

岩手大学工学部土木工学科

正会員 ○ 岩 佐 正 章

北海道大学大学院環境科学研究科

正会員 山 村 悦 夫

高 野 修 紀

1. はじめに

エネルギー源の大部分を石油として輸入にたよっているわが国にとって、国内において石油代替エネルギーの開発を促進し、エネルギーの自給性を高めることは重要なことであると考えられる。地域内に賦存するエネルギーは、自然の熱や力、バイオマスなどいわゆるソフトエネルギーであって、とくに岩手県においては、すでに地熱発電が実用化されており、最近の県勢発展計画にも「マグマポリス」（地熱都市）の建設の構想があげられている。これらの計画の基本となるのは、エネルギーの利用者である地域住民の導入意欲であって、本研究はソフトエネルギーに対する地域住民の意識を調査して、将来の利用、導入率の推定に資することと目的とする。

2. 調査対象地域

調査対象地域としては岩手県岩手郡雫石町全域とした。同町においては、葛根田地区に昭和53年以来、出力50kWの地熱発電所が稼働しており、さらに地熱熱水の多目的利用の実証調査が進められており、また、同町は第1次産業人口が約38%（昭和55年）を占める農村地帯であって、太陽熱や家畜糞尿（バイオガス）の利用可能性の大きいところである。同町は岩手県の中西部、空岡市の西約15kmに位置し、東西22km、南北40km、面積608.0km²である。昭和55年における人口は18,696人、世帯数は4,583である。

3. 調査および解析方法

調査方法は、アレケート票を雫石中学校（全町1校）の第2学年の生徒全員250人に配布して、自宅に持ち帰って、その世帯主に記入してもらい、それを学校において回収することによった。回収数は222（世帯）で回収率は88.8%であった。調査時期は昭和57年2月3日～8日であった。アレケート票の内容は、エネルギーの種類として太陽熱、地熱熱水、家畜糞尿（バイオガス）の3種とし、このそれぞれに対して、これらを利用する場合の費用（設備費の年賦償還、使用量による料金など）が石油利用と比較して、少し高くつく場合、同じ場合、安くつく（1/2をすむ）場合の経済性の3段階について、これらのソフトエネルギー利用に対する興味・関心の有無、有効性への評価、導入意欲の有無を問うものである。このアレケート結果を潜在クラス分析によって解析し、ソフトエネルギー利用に対して好意的なクラスと非好意的なクラスとの推定確率を求めた。

潜在クラス分析は、潜在構造分析における潜在空間 X が有限集合（要素が有限）の場合であって、潜在構造分析は、各属性（質的項目）の値が1または0（yesまたはno）の2値をもつデーターに關し、その構造と数量的にとらえるための分析として、D. F. Lawersfeldによって提案されたものである。潜在クラス分析の方法は次のとおりである。 x_i ：集団の反応パターンを示す潜在量（ $i=1, 2, \dots, m$ ）、 $\mathcal{V}^i$ ：潜在空間 $x_1, \dots, x_m \in X$ のそれぞれの確率、 π_i^α ：潜在量 x_α をもつものが、属性 v_i で1と反応する確率で、 $\pi_i^\alpha = \Pr(v_i=1 | x_\alpha)$ （ $\alpha=1, 2, \dots, m, i=1, 2, \dots, k$ ）、属性 v_i が X 全体で1と反応する確率 P_i は、 $P_i = \sum_{\alpha=1}^m \mathcal{V}^\alpha \pi_i^\alpha$ 、 x_α をもつ潜在量をもつものが、属性 v_i, v_j に同時に1と反応する確率は、 $\pi_{ij}^\alpha = \Pr(v_i=1, v_j=1 | x_\alpha)$ （ $i, j=1, 2, \dots, k$ ）、したがって、属性 v_i, v_j が X 全体で1と反応する確率 P_{ij} は、 $P_{ij} = \sum_{\alpha=1}^m \mathcal{V}^\alpha \pi_i^\alpha \pi_j^\alpha$ （ $i, j=1, 2, \dots, k$ ）、同様に、 $P_{ijk} = \sum_{\alpha=1}^m \mathcal{V}^\alpha \pi_i^\alpha \pi_j^\alpha \pi_k^\alpha$ （ $i, j, k=1, 2, \dots, k$ ）以上と $\sum_{\alpha=1}^m \mathcal{V}^\alpha = 1$ によりモデルを構築し、 $P_i, P_{ij}, P_{ijk}, \dots$ の推定値 $\hat{P}_i = 1/N \sum_{\alpha=1}^N \delta_{\alpha i}, \hat{P}_{ij} = 1/N \sum_{\alpha=1}^N \delta_{\alpha i} \delta_{\alpha j}, \hat{P}_{ijk} = 1/N \sum_{\alpha=1}^N \delta_{\alpha i} \delta_{\alpha j} \delta_{\alpha k}$ より、潜在パラメーター $\mathcal{V}^\alpha, \pi_i^\alpha$ （ $i=1, 2, \dots, k, \alpha=1, 2, \dots, m$ ）と推定し、データーの構造を明らかにする。

ただし、 $\delta_{\lambda i} = \begin{cases} 1 & (\text{個体}\lambda\text{が}r_i\text{にyesと反応したとき}) \\ 0 & (\text{個体}\lambda\text{が}r_i\text{にnoと反応したとき}) \end{cases} \quad (\lambda=1, 2, \dots, N, \quad i=1, 2, \dots, k)$

この調査分析は、2クラス、3属性の分析を行うための次のとおりとする。

$$\text{モデル} \quad \sum_{\alpha=1}^3 v^{\alpha} = 1, \quad p_i = \sum_{\alpha=1}^3 v^{\alpha} \pi_i^{\alpha}, \quad p_{ij} = \sum_{\alpha=1}^3 v^{\alpha} \pi_i^{\alpha} \pi_j^{\alpha}, \quad p_{ijk} = \sum_{\alpha=1}^3 v^{\alpha} \pi_i^{\alpha} \pi_j^{\alpha} \pi_k^{\alpha} \\ (i \neq j \neq k) \quad (i, j, k = 1, 2, 3)$$

行列 $\Pi_1, \Pi_2, M, \Delta_3, P, P^*$ を次のようにおく。

$$\Pi_1 = \begin{bmatrix} 1 & \pi_1^1 \\ 1 & \pi_1^2 \end{bmatrix} \quad \Pi_2 = \begin{bmatrix} 1 & \pi_2^1 \\ 1 & \pi_2^2 \end{bmatrix} \quad M = \begin{bmatrix} v^1 & 0 \\ 0 & v^2 \end{bmatrix} \quad \Delta_3 = \begin{bmatrix} \pi_3^1 & 0 \\ 0 & \pi_3^2 \end{bmatrix} \quad P = \begin{bmatrix} \hat{p}_3 & \hat{p}_{23} \\ \hat{p}_{13} & \hat{p}_{123} \end{bmatrix} \quad P^* = \begin{bmatrix} 1 & p_2 \\ p_1 & p_{12} \end{bmatrix}$$

そこで、固有方程式 $\det(P - \theta P) = 0$ の解 $\theta = \begin{pmatrix} \theta_1 \\ \theta_2 \end{pmatrix}$ が $\Delta_3 = \begin{bmatrix} \theta_1 & 0 \\ 0 & \theta_2 \end{bmatrix}$ となり、

$(P - \theta^1 P^*) x^1 = 0, (P - \theta^2 P^*) x^2 = 0$ の1つの解 x^1, x^2 を列ベクトルとする行列 X かつ $(P^* - \theta^1 P^{*2}) y^1 = 0, (P^* - \theta^2 P^{*2}) y^2 = 0$ の1つの解 y^1, y^2 による行列 Y 、それぞれの行列の1列目の逆数を対角成分にもつ行列 E_x, E_y により、 $\Pi_1 = E_x X^{-1}, \Pi_2 = E_y Y^{-1}, M = \Pi_1^* P^* \Pi_2^{-1}$ とパラメーターの推定ができる。

4. 解析結果、考察および結論

アンケートの解析結果は下表に示すとおりである。

ソフト エネルギー	石油利用の 費用と比較して	潜在クラス	クラスの確率 (推定) M	クラス大の 推定値 $N \times M$ (人)	属性 (意向項目)		
					興味関心 r_1	有効性 r_2	導入意志 r_3
太陽熱 利用	高くつく場合	好意的	0.5823	123	0.9643	1	0.6804
		非好意的	0.4177	89	0.5303	0.2546	0
	同じ場合	好意的	0.7756	169	0.8965	1	0.8575
		非好意的	0.2244	49	0.4785	0.0596	0
	安くつく場合	好意的	0.8708	181	0.8571	1	0.9275
		非好意的	0.1292	27	0.4000	0.2558	0
地熱熱水 利用	高くつく場合	好意的	0.6575	141	0.9711	0.9900	0.7432
		非好意的	0.3425	74	0.1630	0.1909	0
	同じ場合	好意的	0.7968	174	0.8970	1	0.9456
		非好意的	0.2032	45	0.3030	0.2586	0
	安くつく場合	好意的	0.8832	186	0.8470	1	0.9820
		非好意的	0.1168	25	0.2800	0.3509	0
家畜糞尿 利用	高くつく場合	好意的	0.4366	21	0.8183	1	0.5364
		非好意的	0.5634	26	0.2725	0.1696	0
	同じ場合	好意的	0.5368	26	0.7727	1	0.8364
		非好意的	0.4632	23	0.2500	0.1188	0
	安くつく場合	好意的	0.5696	28	0.8333	1	0.8427
		非好意的	0.4304	22	0.0588	0.2100	0

2水を見ると、経済性の3段階のいずれにおいても、好意的クラスの大きい順に、地熱熱水、太陽熱、家畜糞尿である。地熱については、石油よりも少し高くつく場合でも好意的クラス約66%と大きくっており、安くつく場合は約87%と最大になっている。太陽熱については好意的クラスは高くつく場合で約58%、安くつく場合は約87%である。家畜糞尿については約44~57%と地熱熱水より低い。それぞれのエネルギーについて、導入したい理由と示されているが、地熱熱水については、「経済的にトク」とともに「地域に独自のものだから」とあげる人が多く、栗石町の人々が地熱熱水の供給事業に好意をもって期待しているのがわかる。家畜糞尿の利用については、導入しない理由に「具体的によくわからない」とあげている人が多く、この方式の理解とほかの必要がある。ソフトエネルギーの利用には、技術的、経済的、制度的などの多くの課題が横たわっているが、今後、地熱熱水を中心とした統合的システムを構築して、有効利用をはかりたいものである。