエコマーク商品認定基準¹⁾がある。この中には環境に関する基準設定の経緯が示されており、ライフサイクル（ライフステージ）にわたり検討された環境負荷項目が示されている。本文では、まず、既存の評価基準としてエコマークの認定基準について検討を行った。つぎに、エコマークの評価項目に対して建設業としての観点から環境負荷に関する検討項目を追加した調査用紙を用いて、建設分野の購買関係者 28 名に対してグリーン購入についての意識調査を実施した。これらの検討結果を用いて、建設業におけるグリーン購入対象製品に関する評価構造を明らかにすることを目的として共分散構造分析を行い、これに関する一つのモデルを提案した。

¹ 大日本土木株式会社環境部 Dai-Nippon Construction Co, Environment Division

2. 1 既存評価基準の分析

最初に、グリーン購入の対象となる商品の認定を行っている財団法人日本環境協会のエコマーク事業部の作成した商品認定基準を参考に検討を行った。商品認定基準のうち、類型番号 101（平成 9 年 7 月 11 日制定）以降には「ライフステージ環境負荷項目選定表および検討対象とされた負荷項目」が示されており、建設分野に限定されない評価がなされている。商品のライフステージは、資源採取、製造、流通、使用消費、破棄およびリサイクルの 6 ステージに分類され、環境負荷項目は、資源の消費、地球温暖化影響物質の排出、オゾン層破壊物質の排出、生態系の破壊、大気汚染物質の排出、水質汚濁物質の排出、廃棄物の排出・廃棄、有害物質の使用・排出、およびその他の環境負荷の 9 項目から構成されている。エコマークが認定された表 1 に示した商品を対象として、その認定基準策定の経緯およびその評価構造を調べるためにライフステージ環境負荷項目選定表に対して 3 元配置の分散分析を行った。

2. 2 環境負荷低減製品の効用モデル²⁾ ³⁾ ⁴⁾

表 2 に示した環境負荷項目を用いて、建設分野の購買関係者に対して環境負荷低減に資する製品に関する意識調査を実施した。調査の方法は、アンケート対象者に対して環境負荷の低減およびグリーン購入全般をイメージしてもらい、環境負荷の低減に役立つ製品が所有すべきであると思われる特性を 16 項目提示し、各項目について、「1: 全くそう思わない」、「2: あまり思わない」、「3: どちらでもない」、「4: 少し思う」、「5: 強く思う」の 5 段階での評価を依頼した。環境負荷の低減に役立つという意味は、科学的な根拠に基づくわけではないが、購買者がある製品に対して期待している環境負荷低減に資する程度（効果）であると考え検討を行った。また、すべての製品について個別に評価を行うことは作業量が膨大となるだけでなく、その正確さを購買者に要求することも難しいこと、さらに購買者はグリーン購入に対する明確な判断基準を持っているわけではないこと等を勘案し、回答者である購買者には特定の製品をイメージしてもらうのではなく、自分が日常購買している製品全般をイメージしてもらうこととした。ただし、製品全体ということであっても最低限の分類を行った、すなわち、すべての製品を一般的に用いられている資機材（材料とよぶ）および建設機械（機械とよぶ）の 2 つに大別し、これら 2 種類について評価してもらうこととした。このような準備を行うことにより、得られた評価結果から購買担当者がグリーンな製品に対して期待する効用、あるいは効用モデルを大まかではあるが顕在化できると考えた。

表 1. ライフステージ環境負荷項目選定表の提示されている商品（分析対象）一覧

リサイクルスーツケース	ワット印刷インキ	再生 PET 樹脂服	情報・印刷用紙
衛生用紙	再生材タイルブロック	生分解性潤滑油	木材使用ボード
紙製事務用品	包装用紙	紙製の包装用材	廃木材等木製品
節水型機器	複写機	再生材プラスチック	パーソナルコンピュータ

表 2. 環境負荷項目

品値が従来品同等以上である	コストが従来品程度である	製造段階の環境負荷が少ない	使用段階の環境負荷が少ない
廃棄物発生量が少ない	発注者の同意が必要である	天然資源枯渇の防止に役立つ	地球温暖化の防止に役立つ
土壌汚染の防止、軽減に役立つ	大気汚染の防止に役立つ	水質汚濁の防止に役立つ	廃棄物の削減に役立つ
有害物質の排出削減に役立つ	生態系の保全に役立つ	砂漠化の防止に役立つ	食料不足の解消に役立つ

2. 3 製品に対する評価構造

環境負荷低減のように言葉としては明確であるがその具体的な意味が曖昧な概念は、定量的な方法で直接計測することは難しい。実際に、環境への負荷は単一の要素（原因）によるものではなく、極めて多くの要素が相互関係を持ちながらお互いに影響を及ぼしあっている。例えば、CO₂発生量に限定した場合、リサイクル製品の中にはリサイクルするために多量のエネルギーを消費するため、ライフサイクルで考えた場合、バージン材よりもCO₂発生量が増加してしまうような例もある。このように複雑な対象を評価する場合、実測を行うのは困難であることから、人間による経験的な判断を利用することが考えられる。本文では、環境負荷低減型製品に関する評価は、専門家の経験に基づく構成概念として把握できると考え、その評価構造を共分散構造分析⁶⁾により明らかにすることを試みた。

表3. エコマークにおける環境負荷項目選定表についての分散分析表

分散分析表			**:1%有意 *:5%有意			
要因	偏差平方和	自由度	平均平方	F値	P値	判定
因子A	15.06	15	1.004244	3.007128	0.0001	**
因子B	60.81	8	7.601563	22.76227	0.0000	**
因子C	60.48	5	12.09653	36.22209	0.0000	**
A×B	84.78	120	0.706501	2.11556	0.0000	**
A×C	40.72	75	0.542948	1.625813	0.0012	**
B×C	104.26	40	2.606424	7.804727	0.0000	**
誤差	200.37	600	0.333954			
全体	566.49	863				

3. 結果および考察

エコマークの商品認定基準について分散分析⁵⁾を行った結果を表3に示した。分散分析によれば、16種の商品、9項目の環境負荷項目および6項目のライフステージについて、それぞれは有意水準1%で有意であることがわかる。また、2要因間の交互作用もすべて1%で有意である。このことから選定表で選定されている商品群、環境負荷およびライフステージ項目の選択に関する妥当性が推察される。偏差平方和についてみると、B×Cの交互作用が最も大きく、つぎにA×Bの交互作用が大きいことから両方に共通するBの環境負荷項目により全体の評価が強く影響を受けていると推定される。また、環境負荷項目とライフステージの主効果が大きいこと、そして全体の傾向に及ぼす影響は両要因ともほぼ等しいことがわかる。以上のこと

表4. アンケートの因子分析結果

因子負荷量	材料系					機械系				
回転後ノルマックス法	因子1	因子2	因子3	因子4	因子5	因子1	因子2	因子3	因子4	因子5
環境負荷項目の評価	0.93	-0.090	.08	0.24	-0.13	-0.20	-0.75	-0.52	0.070	.17
品値が従来品同等以上であること	0.88	-0.160	.01	0.08	0.020	.49	-0.31	0.40	-0.370	.00
コストが従来品程度であること	0.54	-0.170	.13	0.07	0.18	-0.06	-0.08	-0.30	-0.220	.90
製造段階の環境負荷が少ないこと	0.32	-0.110	.97	0.15	0.110	.13	-0.27	-0.05	-0.110	.29
使用段階の環境負荷が少ないこと	-0.03	0.010	.85	-0.24	0.03	-0.70	-0.17	0.13	0.430	.04
廃棄物発生量が少ないこと	-0.78	-0.02	-0.02	0.44	-0.090	.37	-0.53	0.16	-0.15	-0.10
発注者の同意が必要	-0.02	-0.280	.70	-0.08	0.250	.31	0.70	-0.51	0.29	-0.13
天然資源の枯渇が心配	-0.05	-0.940	.29	0.05	-0.030	.09	0.17	-0.69	-0.030	.29
地球温暖化対策が必要だ	0.21	-0.21	-0.01	0.70	-0.170	.54	0.17	-0.13	0.140	.04
土壌汚染が心配だ	0.40	-0.800	.12	0.05	0.21	-0.25	-0.55	0.10	-0.120	.25
大気汚染が心配だ	0.22	-0.770	.04	0.40	0.24	-0.05	-0.17	0.06	0.420	.77
水質汚濁が心配だ	0.08	-0.270	.17	0.21	0.59	-0.01	0.38	-0.24	0.880	.06
廃棄物の増加が心配だ	0.01	-0.340	.11	-0.06	0.870	.21	0.62	-0.41	0.170	.23
有害物質の排出が問題が	0.18	-0.58	-0.05	0.43	0.160	.36	-0.12	-0.29	-0.530	.14
生態系の破壊が心配だ	0.35	-0.14	-0.21	0.81	0.060	.94	0.05	-0.18	-0.14	-0.01
砂漠化が心配だ	0.06	-0.20	-0.08	0.24	-0.460	.22	0.02	-0.84	0.00	-0.02
食料不足が心配だ										

から、環境負荷低減効果の評価に用いる環境負荷項目およびライフステージの選定はエコマークにしたがうことが一つの方法であると考えた。また、エコマークにおけるライフステージの分類数を減少させ、環境負荷項目を若干入れ替えた表2の分類にしたがい、購買担当者に評価してもらったアンケート結果に対して因子分析を行い、これにより得られた因子負荷量マトリックスを表4に示した。なお、既述したように商品分類は材料系製品および機械系製品の2分類とした。分析結果より各因子の意味を解釈すれば、材料系製品に関して、因子1は品質やコスト等の環境負荷以外の外的因子、因子2は環境汚染・破壊、因子3は使用段階に特化した環境負荷、因子4は地圏環境負荷、そして因子5は有害性であると解釈した。機械系に関して、因子1は地圏環境負荷、因子2は品質、因子3は気候変動、因子4は廃棄物の増加、および因子5は製造時の環境負荷であると解釈した。表5は各分析結果の固有値および寄与率を示した。二乗和および寄与率の値よりすべての因子が有効であり、累積寄与率も5因子で材料系74%、機械系68%となっていることから、これら5因子で全体の約7割が説明できることがわかる。表4において、因子の主たる構成要素でない項目を削除することによって全体を調整した結果、材料系および機械系、それぞれについて8項目の環境負荷項目を選択した。選択した環境負荷項目についてのみ、再度、因子分析を行った結果について、新しい因子1および因子2を軸として、材料系および機械系の因子負荷量の布置をそれぞれ図1および図2に示した。

また、表5は材料および機械系の製品に対して8項目の環境負荷項目について再度、因子分析を行い、得られた固有値および因子負荷量を示した。因子の数は3つとしたが、累積寄与率が材料系で81%、機械系で62%であったことから、これら3因子により全体的な傾向は説明可能であると判断した。材料系の評価では、「品質およびコストが在来品並み」および「発注者の同意」が1つのグループを構成していることから、因子1は環境負荷に直接関係する項目ではなく、“外的要因”であると考えた。因子2は「大気汚染」および「地球温暖化」の因子負荷量が多いことから“大気環境”に係る評価軸であると考えた。因子3は「使用時の環境負荷が少ない」および「廃棄物発生量が少ない」の値が多いことから廃棄物発生を主体とした“使用時環境負荷”に関する評価軸であると考えた。他方、機械系の評価では、因子1で「コストが在来品同等」および「発注者の同意」の因子負荷量が多いことから、材料系と同様、直接的な環境負荷の評価ではなくコストを意識した“外的要因”に関する評価軸であるとした。因子2は、「食料不足」、「地球温暖化」および「砂漠化」などの地球温暖化に関連する影響評価をしていることから、“地球温暖化”の評価軸であると考えた。因子3は、「品質が従来品以上」という項目の因子負荷量が多いことから、“品質”に関する評価軸であると考えた。以上のことより、材料系、機械系を問わず、製品が在来品程度のコストであることおよび地球温

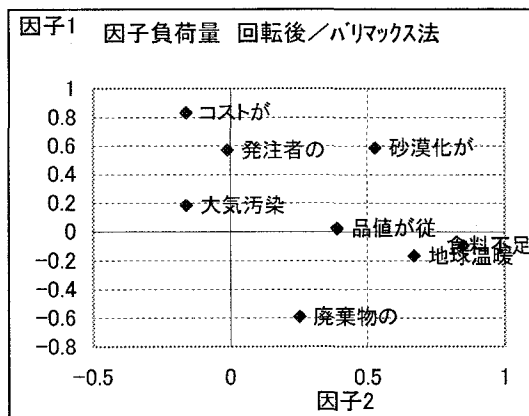
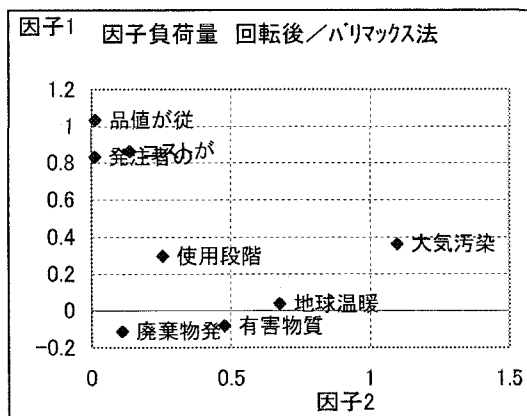


図1. 材料系の環境負荷項目に関する因子分析結果

図2. 機械系の環境負荷項目に関する因子分析結果

表5. 固有値(回転後)ハリマックス法

(左欄:材料系/右欄:機械系)

因子 No.	二乗和	寄与率(%)	累積寄与率(%)	因子 No.	二乗和	寄与率(%)	累積寄与率(%)
1	3.08	19.23	19.23	1	2.48	15.52	15.52
2	2.89	18.06	37.30	2	2.47	15.43	30.96
3	2.36	14.76	52.06	3	2.36	14.78	45.74
4	1.96	12.24	64.30	4	1.80	11.27	57.00
5	1.61	10.08	74.38	5	1.78	11.13	68.13

を意識した大気環境に対する配慮が評価の基礎となっているといえる。特に、材料系では使用時の環境負荷（特に廃棄物発生量）が少ないこと、そして機械系では品質の確保に評価のポイントが置かれていた。

さらに、各館強負荷項目の間に存在する構造を知るために共分散分析を行い、その結果を図3および図4に示した。材料系では大気汚染と外的要因との関係が深いことがわかる。外的要因を構成する各環境負荷は、寄与の高い方から品質、コスト、発注者からの要請の順になっており、供給者にとっては品質の確保が最大の課題である。機械系では、潜在変数である3つの因子の相互関係は、パス係数が0.15から0.19の間にあり、関係は弱いことから各因子は独立してグリーンの評価に寄与していると考えられる。外的因子について、コストのパス係数が最も大きく、発注者の要求が続いている。発注者によるグリーン購入の指示は有効であるが、コストが妥当な範囲にある場合、これが採用されるように思われる。また、地球温暖化については、食料の不足との関係で認識が高いようである、因子3の品質については、大気汚染の項目が強い影響を持っていることから、機械の品質とは排気ガスの浄化性能を含んでいることがわかる。低公害型の建設機械が広く採用されるようになってきているが、これは機械の性能が動力性能だけでなく、環境汚染の防止に役立つことが評価されている傾向のひとつであると思われる。

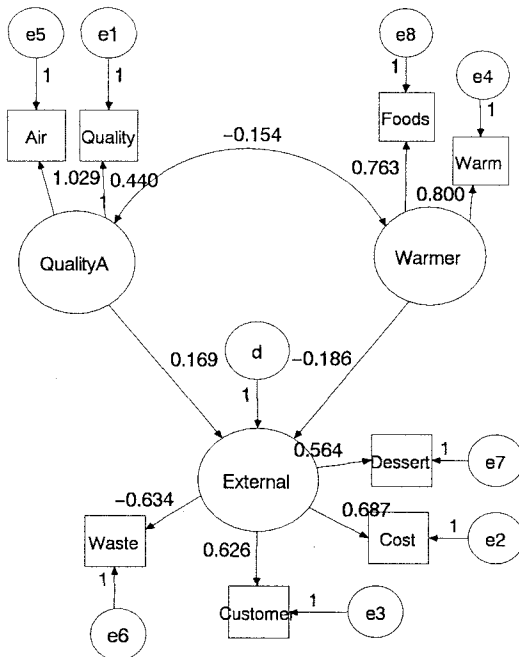


図3. 機械系の共分散構造分析結果

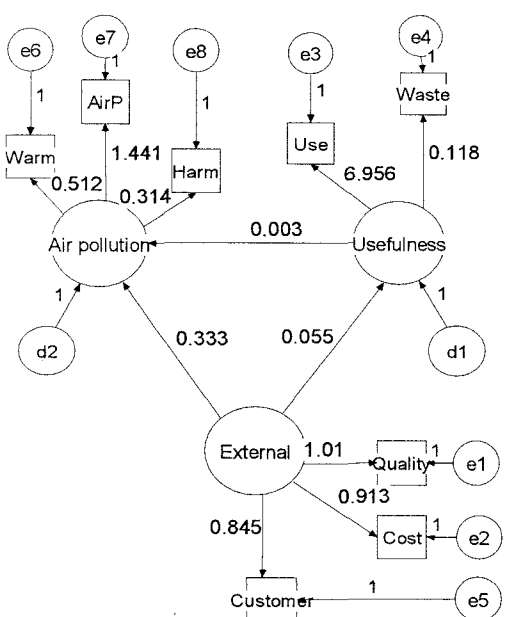


図4. 材料系の共分散構造分析結果

4. 結論

1970年代から地球環境が問題となり、それ以来、継続してグローバルな環境保全活動が行われてきているが、それにもかかわらず地球環境は悪化の一途をたどっている。その理由は明快であり、一部の人々だけの努力では限界があるからである。地球の環境は多くの人々の手によって変化したわけであるから、環境を保全するためにも多くの人々の手によらなければならない。本文では、誰でもが環境保全に係わることのできる方法であるグリーン購入を取り上げ、これが推進されるためのスキームを考えた。すなわち、建設分野で使用する材料および建設機械について購買担当者へ質問を行うことにより、物品購入における判断基準を明らかにし、購入されやすい製品を導入することである。そして、今回の調査では次の結論を得た。

- (1) エコマークの認定基準の基礎となっている環境負荷項目選定表の項目の妥当性を確認した。
- (2) ライフサイクルを3段階、環境影響を10種類、さらに品質、コストおよび発注者の同意を加え、グリーン購入を行う際に購買担当者が行っている環境負荷項目に対する認識構造を明らかにした。
- (3) その結果、材料および機械系について主要な判断基準を構成する8項目を抽出した。
- (4) 購入時の判断の基となる因子の間に存在する評価構造を共分散構造分析により調べた結果、発注者によるグリーン購入の指示は有効であるが、コストが妥当な範囲にある場合に採用されること、機械の品質とはその動力性能だけでなく排気ガスの浄化性能などの大気汚染防止性能を含んでいること、などを示した。

今回は潜在的なグリーン購入の判断基準を調べたが、今後さらに、購買者のニーズに適合したグリーン製品が開発されるとともに、購買者のグリーン購入に対する正しい認識を高め、グリーン購入を推進するための具体的な提案を行いたい。

謝辞

本研究のグリーン購入に関する調査に協力していただいた皆様に、ここで改めて感謝の意を表します。

参考文献

- 1) エコマーク、(財)日本環境協会<http://www.jeas.or.jp/ecomark/>
- 2) 奈良松範、“建設業における内部環境コストに関する検討”、土木学会第8回地球環境シンポジウム論文集、p.247-p.252、2000年
- 3) 奈良松範、“建設業における環境報告書に関する意識構造”、土木学会第28回環境システム研究論文集、p.203-p.208、2000年
- 4) 奈良松範、“環境マネジメントシステムのパフォーマンス—施工における現状と問題点”、土木学会建設マネジメント問題に関する研究・討論論文集、2000年
- 5) 奥野忠一ほか、“多変量解析法”、日科技連出版社、1986
- 6) 山本嘉一郎ほか、“Amosによる共分散構造分析と解析事例”、ナカニシヤ出版、1999