

第2章. アンケート

本章では、本研究において独自に行ったアンケートとその分析結果について述べる。

2-1. 本章の目的と全体像

家庭部門において品質別電力需要を明らかにする試みは、既存研究ではほとんど見当たらなかった。それは、家庭部門需要家の行動パターンや品質需要は「人それぞれ」であり、定量的に把握することは困難であるという理由に基づくものと想定される。しかしながら、近年発達してきているアンケート分析の手法を用いれば、「人それぞれ」である結果を、ある程度ではあるが定量的に把握することが可能である。

本章では、これまで定量化の困難性から敬遠されてきた家庭部門需要家の品質別電力需要の把握を目指し、アンケートを実施した。この分析を通して、主要家電5種について各品質の受容性を定量的に把握する。具体的には、高品質・中品質・低品質の各電力エネルギーに対する支払意思額・受入補償額を、2段階2肢選択式CVMを用いて回答してもらった。さらに、自然エネルギーに関する支払意思も併せて尋ねた。

本章のオリジナリティは、一般生活者に多品質エネルギーの受容性を調査し、その分布結果を得たことである。

本章の構成は、アンケートの準備、アンケートの実施と基礎情報整理、アンケートの分析、という流れである。全体像は図2-1に示す通りである。

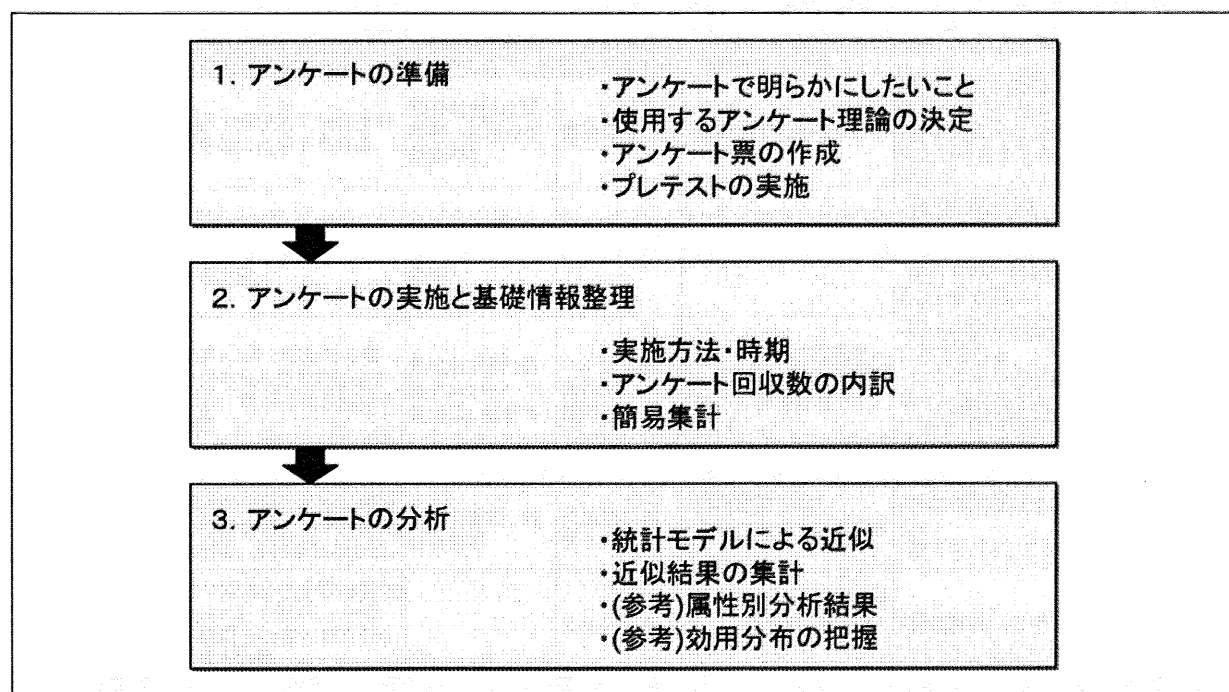


図 2-1 第2章の全体像

2-2. アンケートの準備

2-2.1 アンケートで明らかにすること

第3章以降の分析を見据え、本アンケートでは支払意思額・受入補償額の分布を明らかにする。中央値や平均値をとることによる支払意思総額・受入補償総額も、多品質市場性の把握の観点から算出するべきではあるが、それよりも品質に対する感度における先進層や後進層の所在を明確にすることが、本アンケートの第一目的である。

2-2.2 使用するアンケート理論

アンケート理論は、近年環境経済学の分野で学術的にその妥当性が高まってきている段階にある。表2-1に示す通りその特色により様々な理論がある。大きく分けて、顕示選好法と表明選好法とがある。顕示選好法は、他の財・サービスの価格を用いて間接的に環境価値を計測するものであり、表明選好法は、個々の消費者が環境をどの程度評価しているかをアンケート等で直接計測するものである。

本研究では、支払意思額・受入補償額を把握するにあたり、平均的な値だけでなくその分布も明らかにすることを目的としている。また、エネルギー品質は他の財・サービスには代えがたい性質を持っている。その点において下表の中では、表明選好法のCVMが最も適していると判断した。CVMの欠点であるバイアス(質問方法によって結果に与える特定の影響)は、以下に述べるとおり工夫により克服されつつあるため、十分対応可能であると考えた。

表 2-1 環境価値の評価手法一覧¹²⁾

	手法	適用範囲	計測対象	利点	欠点
顕示選好法	人々の経済活動から得られるデータを基に、間接的に環境価値を評価する方法				
代替法	別商品で置き換えた場合の費用を基に推定する方法	準公共財(水質改善、土砂流出防止等)	置換費用	・直感的でわかりやすい	・評価する自然環境に相当する私財が存在する必要がある ・評価対象の自然環境が数量的にどれだけ存在するのかを把握する必要がある
トラベルコスト法	レクリエーション価値を、旅行に要する費用を用いて評価する方法	地域公共財(レクリエーション、景観等)	需要関数	・直感的でわかりやすい	・適用範囲が狭い ・旅行時間や滞在時間等機会費用も考慮しなければならない ・旅行目的が複数ある場合に区別することができない
ヘドニック法	環境アメニティが地代や賃金に与える影響を計測することで、環境価値を評価する方法	地域公共財(地域アメニティ、水質汚濁、騒音等)	ヘドニック価格関数、付け値関数	・必要データが市場データと環境特性情報のみなので、評価が簡単に行える	・適用範囲が地域的な環境アメニティに限定される ・住宅市場や労働市場が完全競争市場である必要がある ・一般に都市部の環境財が高く評価されがちである
表明選好法	人々に環境の価値を直接尋ねることで環境価値を評価する方法				
CVM	環境改善に対する支払意思額や環境破壊に対する受入補償額を、直接尋ねる方法	地域公共財、純公共財等	支払意思額、受入補償額	・適用範囲が広い ・非利用価値も評価できる	・直接情報収集するため、コストが高く付く ・様々なバイアスが存在する
コンジョイント分析	政策や商品を他多数の属性とセットにして提示し、属性毎の限界支払意思額を明らかにする方法		支払意思額	・商品あるいは政策を構成する属性別に評価することができる	・環境評価への適用事例が少ない

2-2.3 仮想的市場評価法(CVM)の概要

CVM では、個々の消費者が環境質の改善をどの程度に評価しているかをアンケート等で直接尋ねるものである。

(1) 全体の手順

CVM は個人に対して環境財に対する WTP(willingness to pay: 支払意思額)、WTA(willingness to accept: 受入補償額)を直接尋ねるものである。質問形式には数種類あるが、比較的バイアスが少ない質問形式として、2項選択方式(回答者にある金額を提示して、Yes または No で回答してもらう方式)がある。アンケートにより WTP、WTA の結果が集まったらその解析を行う。それらの値の分布は、値が非負であることから通常は、ワイブル分布²やロジスティック分布³に当てはめられ解析される¹³⁾。

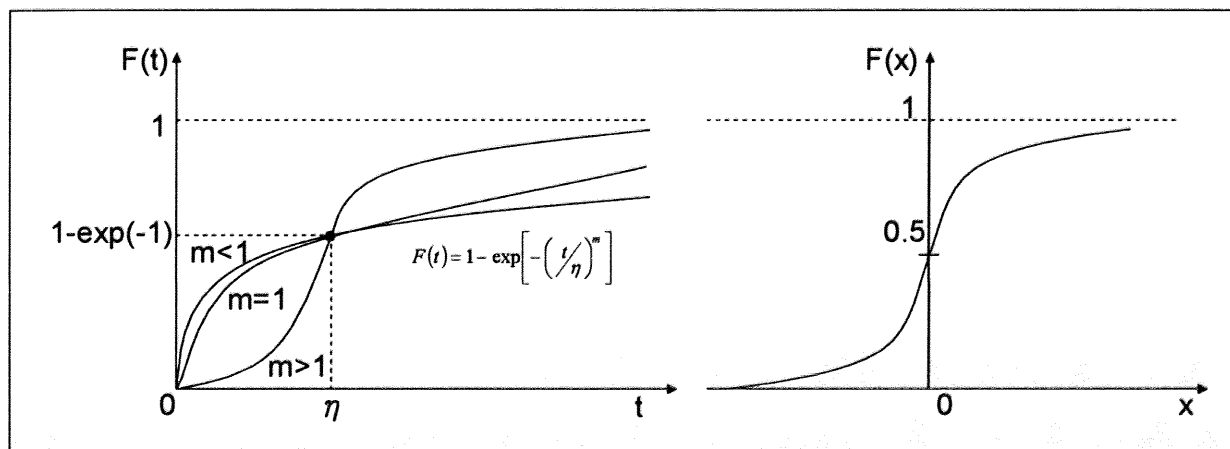


図 2-2 ワイブル分布(左)、ロジスティック分布(右)

² スウェーデンの W.Weibull が鋼球の寿命にはじめて適用した分布なのでこの名がついた。この分布は一部の最弱箇所の破壊が全体的機能の破壊に結びつく場合をうまく説明できるといわれている。式は、以下の通り表される。

$$F(t) = 1 - \exp \left[- \left(\frac{t}{\eta} \right)^m \right]$$

ここで $m < 1$ の場合は初期故障期間、 $m = 1$ の場合は偶発故障期間、 $m > 1$ の場合は摩耗故障期間の分布に似る。

³ 以下の式で表される分布関数をいう。

$$F(x) = \frac{1}{1 + \exp \left[- \frac{(x - \alpha)}{\beta} \right]}$$

この分布関数の形は、 x を時間と考えた時の成長曲線を表現するのに用いられる。この曲線は、[時刻 x の成長率] = [現在量-初期量] × [最終到達量-現在量] という関係から導かれ、ある製品の市場での成長過程の記述や、化学反応のモデルとして用いられる。分布の形は、正規分布がすこし尖ったような形をしている。

(2) 分布関数への近似

分布関数を仮定した後、最尤推定法にて分布関数内の特定の変数を決定する。特定の変数とは、例えばワイブル分布であれば m と n である。

最尤推定法とは、確率モデルに含まれる未知のパラメータを、測定データに基づいて推定する方法のひとつである。観測データの尤度(ゆうど)が最大になるようにパラメータを決定する。尤度とは、確率モデルでパラメータを仮定した場合に、その観測データが得られる確率のことであり、得られた事象の尤もらしさ(当てはまりの良さ)を意味する⁴。

以上で分布関数が尤もらしく仮定でき、分布の近似が完成する。次いで、必要であれば分布の中央値・平均値を求める。

ワイブル分布やロジスティック分布の中央値・平均値は、解析的に導出することができる。具体的には、2.4.3.で詳述する。

⁴ 標本 $X_i(i=1, \dots, n)$ の同時分布の密度関数を $f(x_1, \dots, x_n | \theta)$ とする。 θ は未知パラメータベクトルである。 x_1, \dots, x_n を、 X_1, \dots, X_n で置き換えた $f(X_1, \dots, X_n | \theta)$ を尤度といい、これは未知パラメータ θ に関する関数とみなせる。ここで尤度が最大になる θ が最尤推定量である。通常は計算を簡単にするため、対数をとった対数尤度 $l = \log(f(X_1, \dots, X_n | \theta))$ を最大化する。 $X_i(i=1, \dots, n)$ が互いに独立ならば、尤度は $f(X_1 | \theta) \cdots f(X_n | \theta)$ と表せる。離散分布の場合も同様であり、標本 $X_i(i=1, \dots, n)$ の同時生起確立 $p(x_1, \dots, x_n | \theta)$ に X_i を代入して最大化することになる。 $X_i(i=1, \dots, n)$ が互いに独立な場合、尤度は $p(X_1 | \theta) \cdots p(X_n | \theta)$ と表せる。

(3) 質問の流れ

具体的な質問作業としては、まず、評価する対象環境を具体的に記述する。その対象環境の有無によってどのような事態が生じるか、対象環境の保護対策のためにどれだけの費用がかかるか、等を含めて説明する。次に、調査対象者に尋ねる方法を決める。この方法にはいくつかの種類がある。そして、質問を行う。同時に、調査対象者の属性(所得、性別、学歴、年齢、趣味等)を尋ねる。最後に、調査対象者が真剣に答えているかどうかを測るためのフォローアップの質問を加える。

例えば、農村景観の価値を評価する場合を考える。この場合の CVM の手順は下の通りである。得られた評価額は、補償余剰、あるいは等価余剰として明確な経済学的な意味を持つ評価額となる。

- ・ 仮想的に農村景観が悪化してしまった状況を、アンケートやインタビューの被験者に提示する
- ・ 「あなたはこうした景観悪化を避けるために、最大いくら支払ってもよいですか？」や、「あなたは、この景観を維持するために、5000 円を支払うことはできますか？では、10000 円では、どうですか？」等、質問する
- ・ 評価額を統計的に取得する

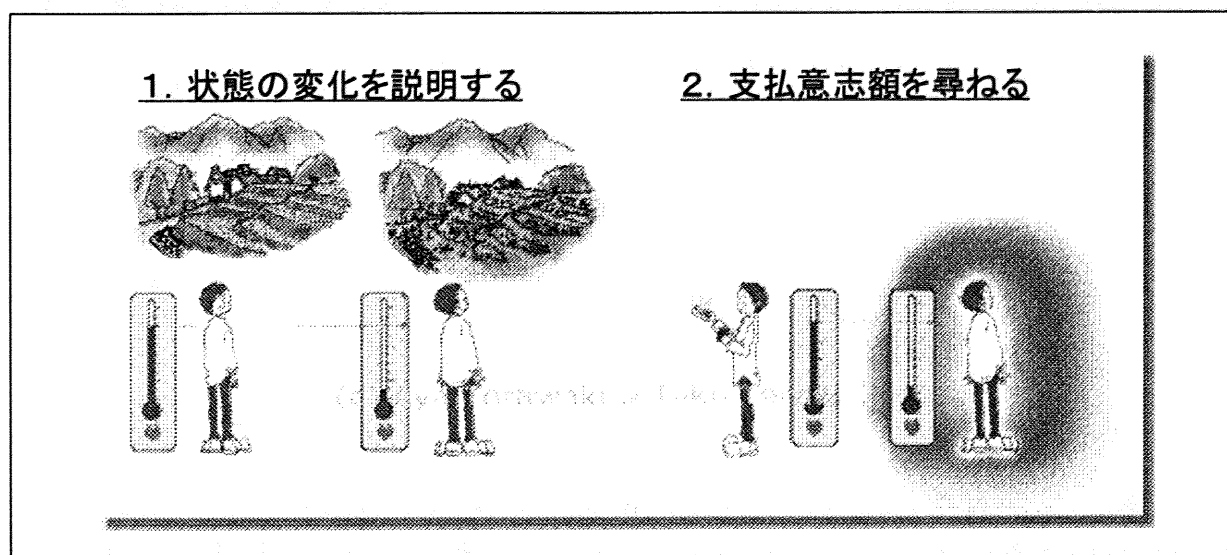


図 2-3 CVM の概念図¹⁴⁾

(4) 補償余剰と等価余剰¹⁵⁾

環境の持っている価値を貨幣単位で評価する方法には補償余剰と等価余剰の考え方が有効である。補償余剰とは、ある財の消費量が増大(減少)したときに、消費量が増大(減少)する前の効用水準に消費者を保持するために消費者から取り去ることの出来る最大額(与えなければならない最小額)のことである。

図2-4をもとに、補償余剰と等価余剰について確認する。図の横軸 Q は環境の状態を示し、縦軸 X は貨幣を示している。曲線 U' は無差別曲線であり、この曲線上では回答者はどの点でも同じ効用を得る。現在の環境の状態は Q' 、そして回答者の所得は M であるとする、現在は点 A で示される。次に、環境の状態が Q'' へ改善されたとしよう。このとき所得が変化しなければ、この状態は点 B で示される。環境が改善されることで、回答者の効用水準は U' から U'' へと上昇する。つまり、回答者は現状 A よりも環境が改善された B を好む。

この環境改善のために回答者が最大支払っても構わない金額(支払意思額)は、下図の CS で示される金額である。 CS だけお金を払うと点 F に移動するが、点 F では環境が改善される前の点 A と同じ効用 U' となる。この CS が補償余剰で評価した、環境改善の貨幣価値である。

一方の等価余剰とは、ある財の消費量が増大(減少)したときに、変化後の効用水準にまで到達するために支払わなければならない最小額(取り去ることの出来る最大額)のことである。下図の場合、等価余剰は環境改善が中止されたときに回答者が必要とする補償額であり、 ES で示される。到達するべきであった U'' にまで補償する金額を意味する。

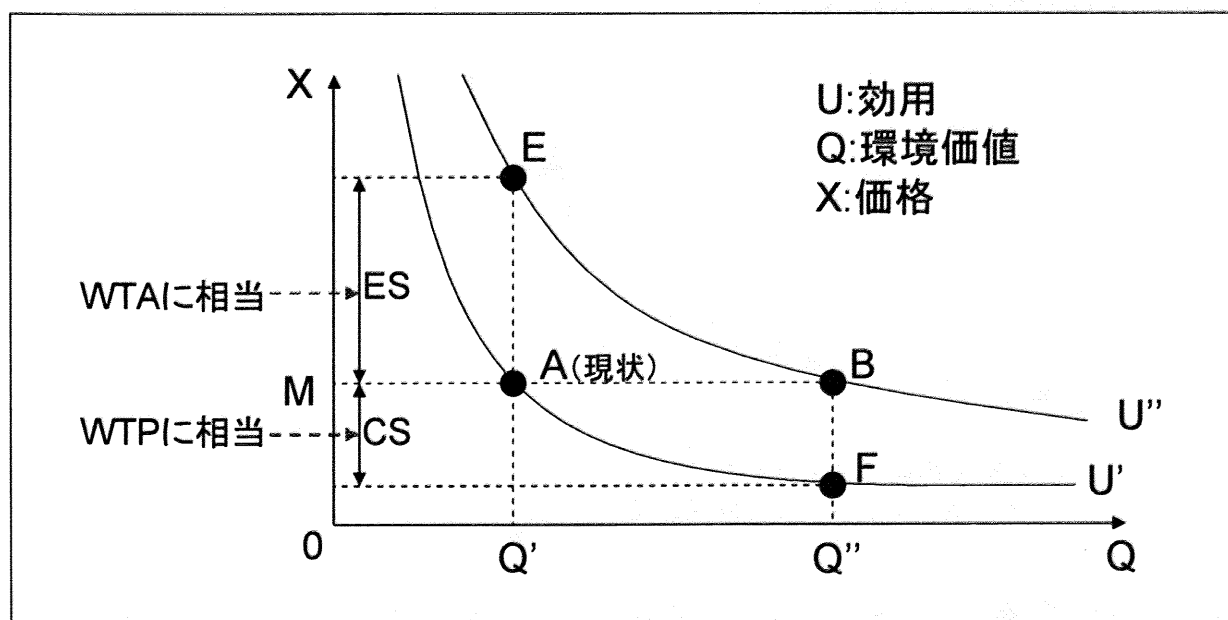


図 2-4 補償余剰と等価余剰

(5) 質問形式¹⁶⁾

CVM の質問形式には様々な形式がある。いずれも極めて単純な方法であるが、実際には質問の仕方によって回答にバイアスがかかりやすく、質問形式には十分注意しなければならない。特に使用される4つの形式の特徴を以下にまとめた。

表2-2の中で最もバイアスを受けにくい方法とされているのが2肢選択形式である。この形式では、1度のみ金額を提示して終了する場合(シングルバウンド)と、賛成の場合にはより高い(低い)金額を提示して再び賛否を答えてもらい、否定の場合にはより低い(高い)金額を提示して再び賛否を答えてもらうという2度の質問をする場合(ダブルバウンド)がある。ダブルバウンドでは有効なサンプルが多く集まるという長所がある反面、最初の質問が2度目の質問の回答へ影響を与える可能性が指摘されている。

本研究では、2段階(ダブルバウンド)2肢選択形式のCVMを採用することとした。

表 2-2 CVM の質問形式一覧

自由回答形式	付け値ゲーム形式	支払カード形式	2肢選択形式
環境の変化に対していくら支払うのかを尋ねて、回答者に自由に記入してもらう方法。自由回答形式で支払意思額を尋ねると、解答欄が空白のままの無回答が非常に増えることが経験的に知られている。これは、普通消費者は既に値段のついた商品を見て、その商品を購入するか否かを決めているが、自ら商品に対して値段をつけることはないため、慣れていないことが原因と考えられている。また、この形式を使うと、500円、1000円といった特定の金額に回答が集中することも多くなる傾向がある。	市場のセリのように値段をつりあげていって環境の変化に対する支払意思額を尋ねる方法。たとえば、最初に500円を支払いますかと尋ね、YESと回答したら金額を1,000円に上昇させて再度尋ね、これを繰り返し行って最後の金額に到達するまで繰り返す方法である。付け値ゲーム形式は、調査者が回答者対話して進める必要がある。従ってweb調査や郵送調査で使うことはできず、訪問面接や電話調査などを用いる必要がある。また、質問する金額をいくらから始めるかによって、支払意思額が異なってしまうという開始点バイアスが生じる可能性がある。	回答者に、0円、100円、300円、…、1万円、2万円以上といった選択肢を提示し、環境の変化に対して支払っていると考えた金額に○をつけてもらう方法。支払カード形式では回答者は選択肢から選ぶだけなので、無回答や異常値はあまり生じない。ただし、提示した金額の範囲によるバイアスが生じる可能性がある。	たとえば「環境の変化に対して1,000円を支払っても構わないですか」と尋ねて、回答者に「はい」または「いいえ」を選択してもらう方法。提示する金額は回答者によって異なる金額にし、提示額と「はい」または「いいえ」の回答の関係を統計的に分析することで回答者の支払意思額を推定する。二肢選択形式は、非常に回答しやすい、調査方法の制約がない、比較的バイアスが生じにくいといったメリットがある反面、ほかの質問形式よりも多くのサンプルが必要であるというデメリットがある。このデメリットを解消するため、少ないサンプル数で効率的に推定する方法としては、2肢選択の質問を2回尋ねるダブルバウンド形式がある。

(6) NOAA ガイドライン¹⁵⁾

NOAA(National Oceanic & Atmospheric Administration: 米国商務省国家海洋大気管理局)ガイドラインには、CVM を用いて信頼性のある評価を実現するために考慮すべき項目が羅列されている。大きく「一般項目」「価値評価項目」「目標とすべき項目」に分かれている。具体的な内容は、表2-3を参照のこと。

「一般項目」には、サンプルの大きさやアンケートの取り方などの基本的な注意事項が記されている。サンプルの大きさを決定するには、統計的な専門家の判断が必要であることが示された。また、アンケートの取り方は、個人面接方式が推奨されており、郵送方式は信頼性が低いので望ましくないと指摘されている。また、プレテストの重要性が指摘されている。

「価値評価項目」には、CVM の質問項目に関する注意事項が記されている。まず、サーベイデザインにおいては「ひかえめ」にすべきことが示された。ここには、環境破壊の損害額を評価するときは、過大評価されるよりは過小評価される方が望ましいとの判断がある。また、質問形式は、仮想的な環境政策に対して賛成か反対かを答える「住民投票方式」が望ましいとされた。

「目標すべき項目」には、これまでの CVM 研究ではあまり触れられていないが、今後は取り入れるべき項目が記されている。例えば「代替的支出」の問題が示された。これは、CVM の提示額に賛成と答えると、その他の商品を購入するために使える金額が減少することを、回答者に認識させる必要がある、ということの意味する。これ以外にも、自然資源には常に変動が生じているので、一時的な変動や自然回復の可能性などを考慮すべきであると主張している。

NOAA ガイドラインは、これらの注意事項を満たすならば、非常に重要な情報を提供可能であるとして、以下の通り結論づけた。

**「かくして、このパネルは、CVM が損害評価の裁判のプロセスの
出発点を提供するのに十分な信頼性を提供しうる、
そしてその中には失われた受動的利用価値も含まれる、と結論する」**

すなわちガイドラインの条件を満たすならば、損害賠償裁判の議論を開始する出発点を与えると結論づけたのである。ここで注意すべき点が3点ある。

第1に、受動的利用価値(=非利用価値)の損害評価にも適用可能であることが示されたことである。生態系などの非利用価値が評価可能か否かは CVM 批判のひとつの焦点であったが、NOAA ガイドラインは評価可能であると結論づけた。

第2に、CVM の評価額は、議論を開始するための「出発点」として位置づけられていることである。自然破壊の損害賠償は、決して CVM の評価額のみで決まるものではない。

第3に、NOAA ガイドラインのすべてを満足することは極めて難しいことである。す

べてを満足させるためには、数億円という調査費用が必要となるが、このような大規模な CVM 調査は多くの場合、現実的ではない。

表 2-3 NOAA ガイドライン

ガイドライン	内容
一般項目	
サンプルサイズ	統計的に十分なサイズが必要。
回収率	回収率が低いと信頼性も低くなる。
個人面接	郵送方式は信頼性が低いので個人面接方式が望ましい。電話方式も可。
質問者による影響のチェック	質問者がいるときといないときとを比較すべき。
報告	サンプルの定義、サンプルサイズ、回収率、未回答項目などすべてを報告しなければならない。
質問項目の事前テスト	事前に小規模なアンケートを行って質問項目をチェックすることが必要。
調査項目(これまでの優れたCVMで満たされていたもの)	
控えめなアンケート設計	異常に高い金額が出ないように控えめな設計を心がける。
支払意志額	受入補償額(WTA)より支払意志額(WTP)を用いること。
住民投票方式	質問形式は住民投票方式にすべき。
環境政策の説明	評価しようとする環境政策を適切に説明しなければならない。
写真の事前テスト	写真による影響を調べなければならない。
他の政策についての言及	破壊されないその他の環境資源が存在することや、将来の環境資源の状態について触れること。
評価時期	環境破壊の事故から十分な時間が経過してから評価すること。
通時的平均	異なる時点で評価して平均を取る。
「答えたくない」オプション	賛成／反対だけではなく、「答えたくない」も選べるようにすること。
賛成／反対のフォローアップ	なぜ賛成／反対したかを尋ねること。それほどの価値がない、分からない、企業が払うべき、など。
クロス表の作成	所得、対象についての知識の有無、対象地までの距離などで分類してクロス表を作成すること。
回答者の理解	回答者が理解できないほど複雑な質問にならないようにすること。
目標項目(これまでのCVMで満たされていなかったもの)	
代替的支出の可能性	お金を支払うと回答すると、その他の財の購入に使えるお金が減ることを認識させなければならない。
取引価値	環境保護にお金を支払う行為そのものに満足する「倫理的満足」の影響を取り除くこと。
定常状態と一時的損失	一時的に自然が破壊された後、自然回復の状態を踏まえて現在価値で評価することが必要。
事前の承認	仮想的シナリオについて事前に承認を得ること。
信頼できる参照アンケート	いくつかのアンケート結果を比較検討して信頼性を確認する。
立証責任	以下の場合、評価結果の信頼性は低いと判断される。回収率が低い、環境破壊の範囲を示していない、回答者が理解不能、「賛成／反対」の理由が不明。

(7) 研究実績

CVM については、特に海外で研究が蓄積されつつある。我が国においては、さらなる研究蓄積と政策応用が望まれている。

国内の研究事例

全件数	20件(1992年～1996年)
評価対象	林、生態系、農村祭り、水質、ひまわり、山村留学、景観、等
アンケート方法	個人面接(7件)、郵送(5件)、訪問面接(4件)、等
質問形式	二項選択(9件)、支払カード(9件)、自由回答(4件)、等
支払形式	基金(11件)、税金(2件)、等

海外の研究事例

全件数	36件(1981年～1994年)
評価対象	公園、絶滅危惧種、景観、事故、水質、災害、自然地域、等
アンケート方法	個人面接(12件)、郵送(18件)、電話(3件)、等
質問形式	二項選択(17件)、支払カード(7件)、自由回答(13件)、等
支払形式	基金(14件)、税金(9件)、電気・水道料金値上げ(6件)、等

図 2-5 CVM の研究実績 ¹⁵⁾

2-2.4 アンケート票の作成

以上の CVM の理論を用いて、アンケート票を作成した。NOAA ガイドラインに可能な限り沿った形で作成することに注意を払った。

(1) アンケートの流れ

アンケート内容の概要は図2-6、中品質・低品質について1巡目と2巡目それぞれで回答者に期待する思考プロセスは図2-7の示す通りである。また、使用したアンケート票は本論文の巻末に添付資料として掲載する。

5家電(テレビ、エアコン、冷蔵庫、照明、PC)それぞれに対し、5つの品質の電力(高品質、中品質、低品質、環境中品質、環境低品質)について、2巡のアンケートを行う。1巡目と2巡目の違いは、中品質と低品質について、品質低下の理由が自然エネルギーの採用によるもの(環境中品質、環境低品質)であるという設定を加えたことである。1巡目と2巡目の差分は、そのまま自然エネルギーに対する支払意思額とみなすことができる。

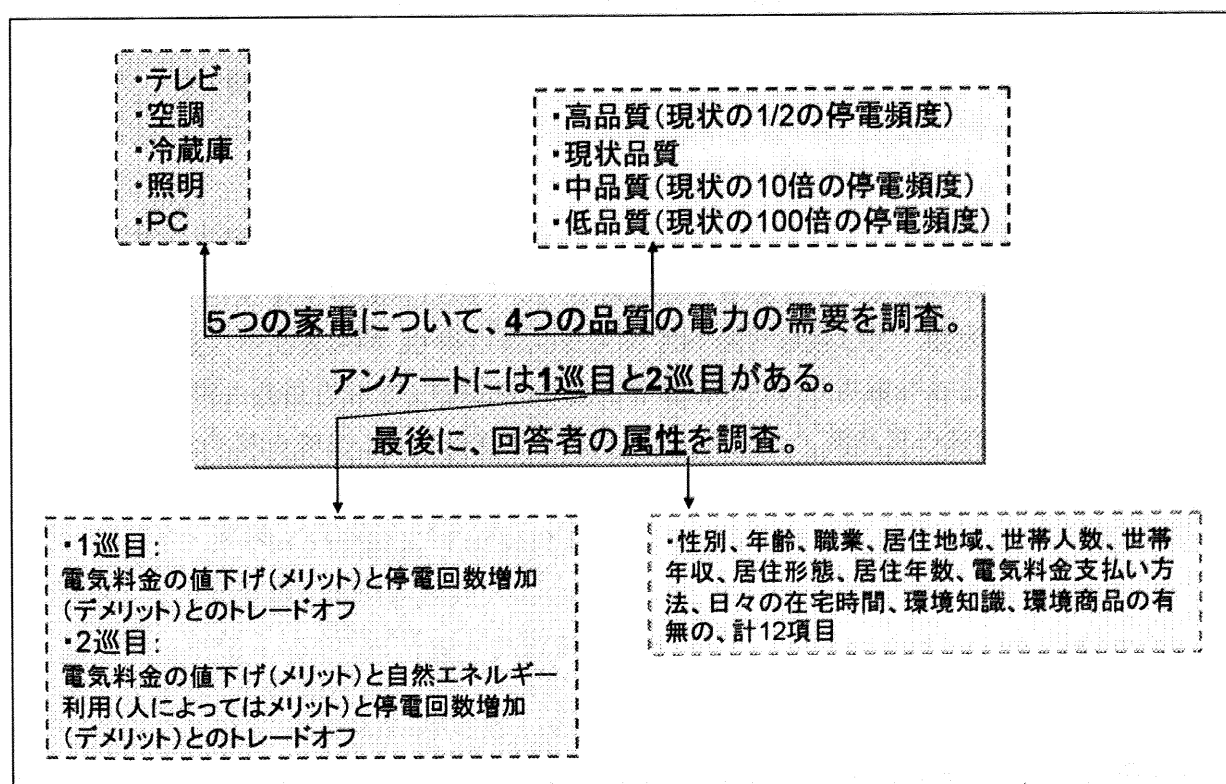


図 2-6 アンケートで尋ねる内容の概要

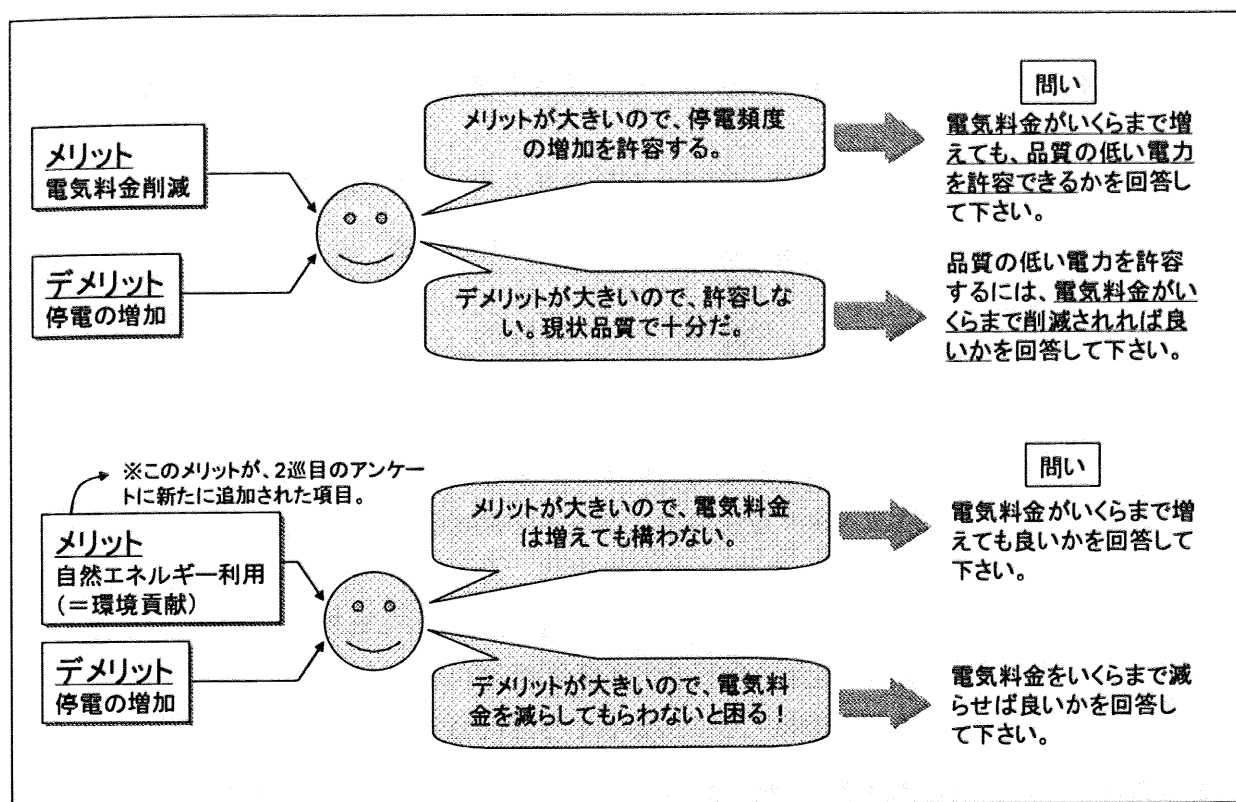


図 2-7 中・低品質についてのアンケート回答者の思考プロセス(上: 1 巡目、下: 2 巡目)

(2) 品質の定義(アンケート)

ここで、各品質を明確に定義する。停電頻度を基準として、高品質が現状品質の 1/2 の停電頻度、中品質が同 10 倍、低品質が同 100 倍と設定した。電気事業連合会¹⁷⁾によると、10 電力会社合計で 1 年に 0.17 回の停電回数という実績がある(2003 年時点)。これはすなわち約 6 年に 1 回の停電であるため、したがって高品質の停電頻度は 12 年に 1 回、中品質は 7 ヶ月に 1 回、低品質は 3 週間に 1 回となる。

また、ここでいう停電は、「10 秒以上 10 分未満程度の、不意に起こる、電力供給途絶状態」として定義している。

2-2.5 プレテストの実施と結果

以上で出来上がったアンケート票の精度を高めるため、NOAA ガイドラインに従い、プレテストを実施した。

対象者は当研究科周辺のメンバー 6 名のご協力を頂いた。属性は表 2-4 の通りである。

表 2-4 プレテスト対象者の属性

男	男	女	男	男	女
20 歳代	20 歳代	20 歳代	30 歳代	30 歳代	50 歳代
学生	学生	学生	教職員	教職員	主婦

プレテストの結果は図 2-8～14 に示す通りである。考察を含め、簡単に要約する。

- ・高品質電力に対する需要は皆無であった。現状品質で多くの需要家が満足していることが伺える。
- ・冷蔵庫、照明、エアコンは、中品質でも比較的許容された。冷蔵庫やエアコンは、少々停電となってもすぐにはその機能(冷蔵庫内や部屋の温度維持)を損なわないこと、照明は停電頻度が増えても大きな問題とならないこと、が理由として考えられる。
- ・照明は低品質に対する抵抗が強かった。中品質程度であれば許容できるが、あまりに頻発すると生活機能に障害が出るためであろうと推測される。
- ・PC は人によって受入補償額が大きく異なる結果となった。電池付きの PC を所持する人としらない人、重要情報を保存している人とそうでない人、といった違いが大きく出たと考えられる。
- ・2 巡目になると、特にテレビ・冷蔵庫について、また特に低価格帯において、許容度が大幅に高まった。これは環境学研究系の関係者にアンケートをしたことによるバイアスが原因だと考えられる。

また、結果の図の読み方は、以下の通り。

- ・X 軸は、価格帯である。高品質電力に対してはその支払意思額を、中・低品質電力に対してはその受入補償額を表している。各家電・各品質について、月々の電気料金を基準としてさらに上乗せして支払っても良い金額(さらに削減することにより受け入れ可能である金額)を表している。例えばテレビの高品質に対し 100 円という支払意思額が得られれば、それはテレビという家電のみに対してひと月あたり 100 円の上乗せ額を支払う意思がある、という解釈である。
- ・Y 軸は、生存数である。最大値はアンケート回答者数である 6 である。価格帯が上がっていくに従い、高品質電力に対しては生存者が減るはず(=なるべく少ない追加金で高品質を実現したい)であり、中・低品質電力に対しては生存者が増えるはず(=なるべく多い削減金額で、中・低品質を受け入れたい)である。

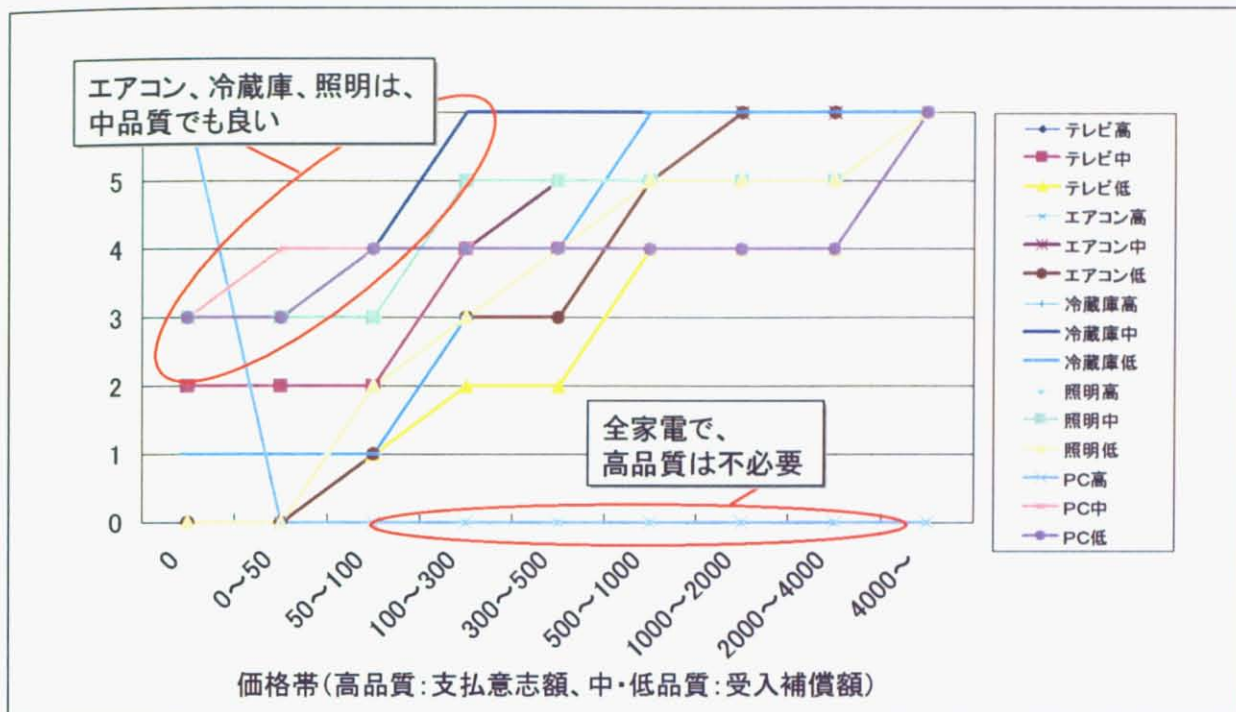


図 2-8 1 巡目アンケートの結果 (プレテスト)

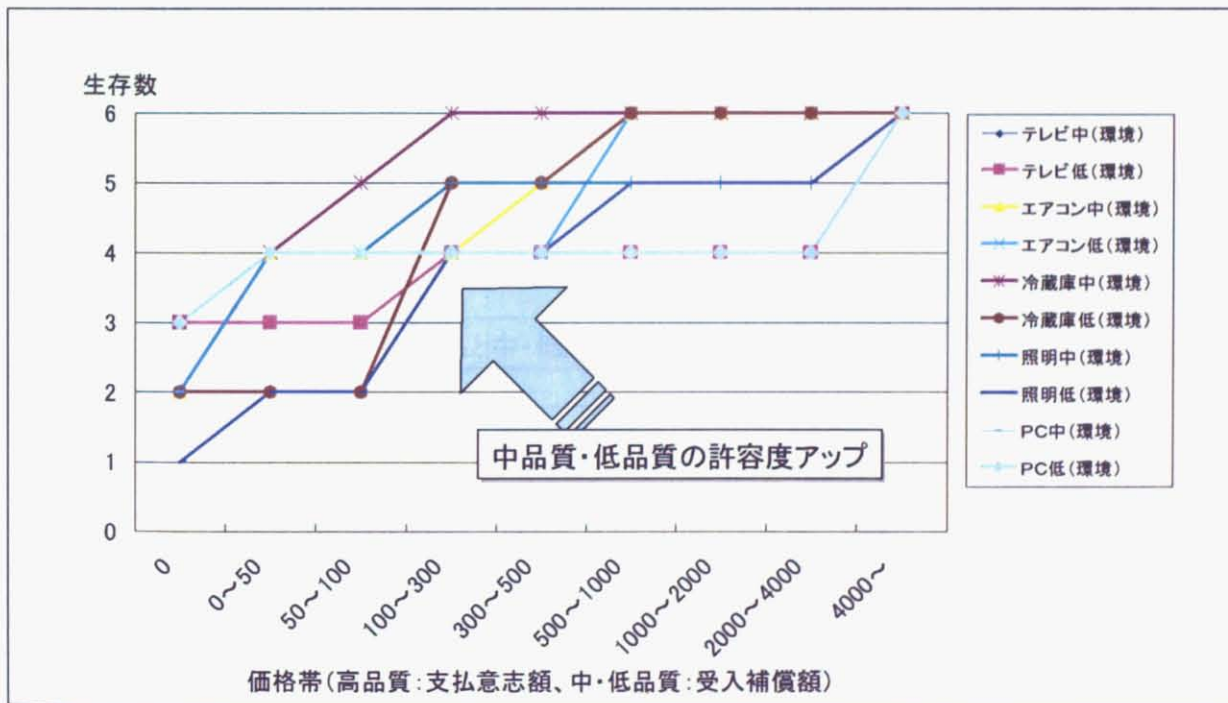


図 2-9 2 巡目アンケートの結果 (プレテスト)

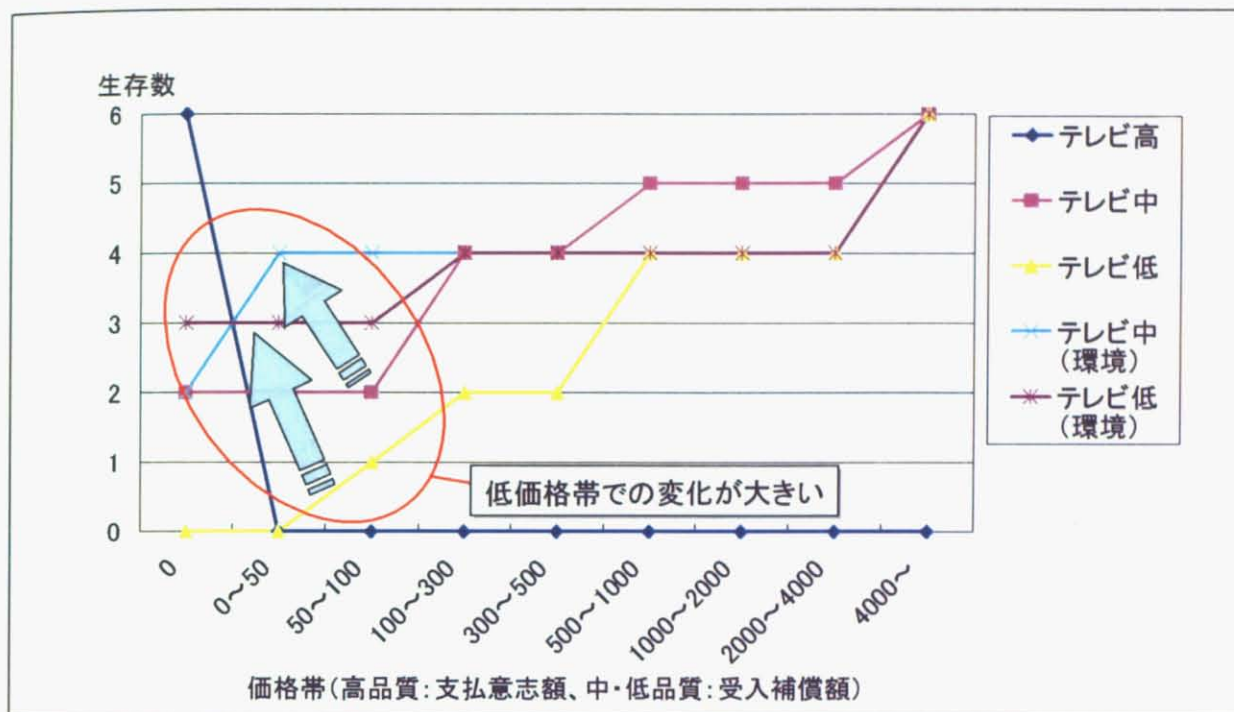


図 2-10 テレビの結果(プレテスト)

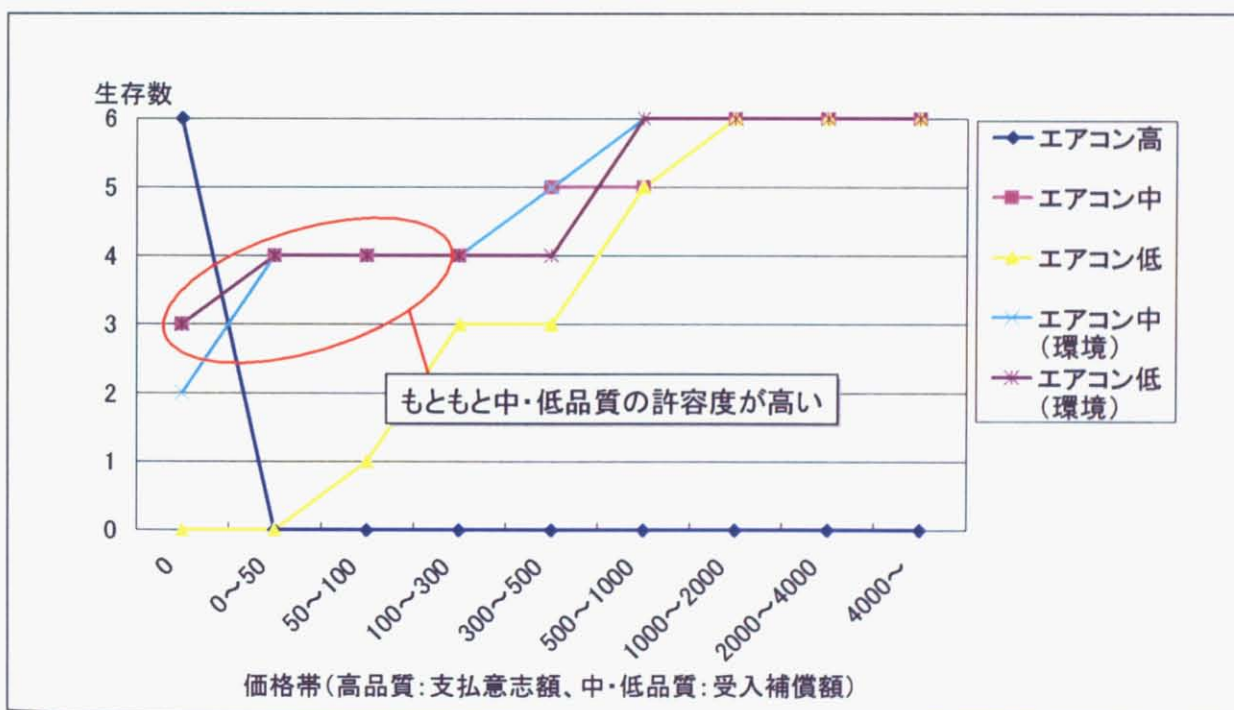


図 2-11 エアコンの結果(プレテスト)

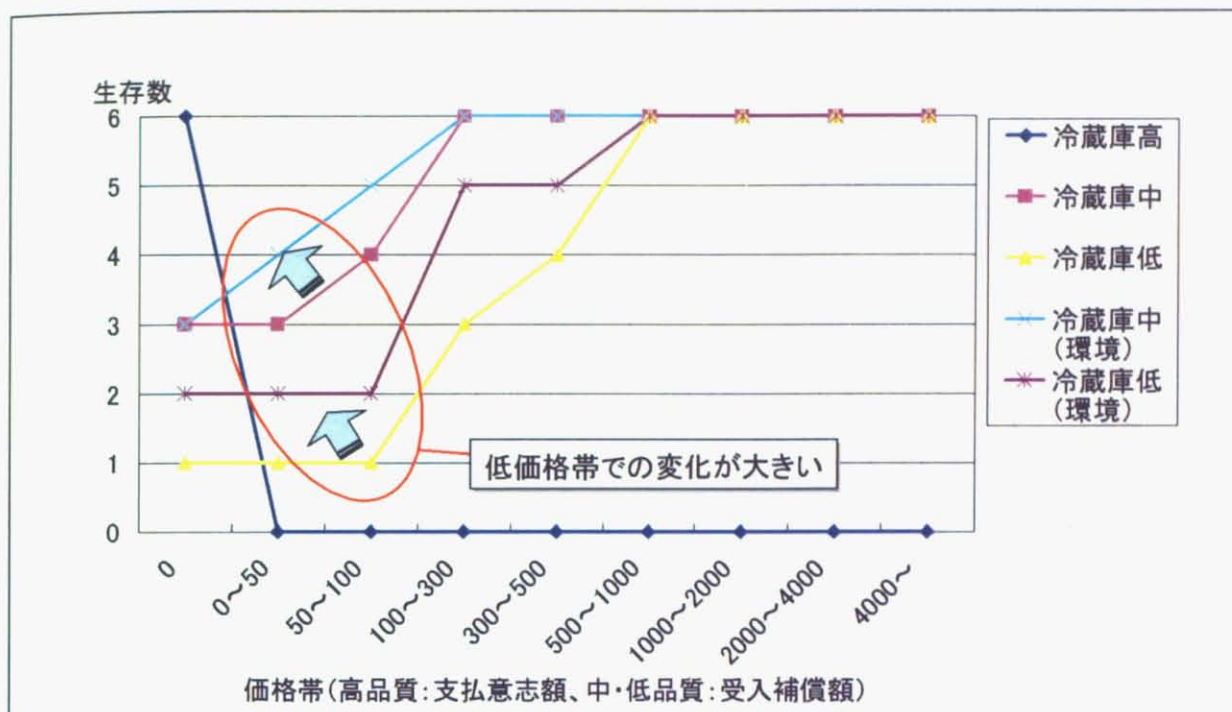


図 2-12 冷蔵庫の結果(プレテスト)

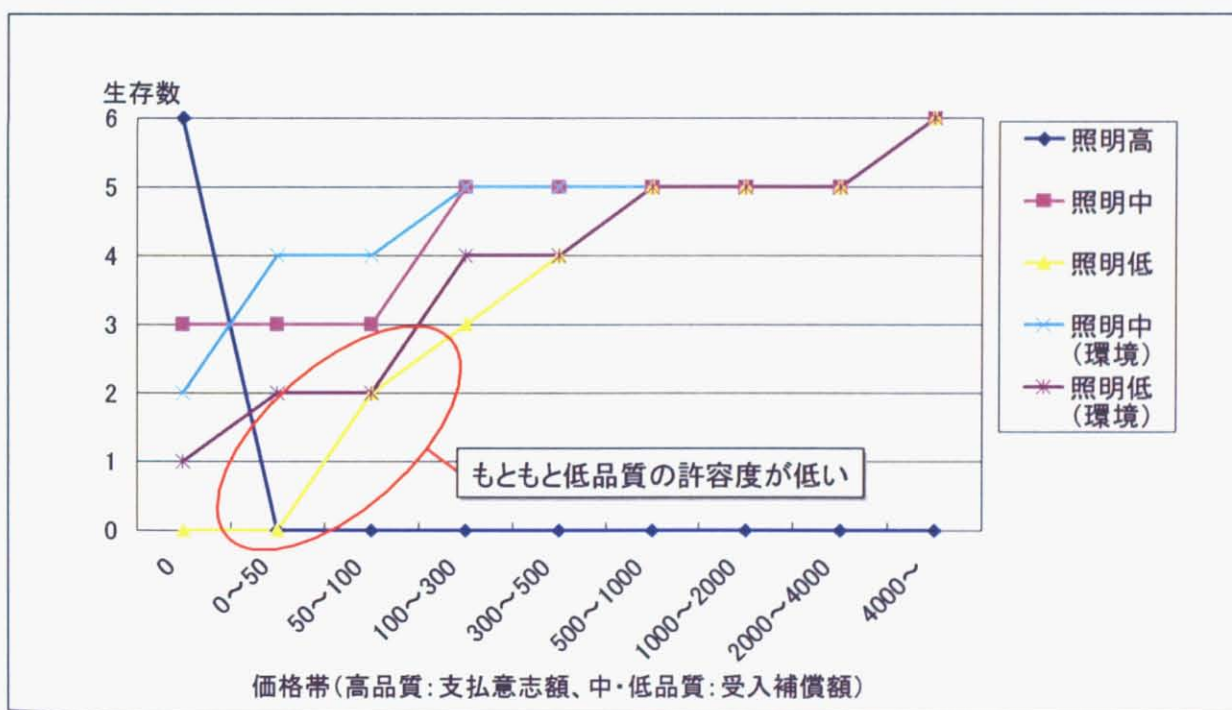


図 2-13 照明の結果(プレテスト)

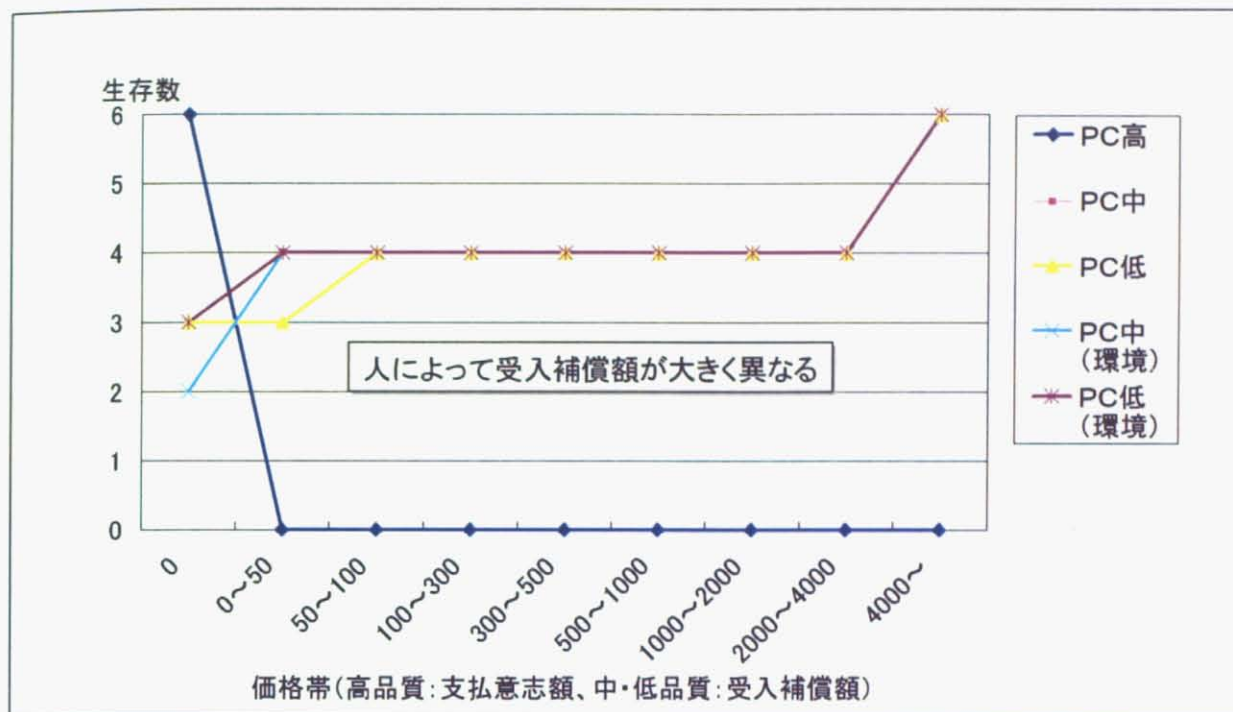


図 2-14 PCの結果(プレテスト)

2-2.6 アンケートの提示価格帯・母数の決定

プレテストの結果を踏まえ、2段階2肢選択形式で設定する価格帯は表2-5の通りとする。6通り準備する。

表 2-5 アンケートでの提示価格帯一覧(単位:円/(月・家電))

	低額	← 初期提示額 →	高額
①	30	50	100
②	50	100	300
③	100	300	500
④	300	500	1000
⑤	500	1000	2000
⑥	1000	2000	4000

アンケート発送者としては、それぞれの価格帯のアンケートからより有意性のある結果を得ることを目的とするため、年収別に制約をつけた。すなわち、アンケートで提示する価格帯が低いほど、年収が相対的に低い人に対してそのアンケートを送ることとした。この場合、アンケート母数は年収階層により加工されているため、複数のアンケート結果を単純に総和することには注意が必要である。

母数は、各家電について約600とした。

寺脇¹⁸⁾は、2段階2肢選択形式のCVMにおいて統計上信頼に足るアンケートを行うためには、「提示する価格帯は4つ以上、標本サイズ(有効回答部数)は500以上であることが望ましい」と提案している。上述の案では、その要件は満たしてある。したがって、このアンケート提示額と母数で、アンケート結果の統計的妥当性は担保できると判断した。

2-3. アンケートの実施と基礎情報整理

2-3.1 実施方法・時期

予算制約や期間制約を考慮し、アンケートは外部に委託した。委託会社は楽天リサーチ株式会社とし、インターネットリサーチを実施した。アンケート時期は2006年9月4日～同年9月21日で行った。

2-3.2 アンケート回収数の内訳

アンケート回収実績は、以下の通りである。表中の数字は、そのまま有効回答数を示す。

表 2-6 アンケート有効回答数(テレビ)

テレビ	年収300万円未満	年収300-500万円未満	年収500-700万円未満	年収700-1000万円未満	年収1000-1500万円未満	年収1500万円以上	総計
画面No.1	20	20	23	13	11	5	92
画面No.2	26	20	20	16	18	4	104
画面No.3	23	26	20	24	18	4	115
画面No.4	18	15	27	20	18	4	102
画面No.5	15	17	21	20	20	4	97
画面No.6	14	10	16	20	12	20	92
総計	116	108	127	113	97	41	602

表 2-7 アンケート有効回答数(エアコン・冷蔵庫)

エアコン 冷蔵庫	年収300万円未満	年収300-500万円未満	年収500-700万円未満	年収700-1000万円未満	年収1000-1500万円未満	年収1500万円以上	総計
画面No.1	20	24	17	13	9	7	90
画面No.2	20	20	29	16	15	4	104
画面No.3	19	25	20	20	15	6	105
画面No.4	19	15	17	20	23	5	99
画面No.5	15	17	24	22	20	6	104
画面No.6	10	8	19	21	14	20	92
総計	103	109	126	112	96	48	594

表 2-8 アンケート有効回答数(照明・PC)

照明 PC	年収300万円未満	年収300-500万円未満	年収500-700万円未満	年収700-1000万円未満	年収1000-1500万円未満	年収1500万円以上	総計
画面No.1	20	22	18	13	14	5	92
画面No.2	25	20	25	17	13	4	104
画面No.3	21	28	20	22	20	3	114
画面No.4	20	19	25	20	24	4	112
画面No.5	17	18	16	21	20	5	97
画面No.6	13	11	11	20	17	20	92
総計	116	118	115	113	108	41	611

2-3.3 基礎情報整理

アンケート回答者の基礎情報を整理した。整理の目的は、3通りのアンケートを実施しているためそれら相互の母集団に顕著な差異が無いかをチェックすることである。また参考までに、我が国全体と比べてどの程度の差異がある集団となっているかもチェックした。したがって、アンケートサンプルの基礎情報に加え、全国統計データがあるものについては全国世帯平均の基礎情報も加えた。

結果、3通りのアンケートで母集団には顕著な差異は無いことが確認できた。以下、整理した情報を掲載する。

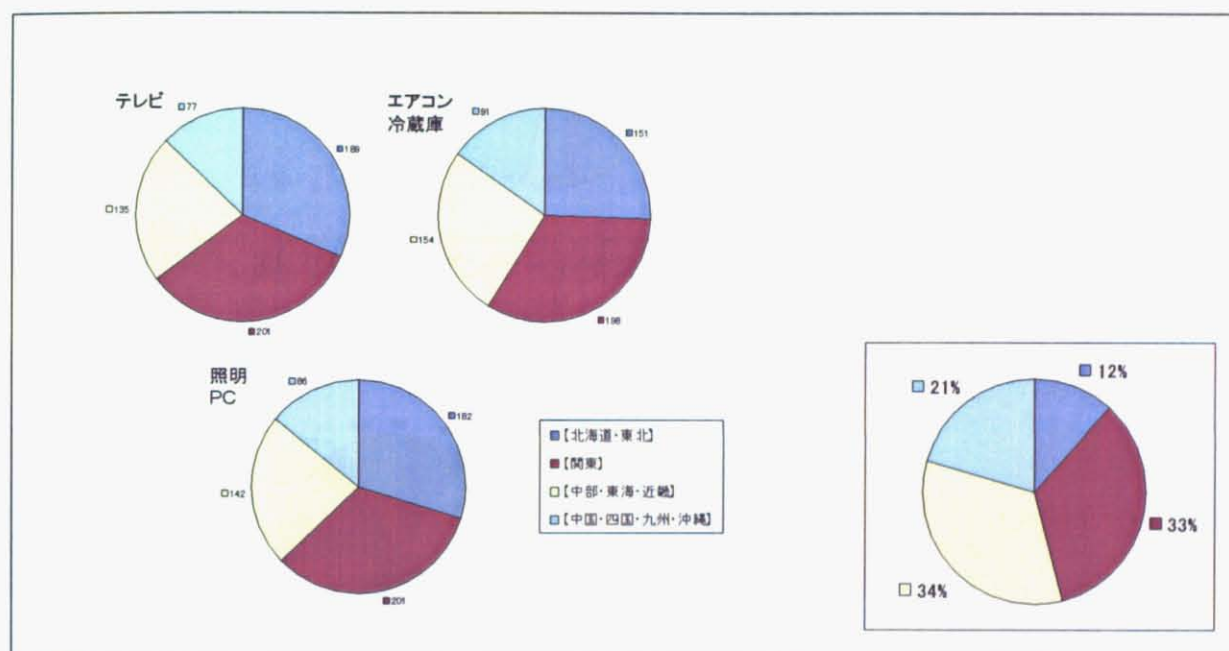


図 2-15 アンケートサンプルの基礎情報(居住地域)(左)、全国世帯平均(右)

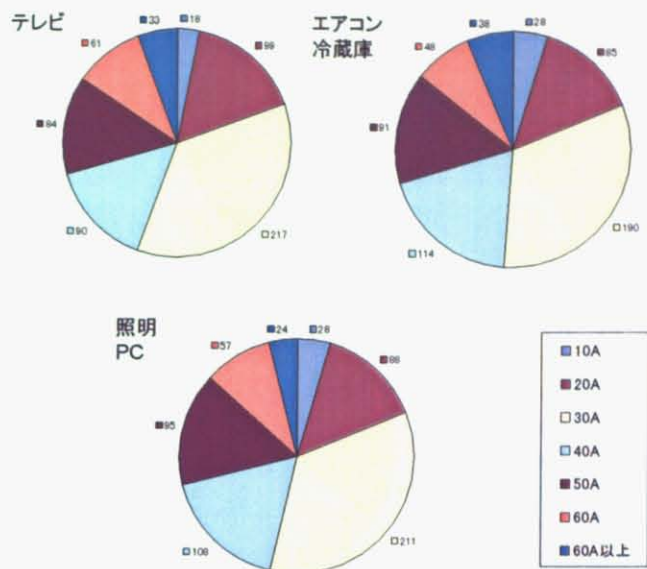


図 2-16 アンケートサンプルの基礎情報(契約電力)

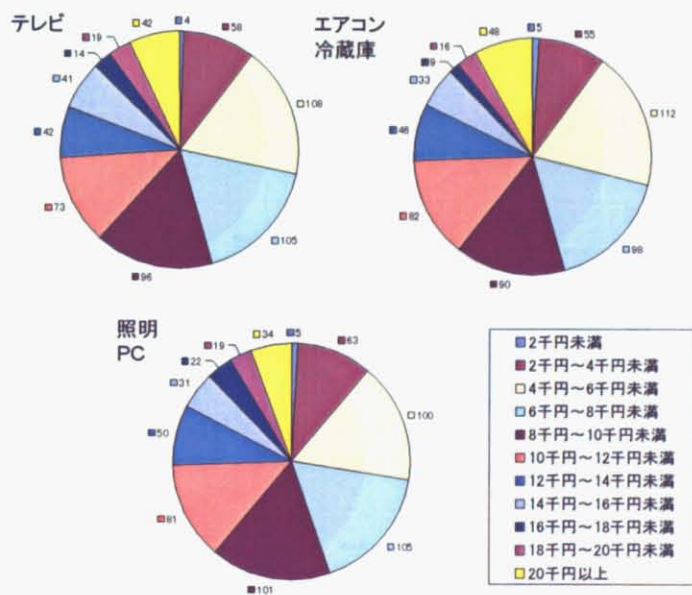


図 2-17 アンケートサンプルの基礎情報(電気料金)

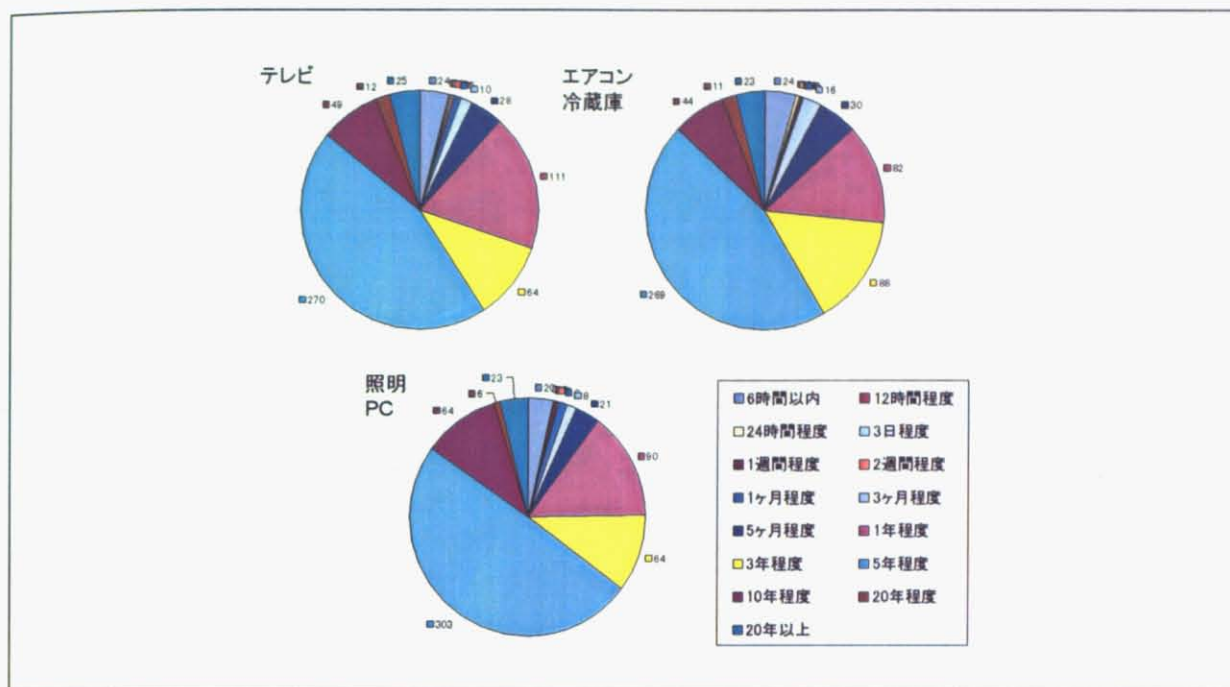


図 2-18 アンケートサンプルの基礎情報(停電頻度)

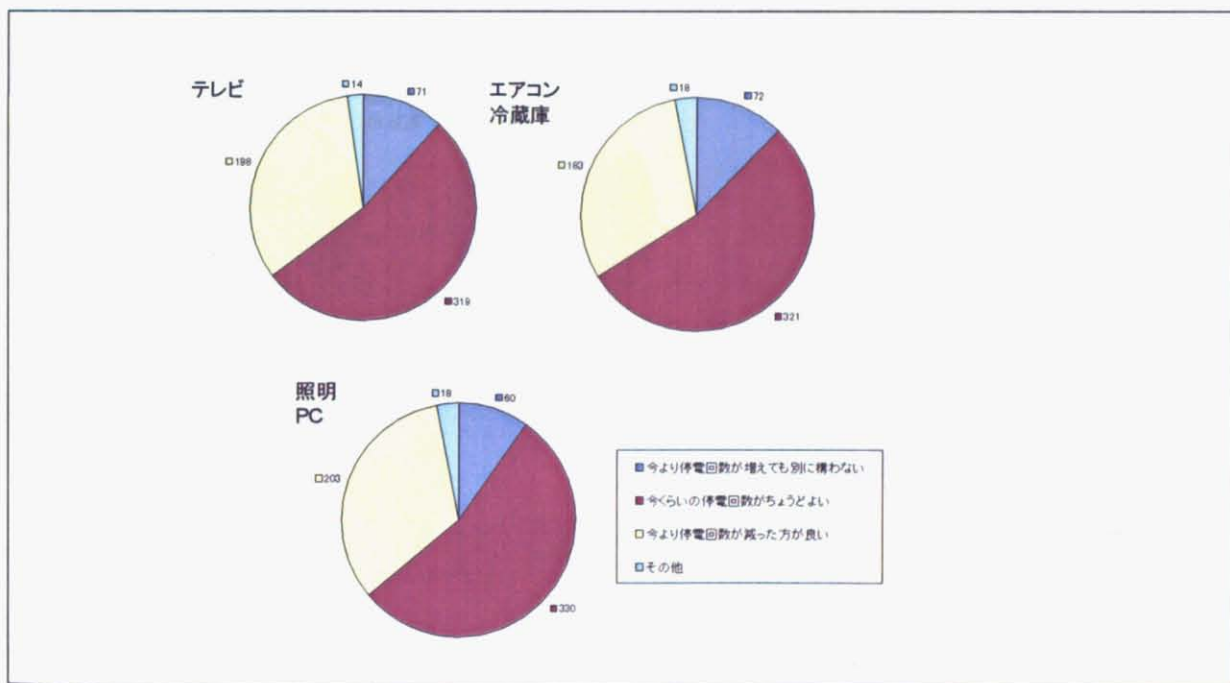


図 2-19 アンケートサンプルの基礎情報(停電頻度の増加について)

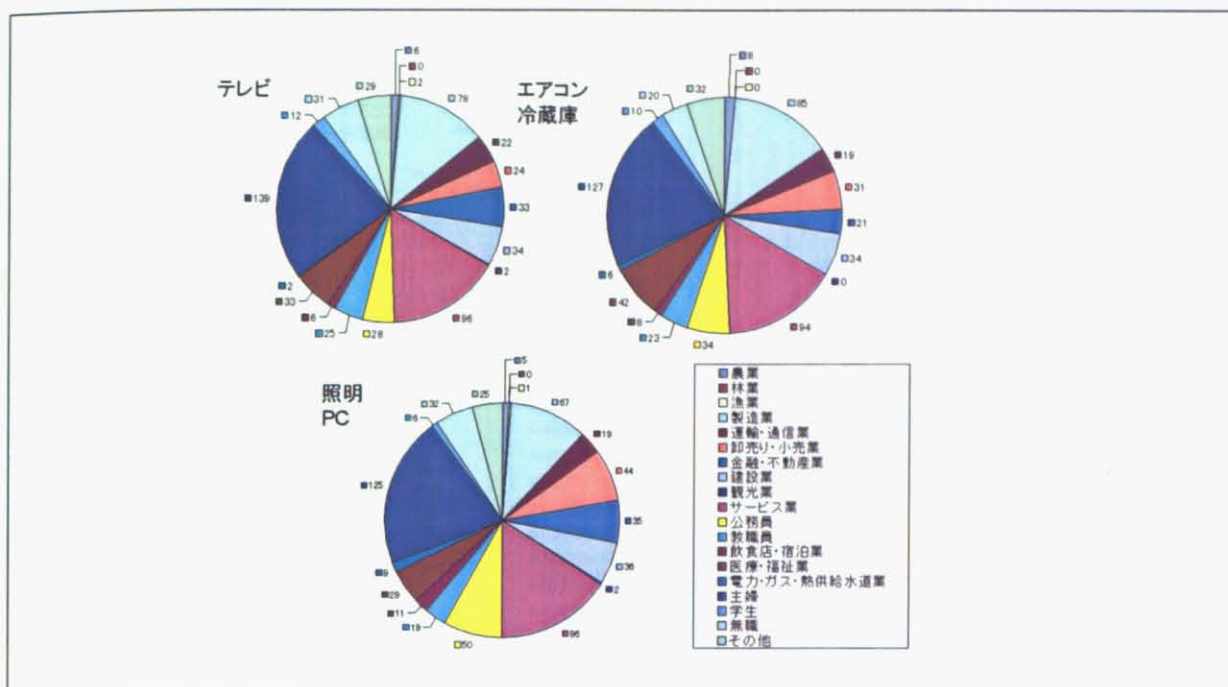


図 2-20 アンケートサンプルの基礎情報(職業)

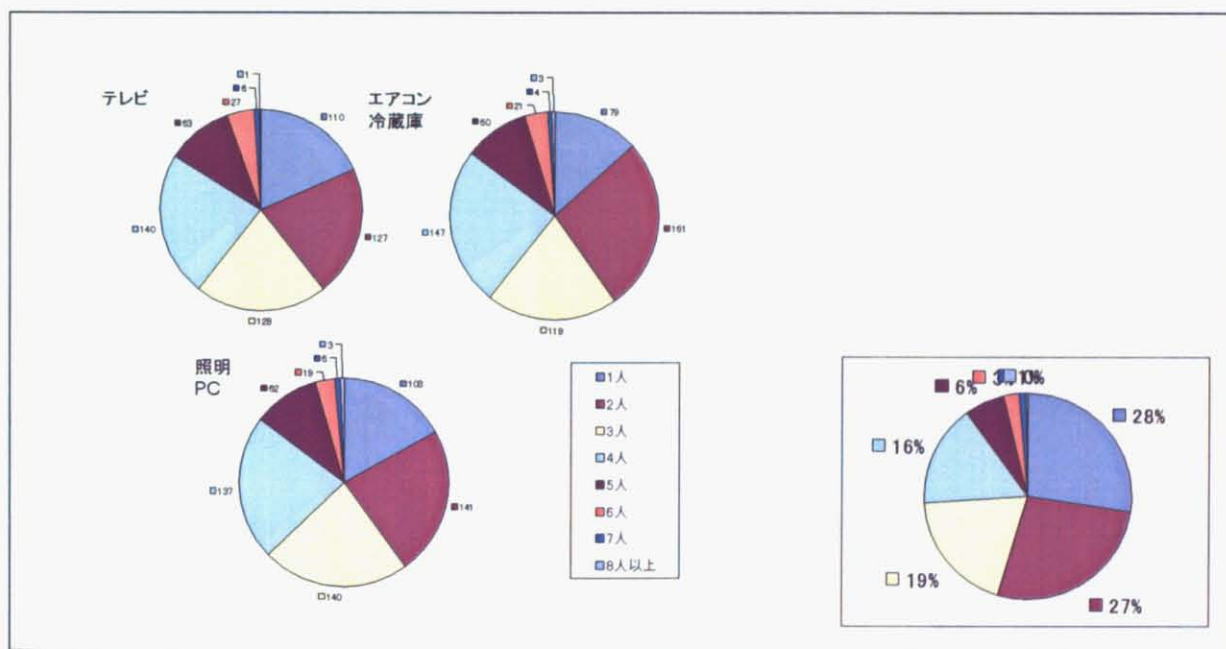


図 2-21 アンケートサンプルの基礎情報(世帯人数)(左)、全国世帯平均(右)

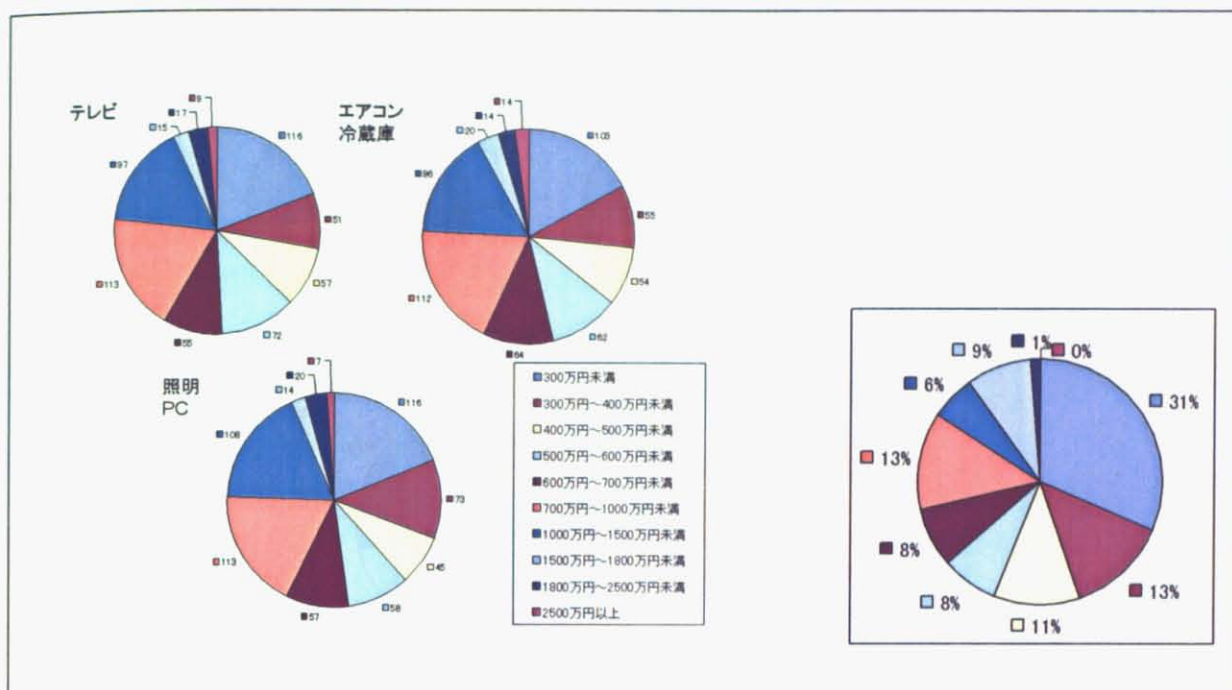


図 2-22 アンケートサンプルの基礎情報(世帯年収) (左)、全国世帯平均(右)

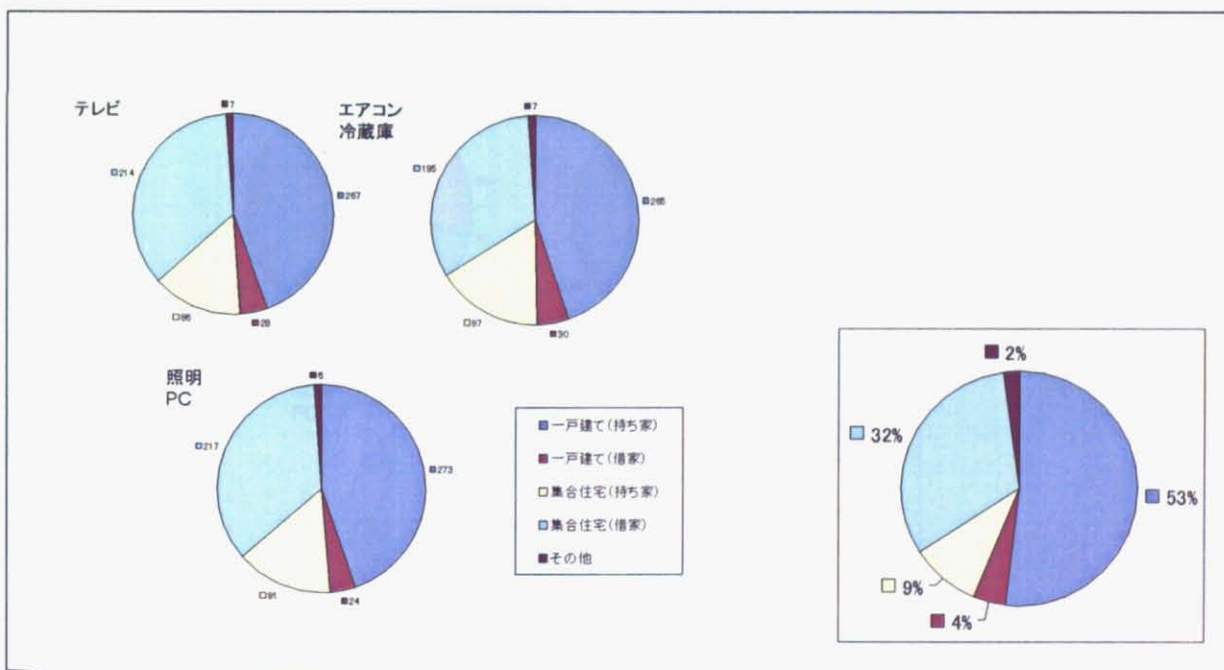


図 2-23 アンケートサンプルの基礎情報(居住形態) (左)、全国世帯平均(右)

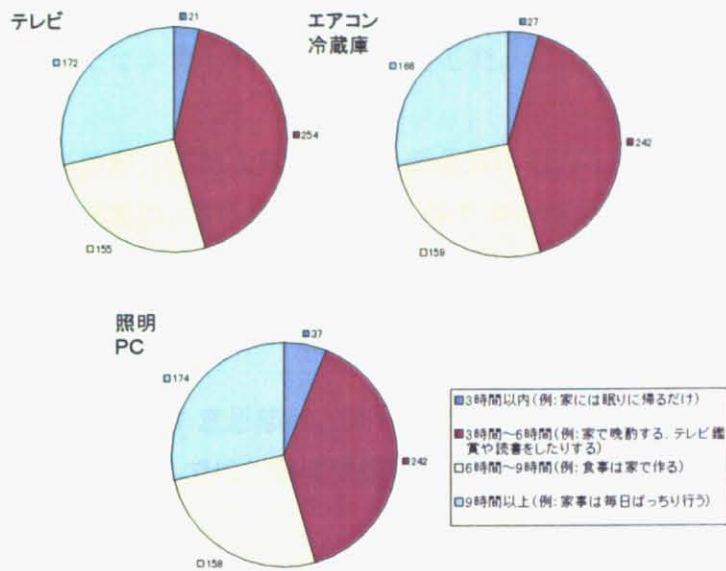


図 2-24 アンケートサンプルの基礎情報(在宅時間)

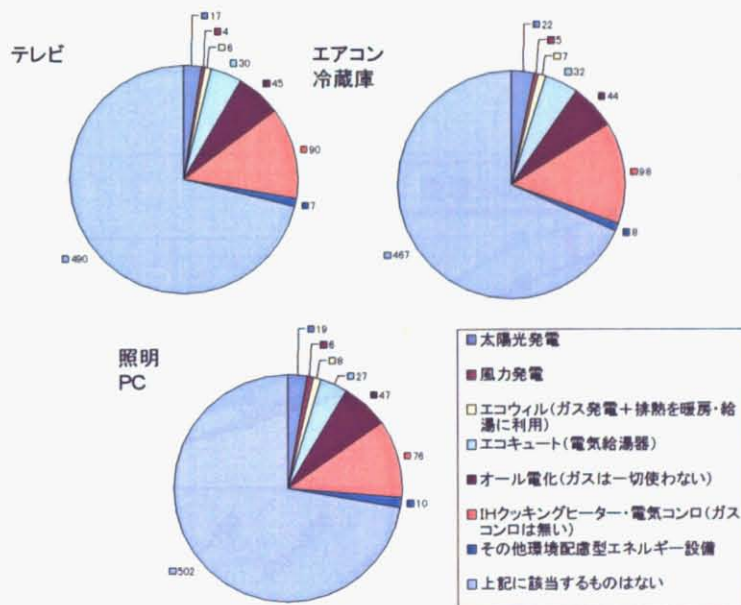


図 2-25 アンケートサンプルの基礎情報(環境配慮型製品の有無)

2-3.4 支払意思額・受入補償額の簡易集計

全家電について、高・中・低品質電力の、WTA・WTP を簡易的に集計した。結果の纏め方は、プレテストにて実施したものと同一とした。この結果からいえることは、以下の4点に要約できる。

- ・回答者の約半数が、価格次第では中・低品質の電力を受け入れる意思があった。
- ・高品質電力の需要は、PC が最も高く、エアコンが最も低かった。
- ・テレビ・エアコン・照明では、環境価値を認める人が全体の約1割存在し、その受入補償額は同じ品質の電力(環境中品質なら中品質、環境低品質なら低品質)と比べて約3割低い結果となった。
- ・環境価値に対する支払意思額は、高い順に、照明、エアコン、テレビ、冷蔵庫、PC であった。冷蔵庫・PC では、環境価値に対する支払意思額はほとんどみられない結果となった。

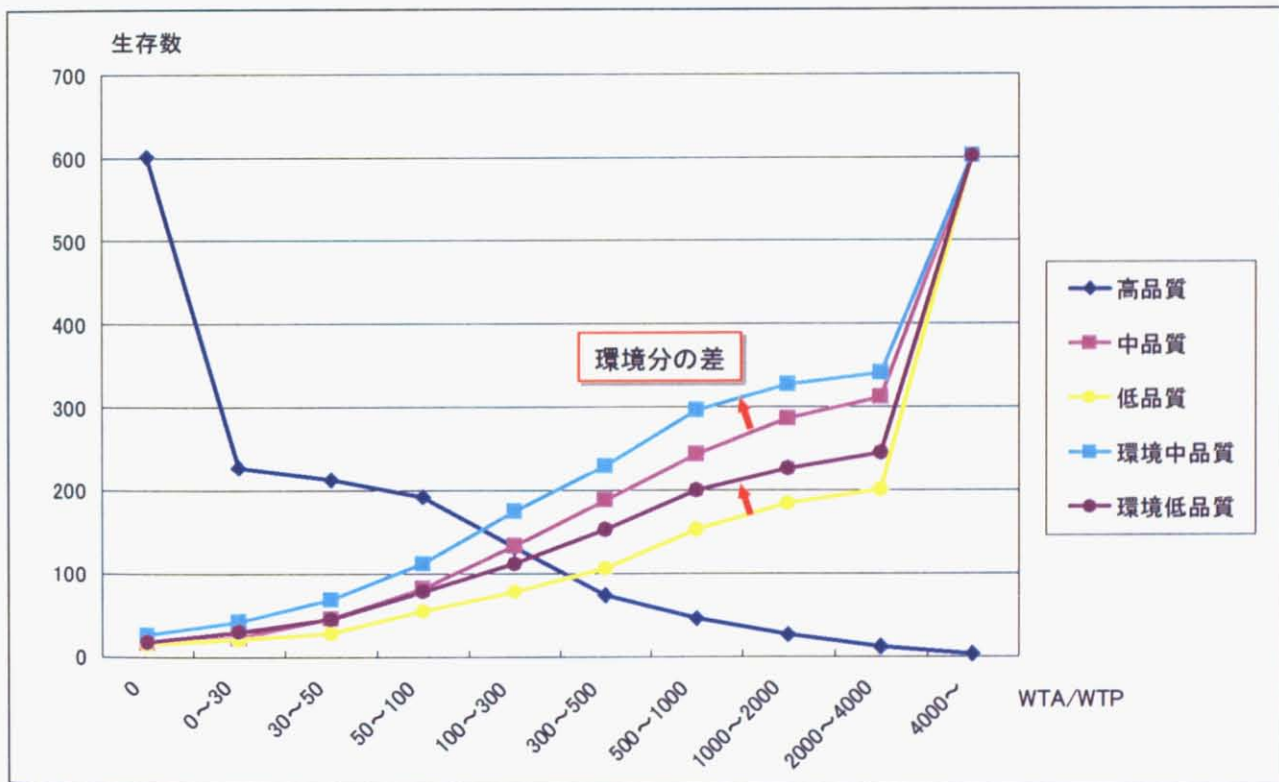


図 2-26 テレビの結果(簡易集計)

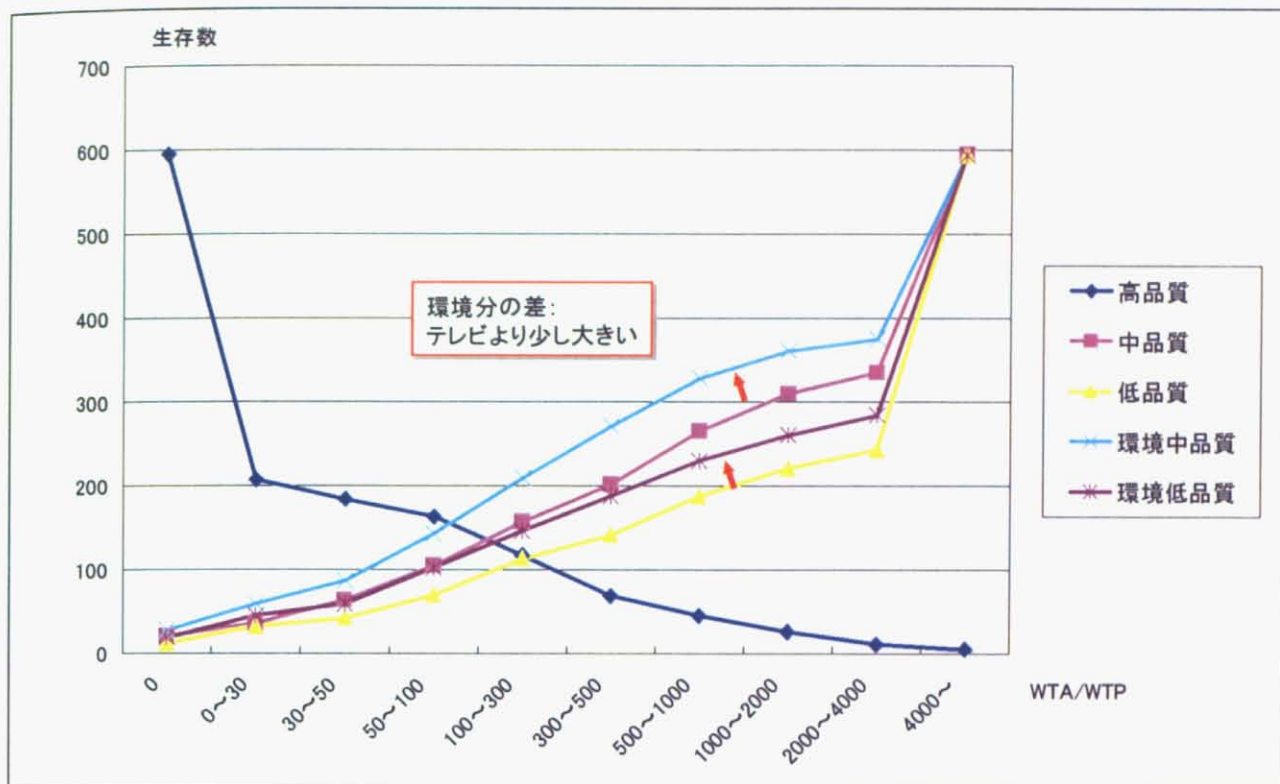


図 2-27 エアコンの結果(簡易集計)

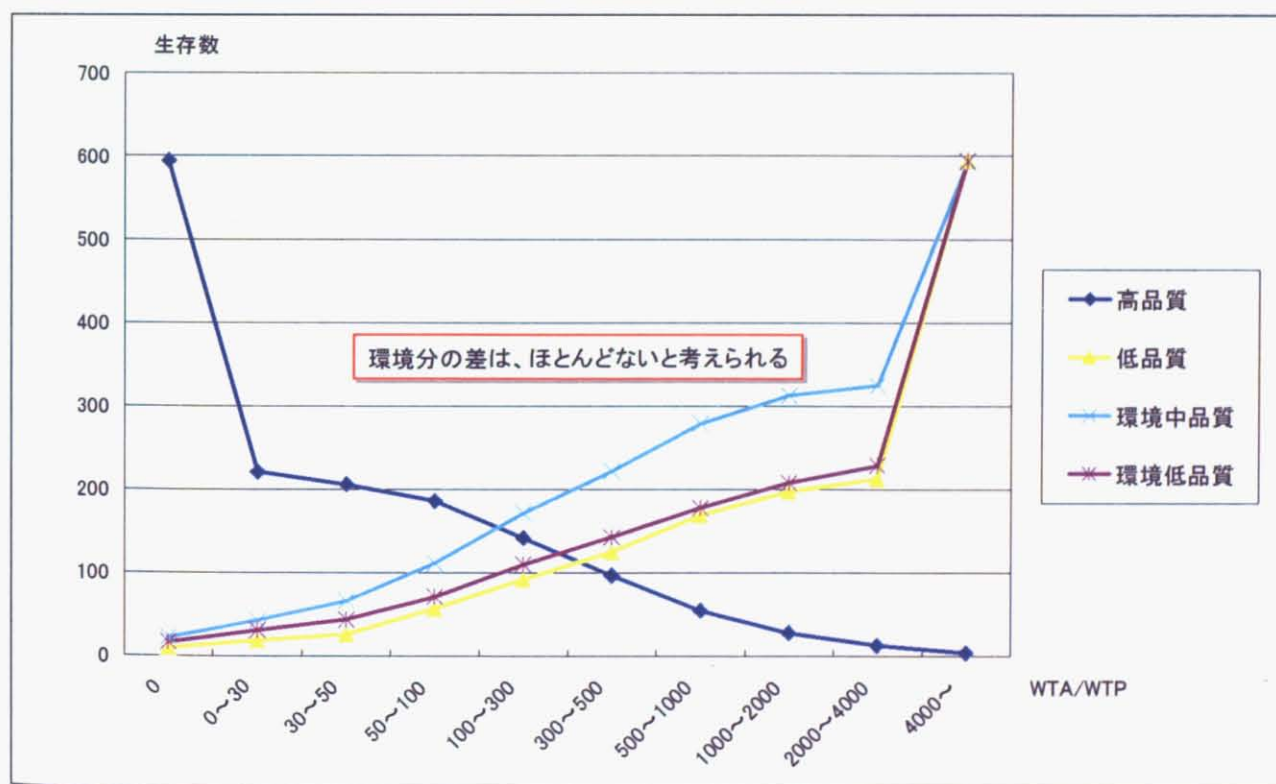


図 2-28 冷蔵庫の結果(簡易集計)

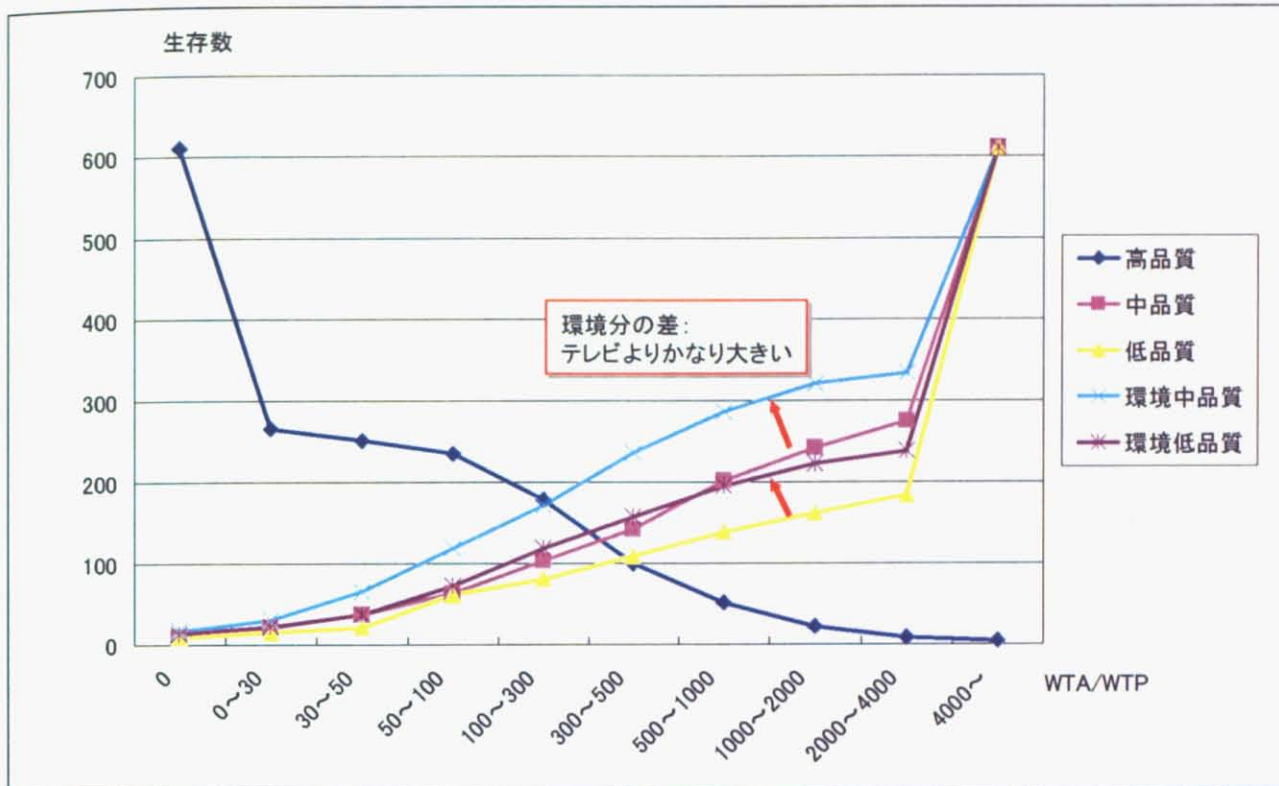


図 2-29 照明の結果(簡易集計)

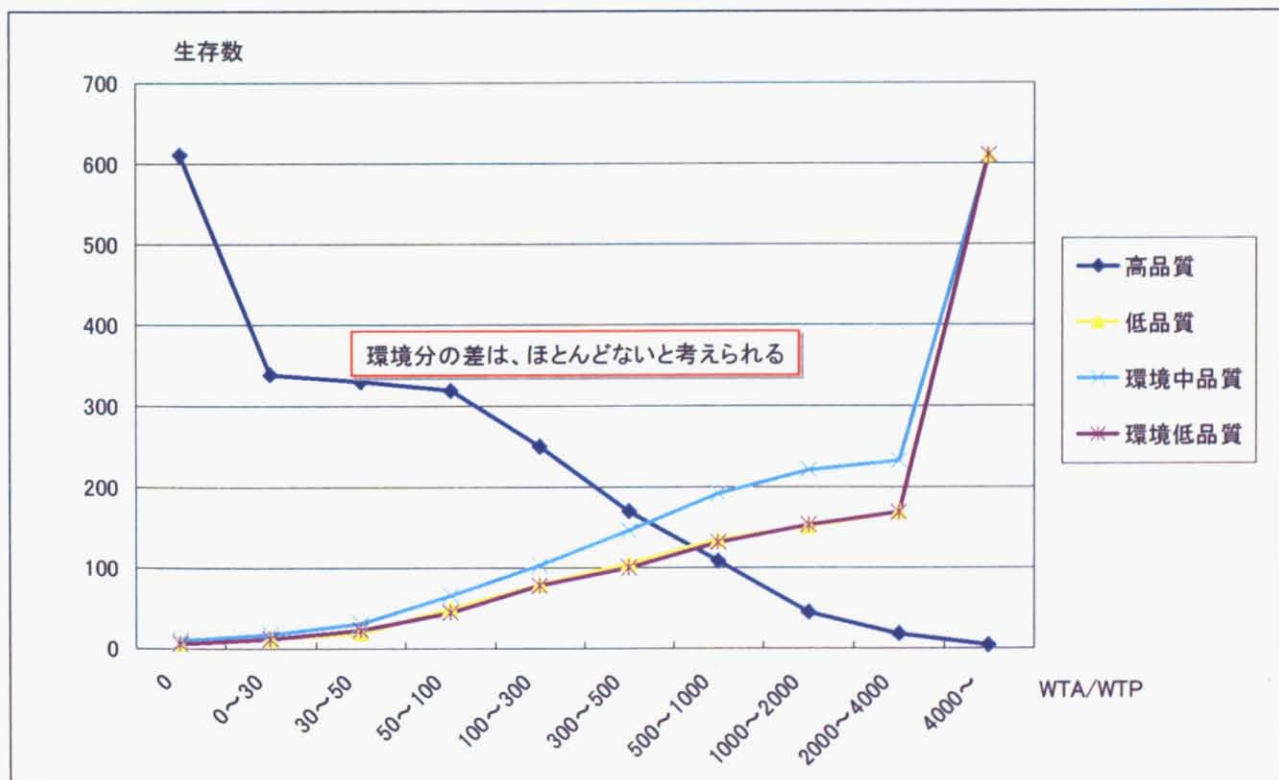


図 2-30 PCの結果(簡易集計)

2-4. アンケート結果の分析

以上で、アンケートを実施し、データを入手・整理できた。ここでは、支払意思額・受入補償額について、その分布を分布関数によって表現し分析することを目的とする。

2-4.1 分析の全体像

分析の全体像を図2-31に示す。

まずはアンケートサンプルの全体を用いて、各種分布関数による近似、最尤分布関数の選択、支払意思額・受入補償額の中央値とその分布の算出、という流れで分析を行う。その後は、分析を行う母集団を適宜調整し、例えば年収別や環境知識別の支払意思額・受入補償額の中央値を算出する。この内容は、2-5.にて詳述する。

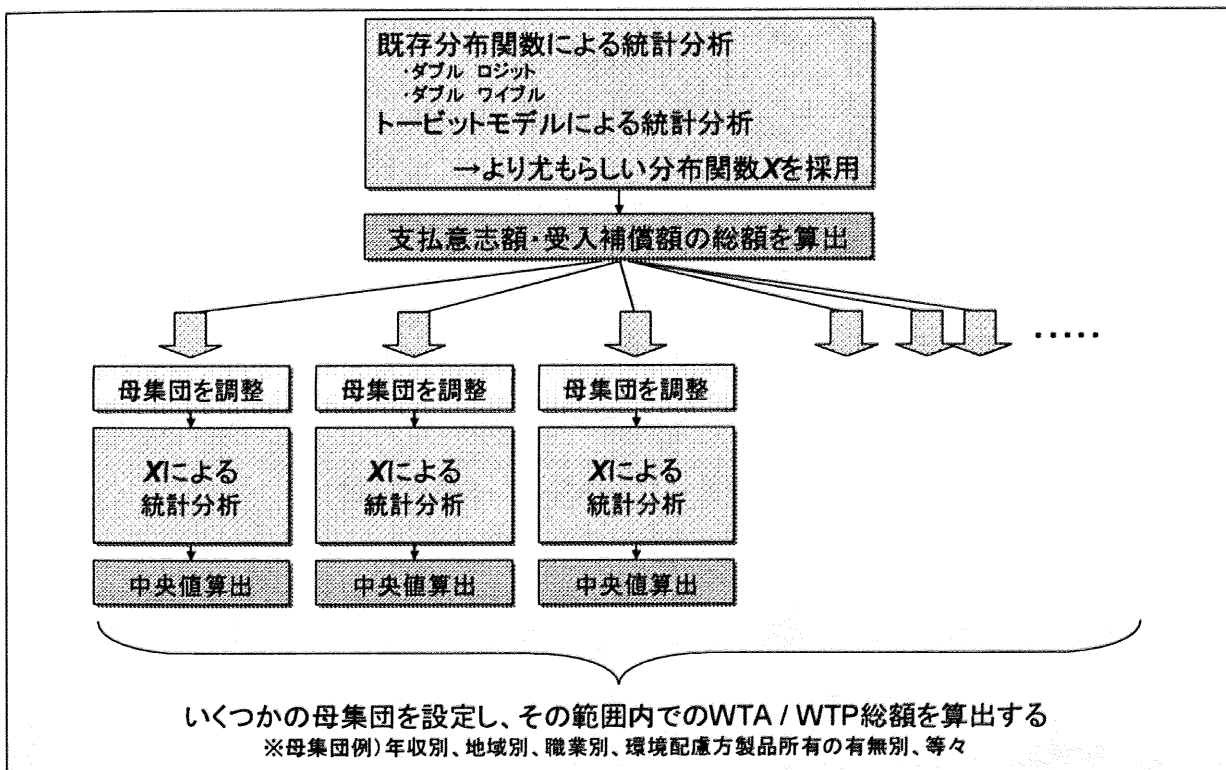


図 2-31 アンケート分析の全体像

2-4.2 分布関数による近似方法

5つの家電について、その支払意思額・受入補償額の分布を、各種分布関数で近似する。対象とするアンケートは、高・中・低品質、環境中・低品質の5つである。近似する分布関数は、ダブルバウンドの対数ロジスティック分布(以下ダブルロジットと呼ぶ)、ダブルバウンドのワイブル分布(以下ダブルワイブルと呼ぶ)、そしてトービットの3種類とする。

本来、各家電・各品質すべてについて3通りの分布関数を近似し最尤法にて選定する必要があるが、ここではテレビのみで行った。尤度はその他の家電についても同様と期待できるため、テレビの最尤法分析の結果、最も尤度が高かった分布関数を分析に使用する。

2-4.3 各種分布関数の説明

(1) 基となる確立理論¹⁹⁾

本研究で実施したダブルバウンド形式の CVM アンケートの回答結果は、Yes-Yes(初回提示額に対する支払いを Yes、2 回目の提示額に対する支払いも Yes と回答)、Yes - No、No - Yes、No-No の 4 種類となる。ただし、 T_1 を最初の提示額、 T_u を最初の質問に対する回答が Yes である場合に 2 回目の質問で使われる提示額、 T_d を最初の質問に対する回答が No の場合に 2 回目の質問で使われる提示額とおく(図 2-3 2 参照)。

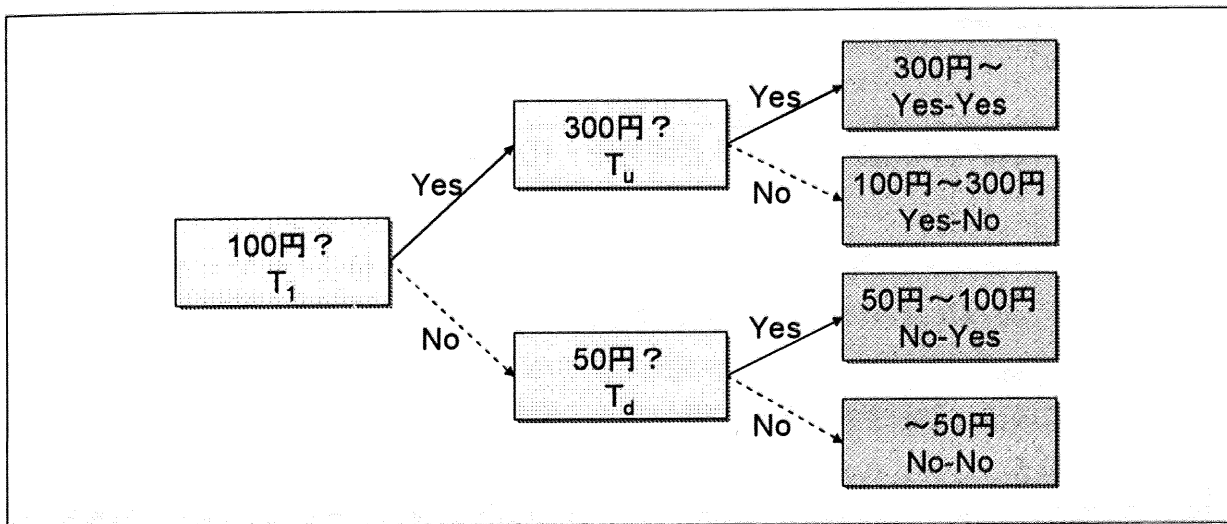


図 2-3 2 ダブルバウンド形式の概念図

二肢選択形式 CVM の質問に対する同意確率は、

$$\Pr\{yes\} = \Pr\{WTP(q^0, q^1, y, \varepsilon) \geq T\}$$

となる。ここで T は提示額であり、回答者は q^0 から q^1 への環境の変化に対する支払意思額・受入補償額が、提示額(T)より高ければ、質問に対して「支払う(Yes)」と答える。 y は所得などの個人属性、 ε はランダムな誤差項である。

WTP がある確率分布に従うとすると、ダブルバウンド方式における同意確率は、

$$\Pr\{yes / yes\} \equiv P^{yy} = 1 - G(T_u) = S(T_u)$$

$$\Pr\{yes / no\} \equiv P^{yn} = G(T_u) - G(T) = S(T) - S(T_u)$$

$$\Pr\{no / yes\} \equiv P^{ny} = G(T) - G(T_d) = S(T_d) - S(T)$$

$$\Pr\{no / no\} \equiv P^{nn} = G(T_d) = 1 - S(T_d)$$

と表せる。ただし、 $G(T)$ は提示額が T のときの分布関数、 $S(T)$ は生存関数である。本研究の分析においては、一般的に用いられる手法である、 $G(T)$ に関して対数ロジスティ

ック分布を想定したロジット分析と、 $S(T)$ に関してワイブル分布を想定したワイブル分析を適用した。

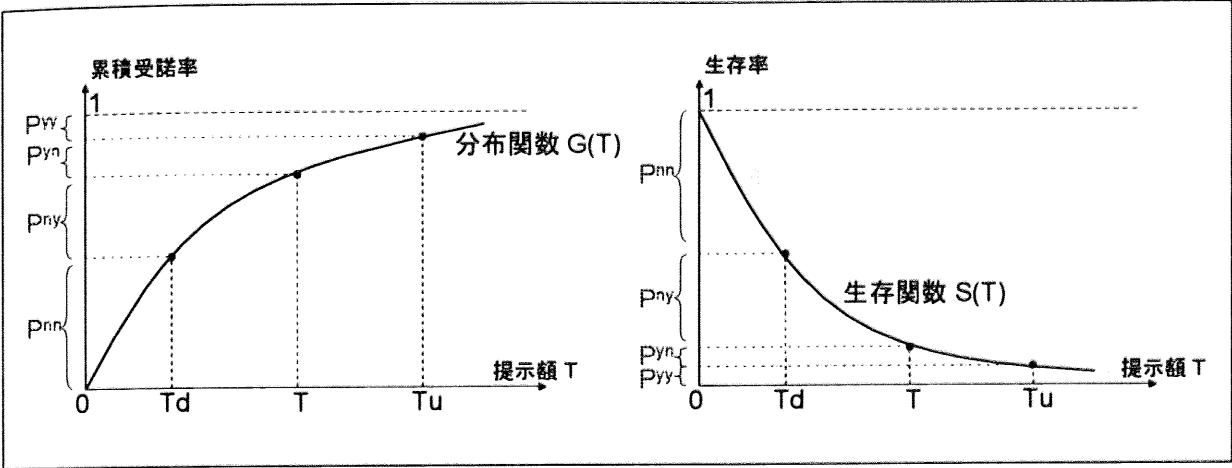


図 2-3 3 分布関数 $G(T)$ ・生存関数 $S(T)$ と、同意確率の関係

具体的にロジット分析とワイブル分析では、縦軸に受諾率、横軸に提示額を取り、生存関数の形で表現する。この形は CVM 分析では一般的に用いられている。ロジット分析では分布関数を想定しているが、1 から分布関数を差し引けば生存関数が表現できる。

トービット分析では、縦軸に提示額、横軸に累積受諾人数をとる。その理由は、トービット分析の特徴は、離散選択と連続選択の複合モデルであるということにあり、ゼロに限りなく近い散布点を精度良く再現することが期待できるからである。

図 2-3 4 に近似の元データとなる散布図を示す。

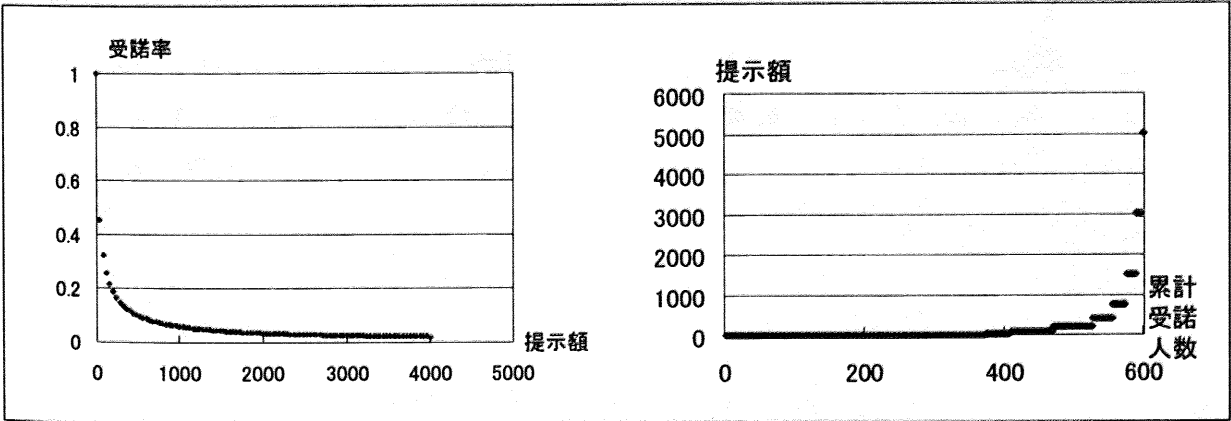


図 2-3 4 元データの分布例(左:ロジット分析・ワイブル分析、右:トービット分析)

(2) 対数ロジスティック分布

用いた対数ロジスティック分布の分布関数 $G(T)$ は以下のとおりである。

$$G(T) = \frac{1}{1 + \exp(\alpha + \beta \ln T)}$$

ここで、 $\alpha + \beta \ln T$ は効用差関数として利用した対数線形関数である。したがって、支払意思額の中央値は

$$WTP^* = \exp\left(-\frac{\alpha}{\beta}\right)$$

として算出され、平均値に関しては

$$WTP^{**} = -\exp\left(-\frac{\alpha}{\beta}\right) \frac{\pi/\beta}{\sin\left(-\pi/\beta\right)} \quad \text{ただし、} 0 > 1/\beta > -1$$

によって求められる。また、対数尤度関数は、以下の式となる。

$$\ln L = \sum_{i=1}^n \left[d_{yy} \ln P_i^{yy} + d_{yn} \ln P_i^{yn} + d_{ny} \ln P_i^{ny} + d_{nn} \ln P_i^{nn} \right]$$

ただし、 d_{yy} は回答者が一回目の提示額(T)に対して YES と答え、二回目の提示額(T_u)に対しても YES と答えたときに 1 となるダミー変数であり、 P_{yy_i} はその時の回答者 i の同意確率である。 d_{yn} は回答者が一回目の提示額(T)に対して YES と答え、二回目の提示額(T_u)に対して NO と答えたときに 1 となるダミー変数であり、 P_{yn_i} はその時の回答者 i の同意確率である。 d_{ny} 、 P_{ny_i} 、 d_{nn} 、 P_{nn_i} も同様である。

(3) ワイブル分布

ワイブル分布の生存関数 $S(T)$ は以下のとおりである。

$$S(T) = \exp\left(-\exp\left(\frac{\ln T - \mu}{\sigma}\right)\right)$$

μ は位置パラメータと呼ばれる値で、分布の X 軸上の位置を表す。また、 σ はスケールパラメータと呼ばれる値で、分布の広がり具合を表している。

ワイブル分布における支払意思額の中央値はこれらのパラメータを使って、

$$WTP^* = \exp(\mu) \Gamma[-\ln(0.5)]^\sigma$$

という計算で、支払意思額の平均値に関しては、

$$WTP^{**} = \exp(\mu) \Gamma[1 + \sigma]$$

という計算によって求めることができる。ただし、 Γ はガンマ関数である。

(4) トービットモデル

ロジット分析とワイブル分析は、CVM の分野では長く使用されてきている分析手法である。本研究では新しい分布関数を使用することを試みる。CVM 分野への適用が比較的小さいトービットモデル²⁰⁾である。

① トービットモデルとは²¹⁾

トービットモデルとは、回帰モデルの一つであり、分析対象とする従属変数がある条件を満足した場合に観測することのできるモデルである。起源は、Tobin²²⁾が耐久消費財への支出分析に用いたことによる。その後は、特に消費者選択や労働経済の分野で多くの研究が行われてきており、近年では特に金融資産の分析に使用されている。

Amemiya²³⁾により、トービットモデルはいくつかのタイプに分類されているが、タイプ I が最も簡素で一般的であるため、本研究ではこれを用いることとする。

② 数式

従属変数 Y_i が負の値をとれないモデルであり、 Y_i は以下の式で与えられる。

$$Y_i^* = \beta_0 + \beta_1 x_i + \varepsilon_i$$
$$Y_i = \begin{cases} Y_i^* & Y_i^* > 0 \\ 0 & Y_i^* \leq 0 \end{cases}$$

自動車購入の例に当てはめれば、まず「自動車を買うか買わないか」という離散事象の選択があり、次いで「買うならいくらで買うか」という連続事象の選択がある。トービットモデルでは、この両者を同時に考えることができ、すなわち離散選択と連続選択の複合モデルであると言える。

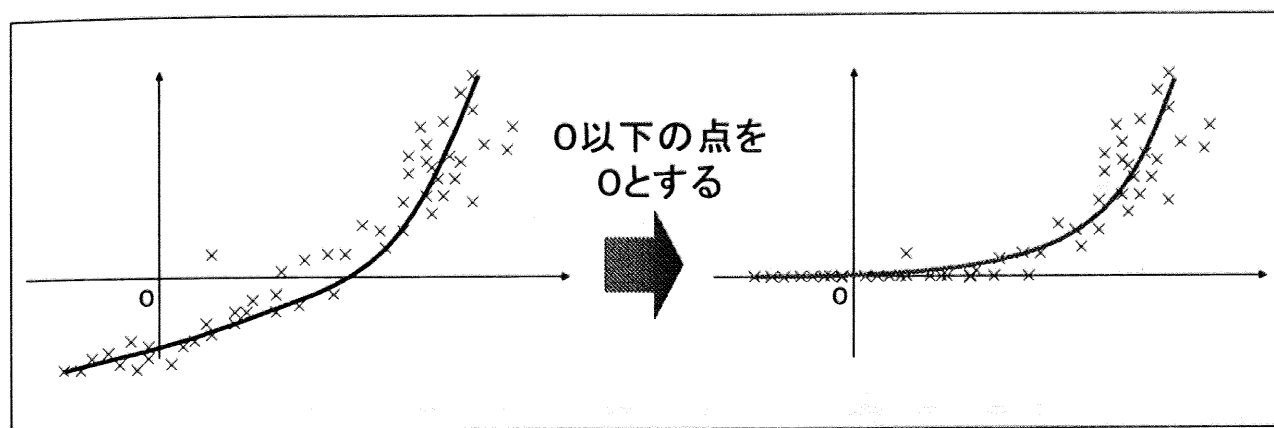


図 2-35 トービットモデルのイメージ

③ 尤度関数

トービットモデルでは、誤差項 ε_i が各々独立でありかつ平均 0・分散 σ^2 の正規分布 $N(0, \sigma^2)$ に従うとし、 ϕ 、 Φ を標準正規分布の密度関数、分布関数とすると、尤度関数は以下の式で表すことができる。

$$L(\beta, \sigma^2) = \prod_{Y_i=0} \left\{ 1 - \Phi\left(\frac{\beta_0 + \beta_1 x_i}{\sigma}\right) \right\} \cdot \prod_{Y_i>0} \sigma^{-1} \phi\left\{ \frac{Y_i - (\beta_0 + \beta_1 x_i)}{\sigma} \right\}$$

この尤度関数を、 β_0 、 β_1 、 σ について最大化することで、トービット最尤推定量を求めることができる。

多くの研究では、数式の扱いやすさの点から、対数尤度関数を用いている。この場合、対数尤度関数は以下の通りとなる。

$$\log L(\beta, \sigma^2) = \sum_{Y_i=0} \log \left\{ 1 - \Phi\left(\frac{\beta_0 + \beta_1 x_i}{\sigma}\right) \right\} + \sum_{Y_i>0} \log \left[\sigma^{-1} \phi\left\{ \frac{Y_i - (\beta_0 + \beta_1 x_i)}{\sigma} \right\} \right]$$

2-4.4 最尤法によるアンケート分布の分布関数近似

2-4.4.1 分布関数の選択

以上の分布関数を、まずテレビについて適用し、最尤法によりモデルを推定する。5つの品質それぞれの具体的な結果は、以下に示す通りである。近似で得られた曲線を右側に示し、左側には各分布関数内の係数、t 値、p 値、(対数)尤度、中央値、そして平均値を示している。平均値には2種類あるが、「裾切りなし」がこの関数の定義域をプラス無限大まで伸ばしたと仮定した場合の平均値であり、「最大提示額で裾切り」が最大提示額以内での平均値である。

なおこの分析には、栗山¹⁶⁾が作成した「Excel でできる CVM」を参考にした。

(1) 高品質

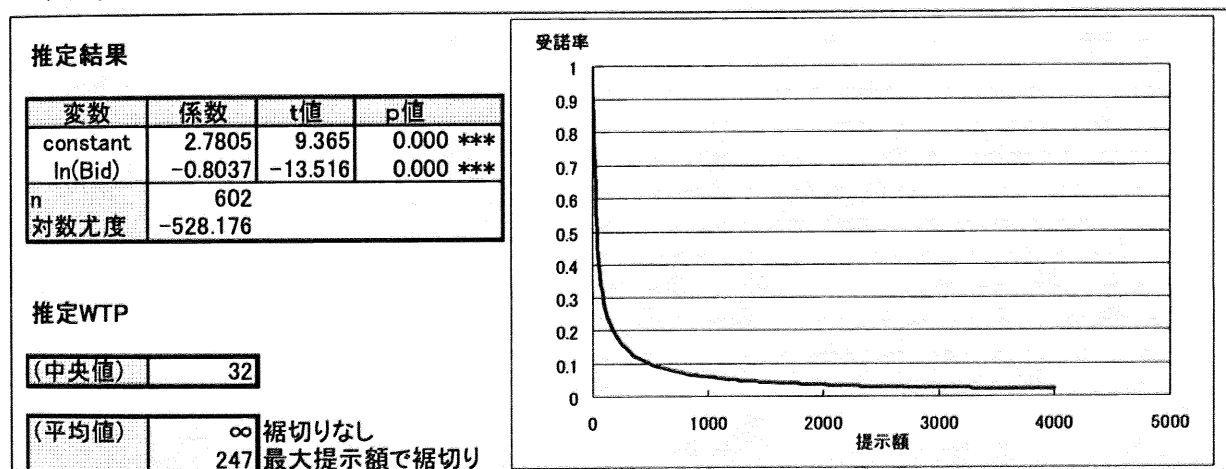


図 2-36 ダブルロジット, テレビ, 高品質

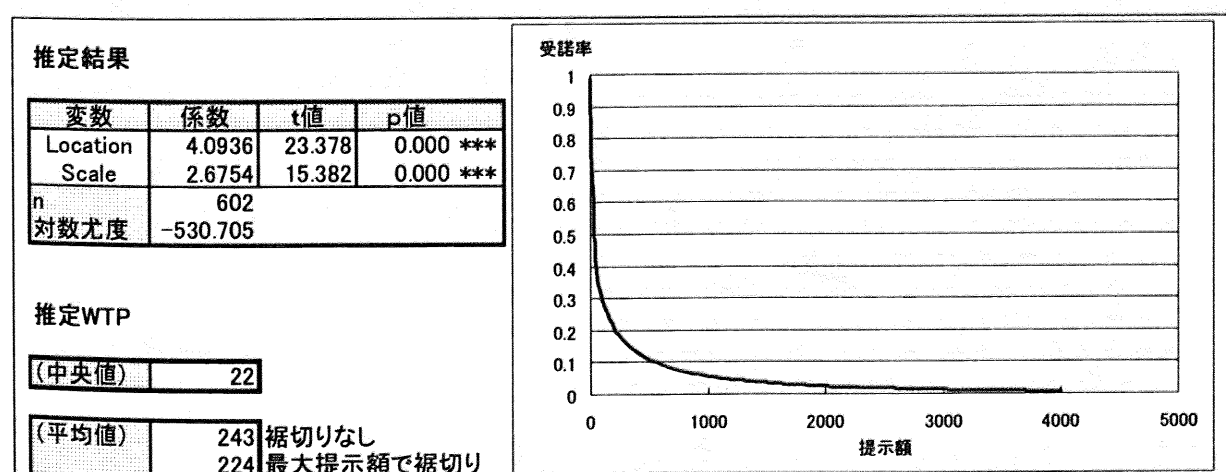


図 2-37 ダブルワイブル, テレビ, 高品質

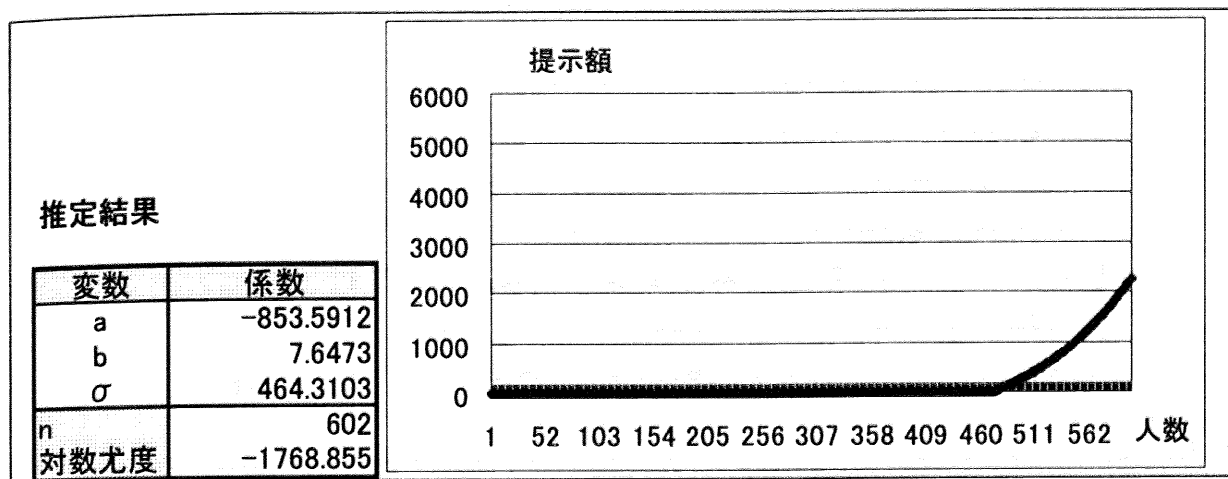


図 2-38 トービット、テレビ、高品質

(2) 中品質

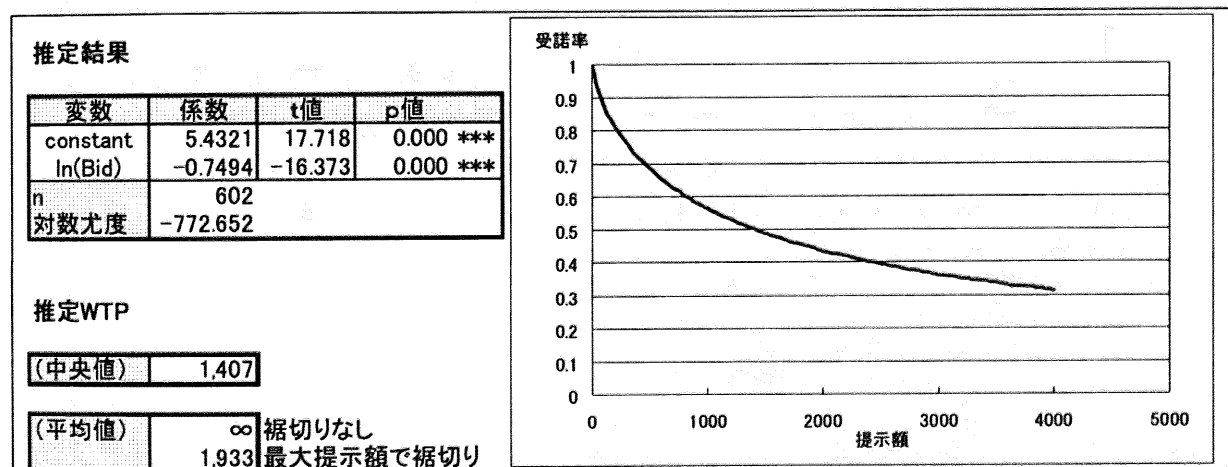


図 2-39 ダブルロジット、テレビ、中品質

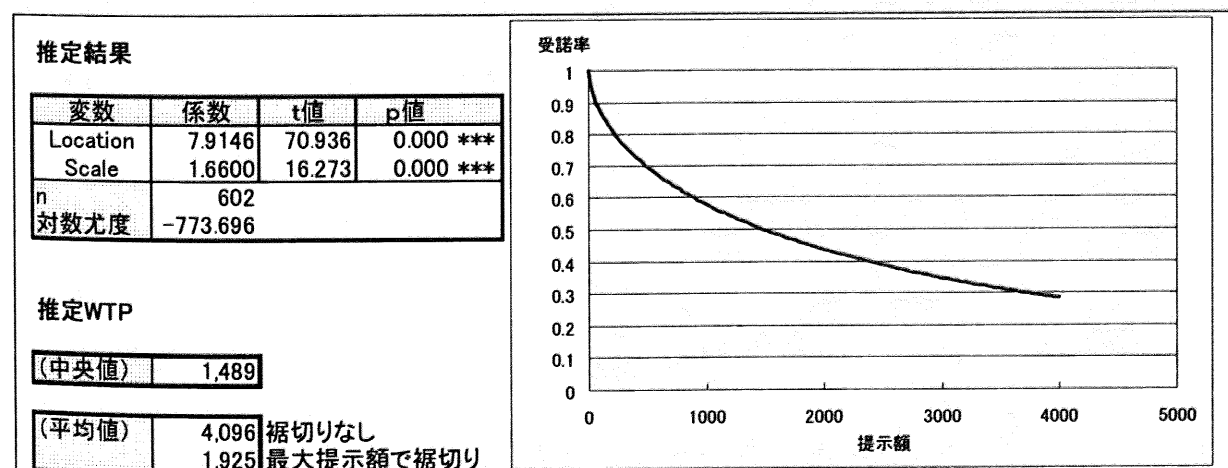


図 2-40 ダブルワイブル、テレビ、中品質

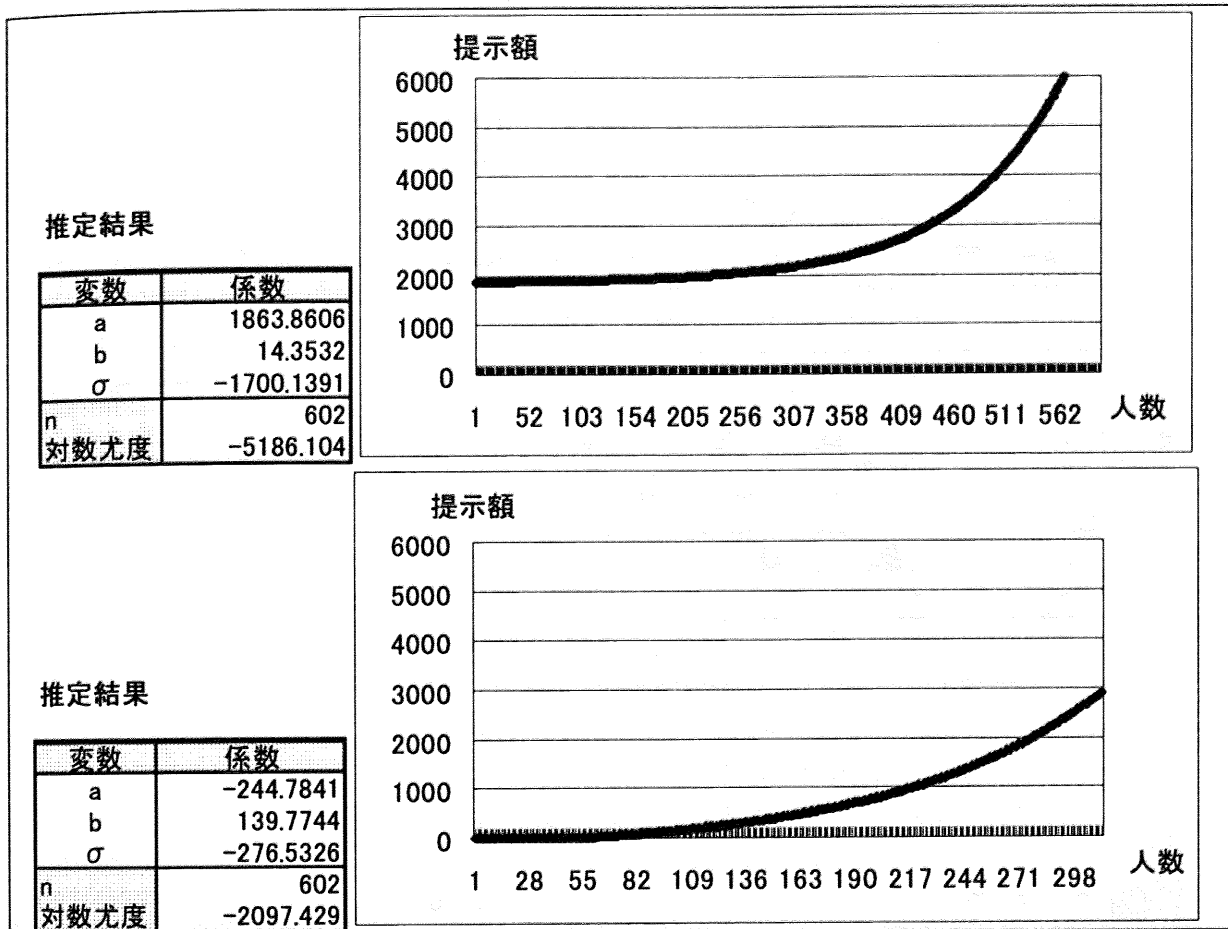


図 2-4 1 トービット, テレビ, 中品質(上: 全人数、下: 提示額 5000 未満を抽出)

(3) 低品質

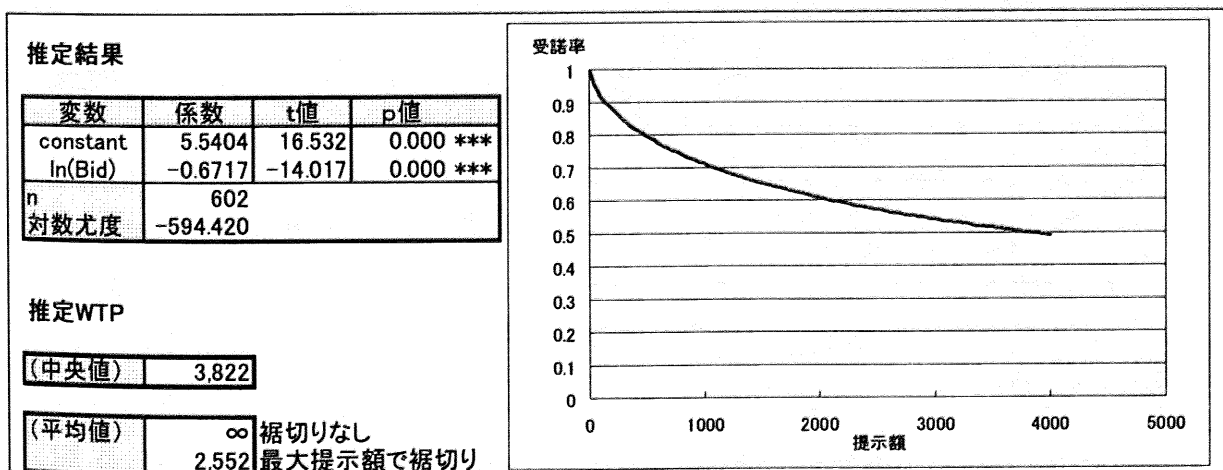


図 2-4 2 ダブルロジット, テレビ, 低品質

推定結果

変数	係数	t値	p値
Location	8.8035	50.000	0.000 ***
Scale	1.7134	13.674	0.000 ***
n	602		
対数尤度	-594.439		

推定WTP

(中央値)	3,553
-------	-------

(平均値)	10,394	裾切りなし
	2,548	最大提示額で裾切り

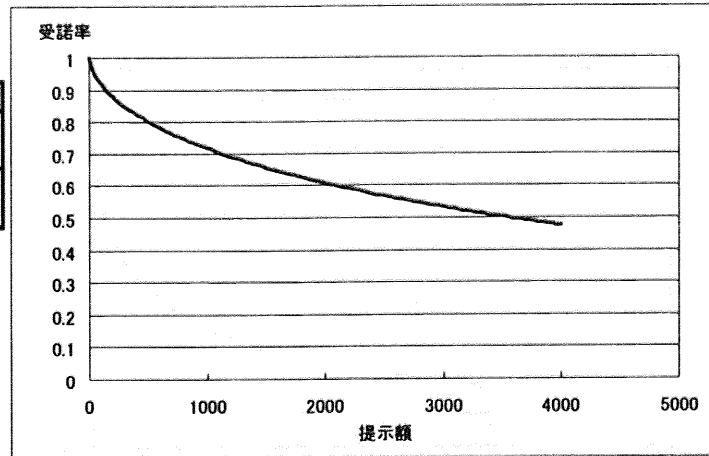
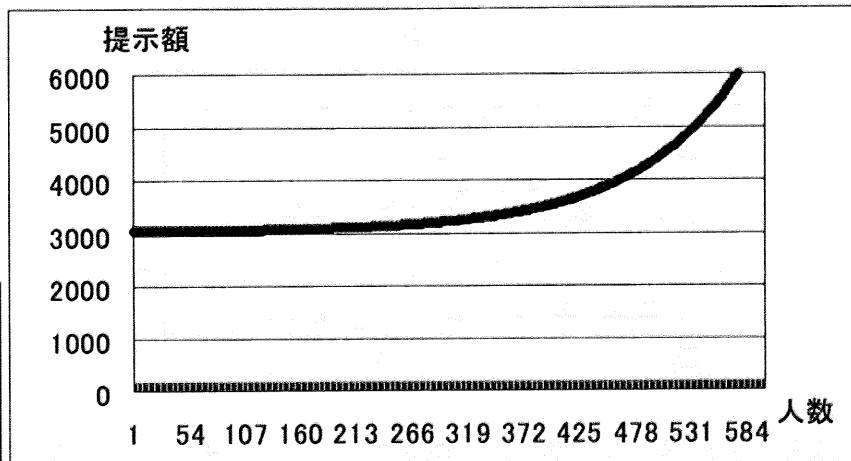


図 2-4 3 ダブルワイブル, テレビ, 低品質

推定結果

変数	係数
a	3024.4681
b	9.3359
σ	-1784.1835
n	602
対数尤度	-5220.650



推定結果

変数	係数
a	-640.0723
b	439.1682
σ	-343.8797
n	602
対数尤度	-1370.698

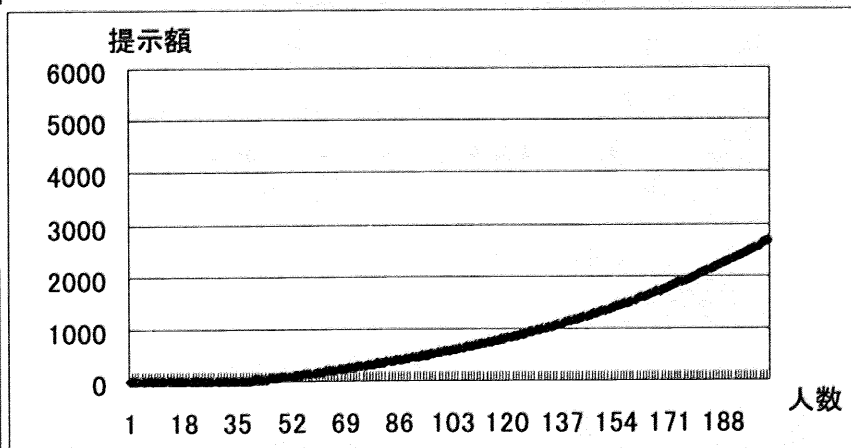


図 2-4 4 トービット, テレビ, 低品質(上: 全人数、下: 提示額 5000 未満を抽出)

(4) 環境中品質

推定結果

変数	係数	t値	p値
constant	4.1492	16.473	0.000 ***
ln(Bid)	-0.6252	-16.001	0.000 ***
n	602		
対数尤度	-806.266		

推定WTP

(中央値)	763
-------	-----

(平均値)	∞ 裾切りなし
	1,602 最大提示額で裾切り

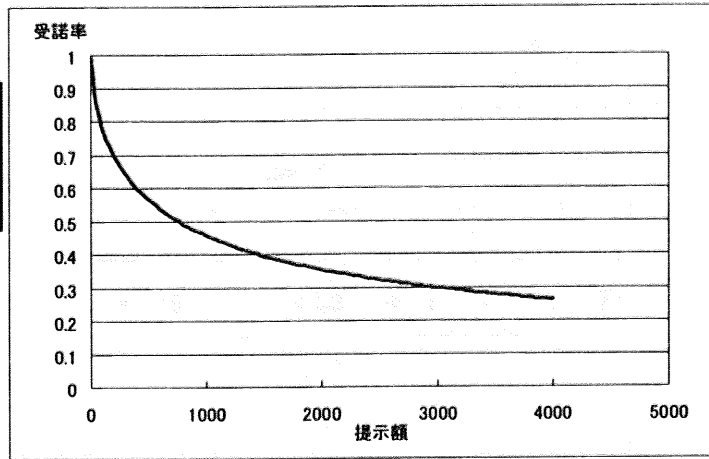


図 2-45 ダブルロジット、テレビ、環境中品質

推定結果

変数	係数	t値	p値
Location	7.5101	60.826	0.000 ***
Scale	2.1202	15.871	0.000 ***
n	602		
対数尤度	-808.690		

推定WTP

(中央値)	840
-------	-----

(平均値)	4,093 裾切りなし
	1,588 最大提示額で裾切り

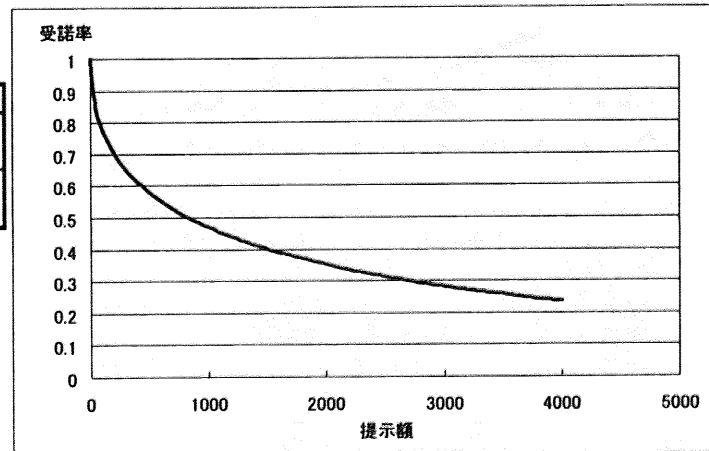
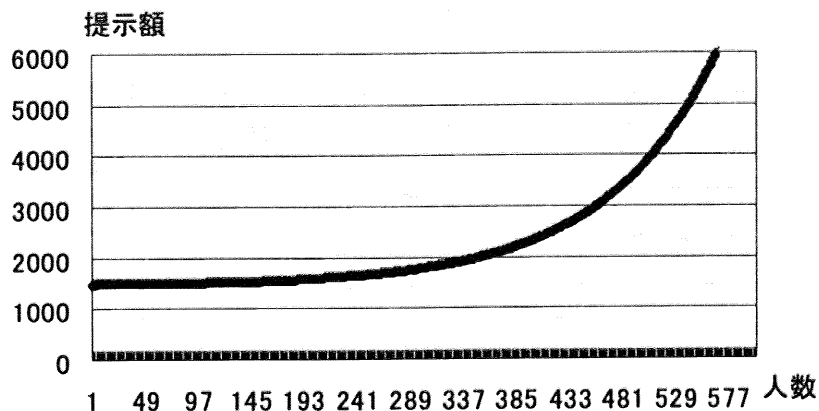


図 2-46 ダブルワイブル、テレビ、環境中品質

推定結果

変数	係数
a	1468.7852
b	15.8372
σ	-1627.0847
n	602
対数尤度	-5076.734



推定結果

変数	係数
a	-235.2906
b	99.4821
σ	-454.4851
n	602
対数尤度	-2402.818

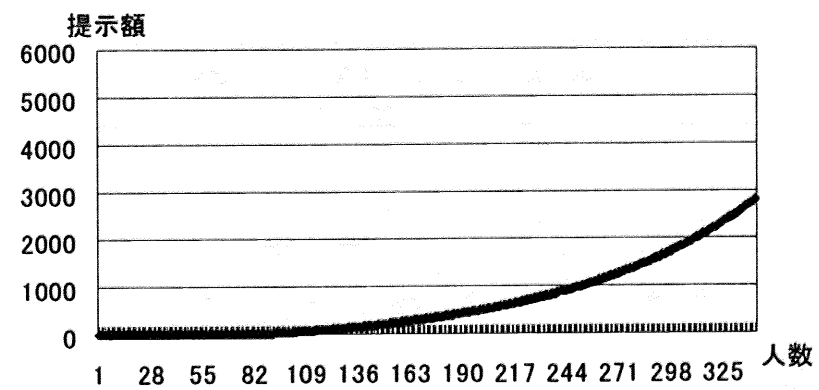


図 2-47 トービット, テレビ, 環境中品質(上: 全人数、下: 提示額 5000 未満を抽出)

(5) 環境低品質

推定結果

変数	係数	t値	p値
constant	4.3706	15.549	0.000 ***
ln(Bid)	-0.5501	-13.387	0.000 ***
n	602		
対数尤度	-670.246		

推定WTP

(中央値)	2,823
-------	-------

(平均値)	∞ 裾切りなし 2,319 最大提示額で裾切り
-------	-----------------------------------

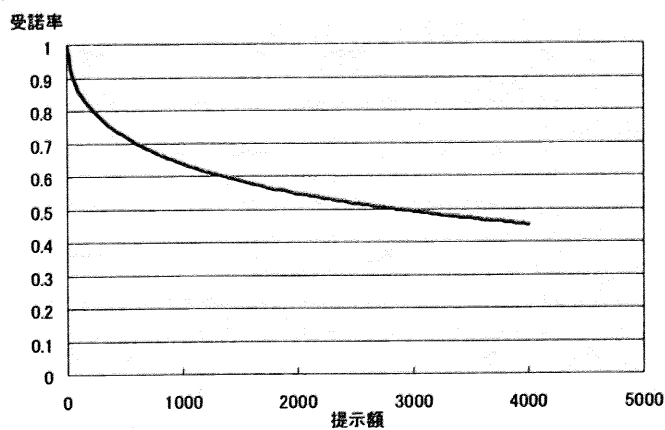


図 2-48 ダブルロジット, テレビ, 環境低品質

推定結果

変数	係数	t値	p値
Location	8.7007	44.448	0.000 ***
Scale	2.1618	13.120	0.000 ***
n	602		
対数尤度	-670.820		

推定WTP

(中央値)	2,720
-------	-------

(平均値)	14,019	裾切りなし
	2,313	最大提示額で裾切り

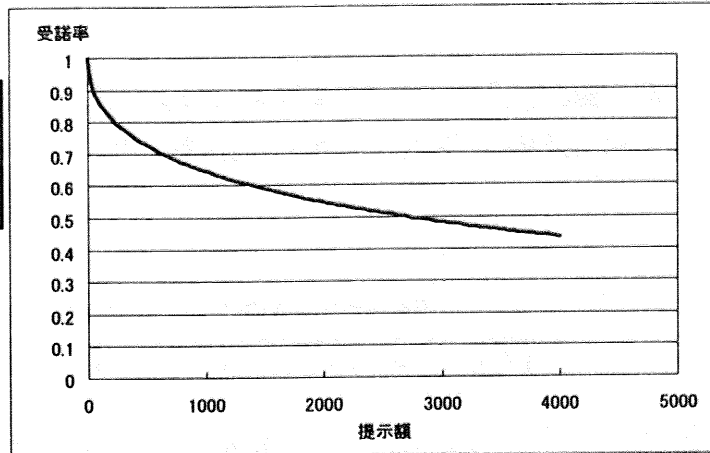
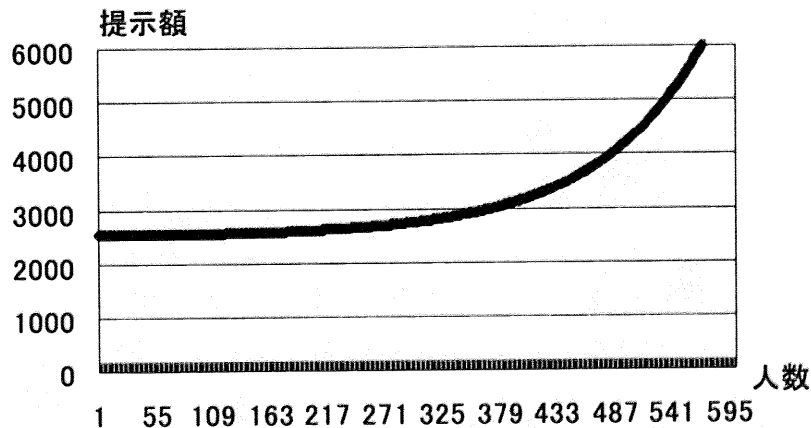


図 2-49 ダブルワイブル、テレビ、環境低品質

推定結果

変数	係数
a	2520.9729
b	11.5962
σ	-1832.6023
n	602
対数尤度	-5211.257



推定結果

変数	係数
a	-539.8032
b	289.2467
σ	-448.2695
n	602
対数尤度	-1731.535

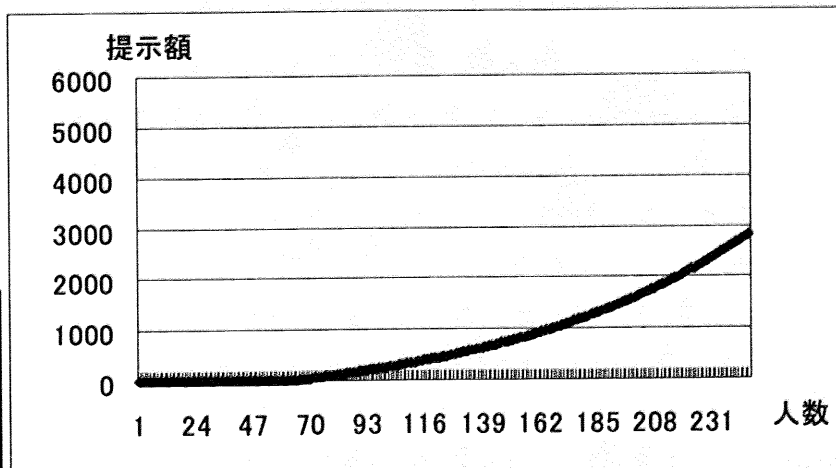


図 2-50 トービット、テレビ、環境低品質(上：全人数、下：提示額 5000 未満を抽出)

2-4.4.2 近似結果の考察

以上の結果、本研究のアンケート分析においては、ダブルロジットが最も尤度が高い分布関数であることが分かった。表 2-9 に尤度の結果を示すが、すべての品質において、ダブルロジットが最も尤度が高かった。

表 2-9 分布関数と尤度(色つきが最大尤度)

	ダブルロジット	ダブルワイブル	トービット
高品質	-528.176	-530.705	-1768.855
中品質	-772.652	-773.696	-2097.429
低品質	-594.420	-594.439	-1370.698
環境中品質	-806.266	-808.690	-2402.818
環境低品質	-670.246	-670.820	-1731.535

2-4.4.3 全家電へのダブルロジット近似

以下、テレビ以外の家電について、ダブルロジットで分析を行った。まずテレビも含めた結果一覧(中央値)を表示し、具体的な分布近似の結果を個別に図示する。平均値でなく中央値をとる理由は、最大提示額の裾きりの有無、また、アンケート設計上の最大提示額の設定金額によって、平均値は大きく左右されてしまうためである。

また、冷蔵庫の中品質、PC の中品質については、アンケート実施の際のミス⁵により、ダブルロジットではなくシングルロジット(2段階目の質問が無いもの)を用いている。

(1) 結果一覧

高品質は全家電について支払意思額は比較的少額だが、中でも PC、照明が比較的高い。受入補償額は、エアコンが比較的低く、PC が比較的高い。

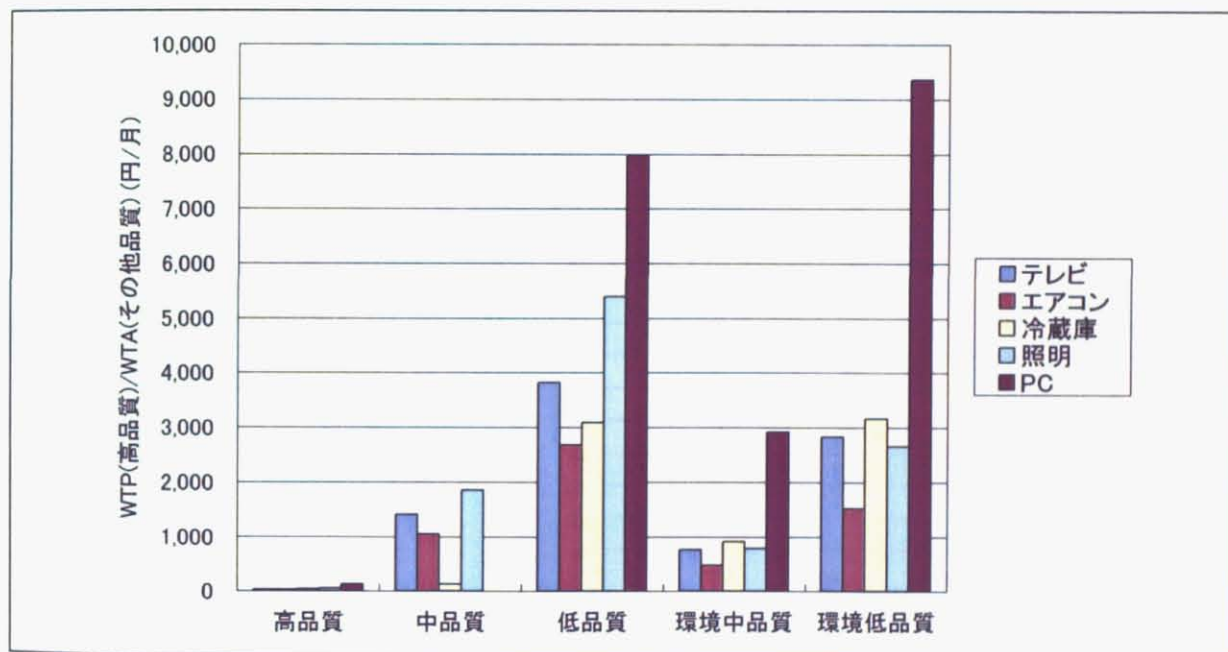


図 2-5 1 WTP / WTA の中央値推計結果一覧

表 2-1 0 WTP / WTA の中央値推計結果一覧表

品質 年収	高品質	中品質	低品質	環境中品質	環境低品質
テレビ	32	1407	3822	763	2823
エアコン	26	1046	2686	469	1511
冷蔵庫	36	125	3087	907	3159
照明	51	1848	5386	788	2663
PC	123	-	7976	2909	9358

⁵ 2段階2肢選択形式においては、1段階目で「100 円で支払う」と回答した回答者にはより高額(例えば 200 円)を2段階目で提示するが、このミスでは2段階目でより低額(例えば 50 円)を提示するという論理整合性に欠けた部分があった。

(2) エアコン

① 高品質

推定結果

変数	係数	t値	p値
constant	2.4513	8.416	0.000 ***
ln(Bid)	-0.7555	-12.969	0.000 ***
n	594		
対数尤度	-497.767		

推定WTP

(中央値)	26
-------	----

(平均値)	∞ 裾切りなし
	244 最大提示額で裾切り

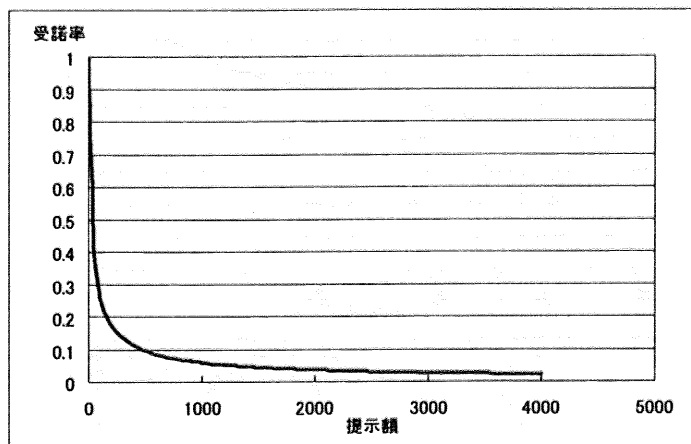


図 2-5 2 ダブルロジット, エアコン, 高品質

② 中品質

推定結果

変数	係数	t値	p値
constant	4.9839	18.070	0.000 ***
ln(Bid)	-0.7168	-16.918	0.000 ***
n	594		
対数尤度	-811.348		

推定WTP

(中央値)	1,046
-------	-------

(平均値)	∞ 裾切りなし
	1,746 最大提示額で裾切り

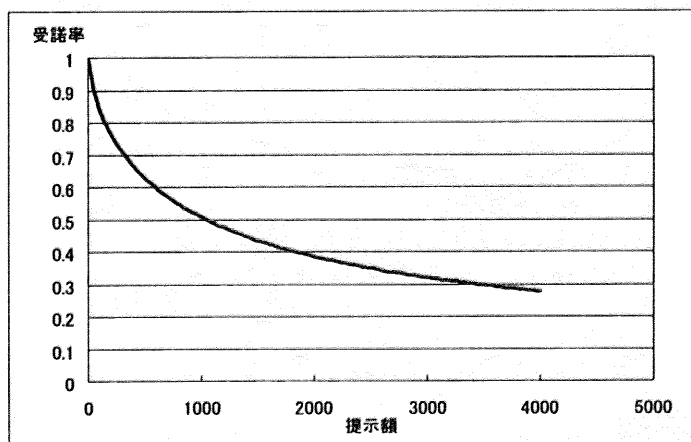


図 2-5 3 ダブルロジット, エアコン, 中品質

③ 低品質

推定結果

変数	係数	t値	p値
constant	5.0175	16.976	0.000 ***
ln(Bid)	-0.6355	-14.698	0.000 ***
n	594		
対数尤度	-646.607		

推定WTP

(中央値) 2,686

(平均値) ∞ 裾切りなし
2,328 最大提示額で裾切り

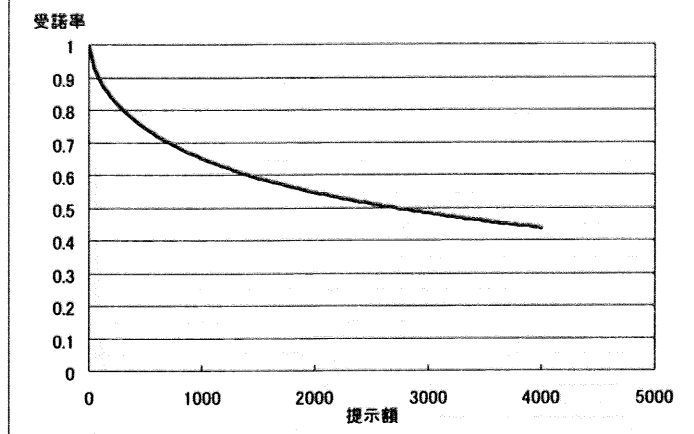


図 2-5 4 ダブルロジット, エアコン, 低品質

④ 環境中品質

推定結果

変数	係数	t値	p値
constant	3.5375	15.561	0.000 ***
ln(Bid)	-0.5752	-15.874	0.000 ***
n	594		
対数尤度	-808.535		

推定WTP

(中央値) 469

(平均値) ∞ 裾切りなし
1,388 最大提示額で裾切り

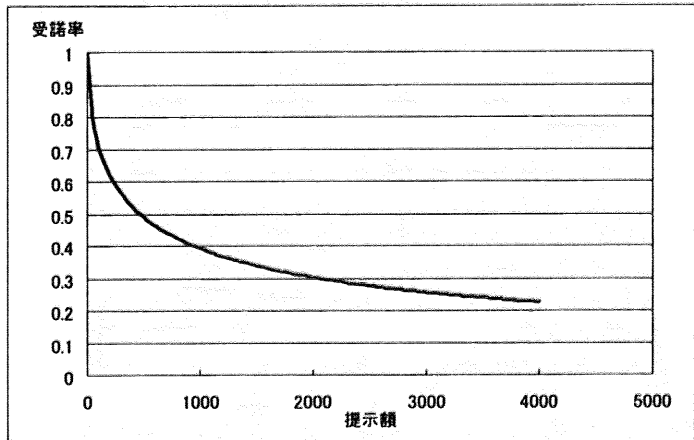


図 2-5 5 ダブルロジット, エアコン, 環境中品質

⑤ 環境低品質

推定結果

変数	係数	t値	p値
constant	4.0879	16.269	0.000 ***
ln(Bid)	-0.5584	-14.700	0.000 ***
n	594		
対数尤度	-733.408		

推定WTP

(中央値) 1,511

(平均値) ∞ 裾切りなし
1,996 最大提示額で裾切り

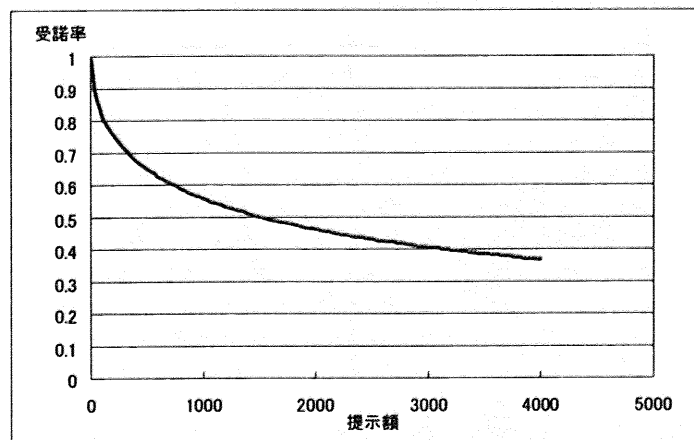


図 2-5 6 ダブルロジット, エアコン, 環境低品質

(3) 冷蔵庫

① 高品質

推定結果

変数	係数	t値	p値
constant	2.6255	9.073	0.000 ***
ln(Bid)	-0.7346	-12.822	0.000 ***
n	594		
対数尤度	-559.401		

推定WTP

(中央値) 36

(平均値) ∞ 裾切りなし
315 最大提示額で裾切り

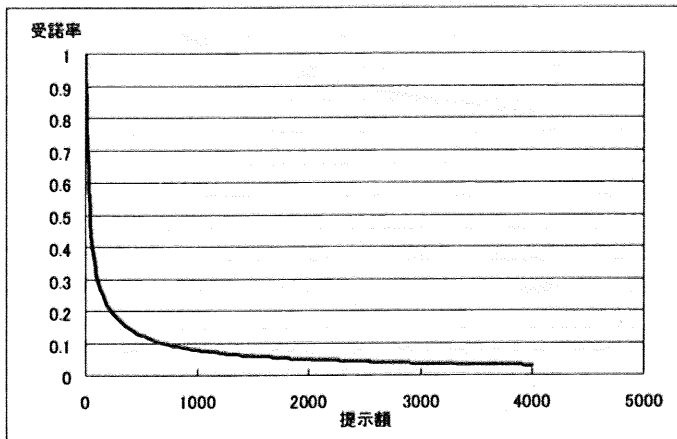


図 2-57 ダブルロジット, 冷蔵庫, 高品質

② 中品質

推定結果

変数	係数	t値	p値
constant	1.7482	3.924	0.000 ***
ln(Bid)	-0.1489	-2.022	0.044 **
n	594		
対数尤度	-358.031		

推定WTP

(中央値) 125,499

(平均値) ∞ 裾切りなし
1,364 最大提示額で裾切り

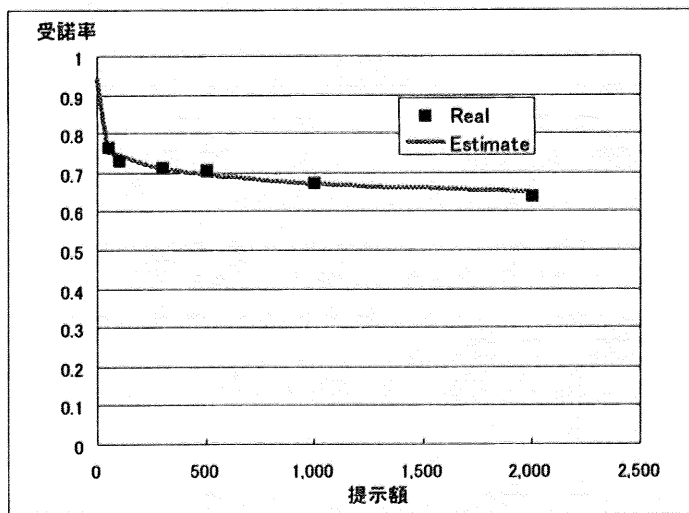


図 2-58 シングルロジット, 冷蔵庫, 中品質

③ 低品質

推定結果

変数	係数	t値	p値
constant	5.3785	16.291	0.000 ***
ln(Bid)	-0.6694	-14.080	0.000 ***
n	594		
対数尤度	-606.473		

推定WTP

(中央値)	3,087
-------	-------

(平均値)	∞ 裾切りなし
	2,425 最大提示額で裾切り

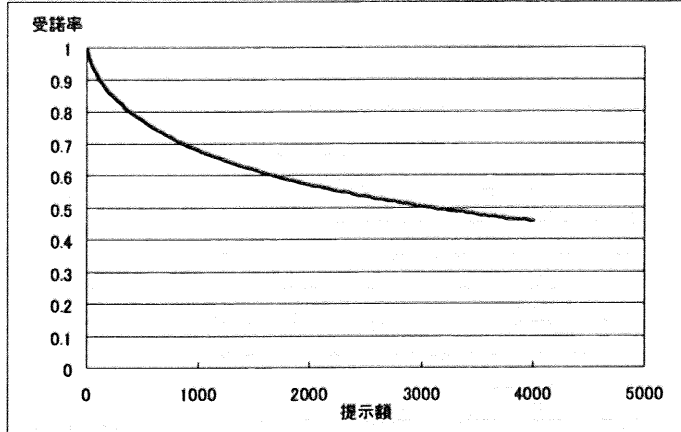


図 2-59 ダブルロジット, 冷蔵庫, 低品質

④ 環境中品質

推定結果

変数	係数	t値	p値
constant	3.9764	16.199	0.000 ***
ln(Bid)	-0.5839	-15.472	0.000 ***
n	594		
対数尤度	-779.903		

推定WTP

(中央値)	907
-------	-----

(平均値)	∞ 裾切りなし
	1,718 最大提示額で裾切り

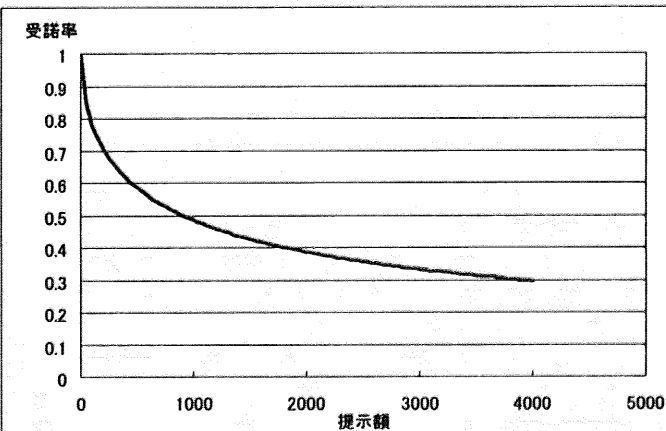


図 2-60 ダブルロジット, 冷蔵庫, 環境中品質

⑤ 環境低品質

推定結果

変数	係数	t値	p値
constant	4.4713	16.046	0.000 ***
ln(Bid)	-0.5549	-13.601	0.000 ***
n	594		
対数尤度	-636.647		

推定WTP

(中央値)	3,159
-------	-------

(平均値)	∞ 裾切りなし
	2,378 最大提示額で裾切り

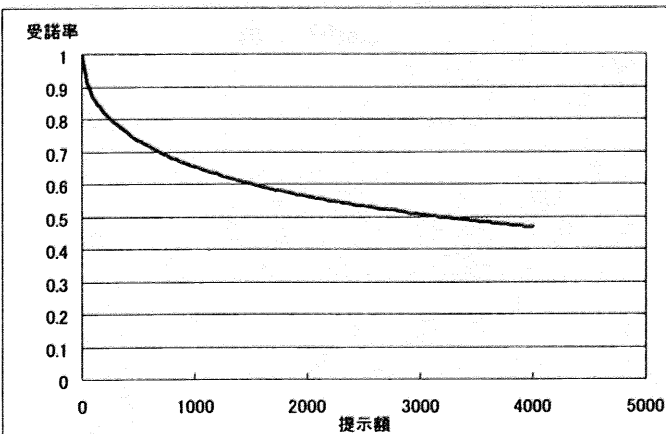


図 2-61 ダブルロジット, 冷蔵庫, 環境低品質

(4) 照明

① 高品質

推定結果

変数	係数	t値	p値
constant	3.3290	11.546	0.000 ***
ln(Bid)	-0.8465	-14.614	0.000 ***
n	611		
対数尤度	-595.754		

推定WTP

(中央値)	51
-------	----

(平均値)	∞ 裾切りなし
	305 最大提示額で裾切り

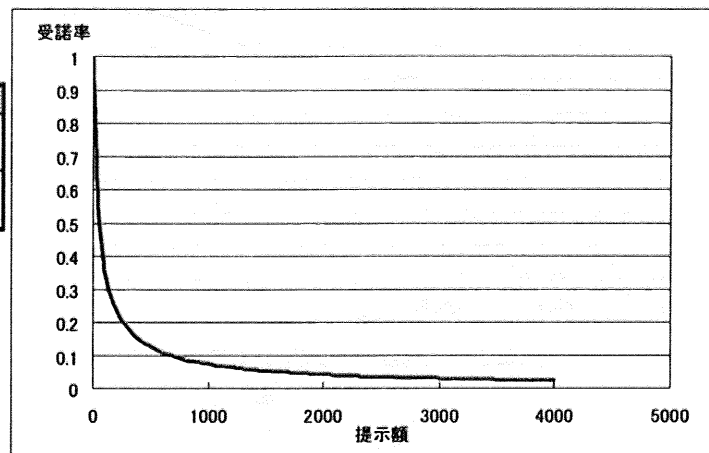


図 2-6 2 ダブルロジット, 照明, 高品質

② 中品質

推定結果

変数	係数	t値	p値
constant	5.8374	18.713	0.000 ***
ln(Bid)	-0.7761	-16.665	0.000 ***
n	611		
対数尤度	-710.660		

推定WTP

(中央値)	1,848
-------	-------

(平均値)	∞ 裾切りなし
	2,120 最大提示額で裾切り

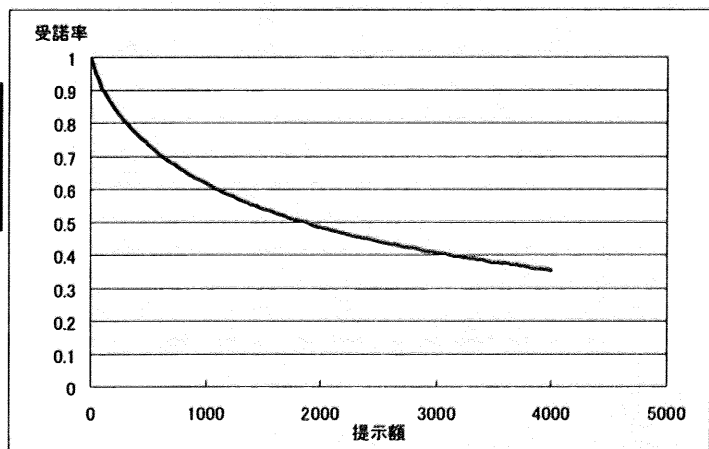


図 2-6 3 ダブルロジット, 照明, 中品質

③ 低品質

推定結果

変数	係数	t値	p値
constant	5.3760	14.946	0.000 ***
ln(Bid)	-0.6257	-12.158	0.000 ***
n	611		
対数尤度	-562.758		

推定WTP

(中央値) 5,386

(平均値) ∞ 裾切りなし
2,706 最大提示額で裾切り

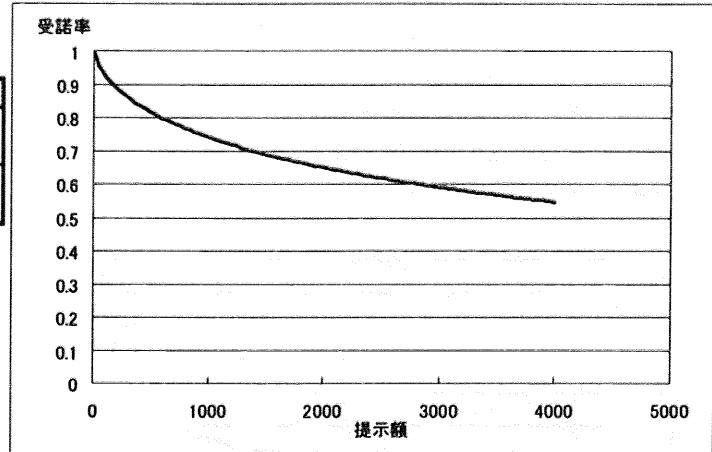


図 2-64 ダブルロジット, 照明, 低品質

④ 環境中品質

推定結果

変数	係数	t値	p値
constant	3.8225	15.349	0.000 ***
ln(Bid)	-0.5732	-14.807	0.000 ***
n	611		
対数尤度	-786.947		

推定WTP

(中央値) 788

(平均値) ∞ 裾切りなし
1,650 最大提示額で裾切り

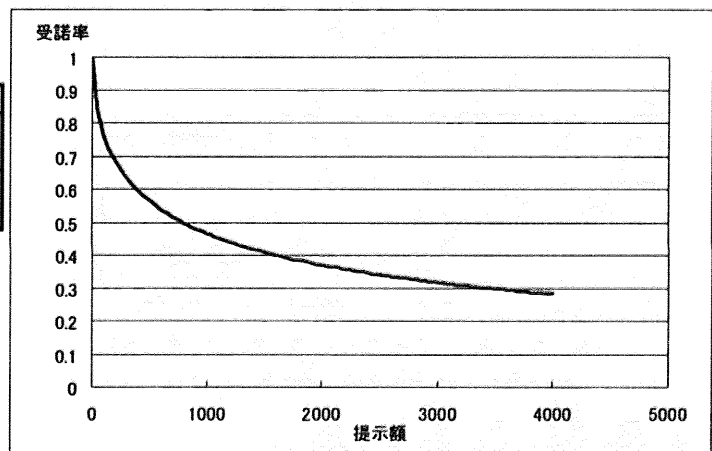


図 2-65 ダブルロジット, 照明, 環境中品質

⑤ 環境低品質

推定結果

変数	係数	t値	p値
constant	4.1477	15.093	0.000 ***
ln(Bid)	-0.5259	-13.010	0.000 ***
n	611		
対数尤度	-661.527		

推定WTP

(中央値) 2,663

(平均値) ∞ 裾切りなし
2,279 最大提示額で裾切り

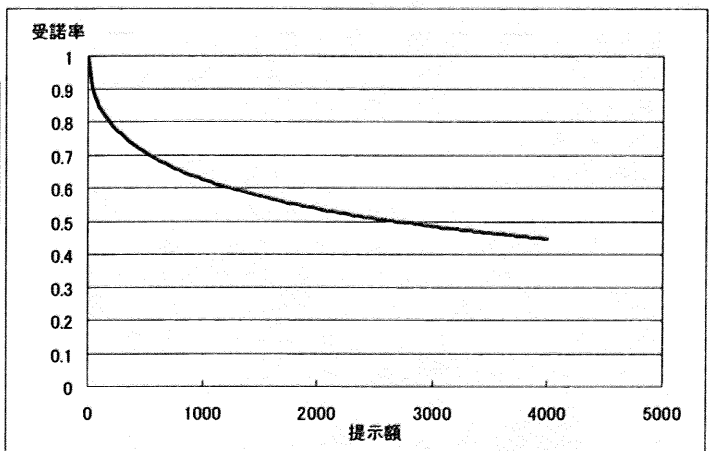


図 2-66 ダブルロジット, 照明, 環境低品質

(5) PC

① 高品質

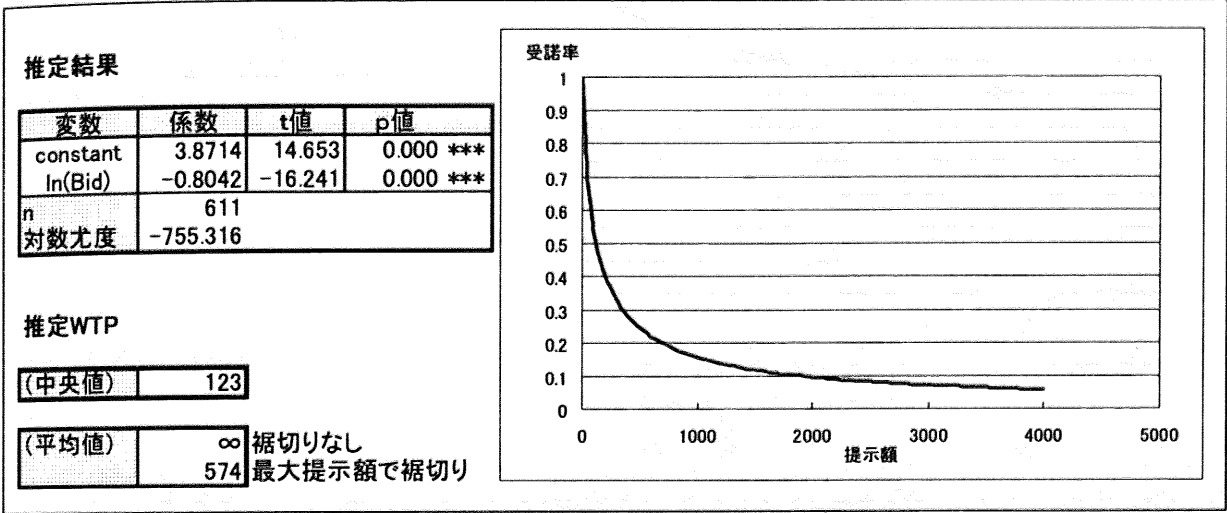


図 2-67 ダブルロジット, PC, 高品質

② 中品質

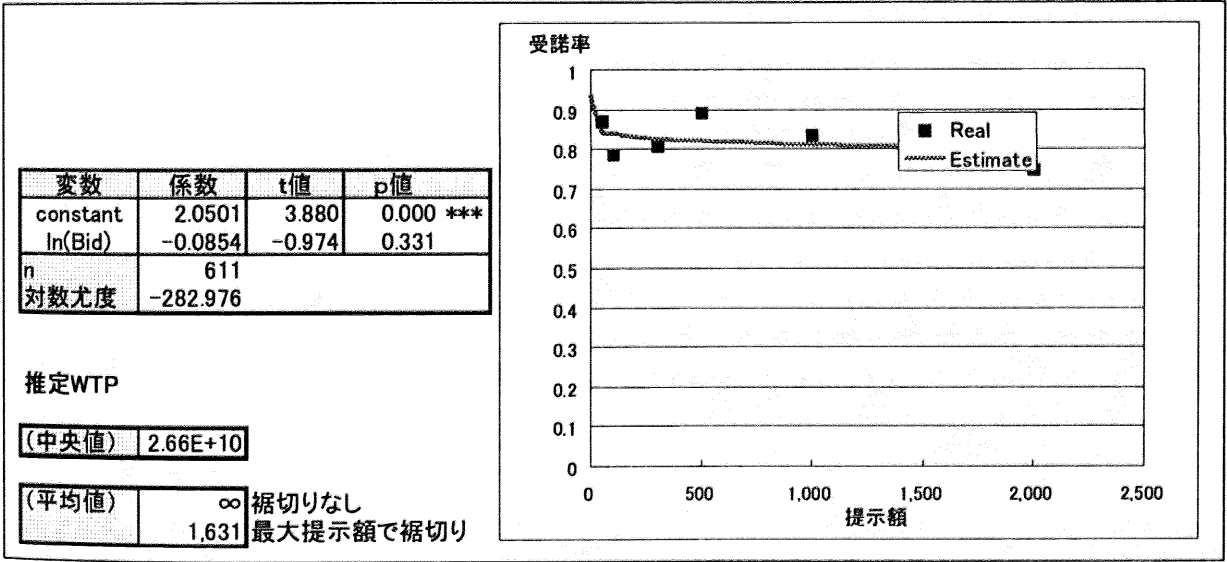


図 2-68 シングルロジット, PC, 中品質

③ 低品質

推定結果

変数	係数	t値	p値
constant	5.0013	14.161	0.000 ***
ln(Bid)	-0.5567	-11.103	0.000 ***
n	611		
対数尤度	-513.616		

推定WTP

(中央値) 7,976

(平均値) ∞ 裾切りなし
2,824 最大提示額で裾切り

受諾率

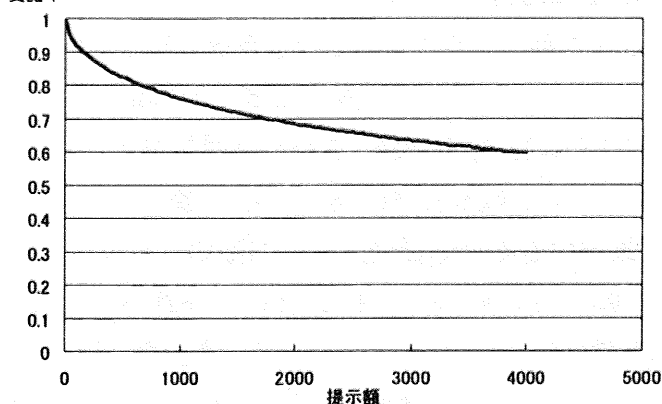


図 2-69 ダブルロジット, PC, 低品質

④ 環境中品質

推定結果

変数	係数	t値	p値
constant	4.6669	15.624	0.000 ***
ln(Bid)	-0.5851	-13.396	0.000 ***
n	611		
対数尤度	-632.958		

推定WTP

(中央値) 2,909

(平均値) ∞ 裾切りなし
2,351 最大提示額で裾切り

受諾率

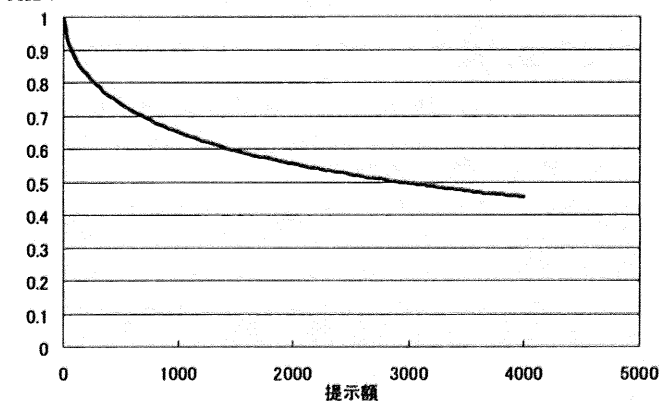


図 2-70 ダブルロジット, PC, 環境中品質

⑤ 環境低品質

推定結果

変数	係数	t値	p値
constant	4.5794	14.010	0.000 ***
ln(Bid)	-0.5008	-10.749	0.000 ***
n	611		
対数尤度	-499.828		

推定WTP

(中央値) 9,358

(平均値) ∞ 裾切りなし
2,822 最大提示額で裾切り

受諾率

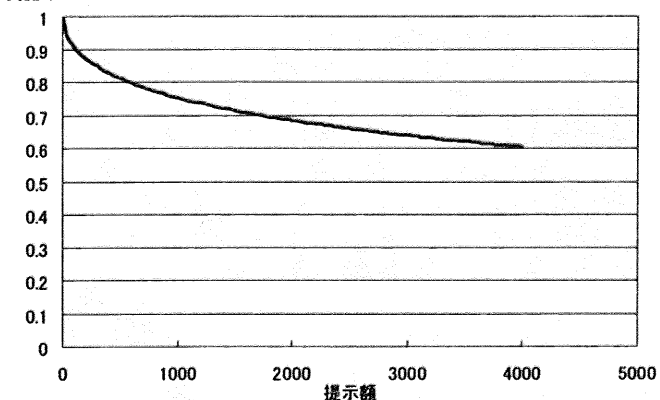


図 2-71 ダブルロジット, PC, 環境低品質

2-4.5 アンケート結果分析のまとめ

分析の結果、各家電・各品質について、支払意思額・受入補償額の分布曲線が描けた。一般生活者にとって、高品質は多くの人には不必要であるという結果となり、逆に中品質・低品質は家電によっては受け入れる人数も相当数存在することが分かった。

家電別にみても、高品質ではPCが最も支払意思額が高く、他の4家電に比べて同じ金額で約2倍の受諾率を示していた。PC以外4家電の支払意思額分布曲線の形は、ほぼ同様であった。中品質では、照明、テレビ、エアコンの順に、受入補償額が小さい結果となった。具体的には、受諾率が0.5である点が、それぞれ約2000円、約1500円、約1000円となった。低品質では、PC、照明、テレビ、冷蔵庫、エアコンの順に、受入補償額が小さい結果となった。具体的には、受諾率が0.6である点が、それぞれ約3800円、約2800円、約2000円、約1700円、約1400円となった。

また、環境価値を大きく見る家電は順に、照明(環境価値が付くと、中・低品質の、受諾率0.6の点の受入補償額の減少割合が平均59.2%)、エアコン(同52.0%)、テレビ(同40.3%)、冷蔵庫(同10.0%)、PC(同5.1%)となった。

以上を簡単にまとめると、照明は停電許容度が低いが環境価値のため品質を犠牲にしやすい(以下この性質を「環境価値重視度が高い」と表現する)家電であり、冷蔵庫は停電許容度が高いが環境価値重視度が低い家電である。PCは停電許容度も環境価値重視度も低い家電であり、エアコンは停電許容度も環境価値重視度も高い家電である。テレビは2つの指標に置いて中間的な家電である。

このように、家電別に異なる停電許容度と環境価値重視度を把握した上で、環境機器も適切に配置した多品質エネルギーネットワークを構築することは、過剰な高品質供給による無駄を省くことにつながるため、エネルギーの高効率利用の促進の一助となる大変有意義なことであるといえよう。

2-5. (参考)属性別分析

アンケートを採った集団は、各年収層から一定割合を抽出し全国から平均的に集めていたが、ある特定の集団における総支払意思額・総受入補償額を測るためには、分析対象とする母集団をある範囲に特定しなければならない。例えば年収 300 万円以下のサンプルの WTP / WTA を測るためには、それらのサンプルのみを対象とした統計分析を行わなければならない。

ここでは、サンプルの調整を行い、属性別に WTP / WTA を算出する。分布関数にはダブルロジットを用いることとする。想定できる属性としては、アンケートで入手した以下の 13 通りの属性が考えられるが、ここでは特に有意性があると考えられる、年収別、在宅時間別、環境知識別、停電許容度別の 4 通りに限定して分析を行った。

また、属性別分析はテレビのみに対して行った。テレビに対する WTP / WTA は 5 家電の中で最も平均的であり、属性別の特徴を分析するにはテレビだけで十分であると判断したからである。

- ・ 年収別(300 万円未満、300～500 万円未満、500～700 万円未満、700～1000 万円未満、1000～1500 万円未満、1500 万円以上)
- ・ 地域別(北海道・東北、関東、中部・東海・近畿、中国・四国・九州・沖縄)
- ・ 男女別(男、女)
- ・ 世帯人数別(1 人、2 人、3 人、4 人、5 人、6 人、7 人、8 人以上)
- ・ 年齢(20 歳未満、20 歳代、30 歳代、40 歳代、50 歳代、60 歳以上)
- ・ 職業(農業、林業、漁業、製造業、運輸・通信業、卸売り・小売業、金融・不動産業、建設業、観光業、サービス業、公務員、教職員、飲食店・宿泊業、医療・福祉業、電力・ガス・熱供給水道業、主婦、学生、無職、その他)
- ・ 契約電力別(10A、20A、30A、40A、50A、60A)
- ・ 電気料金別(2 千円以下、2 千円～4 千円、4 千円～6 千円、6 千円～8 千円、8 千円～10 千円、10 千円～12 千円、12 千円～14 千円、14 千円～16 千円、16 千円～18 千円、18 千円～20 千円、20 千円以上)
- ・ 停電許容度別(今より停電回数が増えても別に構わない、今くらいの停電回数がちょうどよい、今より停電回数が減った方がよい)
- ・ 居住形態別(一戸建て(持ち家)、一戸建て(借家)、集合住宅(持ち家)、集合住宅(借家))
- ・ 在宅時間別(3 時間以内(例：家には眠りに帰るだけ)、3 時間～6 時間(例：家で晩酌する、テレビ鑑賞や読書をしたりする)、6 時間～9 時間(例：食事は家で作る)、9 時間以上(例：家事は毎日ばっちり行う))
- ・ 環境知識別(環境用語の認知度が平均以上、平均以下)
- ・ 環境意識別(配慮方製品を有している、有していない)

2-5.1 年収別

年収毎に、WTP / WTA は異なることが予想できる。また、住宅地に多品質エネルギーネットワークを設置することを考えた場合、住宅地とはおおよそ地価や家賃ごとに地域が重なっているため、世帯年収を属性とすることは極めて有意義である。

300万円未満、300～500万円未満、500～700万円未満、700～1000万円未満、1000～1500万円未満、1500万円以上の6通りについて、ダブルロジットによる分析を行った。分析の結果、中央値は表2-11の通り集計された。

予想では、年収によってWTP / WTAは変化すると考えていたが、必ずしもそうとはいえない結果となった。年収よりも、具体的な電気使用の意識に着目した分析の方が、より特徴を抽出できると思われる。

表 2-11 年収別アンケート実施結果(テレビ, 中央値)(単位: 円/月)

品質 年収	高品質	中品質	低品質	環境中品質	環境低品質
300万円未満	28	1187	3296	768	3731
300～500万円未満	26	1162	5387	835	3107
500～700万円未満	24	1078	2105	610	1939
700～1000万円未満	38	1576	3613	668	2800
1000～1500万円未満	66	1368	4260	716	2315
1500万円以上※	-	-	-	-	-

※年収1500万円以上は、サンプルが少ないため有意な結果が得られなかった

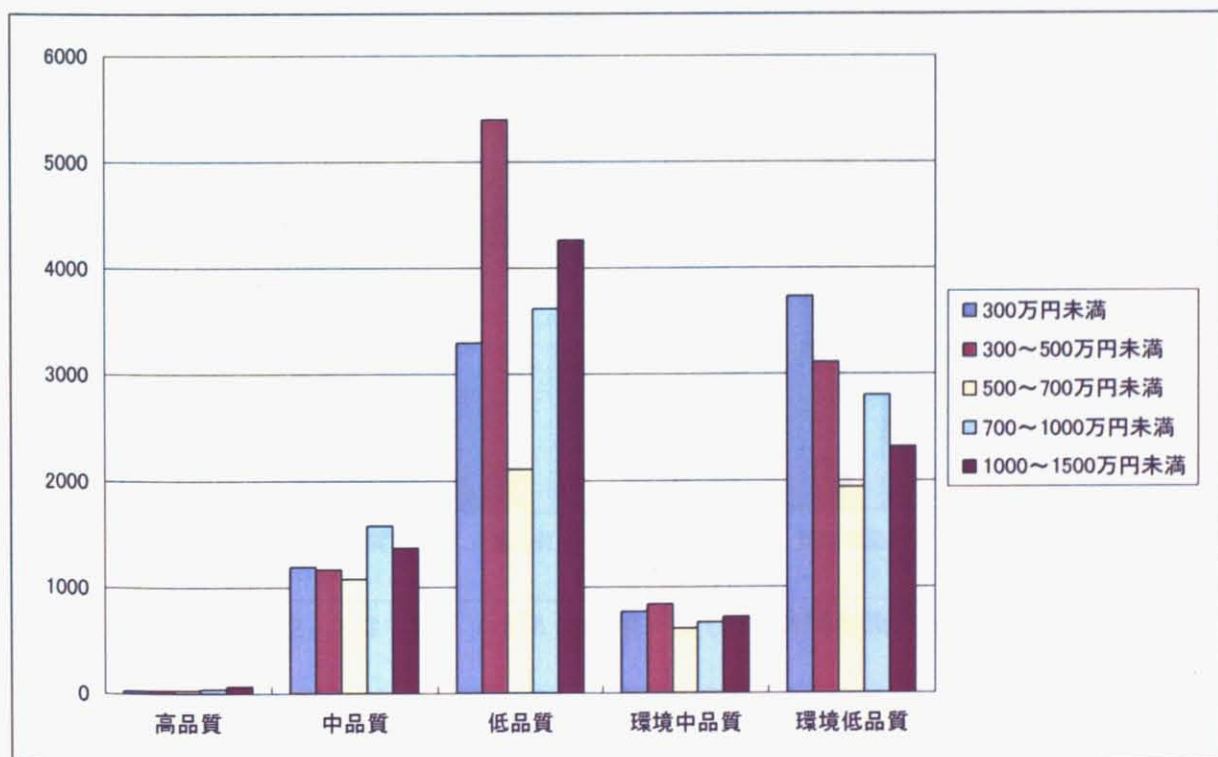


図 2-7-2 WTP / WTA の結果一覧(年収別属性分析)

2-5.2 在宅時間別

在宅時間が異なれば、家電に接する時間も比例して長くなるため、WTP / WTA は異なることが予想できる。在宅時間の違いは、主に職業の違いによって生じると考えられる。

在宅時間が、3 時間以内、3 時間～6 時間、6 時間～9 時間、9 時間以上の 4 通りについて、ダブルロジットによる分析を行った。分析の結果、中央値は表 2-12 の通り集計された。

結果、若干であるが、在宅時間が長い人ほど受入補償額が高い、という傾向が確認できた。これは、在宅時間が長く、家電に接する時間が長い人ほど電力の品質が落ちることを嫌う、ということの意味する。

表 2-12 在宅時間別アンケート実施結果(テレビ, 中央値)(単位: 円)

品質 在宅時間	高品質	中品質	低品質	環境中品質	環境低品質
3時間以内	57	1325	3343	702	2044
3時間～6時間	28	1334	4182	711	2686
6時間～9時間	30	1355	3250	666	3669
9時間以上	38	1554	3898	960	2511

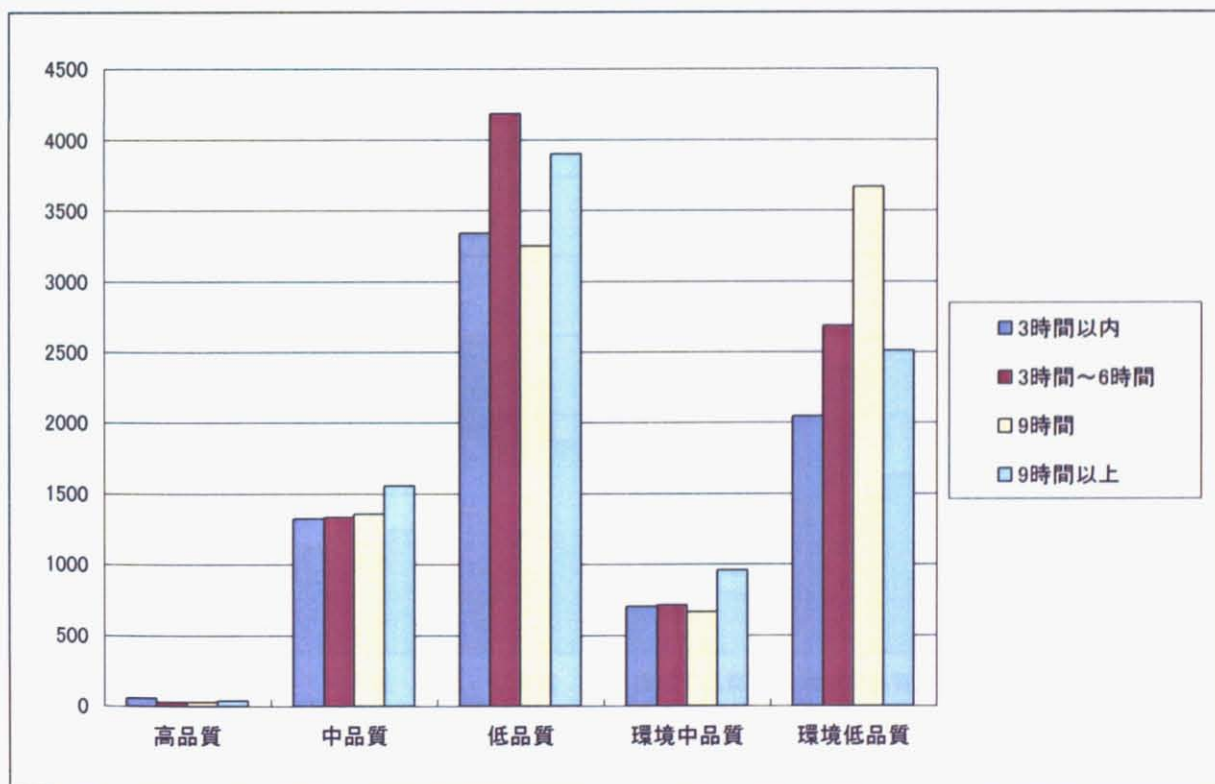


図 2-73 WTP / WTA の結果一覧(在宅時間別属性分析)

2-5.3 環境知識別

アンケート内で、環境に関わる知識の度合いを、3点満点で評価してもらった。質問は8項目あり、最低8点、最高24点で順位づけをした。

点数を、24点～19点、18点～17点、16点～15点、14点～8点の4段階に分け、ダブルロジットによる分析を行った。分析の結果、中央値は表2-13の通り集計された。

予想では、環境知識が高いほど、環境中品質・環境低品質の受入補償額は低くなると考えていたが、必ずしもそうとはいえない結果となった。

表 2-13 環境知識別アンケート実施結果(テレビ, 中央値)(単位: 円)

品質 環境意識	高品質	中品質	低品質	環境中品質	環境低品質
19点～24点	34	1346	3920	638	4456
17点～18点	37	1532	6689	719	3583
15点～16点	36	1206	3389	974	1925
8点～14点	25	1557	2661	770	2251

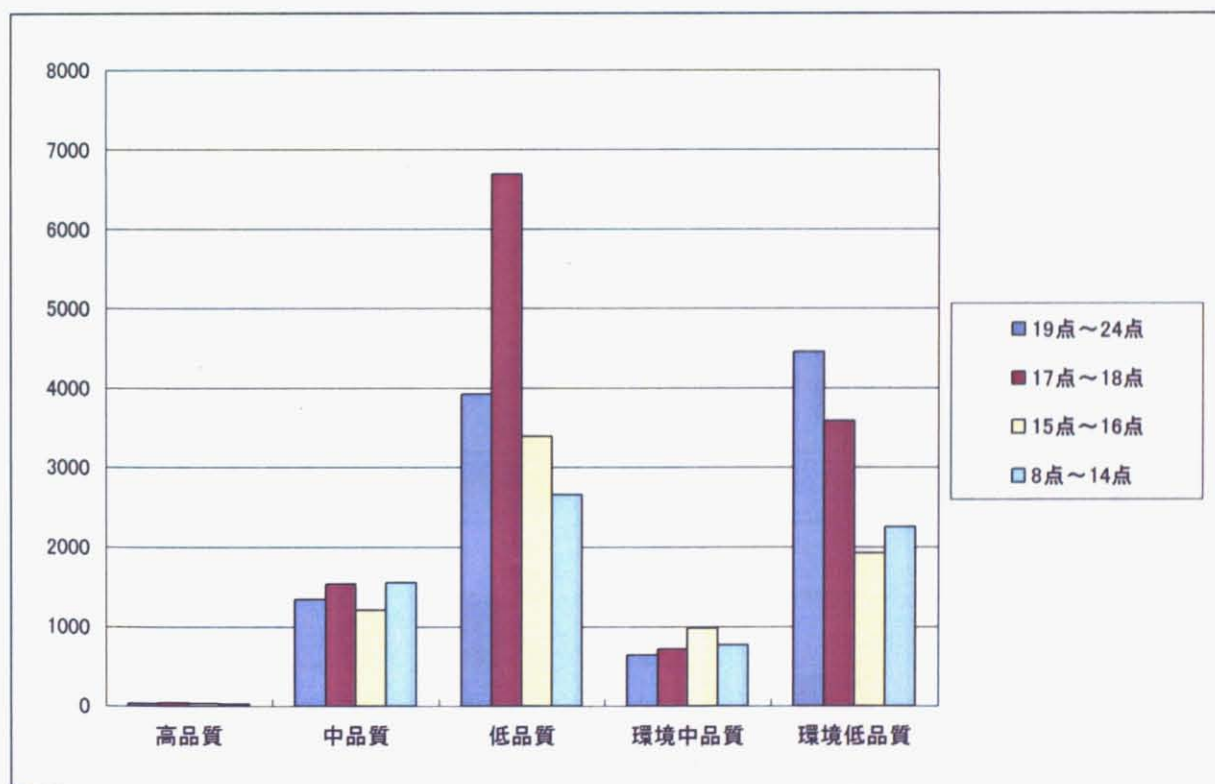


図 2-74 WTA / WTP の結果一覧(環境知識別属性分析)

2-5.4 停電許容度別

停電頻度が増加する事に対し、その許容度を直接尋ねた。

「今より停電回数が増えても別に構わない」、「今くらいの停電回数がちょうどよい」、「今より停電回数が減った方がよい」の3通りに分け、ダブルロジットによる分析を行った。分析の結果、中央値は表2-14の通り集計された。

結果、現状より停電頻度が増加しても良いと考える層は、中品質の受入補償額がその他の層の6分の1程度、低品質のそれは3分の1程度となった。環境の概念が導入されても、他の層より受入補償額削減率は低く留まっており、この層は現状品質を過剰なものと考えているといえよう。参考までにこの層は、アンケート回答者全体のうち約1割存在する。

表 2-14 停電許容度別アンケート実施結果(テレビ, 中央値)(単位: 円)

品質 停電許容度	高品質	中品質	低品質	環境中品質	環境低品質
今より停電回数が増えても別に構わない	5	331	1445	230	910
今くらいの停電回数がちょうどよい	20	1725	4276	668	2733
今より停電回数が減った方がよい	72	1735	4099	1435	3429

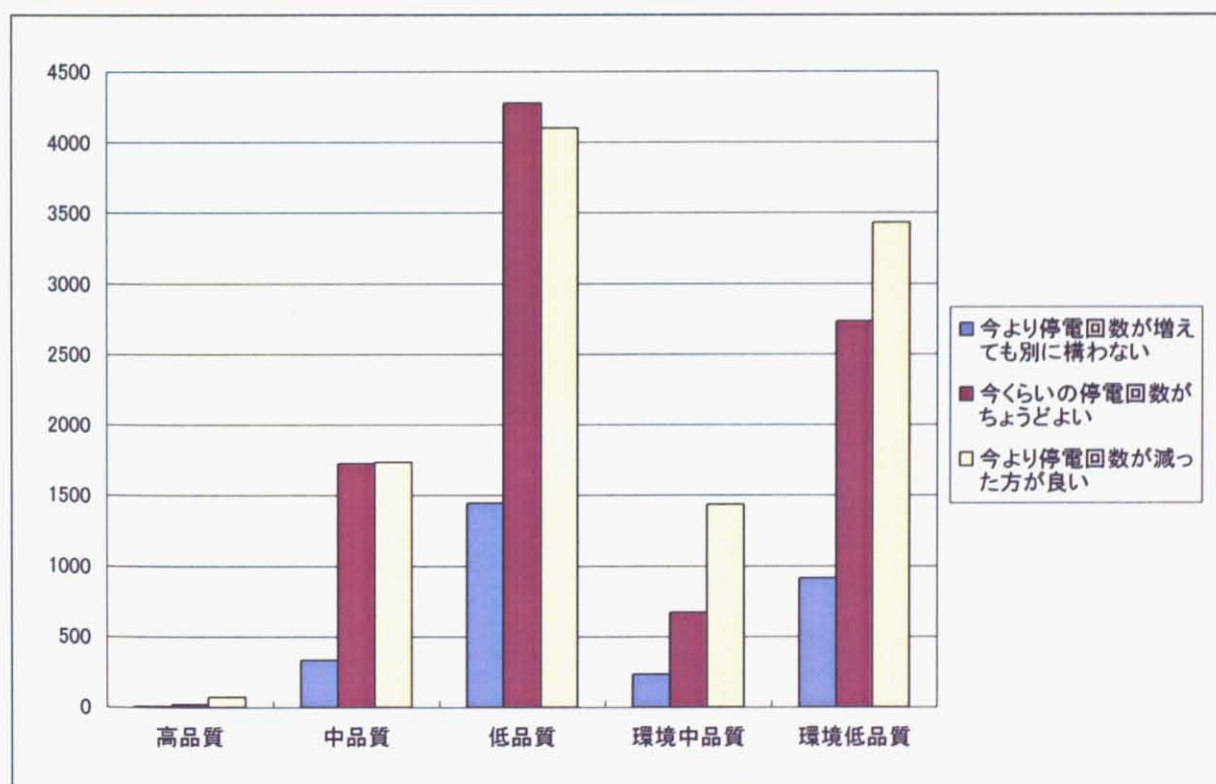


図 2-75 WTP / WTA の結果一覧(停電許容度別属性分析)

2-5.5 属性別分析のまとめ

属性別分析では、有意な結果と、有意でない結果に分かれた。年収が高ければ高いほど、支払意思額・受入補償額も高い結果になると予想していたが、これは本分析では示せなかった。また、環境知識が豊富であるほど環境関心度も大きいという既存研究²⁴⁾の結果もあることからこの層は自然エネルギーの受容性も高いと予想していたが、結果として示せなかった。数少ない有意な結果として、家電に長く接する人ほど停電には敏感であるという結果があるが、仮に多品質エネルギーを売り込む場合にこの結果を基に考えると、年収や環境意識にかかわらず主婦層をはじめとした在宅時間の長い層に対するアピールが必要であることが示唆される。

2-6. (参考)効用分析

エネルギーを選択する際に消費者が考えることは、価格という属性だけではなく品質という属性も重要であるとの仮定を、以上のアンケート分析で示してきた。では一体、消費者はエネルギーを選択する際、価格をどの程度重要視し、品質をどの程度重要視しているのだろうか。ここでは、多属性効用関数²⁵⁾を用い、消費者がエネルギー選択に際して重視する属性とその度合いを定量化することを目的として分析を行う。この分析は、品質と価格のトレードオフ関係を家電毎により明確に知ることの一助となるであろう。

2-6.1 多属性効用分析とは

多属性効用関数とは、主体行動の判断基準となる効用を複数属性に分解し、関数として表現したものである。ここでは具体的に、エネルギー商品を選択するにあたって、コスト、品質の2つの属性があると仮定する。効用関数にはコブ＝ダグラス型関数が広くに用いられており、当分析にも適用する。効用関数の推定には、アンケート結果による散布図を近似するため最小二乗法を用いる。

コブ＝ダグラス型関数の数式は以下の通りとなる。

$$Q = X^{\alpha} Y^{1-\alpha}$$

ここで、 α はXの重要度を表し、 $(1-\alpha)$ はYの重要度を表す。当分析ではXを品質効用、Yを価格効用として表現する。そのためここで、この α を「品質分配率」と呼ぶこととする。

2-6.2 効用関数の作成

(1) 需要家の分類

まず、家庭部門需要家の分類を行う。需要家は、以下の2通りに分類できる。

- ・品質によらず WTP / WTA が同一の需要家 → 効用関数が曲線にならない
- ・品質によって WTP / WTA が異なる需要家 → 効用関数曲線が描ける

前者の需要家は、本研究の効用関数化においては対象外とする。後者の需要家について、効用関数を作成することとする。

(2) 具体例の作成

あるアンケート回答者の例を以下に示す。この回答者は週に10時間テレビを見るので、月々のテレビにかかる電気代を100円/月と仮定する(テレビの消費電力を160W、電気料金を14.82円/kWhと仮定して算出)。アンケート結果の支払意思額・受入補償額から現状の電気料金を加減すると、各品質に対する支払意思額は、以下の通り求められる。

- ・高品質：150円～200円
- ・現状品質：100円
- ・中品質：0円～50円
- ・低品質：0円～50円

この値を元に、この需要家個人の効用関数を作成すると、図2-76の通りとなる。なお、幅がある価格帯はその平均値とした。結果、品質分配率 α は0.6843と算出された。

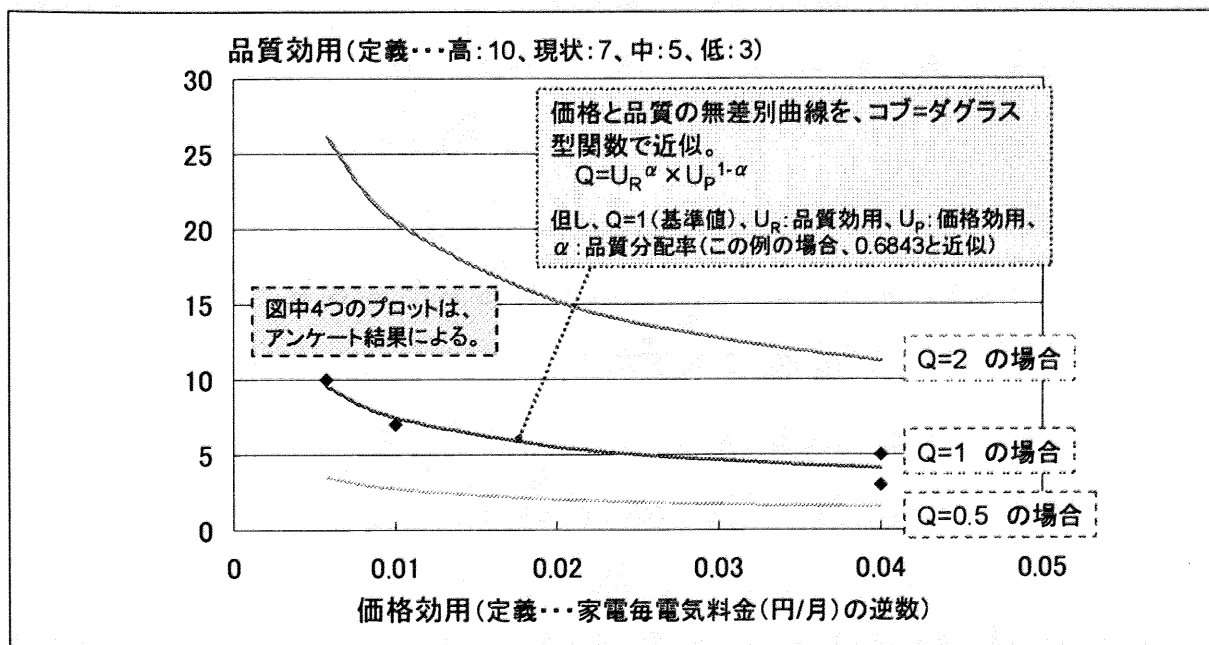


図 2-7 6 ある回答者の効用関数

2-6.3 品質分配率 α の算出結果

以上の方法で、5家電について、アンケート回答者全員の品質分配率 α を求め、その分布を調査した。以下がその結果である。また、5家電それぞれの、中央点、四分位点、平均点、最頻点、16%地点を表2-15で示した。併せて以下に示す。

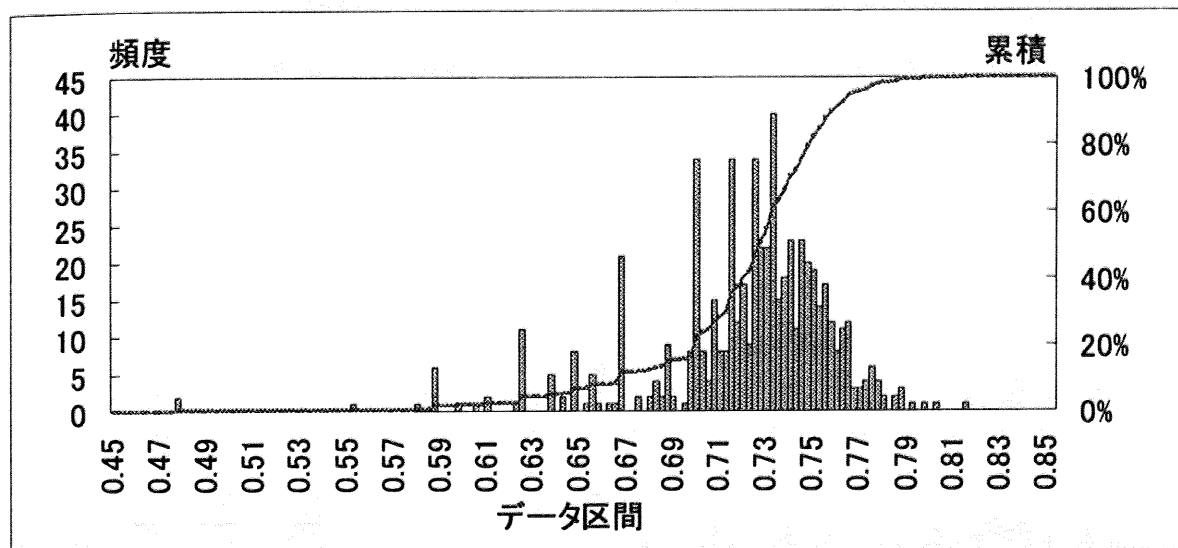


図 2-77 α の度数分布(階級間隔: 0.0025)(テレビ)

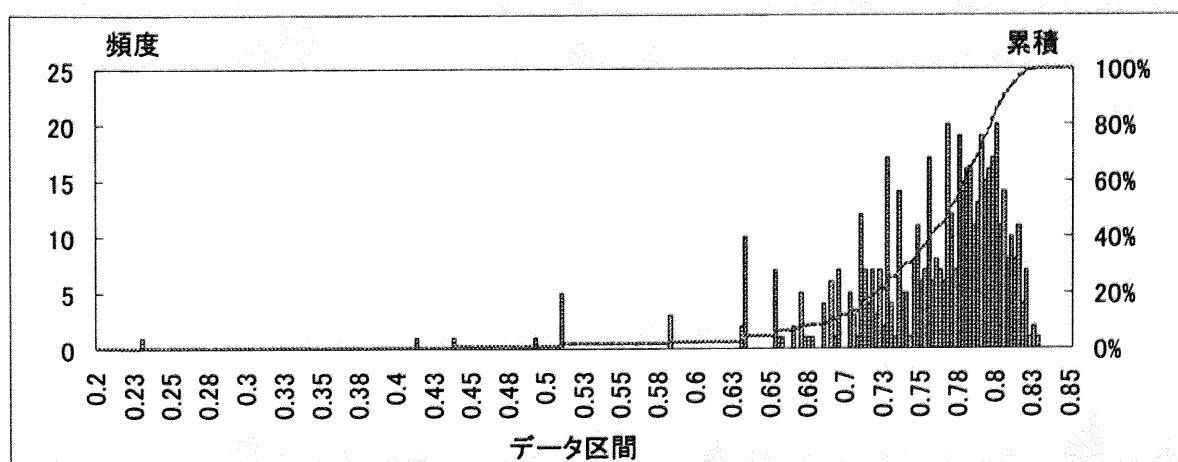


図 2-78 α の度数分布(階級間隔: 0.0025)(エアコン)

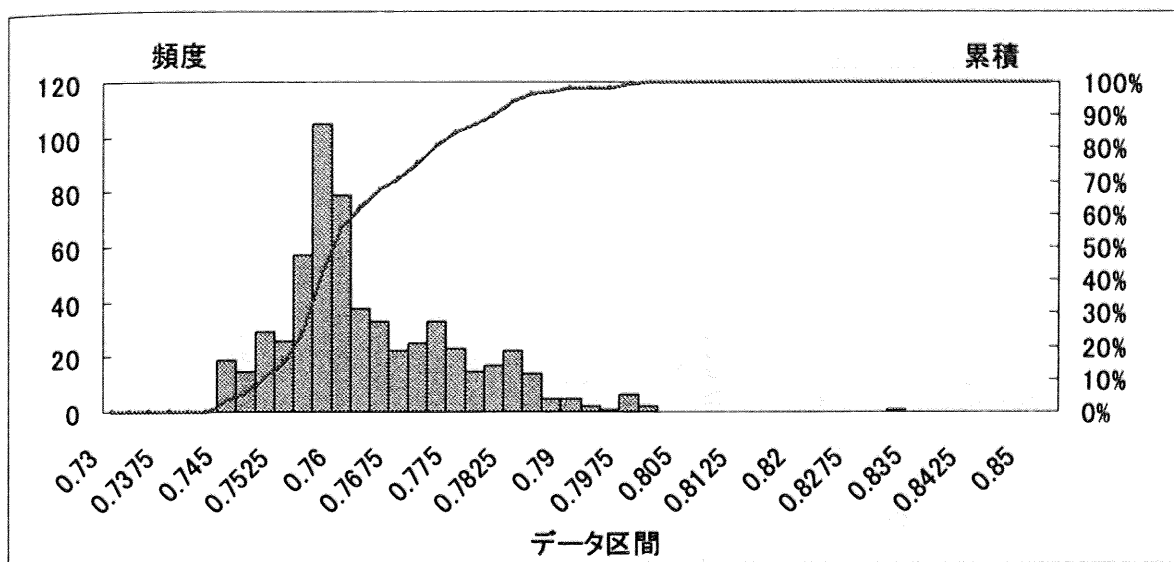


図 2-79 α の度数分布 (階級間隔 : 0.0025) (冷蔵庫)

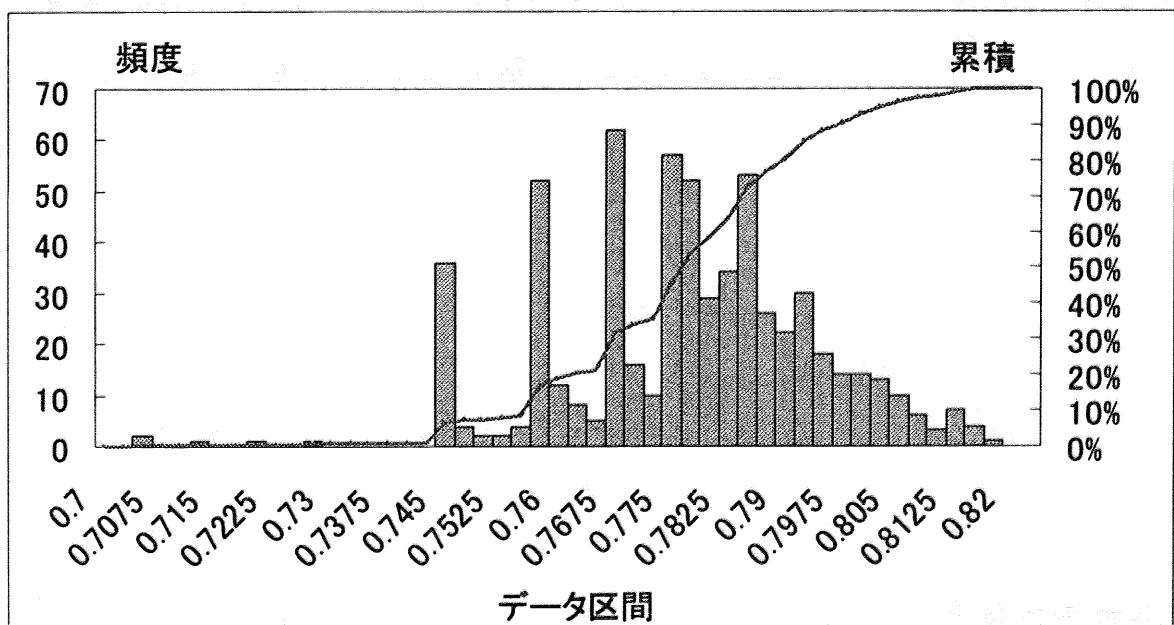


図 2-80 α の度数分布 (階級間隔 : 0.0025) (照明)

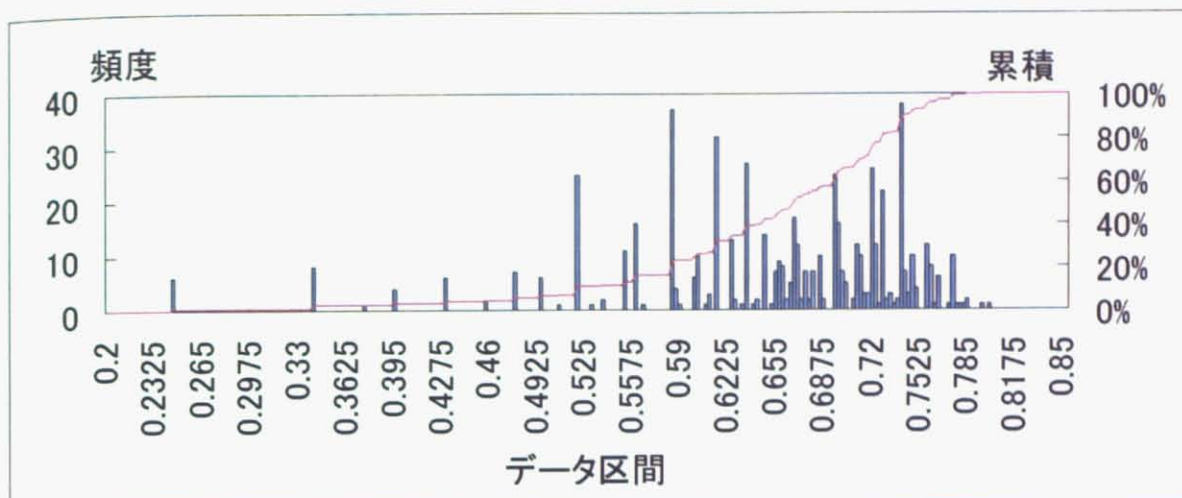


図 2-8 1 α の度数分布 (階級間隔 : 0.0025) (PC)

表 2-1 5 品質分配率 α の統計データ

	最小値	16%点	第1四分位点	中央点	第3四分位点	84%点	最大値	平均点	最頻点
テレビ	0.476	0.695	0.707	0.726	0.744	0.751	0.815	0.719	0.733
エアコン	0.231	0.713	0.732	0.772	0.795	0.802	0.830	0.756	0.77, 0.8025
冷蔵庫	0.743	0.753	0.755	0.759	0.770	0.774	0.830	0.763	0.758
照明	0.703	0.757	0.766	0.777	0.787	0.792	0.816	0.776	0.768
PC	0.245	0.564	0.601	0.668	0.720	0.738	0.798	0.649	0.740

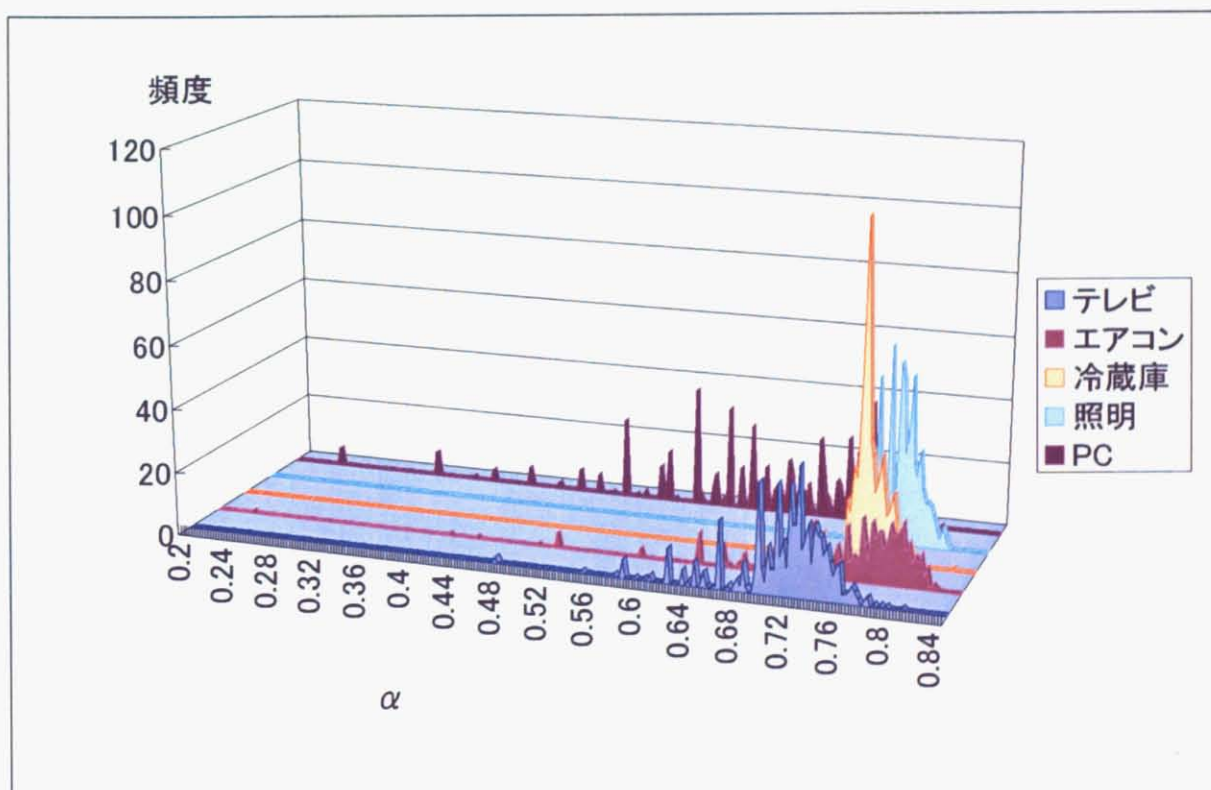


図 2-8 2 α の度数分布 (階級間隔 : 0.0025) (5家電)

2-6.4 考察

以上の結果、各家電については品質分配率が様々であることが分かった。

冷蔵庫や照明は比較的品質分配率のばらつきが少なく、品質効用と価格効用の関係は多くの需要家が同様であるということが伺える。また、テレビは比較的品質分配率がばらついている。これは、冷蔵庫や照明は生活必需品であり需要家によらず皆が同程度使用するものであるが、テレビは嗜好品のひとつでありその利用価値を重視する人としらない人の差が出たものだと考えられる。

PCについては、品質分配率が非常にばらついた。ところどころに極値が存在することから、アンケートの初期提示額に大きく左右されているものだと考えられる。PCは使用時間が少なく電気料金も低い家電製品であり(一般家庭における電力総需要の約1%)、それに対する支払意思額としては1円単位から1000円単位まで大きくばらついていた。このことがばらつきの原因であると考えられる。

2-7. 本章のまとめと今後の課題

本章では、本研究において独自に行ったアンケートとその分析結果について述べた。結果、各家電・各品質の電力についての支払意思額・受入補償額の分布を定量化することに成功した。

アンケートは、近年ガイドライン等の発達によりその学術的使用が拡大してきているが、必ずしも有意な結果をもたらすとは限らないことに注意すべきである。本研究ではネットリサーチを活用したが、これは低コストで大人数にアンケートが実施できる反面、面接調査等に比べると回答者の真剣さは保証できない。アンケートを実施する際は、その意図や回答にかかるコスト等まで含めて、その都度最適なツールを選択するべきであろう。

アンケート分析では、トービットモデルを新たに考慮した。しかしワイブル分析、ロジット分析と比べると尤度が非常に低かった。CVM 生存分析として長く使用されてきた両モデルから比較するとこの種の分析にはトービットモデルは適さないのかもしれない。しかしトービットモデルは、分布の裾野部分は尤もらしく再現できるという特長があり、これを活かすためなら尤度(全体的な当てはまりの良さ)を無視してでもトービットモデルを採用すべき場面もあるだろう。本研究ではこれ以降の研究への適用も考慮した上でロジットモデルを採用したが、裾野部分(いわゆる先進的な層)のみについて詳細な分析を行うのであれば、トービットモデルを積極的に採用するのがよいであろう。

属性別分析では、今回考慮した4つの属性以外の属性についての分析や、テレビ以外の家電についての分析を行うことで、興味のある結果が得られる可能性もある。これは、今後の課題として残すこととする。

2-8. 本章の参考文献

- 12) 大野栄治; 環境経済評価の実務, 勁草書房, (2002)
- 13) 森村英典ほか3名; 統計・OR活用事典, 東京書籍, (1984)
- 14) 寺脇拓 ホームページ
<http://homepage1.nifty.com/anise/home/cvm.html> (アクセス日 2007.1.18)
- 15) 栗山浩一; 公共事業と環境の価値 CVM ガイドブック, 築地書館, (1997)
- 16) 栗山浩一; 図解環境評価と環境会計, 日本評論社, (2000)
- 17) 電気事業連合会 送電の仕組み
<http://www.fepc.or.jp/supply/transmit/004.html> (アクセス日 2007.1.18)
- 18) 寺脇拓; 二段階二肢選択 CVM における提示額数・配布部数の選択, 農業経済研究別冊 2001 年度版日本農業経済学会論文集
- 19) 統計数理研究所; 仮想評価法(CVM)のバイアス問題に関する調査—東京湾中央防波堤内側埋立地の環境評価を例として—, 統計数理研究所研究レポート, No.88, (2002)
- 20) 牧厚志ほか3名; 応用計量経済学Ⅱ, 多賀出版, 第4章, (2005)
- 21) 縄田和満, トービット・モデルの金融資産分析への応用について, 大蔵省財政金融研究所「フィナンシャル・レビュー」, (1992)
- 22) Tobin, J.; Estimation of Relationships for Limited Dependent Variables, *Econometrica*, Vol.26, 24-36, (1958)
- 23) Amemiya, T.; *Advanced Econometrics*, Harvard University Press, (1985)
- 24) 田頭直人, 馬場健司; 新エネルギーの普及促進に対する家庭用需要家の意識分析—新エネルギー種別の選好—, 電力中央研究所研究報告, Y03014, (2004)
- 25) 石谷久, 石川眞澄; 社会システム工学, 朝倉書店, (1992)