九州大学学術情報リポジトリ
Kyushu University Institutional Repository

電源構成の構築における公衆の意見の評価手法に関する研究

原田, 康弘
九州大学大学院総合理工学研究科エネルギー変換工学専攻

藤本, 登
九州大学大学院総合理工学研究科エネルギー変換工学専攻

饒, 燕飛
九州大学大学院総合理工学研究科エネルギー変換工学専攻

中川, 清
九州大学大学院総合理工学研究科エネルギー変換工学専攻

他

https://doi.org/10.15017/17418

出版情報：九州大学大学院総合理工学報告. 18 (4), pp.289-295, 1997-03-01. 九州大学大学院総合理工学研究科
バージョン：
権利関係：

KYUSHU UNIVERSITY

九州大学大学院総合理工学研究科報告
第18巻 第4号289-295頁 平成9年3月

Engineering Sciences Reports, Kyushu University
(KYUSHU DAIGAKU SOGORIKOGAKU KENKYUKA HOKOKU)
Vol. 18, No. 4 pp. 289-295 MAR. 1997

電源構成の構築における公衆の意見の評価手法に関する研究

原田康弘*・藤本登**・饒燕飛**
中川清**・福田研二**

(平成8年11月29日 受理)

Analytical Method of Rating Public Opinion for constructing power generation systems

Yasuhiro HARADA, Noboru FUJIMOTO, Yan F. RAO,
Kiyoshi, NAKAGAWA and Kenji FUKUDA

There are five factors to be assessed when constructing power generation systems, which are cost, usage, security, environmental effect, and, public acceptance. If the factors other than cost are to be taken into account, it may result in increase in selling price of electricity. To konw the trend of public opinion in appreciating these factors a procedure making use of a questionnaire asking about energy-related matters is developed. Through inquiry of 70 persons, it was found that environmental effect and public acceptance tend to be highly rated, usage next and that cost and security are least rated.
Keywords: five factors, power generation plants, questionnaire, trend of public opinion

1. 緒　　言

従来のエネルギーシステム解析においては，各電源の環境評価やセキュリティ評価(資源供給安定性)，またそれらの結合と経済性についての研究[1]や，各電源の環境影響評価等の研究[2]が行われてきた．しかし電源に対する社会の価値観は上記以外に社会的受容性や利便性も含め多岐にわたっており，それら複雑な複合的価値観を評価し，電源構成に反映させる手法についての研究はまだなされていない．

そこで我々は **Fig. 1** に示す解析の流れを作成し，その中で本報ではアンケートによって電源構成において考慮すべき五項目に対し，消費者が置く価値観を評価する手法を開発した．

2. アンケートによる消費者の意識調査

平成4年6月に行われた世論調査「省エネルギーと環境」[3]によれば，増加するエネルギー需要に対して90%以上の人々が高い関心を示している．しかし，一般に電力消費者は，電力供給や電源についての専門的な知識を持たない．そこで本研究ではアンケートを用い，このような電力消費者の電源構成に対する意見を評価することとした．

Table 1. Five factors for assessment.

Assessments	Details
Cost	Unit cost of generating electricity, Construction cost, Fuel cost.
Usage	Technically developed, Treatment of wastes, Energy density.
Security	R/P ratio, Distribution of fuels Stockpile of fuels, Easy to self-support.
Environment	CO_2, SO_x, NO_x, Nuclear wastes.
Public Acceptance	Damages to public, System risk, Agreement of residents, Size of accident

アンケートでは，個人が直接電源について考察を行うものではなく，コスト，利便性，セキュリティ，環境，社会的受容性の五評価項目を，どの程度重要視するかを数値として得ることを目的としている．この五評価項目は個人が広くエネルギーについて考えるときに判断材料として用いる基準を分類したもの[4]で，詳細を **Table 1** に示す．**Table 1** における細目はそれぞれの評価項目を代表するものとして新たに設定したものであり，これをもとにアンケートの質問設定を行った．質問はエネルギー問題や電源構成に関するものを五評価項目に対して均等に4項目づつ，計20項目を設定した．

本研究では，個人の意見の評価と，得られた意見を

*エネルギー変換工学専攻修士課程
**エネルギー変換工学専攻

電源構成に反映させる手法の開発に着目しており，アンケート調査の実施そのものが目的ではなく，試行的にアンケートを行った．対象者は(a)一般約30名，(b)大学生約40名の計約70名である．

2.1　アンケート結果の数値化

2.1.1　五評価項目への重み

アンケートへの回答は20項目の質問に対して「非常に重要である」と思われるものに5点，「重要である」と思われるものに4点，順次すすんで「重要でない」と思われるものに1点を入れるものとし，**Fig. 2** に示すようなアンケート用紙を作成した．

またアンケートにより得られた点数を五評価項目への重みとして解釈するために，アンケートの質問が各評価項目に対して相関の深いものには5，若干相関の

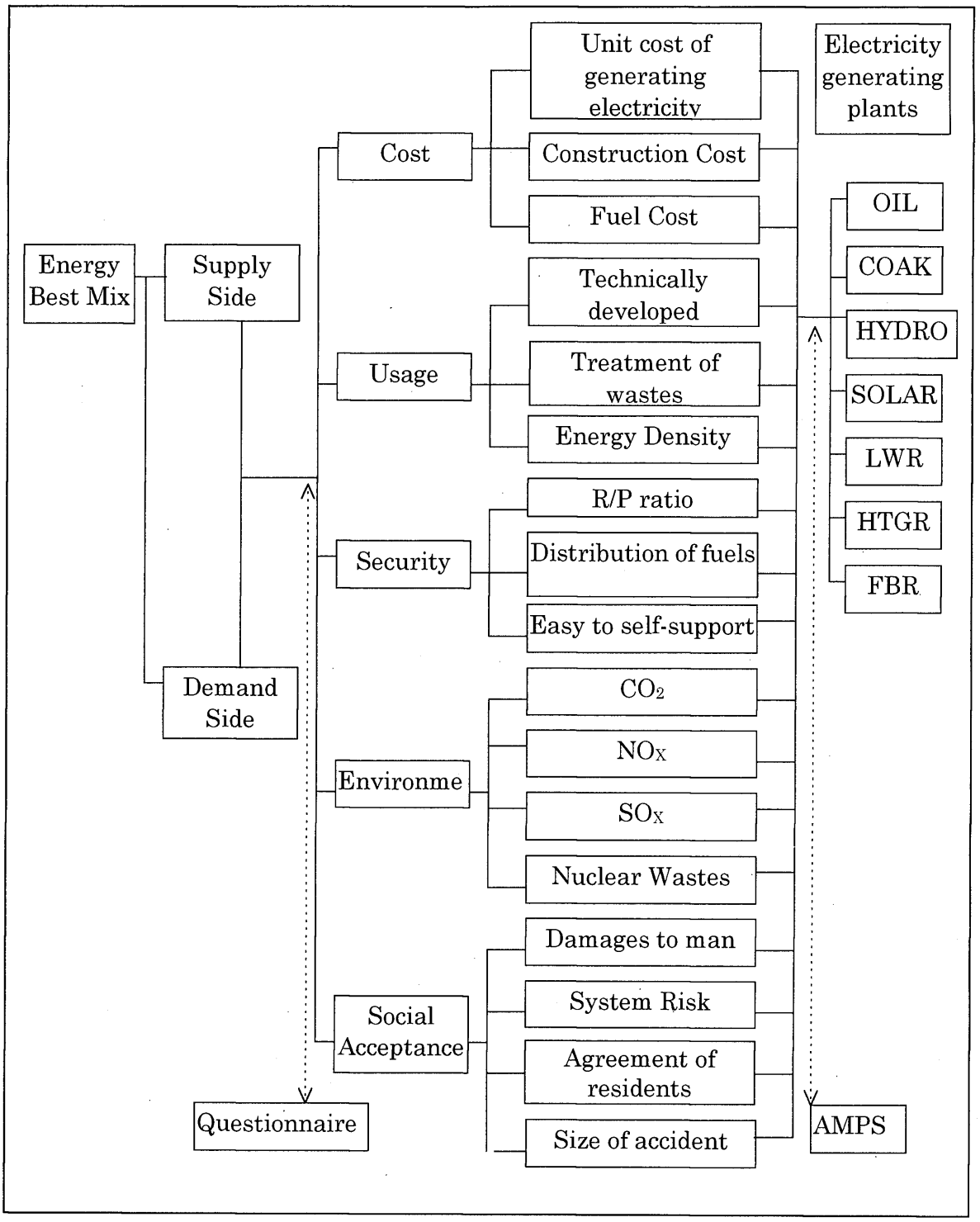

Fig. 1　Flow chart of Analysis

Questionnaire about Energy Problems

	very important	important	normal	not so important	not important
ex) If you think impoprtant	5	(4)	3	2	1
To take a lot of energy from a little amount of fuel.	5	4	3	2	1
To use domestic fuels.	5	4	3	2	1
To choose energy fuels taking into consideration of future 50years .	5	4	3	2	1
Little damage to man in construction and operation of plants.	5	4	3	2	1
Electricity price is low.	5	4	3	2	1
Reliance on the system is high.	5	4	3	2	1
Distribution of energy fuels is geographically wide.	5	4	3	2	1
To use exhaust heat.	5	4	3	2	1
Outbreak frequency of accident is low.	5	4	3	2	1
Fuel price is low.	5	4	3	2	1
Transportation of fuels is easy.	5	4	3	2	1
To use fuels with much amount of deposit.	5	4	3	2	1
To use natural energy such as solar energy.	5	4	3	2	1
We can use the technology in 20 years which is now being developed.	5	4	3	2	1
Costs construction and operation are low.	5	4	3	2	1
We do not have to use complicated system to generate electricity.	5	4	3	2	1
We use Nuclear energy plants positively.	5	4	3	2	1
To decrease carbon dioxide exhaust.	5	4	3	2	1
Plant safety is high.	5	4	3	2	1
Pay back time is short.	5	4	3	2	1

Thank you for your answer. At last please tell us your age , sex , profession.
age
sex
profession

Fig. 2 Questionnaire sheet

Table 2.1 Q_{ji} table.

Que No.	Cost	Usage	Security	Env.	Public.
1	2	5	1	0	0
2	0	0	5	0	0
3	0	1	1	5	1
4	0	0	0	0	5
5	5	1	0	0	0
6	1	5	0	0	1
7	0	0	5	0	0
8	0	0	1	5	1
9	0	0	0	0	5
10	5	0	1	0	0
11	1	5	1	0	0
12	1	0	5	0	0
13	0	0	1	5	1
14	0	1	0	1	5
15	5	1	0	0	0
16	1	5	0	0	1
17	0	1	5	2	0
18	0	0	0	5	1
19	0	0	0	1	5
20	5	1	0	1	0

あるものには1あるいは2，相関のないものには0とポイントを設定し，これを Q_{ji} テーブル（**Table 2. 1**）とした．このテーブルとアンケートの結果を用い，式(1)により消費者の意見を五評価項目への重みとして定量的な数値を得た．

$$w_i=\sum_j A_j \cdot Q_{ji} \Big/ \sum_i \Big(\sum_j \cdot Q_{ji}\Big) \tag{1}$$

使用記号

A_j：アンケートへの回答の点数

Q_{ji}：アンケートへの事前決定ポイント

w_i：五評価項目への重み

添字　i：五評価項目（i=1～5）

j：アンケートの質問（j=1～20）

2.1.2 重みの補正（逆行列変換）

(1)式では，個人が一つの評価項目を重視してアンケートに回答したとしても，アンケートへの事前決定のポイント Q_{ji} のうちで他の評価項目と若干相関のある質問に対して0以上のポイントを設定しているため，他の評価項目へも重みが配分される．そのため，求められた重み w_i を以下のように補正した．

まず，Q_{ji} テーブルのポイントをもとに各評価項目を最大に重視するようなアンケート結果を作成し，これを m_{ji} テーブル（**Table 2. 2**）とした．コスト最大重視のアンケート結果(m_{j1})の場合，(1)式の A_j に m_{j1} を代入した(2)式を設定し，重みを求めた．

$$w_i^1=\sum_j m_{j1} \Big/ \sum_i \Big(\sum_j m_{j1} \cdot Q_{ji}\Big) \tag{2}$$

なお，w_i に用いた添字(k=)1は，コストを表すものとする．同様に利便性最大重視(w_i^2)，セキュリティ

Table 2.2　m_{ji} table.

Que No.	Cost	Usage	Security	Env.	Public.
1	1	5	1	1	1
2	1	1	5	1	1
3	1	1	1	5	1
4	1	1	1	1	5
5	5	1	1	1	1
6	1	5	1	1	1
7	1	1	5	1	1
8	1	1	1	5	1
9	1	1	1	1	5
10	5	1	1	1	1
11	1	5	1	1	1
12	1	1	5	1	1
13	1	1	1	5	1
14	1	1	1	1	5
15	5	1	1	1	1
16	1	5	1	1	1
17	1	1	5	1	1
18	1	1	1	5	1
19	1	1	1	1	5
20	5	1	1	1	1

Table 2.3　B_{ki} table.

	Cost	Usage	Secu.	Envi.	Public
w_i^k	i=1	i=2	i=3	i=4	i=5
w_i^1	0.4629	0.1659	0.1310	0.1266	0.1135
w_i^2	0.1878	0.4327	0.1388	0.1020	0.1388
w_i^3	0.1333	0.1333	0.4711	0.1467	0.1156
w_i^4	0.1079	0.1245	0.1577	0.4357	0.1743
w_i^5	0.1176	0.1357	0.1176	0.1493	0.4796

最大重視(w_i^3)，環境最大重視(w_i^4)，社会的受容性最大重視(w_i^5)について重みを求め，**Table 2. 3** に示す B_{ki} テーブル(k：重視項目，k=1～5) を作成した．B_{ki} テーブルでは各評価項目を最大重視しているため，対角項が最大となっている．また一般的に得られたアンケートの結果が，例えば i= 4 項目が最大重視であれば，

$$w_i^* = (0,0,0,1,0) \tag{3}$$

となっていることが望ましく，w_i と w_i^* を(4)式の関係に置いた．

$$w_i = B_{ki} \cdot w_i^* \tag{4}$$

(4)式より

$$w_i^* = B_{ki}^{-1} \cdot w_i \tag{5}$$

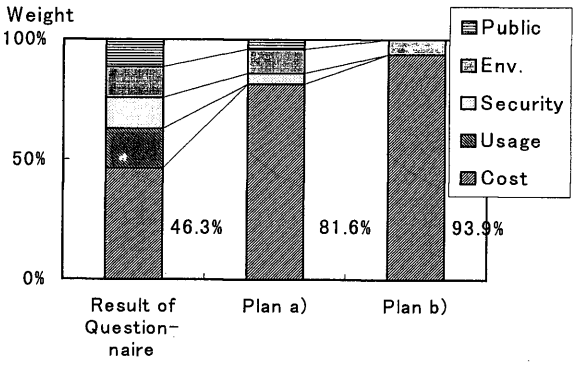

Fig. 3　Result of questionnaraire and correction plan

とし，最終的なアンケート結果として w_i^* を得た．

2.1.3　負の重みが生じたときの補正

アンケートによっては逆行列変換を施した w_i^* のうちで負の重みを持つものが生じるが，このケースに関しては以下の二通りの補正方法を考え，これらについて検討した．

a）得られた w_i^* を底上げし，再度規格化する方法

$$MIN = \min\{w_i^* | i=1\sim5\} < 0$$
$$w_i^{*(new)} = \{w_i^{*(old)} - MIN | i=1\sim5\}$$

b）得られた w_i^* のうちで負の重みを持つものを強制的にゼロとする方法

$$w_i^* = \begin{cases} 0 (w_i^{*(old)} < 0 | i=1\sim5) \\ w_i^{*(old)} (w_i^{*(old)} \geq 0 | i=1\sim5) \end{cases}$$

Fig. 3 は，コストを最大重視したときのアンケート結果 w_i に逆行列変換を施して得られた w_i^* が i=2, 3, 5 において負の重みを持っており，これに対して上述の二通りの補正を行って比較した結果である．補正案b）はa）に比べて，よりコストへの重みが大きくなっているものの，アンケート結果と比べると，コスト以外の4項目への重みがほとんどゼロとなっている．これに比べてa）ではコストへの重みがb）に比べて若干小さいものの，コスト以外の4項目についてもある程度の重みが割り振られており，アンケート結果をうまく変換できたと考えることができる．従って，以後補正案a）による補正方法により負の重みに対処することとした．

2.2　アンケート及び解析手法の妥当性

2.2.1　アンケートに用いたポイント

アンケートのポイント(Q_{ji})の客観性を調べるために，乱数を用いて評価を行った結果を **Fig. 4** に示す．乱数により得られる整数1～5をそれぞれの質問に割り当て，約250ケースのアンケート結果を作成し，各

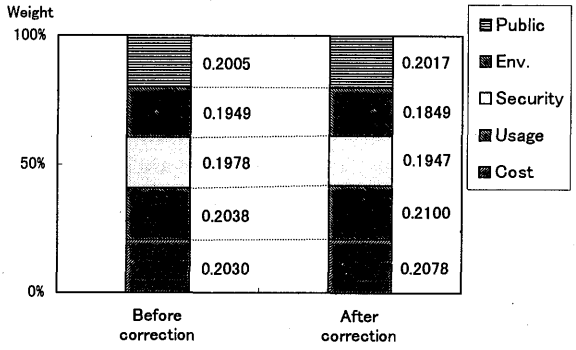

Fig. 4　Weight to the five points of assessment by RND

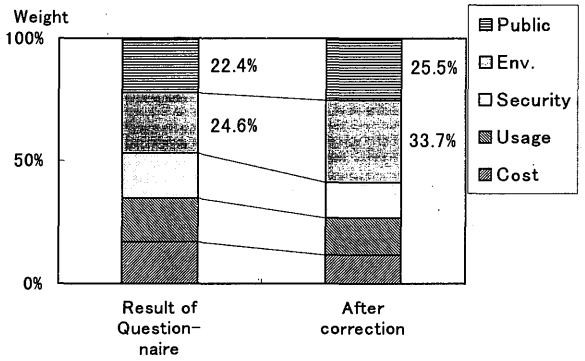

Fig. 5　A typical correction result of questionnaire in which Environment is highly rated.

ケースについて五評価項目への重み w_i，補正後の重み w_i^* を計算した．その後，補正前後について五評価項目への重みの平均を取ると，0.2からの誤差は補正前は−0.005から+0.004であり，補正後は−0.015から+0.01となり，アンケートの質問への事前決定のポイントにほとんど偏りがないことが示された．なお各質問に割り振られた整数の平均は3.00であった．

2.2.2　アンケートの補正

Fig. 5 に示す比較的環境重視型のアンケート結果について補正を行った．このケースでは，逆行列変換によって負の重みを生ずることはなかったが，補正によって環境への重みが24.6%から33.7%へと増加し，また，環境に次いで重みの大きい社会的受容性も22.4%から25.5%へと重みが大きくなっていることが分かる．

環境，社会的受容性以外の3評価項目については相対的に重みは小さくなっていることなどから，上述の乱数を用いたアンケートの評価での各評価項目への重みの平均を，上回るものについては補正によって重みが増加し，下回るものについては補正によって重みが減少することが分かった．このことは，補正が適切に行われたことを示すものと思われる．

2.3　アンケートの傾向

Fig. 6 (a) ～ **Fig. 6 (e)** は実施したアンケートのうち (a) 一般約30名の結果をもとにそれぞれ各評価項目について重みの大きい順に並べ，一人おきに抽出した結果である．なお，**Fig. 6** の [Inquiry Number 101] の百の位は [Inquiry Number 01] のアンケート結果を補正したことを示す．これらの **Fig** より以下のようなことがわかった．

1）コスト

Fig. 6 (a) はコストに着目してその重みの大きい順にアンケート結果を並べ替えたものである．**Fig** の折れ線で示されたコストへの重みの大きさをみると，全体的にそれほど大きい重みを置いておらず，乱数によるコストの重みの平均値 (0.2017) を越えたのは全体の約25%であった．これより，電源構成を考える際に電力消費者はコストをほとんど考慮していないことがわかる．

2）利便性

Fig. 6 (b) は利便性に着目した **Fig** であり，約半数の人が重みの平均値 (0.1849) を越えており，利用技術の完成度やエネルギー密度も多少考慮に入れている．

3）セキュリティ

Fig. 6 (c) はセキュリティに着目した **Fig** であり，この **Fig** より，セキュリティについて考えている人はほとんどおらず，乱数による重みの平均値 (0.1947) を越えたのはわずかであった．このことは，

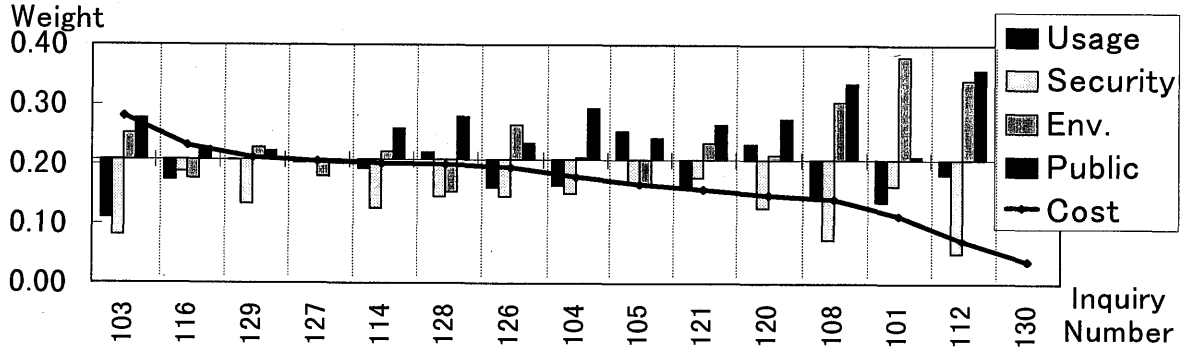

Fig. 6 (a)　Result arranged in order of cost rating

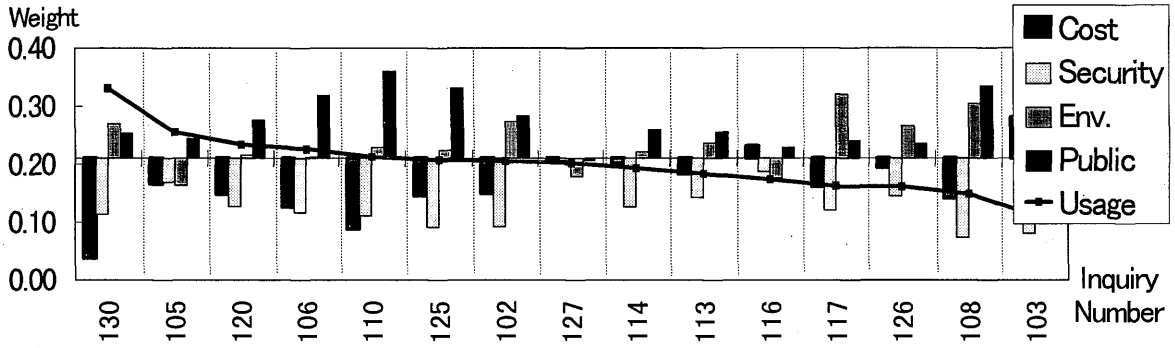

Fig. 6 (b)　Result arranged in order of cost rating

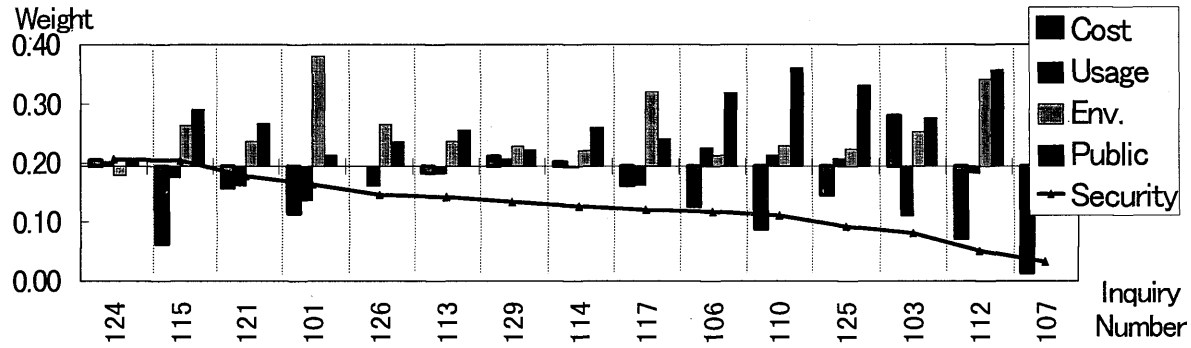

Fig. 6 (c)　Result arranged in order of cost rating

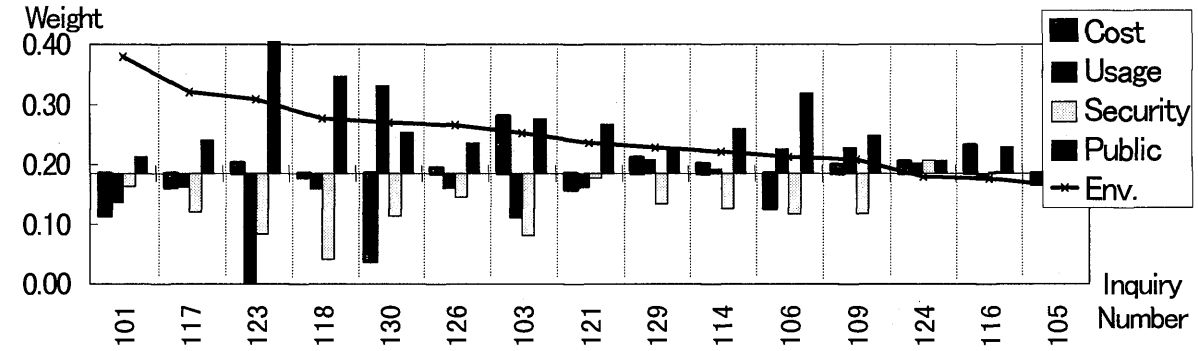

Fig. 6 (d)　Result arranged in order of cost rating

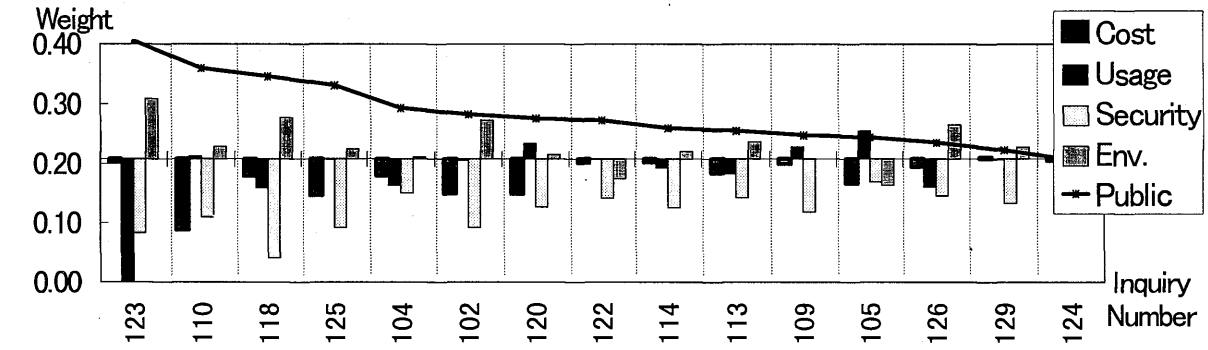

Fig. 6 (e)　Result arranged in order of cost rating

マスコミなどにより資源の枯渇が危機的に報じられていない現状においては人々がさほどセキュリティに関しては関心を持たないことを示していると思われる．

4）環境

Fig. 6 (d) は環境に着目したFigであり，約75％の人が乱数による重みの平均値(0.2100)を越えた結果となっている．これより，電源による直接の環境汚染についてはかなり高い意識を持って考えられており，最近の環境意識の高まりを反映しているものと思われる．

5）社会的受容性

Fig. 6 (e) は社会的受容性に着目した結果であり，社会的受容性を表す折れ線がほぼ全体にわたって乱数による重みの平均値（0.2078）を越えていることがわかる．このことは，電源の事故，リスクに対する関心度が非常に大きいことを示しており，電源設置に対する住民投票等にみられるような世論を大きく反映した結果であると思われる．

また，(b) 大学生約40名に関しても同様の計算，並べ替えを行った結果(a)とほぼ同様の傾向を得た．社会的受容性や環境を重視したこれらの結果は，アンケートの調査数が少ないにもかかわらず現在取りざたされている問題意識に通ずるものであると思われる．

3. ま　と　め

本報においてはアンケートを実際に行い，その結果を数値化する手法について検討した．アンケート調査数においては，本来行われる全数調査や標本調査[5]のような正式な形をとっておらず，また調査数が少ないにもかかわらず，環境や社会的受容性を重視した最近の世論を反映した結果を得ることができた．今後はこれらの結果をふまえて電源構成の構築手法の開発について検討を行う．

参　考　文　献

1）安川　茂 et al，炭酸ガス排出抑制におけるエネルギーおよび技術選択，日本原子力学会誌，vol.33，No.12，1131(1991)．
2）赤井　誠 et al，エネルギー収支分析に基づく再生可能エネルギー利用技術の評価，日本機械学会シンポジウム，動力，エネルギー技術の最前線 '92講演論文集，143(1992)．
3）総理府広報室編，“月刊世論調査” 第24巻，第11号，通巻282号，大蔵省印刷局 (1992) p. 3．
4）岩尾祐純，清水浩，“日本のエネルギー”，共立出版株式会社，(1977)p.104．
5）辻　新六，有馬昌宏，“アンケート手法”，朝倉書店 (1987)，p.72．