

地域産セルロース系バイオマスを原料とした バイオエタノールの社会受容性

Social Acceptance of Locally-Produced Cellulose Bio-Ethanol Fuel

ベスピャトコ リュドミラ*¹
Lyudmyla BESPYTKO

美濃輪智朗*²
Tomoaki MINOWA

藤本真司*³
Shinji FUJIMOTO

柳下立夫*⁴
Tatsuo YAGISHITA

Abstract

In this paper, we conducted a survey in order to clarify willingness to pay (WTP) for locally-produced cellulosic ethanol-blended fuel (WTP2) compared with commercial ethanol-blended one (WTP1). Each average cost of WTP1 and WTP2 was 99.1 yen/L and 101.7 yen/L, respectively. However, there was no statistical difference between the WTP1 and WTP2. On the other hand, for positive WTPs which were counted the answers equal to or higher than gasoline cost of 120 yen, positive WTP2 (124.0 yen/L) was statistically higher than positive WTP1 (122.1 yen/L). All WTPs were strongly influenced by the gasoline cost paid per month. Furthermore, WTP1, WTP2 and positive WTP1 were sensitive to their efforts for environmental issues and energy conservation.

キーワード：バイオマス, バイオエタノール, 支払い意思額, 仮想市場法

Key Words：Biomass, Bioethanol, Willingness to pay, Contingent valuation Method

1. はじめに

近年, エネルギー作物油や廃食用油を原料とするバイオディーゼルおよび植物由来の砂糖やでんぷんから製造される燃料用のエタノール (バイオエタノール) が利用されるようになった. 糖・でんぷん系バイオマスからのエタノール製造は既に確立されており, ブラジル (原料はサトウキビ), 米国 (小麦) を始めとして, 海外ではガソリン代替燃料としてバイオエタノールをブレンドしたガソリン, さらに

100%バイオエタノールの燃料が利用されている. しかしながら, 食物との競合から穀物価格の高騰を招いたこともあり, 糖・でんぷん系原料からの燃料用エタノール生産は好ましくないと考えられるようになり, 草や木材等のセルロース系原料からの第2世代バイオエタノール燃料製造の研究開発が国内外を問わず精力的に進められている^{1) ~ 4)}.

我が国でも, 以前より砂糖工場から排出される廃糖蜜からのエタノール発酵による工業用エタノール生産が行われている. また, 遊休田を利用した米からのエタノール生産も検討されているが, 我が国の食料自給率は低く, 国内での糖, でんぷん系原料からの大規模なバイオエタノールの生産は難しい, その一方で, 賦存量の多い森林からの木材や稲わらのような非食用のセルロース系バイオマスからのエタノール製造が期待されている. 現状では, セルロース系バイオエタノールの製造コストは高く⁵⁾, ガソリンと競合することは難しいため, 低コスト化が重要な開発課題となっている.

¹ 独立行政法人産業技術総合研究所バイオマス研究センター特別研究員 (〒739-0046 東広島市鏡山 3-11-32)

² 独立行政法人産業技術総合研究所バイオマス研究センターチーム長

³ 独立行政法人産業技術総合研究所バイオマス研究センター研究員

⁴ 独立行政法人産業技術総合研究所バイオマス研究センター主任研究員

e-mail: tatsuo.yagishita@aist.go.jp

(原稿受付: 2012 年 2 月 2 日)

バイオエタノールにとって技術開発とともに重要なのは、利用者がバイオエタノールを受け入れるかどうかという点である。現在、日本ではブラジルのサトウキビから作られたバイオエタノールや、少量ではあるが国内の糖・でんぷん系バイオエタノールから製造された含酸素燃料 ETBE をブレンドしたバイオガソリンの販売が開始しており、石油連盟の HP (<http://www.paj.gr.jp/eco/biogasoline/>) によれば、2011 年 11 月現在約 980 カ所のガソリンスタンドで販売されている。上記のバイオガソリンは、一般ガソリンと同等の価格で販売されている。

今後、糖・でんぷん系のバイオエタノール燃料が減り、食料と競合しないセルロース系のバイオエタノールが増大していくと考えられる。これまで、国産の穀物由来バイオエタノール燃料に期待される支払意志額 (Willingness to Pay, WTP) について仮想市場法を用いて評価した報告があり⁶⁾、バイオエタノールを 3% ブレンドしたガソリン (E3 燃料) に対して、提示されたガソリン価格よりも約 3 円 / L 上乗せして支払ってもよいという推計結果が報告されている。また、海外でもトウモロコシやスイッチグラス、農産物残渣、林地残材、製紙工場残渣、都市固形廃棄物からの各種バイオエタノール含有燃料に対して、主に仮想市場法を用いた WTP の研究がなされており^{7),8)}、ほとんどの研究でバイオエタノール含有燃料に対する肯定的な結果が得られている。

そこで本論文では、現状ではコストが高いセルロース系バイオマス、特に地産地消の観点から地域の原料を使ったバイオエタノール燃料の社会受容性を調べるため、このようなバイオエタノール燃料に期待される WTP を調査した。

調査地として、福岡県大木町を選定した。福岡県大木町は、農林水産省が行った第 1 回のバイオマスタウン構想に選定・公表 (2005 年 2 月) され、メタン発酵や堆肥化等のバイオマス利活用を始めとした再生可能エネルギーの利用推進やごみを出さないゼロ・ウェイスト活動を積極的に行っている (http://166.119.78.61/j/biomass/b_town/council/1st/pdf/doc4_2.pdf#search= '大木町バイオマス')。また、ごみの分別の実施や環境活動に対して非常に興味を持っている地域である。ただし、バイオエタノール製造に関しては、バイオマスタウン構想の中で稲わら、麦わらからの可能性を検討する旨の記述があるが、現在まだ着手されていない。以上のように、大木町は環境意識も高く、バイオマス利活用にも一定以上の認知度があると考えられるこ

とから、モデルケースとして大木町の住民に対して地域のセルロース系原料から製造されたバイオエタノールに関する意識調査を行った。

本論文では、上記報告と同様に、仮想市場法を用いて稲わらや木材等の地域セルロース系原料を利用したバイオエタノールに対する WTP を調査した。そして、既に市販されている主に海外産糖・でんぷん系のバイオエタノールから製造された ETBE 含有ガソリンと比較して、それぞれの WTP に及ぼす決定要因の分析を行い、地産地消の観点からの地域セルロース系バイオエタノールの利用拡大のための提言を行った。

2. アンケート調査

2.1 調査・分析方法

調査は 2010 年 2 月 27 日にアンケートを郵送し、2010 年 3 月 19 日まで回収を行った。大木町の人口は 14,546 人 (2010 年 3 月 31 日時点) であり、選挙人名簿から単純無作為に調査対象者 500 名を抽出し、アンケートを送付した。回収したアンケート結果は 321 件であり、回収率は 64% であった。

回収したアンケート結果を集計し、仮想市場法を用いた分析を行った。仮想市場法は、まだ存在しない財やサービスに対する意識調査であり (9)、後述するように本研究ではアンケートの中で WTP を何通りか提示して調査対象者に選択してもらう支払カード方式を採用した。仮想市場法の分析には、市販ソフト (CVM2002, 日本データーサービス株式会社, 札幌) を用いた。支払い意志額は上位 5% を除外して求めた。

2.2 アンケートの概要

アンケートでは、まず始めにバイオエタノールの説明を以下のように行った。

- 1) バイオエタノールは再生可能なエネルギーであること
- 2) CO₂ 排出削減ならびに石油依存度の低減が期待されること
- 3) 現在市販されているバイオエタノールは糖やでんぷんが原料であり、食料と競合すること
- 4) 日本の食料自給率が低いこと
- 5) 新しいバイオエタノールとして稲わらや間伐材を原料とした研究が行われていること
- 6) ただし、5) のバイオエタノールは製造コストが高く、助成なしではガソリンと競合できないこと

以上の説明の後、下記の2種類のバイオエタノールに対する支払意志額を選択してもらった。

- 1) 市販されている穀物由来のE3燃料(3%エタノール含有ガソリン)に対する支払意志額(WTP1)
- 2) 稲わらや間伐材等地域のセルロース系資源から生産したバイオエタノールを含むE3燃料に対する支払意志額(WTP2)

Fig.1, Fig.2に、それぞれのWTPの選択設問を示す。Fig.1で示されるように、ガソリン価格を120円/Lとして、WTP1では「給油しない(0円)」を含めた10通りの価格と「よくわからない」の計11通りの選択肢を提示した。WTP2に対しては、WTP1の設問で「給油する」と答えた場合と「給

油しない」と答えた場合とで、別々の選択肢を提示した。(Fig.2) WTP1で給油する場合は、WTP1で回答した額からどれくらい増額するか、11通りの選択肢を提示した。WTP1で給油しないと答えた場合は、11通りの支払意志額を提示して選択させた。また、WTP1, WTP2でそれぞれ給油しないと答えた回答者には、給油しない理由を選択、記述してもらった。

さらに、それぞれのWTPが住民のどのような要因と関連性を持っているのかを調べるため、WTPの選択とともにTable1のような属性、知識、行動様式の項目についても選択してもらった。

3. 分析結果

3.1 各属性の分布

Table1の各属性におけるアンケート回収数をFig.3に示す。男性からの回答数が129件、女性からの回答数が182件と、女性からの回答数が多かった。年代では、20代から徐々に増加し、60代がピークであった。職業構成では、学生・無職(主婦等)・その他とフルタイム(会社員と公務員)が多く、次いでパートタイムで、農業と自営業は比較的少な

問1 仮に以下の状況を想定してください。

2008年にリーマン・ショックによって引き起こされた不景気の後、160円/L以上に値上りしたガソリンの価格も120円/Lまで下がってきています。しかし、これからは世界経済の不安定や石油供給不足とそれに伴う物価高騰は十分に考えられます。このような状況で、ガソリンスタンドで通常のレギュラーガソリンとE3燃料(3%のバイオエタノールが入ったガソリン)が同時に販売されているとします。あなたはE3燃料を1リットル当たり、最高いくらまで支払って給油しますか。E3燃料を使うことによって、車に悪影響を及ぼすことはありません。ただし、通常のガソリンより高く支払った分だけ、自由に使えるお金が減ることを忘れないでください。また普段ハイオクや軽油を給油する方も、レギュラーを購入していると想像してお答えください。

あなたはE3燃料を給油しますか？

1. 給油する

以下の中から、E3燃料に対して支払ってもよいと思う最大金額の番号一つだけにチェックしてください。

① ガソリンと同額(120円/L)なら給油する
② 121円 ③ 122円 ④ 123円
⑤ 125円 ⑥ 127円 ⑦ 130円
⑧ 135円 ⑨ 140円
⑩ 140円以上(具体的に____円)
⑪ よくわからない

2. 給油しない

問3へお進みください

問2へお進みください

Fig.1 Questions for WTP1

問3 すべての方にお聞きます。問1のと同じ仮定状況の下で、次のような追加条件があった場合、あなたのE3燃料に対する支払意思が変わるかどうか教えてください。

ガソリンスタンドで販売されているE3燃料にブレンドされたバイオエタノールは、地元で集めた稲わらや木材(林地間伐材や製材屑材等)から製造されています。E3燃料を購入することによってあなたは自分の地域の経済・社会的活性化に貢献できます。地域材料で製造されたバイオエタノールが入ったE3燃料を給油したいと思いますか？

1. そう思わない → 問4へお進みください

2. そう思う

問1で1. 給油するを選んだ方はこちらでお答えください

あなたは(1)でチェックした金額にプラス最大何円まで支払ってもいいと思いますか？

①(1)でチェックした金額と同額なら給油する
② 1円 ③ 2円 ④ 3円 ⑤ 4円 ⑥ 5円 ⑦ 6円
⑧ 8円 ⑨ 10円
⑩ 10円以上(具体的に____円)
⑪ よくわからない

問1で2. 給油しないを選んだ方はこちらでお答えください

地元バイオマスのエタノールが入ったE3燃料に対して支払ってもよいと思う最大金額の番号一つだけにチェックしてください。

①ガソリンと同額(120円/L)なら給油する
② 121円 ③ 122円 ④ 123円 ⑤ 125円
⑥ 127円 ⑦ 130円 ⑧ 135円 ⑨ 140円
⑩ 140円以上(具体的に____円)
⑪ よくわからない

問5へお進みください

Fig.2 Questions for WTP2

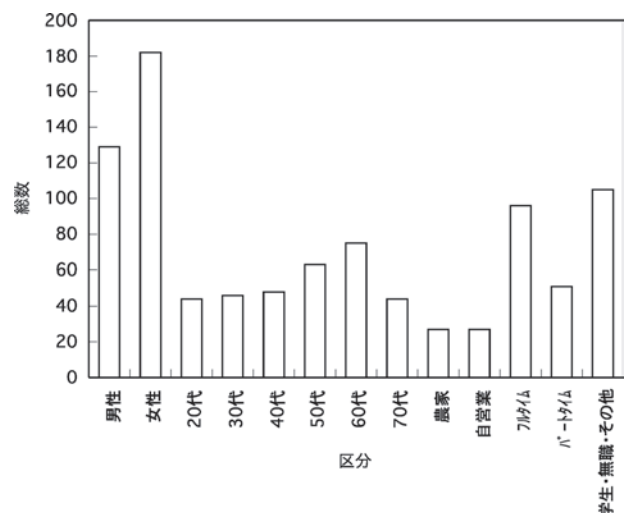


Fig.3 Quantity of responses in each attribute

Table1 1 Choice items in attributes, knowledge and behavior patterns

属性	種類	選択項目						
	性別	男性	女性					
知識	年代	20	30	40	50	60	70	
	職業	農家	自営業	フルタイム	パートタイム	学生・無職	その他	
	バイオマス	知っている	言葉だけ知っている	知らなかった				
行動様式	E3燃料	知っている	言葉だけ知っている	知らなかった				
	バイオエタノール	知っている	言葉だけ知っている	知らなかった				
	ガソリン代	10,000円未満	10,000円以上15,000円未満	15,000円以上				
環境・エネルギー問題への関心	環境・エネルギー問題への関心	大変持っている	持っている	少し持っている	全く持っていない	分らない		
	公共機関の利用	よく使っている	時々使っている	使っていない				
	リサイクル	よくしている	時々している	していない				
	節電・節水	よくしている	時々している	していない				
	環境団体への寄付	よくしている	時々している	していない				

かった。

3.2 母集団との相関

本アンケートで得られた結果が、大木町の住民の総意の意識として妥当であるかを調べるため、大木町の住民構成と回収されたアンケートの性別構成に相違がないか検討した。

2010年3月31日現在、アンケートの母集団となる大木町の人口は14,545人であり、内男性が6,853人、女性が7,692人であった。一方、回収されたアンケート数は321件であり、内、回答者は男性129件、女性182件、性別無記入が10件であった。母集団の性別構成とアンケート回答者の性別構成をCVM2002によるカイ二乗検定によって適合度を調べた。

カイ二乗検定とは、下記に示すカイ二乗値と自由度から統計学的に求められるずれの確率（p値）により、当該のデータ集団の間に差があるかないかを判定するものである。

カイ二乗値 = $\sum ((\text{観測度数} - \text{期待度数})^2 / \text{期待度数})$ (1) ここで、観測度数は当該調査と母集団の実測値であり、Table2のようなクロス表（本研究では2×2行列）として通常用いられる。

一方、期待度数は当調査と母集団との間にずれがないと仮定したときの度数であり、総数から求めた男性、女性それぞれの割合を当調査と母集団の総数に掛けたものになり、その度数はTable3のようになる。

Table2のような行列式であらわされる場合の自由度は、一般的に（行の数－1）×（列の数－1）となる。式から計算すると、カイ二乗値は3.88となった。当調査と母集団のカイ二乗検定では自由度は1となり、p値（そのずれが生じる確率）は0.05であった。したがって、有意水準5%で母集団とずれがある、言い換えれば本調査で得られた性別の組み合わせは統計学上5%以下の確率で得られる稀な場合で

Table 2 Cross tabulation of gender composition

	当調査	母集団	合 計
男性	129	6853	6982 (47.0%)
女性	182	7692	7874 (53.0%)
合計	311	14545	14856 (100%)

Table 3 Expected frequency of gender composition

	当調査	母集団	合 計
男性	146	6835	6982
女性	164	7709	7874
合計	311	14545	14856

あった。そのため、大木町の性別構成と大きくずれているために、本調査の結果は大木町の住民の総意の意識とは異なる可能性があることが分かった。

3.3 属性による WTP

Fig4にWTP1、WTP2で示された支払い意思額の分布を示す。いずれも支払い意思がない（WTP = 0）、ガソリン代と同等額（WTP = 120）、WTP = 125、130に大きなピークがあった。また、支払い意思額が不明、無回答もそれぞれ40前後あった。WTP1の平均値が99.1円/L、WTP2の平均値が101.7円

/Lであり、WTP1よりもWTP2が2.6円/L高かった。ただし、95%信頼区間（同じようなアンケート調査を100回行った時に得られたWTPが95回入る区間）はWTP1で93.0-105.3円/L、WTP2で95.4-108.0円/Lであり、信頼区間が重なっているためにWTP1とWTP2には明らかな差がなかった。

Table1に示した各属性において、アンケート結果で回答された支払い意思額に基づいたWTP1ならびにWTP2をFig5に示す。性別に関しては、男性ではWTP1、WTP2で額はほぼ同じであるが、女性ではWTP1が男性よりも低く、WTP2では男性よりも高かった。年代では、WTP1に関しては30代が最も高く、年齢が上がるに連れて減少していく傾向であった。一方、WTP2では20代が最も高く、60代までは減少する傾向にあったが、70代は60代よりも高かった。職業に関しては、農家がWTP1、WTP2ともに最も高い額を示した。一方、自営業ではWTP2が著しく低かった。

3.4 支払い意思なしの回答者の理由

Table4に、WTP1、WTP2についてそれぞれ給

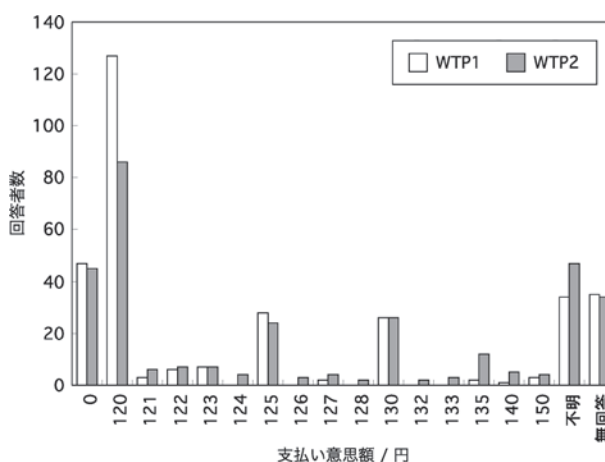


Fig.4 Frequency distribution of WTP1 and WTP2

Table 4 Reasons for no willingness to pay

理由	WTP1 回答数	WTP2 回答数
エネルギー環境問題に興味が無い	2	4
環境問題改善にならない	13	11
バイオエタノールが環境にやさしいか疑問	16	8
車に影響がないといわれても不安	29	29
地域の経済・社会がよくなると思わない		18
エタノール原料に使ってほしくない		1
理由 稲わらは土に返すべき		1
バイオ資源を違う用途に使うべき	—	1
その他(自由回答)		
E3を知らないから	1	1
食料問題との絡み	1	—
価格が高くなるから。支出が多くなる等	3	—
食料輸入に頼らないためにも農地は食料を生産すべき	1	—
車を運転しません。車がない。車を使用しない。	3	—
ガソリン高騰に連動して価格が変動してしまえば給油しな	1	—
食料危機の不安と投機的手段として利用される恐れ	1	—
代替燃料はほかにある(電気等)。電気自動車の方が良い	1	3
地域差が出るから。	1	1
ハイオクガソリンを給油しているから。	—	1

油しない、そう思わないという支払い意思なしの回答者が示した理由（複数回答可）を示す。なお、支払い意思額が不明でもこの理由に回答があったものを含む。

理由の中で、「車に悪影響がないと言われても不安」を選んだ回答者が最も多い。また、「バイオエタノールが環境に優しいか疑問」、「環境問題改善にならない」と答えた回答者も多かった。

3.5 不明回答を考慮した推計

3.2 で検討した結果は、支払い意思が不明な回答、ならびに支払い意思はあるが額は不明としたものを除外した。

その結果、アンケート回収総数 321 件に対し、

WTP1 への除外回答は 69 件、WTP2 については除外回答が 81 件と、全体に占める除外回答は 2 割以上になった。しかし、除外回答の中には支払い意思が不明なものの、給油しない理由にチェックを入れている回答があり、複数の理由にチェックする場合が多い。この場合は支払い意思がないと考えることができる。また、E3 を知らない、車を運転しない、ハイオクを給油している等の理由で支払意思がないとした回答は抵抗回答（例えばアンケートの主旨、詳細が伝わっていない等の理由で支払意思がない回答）と考えられ、これは通常除外することが多い。本調査では、このような抵抗回答は全体で 6 回答であり、除外しても支払い意思額には大きな影響がないと考えられる。

以上のことから、以下の条件で改めて支払い意思額を推定した。

- 1) 支払い意思があり、額が不明なものを、少なくともガソリン代と同じ額を支払うと考え、120 円 / L とする。
 - 2) 支払い意思が不明であるが、給油しない理由にチェックを入れた回答は、支払い意思がないと考え、0 円 / L とする。
 - 3) 抵抗回答については、推定データから除外する。
- 3.2 の条件をパターン 1 とし、上記の条件をパターン 2 とし、パターン 2 の WTP1 と WTP2 の支払い意思額の分布を Fig.6 に示す。パターン 2 では、除外回答が全体で WTP1 の場合は 61 件、WTP2 の場

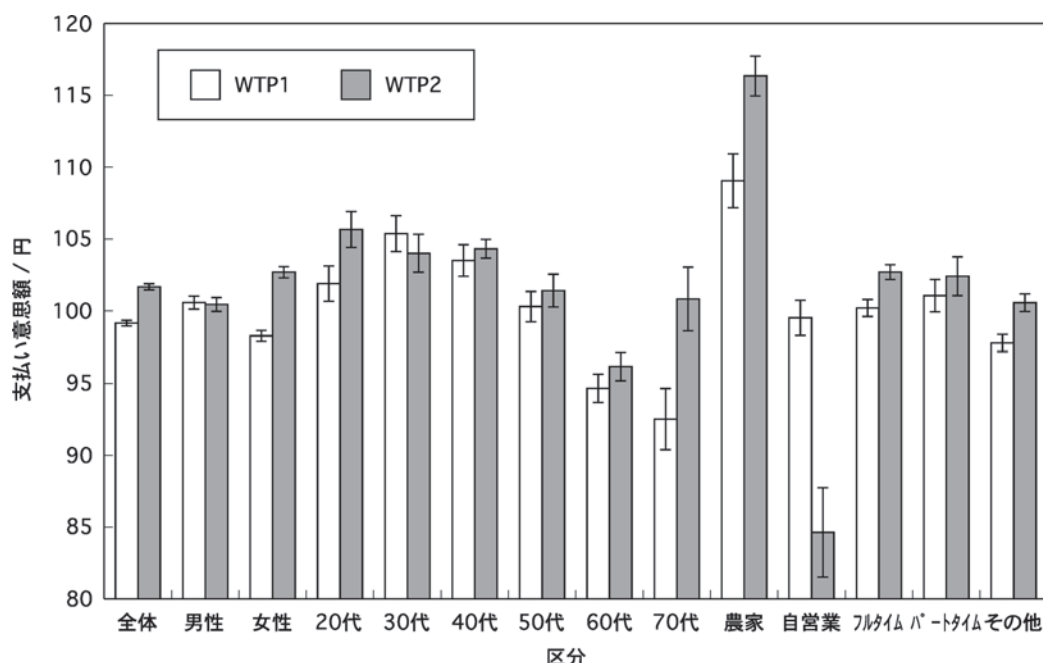


Fig.5 Comparison between WTP1 and WTP2 in each attributes
Error bars represented standard deviation

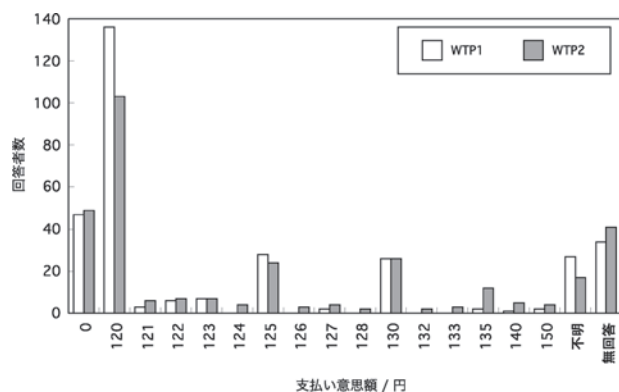


Fig.6 Frequency distribution of WTP1 and WTP2 under pattern 2 conditions

合は58件と大きく減少した。全体の支払い意思額は、WTP1が98.7円/L、WTP2が99.0円/Lであり、ほぼ同じ額となった。

パターン2での各属性におけるWTP1、WTP2をFig.7に示す。パターン1においてWTP1とWTP2の差が著しく大きかった70代と自営業で、パターン2では70代はWTP1が増加し、自営業はWTP2が増加し、結果としてどちらもWTP1とWTP2の間の差が大きく縮まった。支払額としては、パターン1と同様に農家が最も高く、またパターン2ではWTP1、WTP2ともに自営業が最も低くなった。パターン2の推定を行うことにより、全体としてはWTP1とWTP2の差は平準化したが、男性、20代、30代、40代、50代そしてパートタイムでは逆に差が開いた。

3.6 支払い意思額に影響を及ぼす要因の検討

2つのパターンを設定し、WTP1とWTP2を推計したが、これらの推計値に影響を及ぼす要因を明らかにするため、各WTP値と表に示した要因との間のカイ二乗独立検定を行った。カイ二乗独立検定は、3.1で行った計算と同じであり、その結果から2つのデータ集団が独立している（明らかにずれがある）かどうかを検討するものである。WTP2は、WTP1の回答に基づいて2通りの設問を行っているため、WTP2内でも設定額が異なっている。そのため、各要因のWTPへの影響を単純化するために、WTP1とWTP2をともに支払い意思なし（WTP = 0の場合）、ガソリンと同等額（WTP = 120の場合）、ガソリン代より多く支払う（WTP > 120の場合）、の3通りに設定した。年代、職業では、それぞれ一番高いWTPを示した条件に対して他の条件で示されたWTPの分布状況に対するカイ二乗独立検定を個別に行った。全ての要因の中で、有意水準10%以下で独立していると判定された要因の結果をTable5に示す。

Table 5 Factors affecting WTP1 and WTP2

	パターン1		パターン2	
	WTP1	WTP2	WTP1	WTP2
自営業				*
70代		*		
環境・エネルギー問題への関心	***	**	***	**
ガソリン代	**	**	**	***
公共交通機関の利用				**

*** : Significant level of 1% , ** : 5% , * : 10%

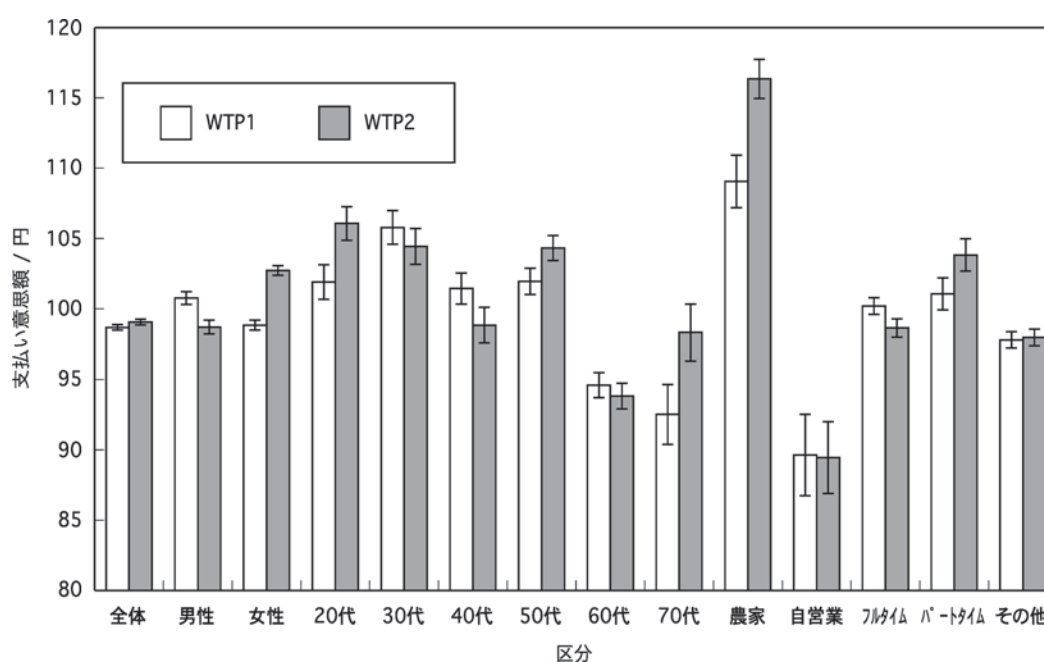


Fig.7 Comparison between WTP1 and WTP2 in each attributes under pattern 2 conditions
Error bars represented standard deviation.

Table5で、環境・エネルギー問題への関心とガソリン代が全てのWTPにおいて有意水準5%以下で独立していると判定された。すなわち、環境・エネルギー問題への関心やガソリン代の度合いによってWTP値が定まることを意味している。そして環境・エネルギー問題への関心が高いほどWTPが高くなり、またガソリン代が高いほどWTPが低くなった。また、公共交通機関の利用がパターン2WTP2において有意水準5%で独立、自営業と70代が各1カ所において有意水準10%で独立と判定された。

3.7 正のWTP

これまでの結果では、E3燃料、または地域内のセルロース系資源からのバイオエタノールに対して「給油しない」場合をWTP = 0円/ℓとしたため、すべての結果においてガソリン代(120円/ℓ)を下回ってしまった。そこで支払い意思がある場合のみ、すなわちWTP = 0を除外したWTP = 120ならびにWTP > 120の場合のWTP(それぞれ正のWTP1, 正のWTP2)を推定した。パターン1, パターン2における正のWTP1, 正のWTP2をそれぞれFig8, Fig9に示す。

いずれのパターン、WTPでも、全体に対する正のWTP回答率は80%以上であった。パターン1での全体としての正のWTP1は122.1円/ℓ、正のWTP2は124.0円/ℓ、それぞれの95%信頼区間は

121.6-122.6円/ℓ(WTP1), 123.3-124.7円/ℓであり、明らかにWTP2が高いことが示された。パターン2での全体としての正のWTP1は122.0円/ℓ、正のWTP2は123.6円/ℓ、それぞれの信頼区間は121.5-122.4円/ℓ(WTP1), 123.0-124.3円/ℓ(WTP2)であった。パターン1, パターン2ともに、WTP2はWTP1よりも明らかに大きい値となった。また、パターン2がパターン1よりも低い値になっているのは、支払い意思があり、額が不明な回答を正のWTP最低値である120円/ℓとしたためである。

これまでのWTPとは大きく異なり、正のWTPはいずれの条件下でも全ての属性の中で農家のWTPが最低となっている。また、自営業のWTPが高い値を示している。このことは、農家のWTPは「給油しない」が少ないが、WTP自体は低かったことを示している。一方、自営業は支払い意思がない回答者とガソリン代より高いWTPを示す回答者に分かれていたことが分かった。

Table6に、パターン1, パターン2での正のWTPとTable1の要因の間のカイ二乗独立検定の結果を示す。ガソリン代がすべての正のWTP1において有意水準の5%以下で独立しており、正のWTP2は有意水準10%で独立していた。一方、環境・エネルギー問題への関心は正のWTP1について有意水準10%で独立していた。

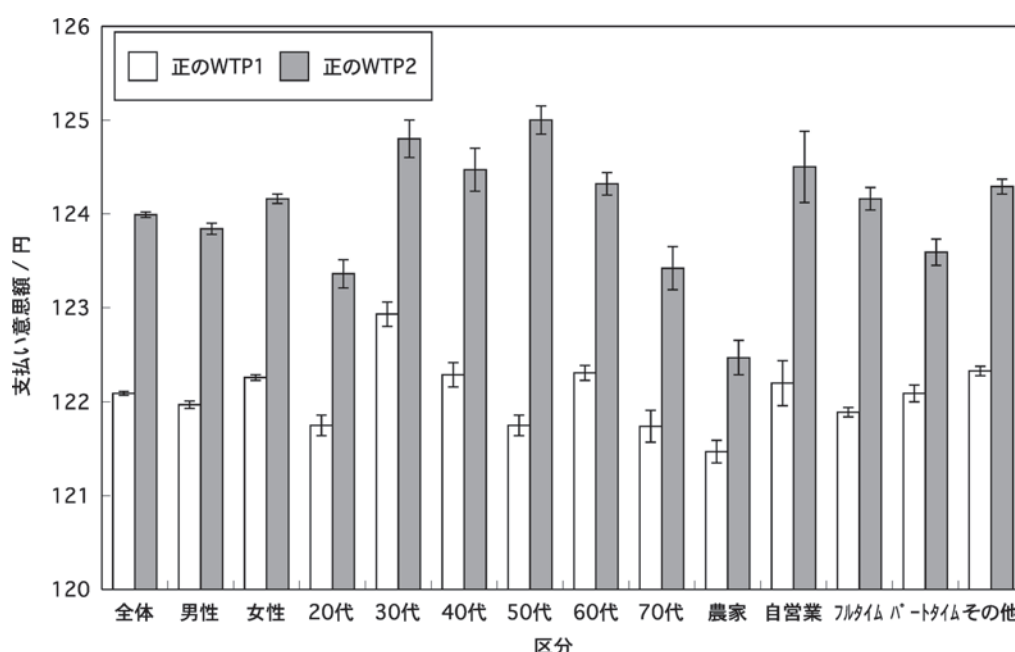


Fig.8 Comparison between positive WTP1 and positive WTP2 in each attributes under pattern 1 conditions
Error bars represented standard deviation.

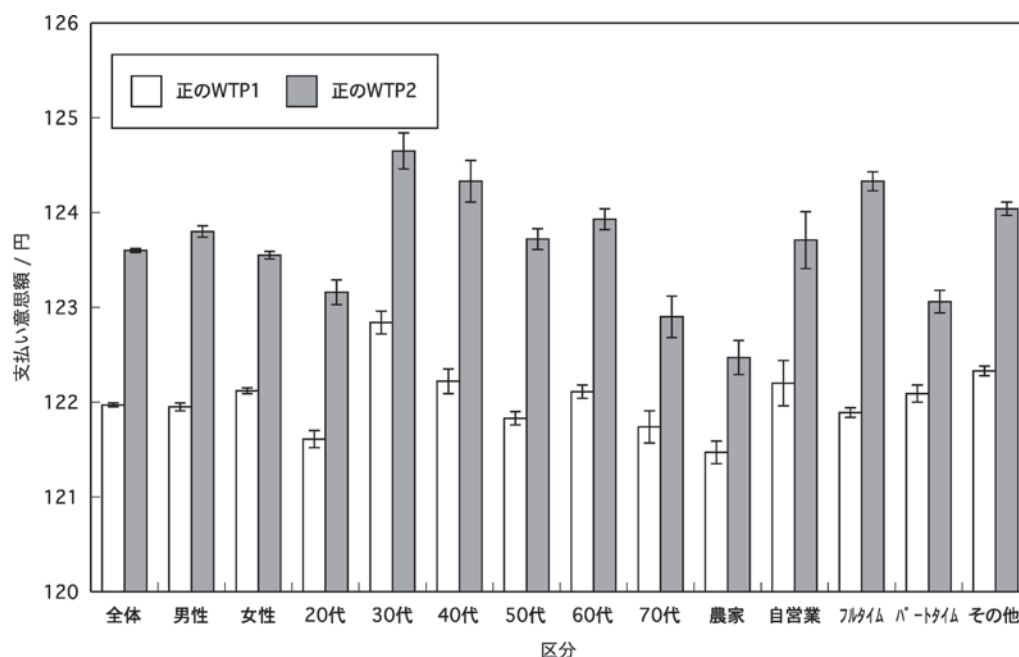


Fig.9 Comparison between positive WTP1 and positive WTP2 in each attributes under pattern 2 conditions
Error bars represented standard deviation.

Table 6 Factors affecting positive WTPs

	パターン1		パターン2	
	正のWTP1	正のWTP2	正のWTP1	正のWTP2
環境・エネルギー問題への関心	*		*	
ガソリン代	**	*	**	*

** : Significant level of 5% , * : 10%

4. 考察

本研究では、地域の非食用セルロース資源から製造したバイオエタノール含有燃料に対する支払い意思額を調べるために、福岡県大木町の住民を対象にアンケート調査を行った。また、糖・でんぷん系バイオエタノール含有燃料についても同時にアンケート調査を行い、両者の比較を行った。

回収されたアンケート回答者の性別と母集団との間でカイ二乗適合検討を行ったが、有意水準5%で母集団とずれがあることが明らかになった。しかしながら、パターン1のWTP1の支払提示額の分布に対する男性と女性との間のカイ二乗独立検定を行ったところ、カイ二乗値は3.38、自由度は10であり、p値は0.95と高い値になった。また、WTP = 0, WTP = 120, WTP > 120の3通りにWTPを分類した場合においても、男性と女性との間のカイ二乗独立検定ではp値は0.9と高い値であった。また、パターン1のWTP2ではp値が0.5であったが、パターン2においてはWTP1が0.9、WTP2が0.75と、男性と女性との間では支払い意思額に大きなずれはない。以上のことから、母集団である福岡県大木町

の住民の総意と本調査の結果との間には大きな差異がないと考えられる。

本研究で行った2つのパターンのうち、パターン1の推計では、全体のWTP2はWTP1に対して2.6円/ℓ高かったが、信頼区間が重なっているため明確な差があるとは言えなかった。また、パターン2の全体のWTP1、WTP2はほぼ同じとなったことから、大木町住民全体としては地域産セルロース系バイオエタノールの使用に関する意識があるとは言えなかった。

一方、WTPが120円/ℓ以上の場合の正のWTPを推定した場合では、いずれの条件下でも正のWTP回答者は全体の80%以上であり、またいずれのパターンでも正のWTP2が正のWTP1よりも2円/ℓ近く高くなった。95%信頼区間が重なっていないことから、正のWTP1と正のWTP2では明確な差があることが示された。以上のことから、多くの住民が地域セルロース系原料のバイオエタノール含有燃料に対して海外産バイオエタノールを原料とした市販のバイオガソリン以上の支払い意思を持っていることが分かった。

正のWTPでは、WTP = 0を含んだWTPと大きく異なった挙動をした属性があった。農家はいずれの条件で最も高いWTPを示した属性であるが、正のWTPでは逆に最も低い値になった。すべての属性の中で自営業のWTPはパターン1のWTP1を除いて著しく低い値であったが、正のWTPでは

高い値となった。これらのことは、農家の WTP は「給油しない」が少ないが、WTP 自体は低かったことを示している一方、自営業は支払い意思がない回答者とガソリン代より高い WTP を示す回答者に分かれていたことを示す。農家と自営業において、それぞれの WTP と知識、行動様式との相関を調べたところ、有意水準 10% で独立している要因はなかった。

以上のように、本研究では 2 つのパターンについて支払い意思額を検討したが、どちらのパターンがより正しく福岡県大木町の住民の総意を表しているか判断できず、今後農家と自営業で見られたそれぞれの各条件による差を明らかにするようなアンケートを行う必要がある。

結論として、大木町住民全体とした場合は地域産セルロース系バイオエタノール (WTP2) と市販の海外産バイオエタノール (WTP1) では差が見られなかったが、支払い意思を持つ住民の意思 (正の WTP) として約 2 円 /L の付加を地域産セルロース系バイオエタノールに支払う意思があることが分かった。この数字は既報の他の研究とほぼ同じ値である⁶⁾。今後、さらなる技術開発によりセルロース系バイオエタノールの低コスト化が必要であり、また税金等の優遇策も考慮するべきであろう。また、Table4 においてバイオエタノールの支払い意思がない理由として環境改善効果と車への影響を挙げている回答者が多いため、今後におけるエタノール含有燃料の普及条件の一つとして、バイオエタノールの製造・利用に関する客観的な情報提供およびバイオマス関係教育が挙げられる。また、いずれの WTP でも影響を及ぼす要因としてガソリン代が示されていることから、地域産のセルロース系バイオエタノールの導入推進による地域への貢献、経済・社会的なメリットを明らかにすることにより、WTP がさらに上がる可能性がある。

参考文献

- 1) N.Moiser, C.Wyman, B.Dale, R.Elander, Y.Y.Lee, M.Holtzapfel and M.Ladisch, Features of promising technologies for pretreatment of lignocellulosic biomass, *Bioresource Technology*, 96 (2005), 673.
- 2) S.Fujimoto, H.Inoue, S.Yano, T.Sakaki, T.Minowa, T.Endo, S.Sawayama and K.Sakanishi, Bioethanol Production from lignocellulosic biomass requiring no sulfuric acid: Mechanochemical pretreatment and enzymatic saccharification, *Jpn.Petroleum Inst.*, 51-5 (2008), 264.
- 3) 坂西欣也, セルロース系バイオマスからのバイオ燃料製造技術の現状と今後の展開, *日本伝熱学会誌*, 47 (2008), 1.
- 4) 寺本好邦・李承桓・遠藤貴士, セルロースからのバイオエタノール製造—木材糖化・バイオマスリファイナリーの歴史・現状・新展開, *日本伝熱学会誌*, 47 (2008), 5.
- 5) 柳田高志・藤本真司・ベスピャトコリュドミラ・井上誠一・塚原建一郎・澤山茂樹・美濃輪智朗, 稲わらからのエタノール生産におけるリン酸水熱前処理酵素糖化法のコスト分析, *エネルギー・資源学会誌*, 31-3 (2010), 15.
- 6) 角崎俊一郎・矢部光保, 自動車用国産エタノール燃料の導入に対する支払意思額に関する研究, *農村計画学会誌*, 26 巻論文特集号, (2007), 347.
- 7) B.D.Solomon, N.H.Johnson, Valuing climate protection through willingness to pay for E85 from corn, switchgrass and wood residues, *Ecological Economics*, 68 (2009), 2137.
- 8) K.L.Jensen, C.D.Clark, B.C.English and R.J.Menard, Willingness to pay for biomass ethanol, *Ecological Economics*, 32 (2009), 1253.
- 9) 例えば, 肥田野登, 環境と行政の経済評価: CVM (仮想市場法) マニュアル (1999), 勁草書房, 東京.