

再生可能エネルギー転換を考慮した農業政策策定と多属性効用分析に基づく多目的評価

林田 智弘, 西崎 一郎

キーワード：多属性効用分析, 農業政策評価, 再生エネルギー

本稿は、末盛 大嗣さんによる 2010 年度広島大学工学部に提出した卒業論文をもとに加筆修正したものです。

1. 問題の簡単な説明と得られた結果

年間日照時間が長く太陽熱エネルギーを効率的に利用可能な農業地域では、ビニルハウスを用いた農作物の促成栽培が行われています。しかし、気温の上がりにくい冬季はビニルハウスの効果を高めるために石油ボイラーが用いられており、これが空気汚染の原因となっています。さらに、化学肥料の過剰投与による土壌汚染や河川の水質低下など、農業に起因する環境汚染も問題となっています。

本研究では、ビニルハウスによる促成栽培が特に多い宮崎県南部の大淀川流域の農業地域に着目しています。ビニルハウスにおける熱源確保のために太陽熱を効率的に利用することで空気汚染の軽減を実現し、さらに有機肥料の利用促進、流通経路や農業活動のモニタリングを行うことにより、環境問題だけではなく経済性も考慮した農業活動が期待できます。本研究ではこのような農業活動に関連するいくつかの要素を組み合わせた 300 の農業政策を策定し、利害関係者となる農業従事者の意向も考慮した多属性効用分析 [1] に基づく多目的評価を行い、合理的に農業政策を選択することができました。

2. 多属性効用分析

自治体が政策を施行すれば、多くの人々がその影響を受けることになるため、このような公共的意思決定問題においては、関係者の意向を考慮した合理的な意

思決定がなされるべきです。本研究では、多目的意思決定問題において意思決定者の選好の定量的評価に基づく意思決定手法である多属性効用分析を応用して、宮崎県における農業政策を評価・選定します。

多属性効用分析では、数値化可能な複数の属性により構成される意思決定問題を取り扱います。そして、単一属性効用関数により、各属性値に対する意思決定者の満足度を効用値として定量的に評価します。次に、属性間のトレードオフ関係を定量的にあらわすスケール定数を同定することで、目的構造全体に対する多属性効用関数が同定されます。多属性効用関数に基づいてすべての代替案を多目的評価することによって、意思決定者の選好に基づく合理的な選択が可能となります。すなわち、多属性効用関数は、目的を構成する数値化可能な複数の属性と、その属性値に対する意思決定者の満足度を定量的に評価した効用値の関係を示すものと解釈できます。

ここで、数学的に多属性効用関数を表現します。 n 個の属性 X_1, X_2, \dots, X_n を考え、属性 X_i のある実現値を x_i と表し、その n 次元ベクトルを $\mathbf{x} = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ とします。また、属性 X_i ($i = 1, 2, \dots, n$) に対する単一属性効用関数を $u_i(x_i)$ 、スケール定数を $k_i, 0 \leq k_i \leq 1$ として、 K を $K+1 = \prod_{i=1}^n (Kk_i + 1)$ を満たす補助的なスケール定数とします。いくつかの条件を満たせば、多属性効用関数 $U(\mathbf{x})$ は加法型あるいは乗法型となり、(1) 式のように表現されます。

$$KU(\mathbf{x}) + 1 = \prod_{i=1}^n [Kk_i u_i(x_i) + 1] \quad (1)$$

3. 農業政策の策定と評価

本研究では、冬期にビニルハウスを用いた促成栽培を行っている農業地域において、ソーラーパネルを用いた太陽熱利用機器への転換による空気汚染抑制を目的とした農業政策を考えます。さらに、化学肥料を有機肥料に転換することで土壌汚染や河川汚染の抑制が

はやしだ ともひろ, にしごき いちろう
 広島大学 工学部
 〒 739-8527 広島県東広島市鏡山 1-4-1
 hayashida@hiroshima-u.ac.jp

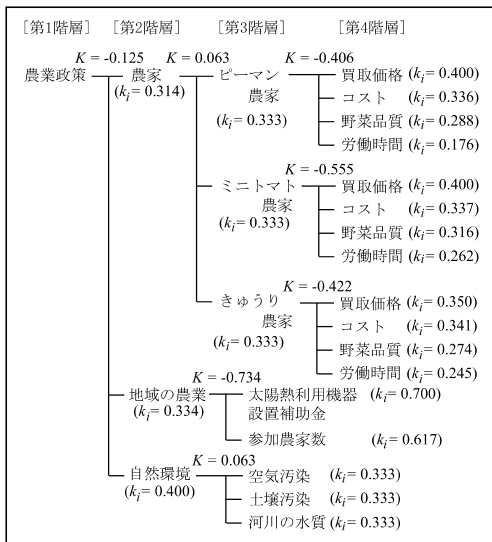


図1 目的構造体

期待されます。このように下記の7項目の組み合わせにより新しい農業政策を策定しました。

1. 太陽熱利用法
 - S_0 : 太陽熱を利用せず石油ボイラーを利用
 - S_1 : 太陽熱温水器を利用
 - S_2 : ソーラーシステムを利用
2. 太陽熱利用機器設置コスト負担割合
 - C_0 : 費用の半額を県が負担
 - C_1 : 費用の全額を県が負担
3. ビニルハウスの形態
 - H_0 : 二重構造ビニルハウス (現行どおり)
 - H_1 : 温度自動制御ビニルハウス
4. 肥料の種類
 - F_0 : 化学肥料
 - F_1 : 化学肥料と有機肥料の混合肥料
 - F_2 : 有機肥料
5. 農業政策の適用範囲
 - R_0 : 大淀川主流の下流域のみ
 - R_1 : 大淀川主流の全域
 - R_2 : 大淀川流域全域
6. 流通経路
 - D_0 : (既存の流通経路である) JA を介する
 - D_1 : JA を介さない
7. 農業製品の品質保証のためのモニタリング活動
 - M_0 : 行わない, M_1 : 行う。

3.1 目的構造体

本研究では、図1に示される目的構造体を想定し、300の農業政策を多目的の評価しています。

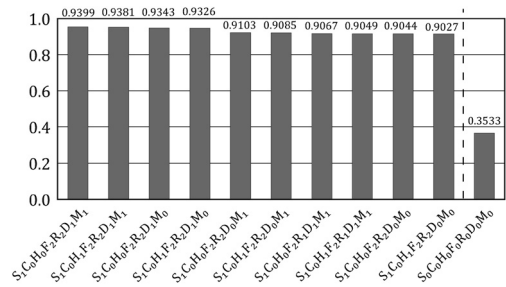


図2 上位10の農業政策と現状に対する効用値

図1に示されるように、地域の利害関係者として生産量の特に多いピーマン、ミニトマト、きゅうりに限定して、複数名の生産者の選好構造を多属性効用分析に基づいて評価しました。また、選択された農業政策に投入される補助金額や参加農家数、自然環境への影響も考慮した多目的の評価となっています。かつこ内の数値は、対応する属性のスケール定数 ((1)式) です。

3.2 農業政策の合理的な選定

図2は評価値(効用値)の高い上位10の政策と現状に対する効用値を表しています。最も高い効用値0.9399を持つ農業政策の組み合わせ $S_1C_0H_0F_2R_2D_1M_1$ を選択することが合理的であることがわかります。

多属性効用分析には煩雑な計算が伴いますが、専用アプリケーション MIDASS [2] を用いることで効率的に計算することができます。

4. おわりに

多くの地域住民が利害関係にある地方自治体においては、すべての利害関係者に配慮した合理的な選択は難しいです。本稿では、多属性効用分析を応用した合理的な集団意思決定についての適用研究を紹介しました。筆者らは、これまでに広島県における森林保全政策の評価 [3] など、他自治体の政策評価も実施していますので、ご参照ください。

参考文献

[1] R. L. Keeney and H. Raiffa, *Decisions with Multiple Objectives: Preferences and Value Tradeoffs*, John Wiley & Sons, Inc., 1976.
 [2] F. Seo, I. Nishizaki and H. Hamamoto, "Development of Interactive Support Systems for Multiobjective Decision Analysis under Uncertainty: MIDASS," Discussion Paper 637, Kyoto Institute of Economic Research, 2007.
 [3] T. Hayashida, I. Nishizaki and Y. Ueda, "Multiattribute utility analysis for policy selection and financing for the preservation of the forest," *European Journal of Operational Research*, **200**, pp. 833-843, 2010.