

主観的割引関数の推計と低炭素機器の家庭部門への普及評価

(2016年3月修了予定) 新領域創成科学研究科 環境システム学専攻 47-136807 久賀 潤也

指導教員：吉田 好邦 教授

(キーワード:主観的割引関数,低炭素機器,省エネ,アンケート調査,統計分析)

1.序論

安全保障やエネルギーミックスの観点から、日本における再生可能エネルギー普及は急務である。現状、太陽光発電導入済み家庭は7.5%程度に過ぎず、産業部門とは差がついている。低炭素機器が計算上将来的に投資回収が可能にもかかわらず普及しない理由を考える時、理由のひとつとして主観的割引関数がある。具体的には例えば「現在の100万円」と価値の等しい「n年後のx万円」を考えると、nとxの関係が主観的割引率関数で与えられる。これは銀行の金利とイコールではなく、消費者個人によって捉え方が異なる。

既往研究では割引関数でなく、単に割引率の推計が多く行われており、アンケートのサンプル数も少なく信頼性に欠ける例が多い。加えて設問形式も研究によって多様で確立されているとはいえない。本研究では割引関数を推計し、さらに設問によるバイアスをなるべく小さくする設問形式を提案する。

本研究の目的は、これまでの既往研究を比較分析した上で、個人の主観的割引関数の推計手法とその出題設問形式の提案、そして得られた割引関数と個人属性から個人ごとに低炭素機器の購入シミュレーションでの支払い方式の検討を行うことである。さらに実質的には額が同じである一定の金額を受取、支払する際、受取、支払のタイミングによって消費者の経済合理性にどの程度の違いが生じるか、といった新たな着眼点で分析を行い、あわせて主観的割引関数と低炭素機器購入支払の関係について述べる。

2. 既往研究の推計手法と課題考察

既往研究において想定される割引関数は以下のA,B,C^[1]であり、その概形を図1に示す。

A 指数型関数 $F(t) = \exp(-\alpha \cdot t)$

B 双曲型関数 $F(t) = \frac{1}{1+\alpha t}$

C 指数付双曲型関数 $F(t) = (1 + \alpha \cdot t)^{-\frac{\beta}{\alpha}}$ ($\alpha, \beta > 0$)

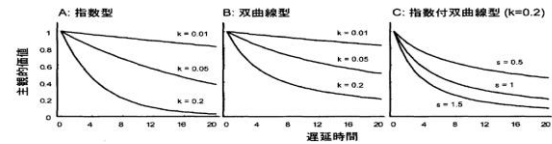


図1 主観的割引関数の種類

伝統的経済学では割引関数としてAを前提としている一方で、近年注目されている行動経済学では、少なからぬ人々にBが当てはまること示唆されており、個人がA,Bのどちらに分類されるかはしばしば着目される視点のひとつである。なおCの関数において $\alpha \rightarrow 0$ でAの関数、 $\beta/\alpha \rightarrow 1$ でBの関数に漸近する。

割引関数推計のためのアンケート設問例は外崎ら^[2]の自由回答式と、L.Green et al.^[3]の選択回答式があり、図2、図3はそれぞれのアンケート設問例をあらわす。

設問	内容
1	あなたが今100万円を受け取れるとして、その受け取りを1週間待たされる場合に加算して欲しいと思う金額を記入してください。
2	あなたが今100万円を受け取れるとして、その受け取りを1ヶ月待たされる場合に加算して欲しいと思う金額を記入してください。
3	あなたが今100万円を受け取れるとして、その受け取りを1年間待たされる場合に加算して欲しいと思う金額を記入してください。
4	あなたが今100万円を受け取れるとして、その受け取りを5年間待たされる場合に加算して欲しいと思う金額を記入してください。
5	あなたが1年後に100万円を受け取れるとして、その受け取りを1ヶ月待たされる場合に加算して欲しいと思う金額を記入してください。
6	あなたが1年後に100万円を受け取れるとして、その受け取りを1年間待たされる場合に加算して欲しいと思う金額を記入してください。

図2 自由回答式アンケート設問例

Temporal Discounting Procedure



図3 選択回答式アンケート設問例

次に設問における時間間隔は図4で示すような均等、不均等の場合に分類できる^[4]。

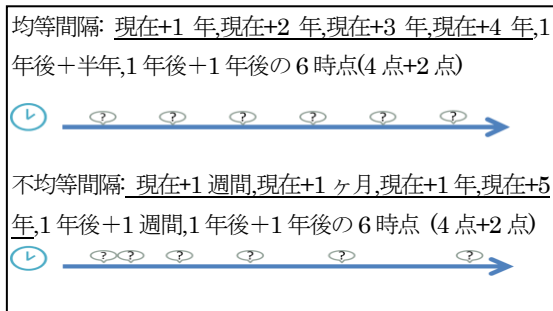


図4 均等・不均等間隔の例

また金額の受取, 支払に対して L.Green et al.¹³⁾は図5で示すように確率の要素が入っている。

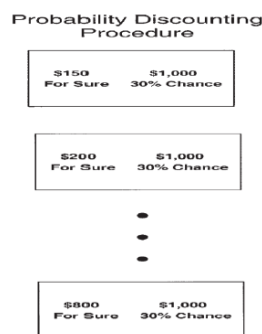


図5 確率要素の入った設問

以上を踏まえて手法の選択と先行研究の課題を述べる。アンケートにおいて回答者に金額の値を自由回答により回答してもらおうと、バイアスが多数発生しやすいことは CVM においても知られているため回答すべき金額を選択式にすることが望ましい。また設問形式は、図3のように少しずつ金額を変えた二択を数多く生成して、二択の選択が変わるポイントを判断材料にする手法が既往研究で主流となっている。

一方、割引関数を求めるための複数の設問の設定において、均等間隔で時点を設定する質問形式では、回答の金額も均等間隔になる傾向がある。この場合には双曲型の関数に正確に一致するので、回答分布は双曲型になりやすい。ただ、不均等間隔で時点を設定しても、複数の時点を連続で並べると回答額は均等間隔になるバイアスをもちやすく、この場合双曲型とも指数型ともどちらからも大きく離れた関数となる。一例として図6に不均等間隔の設問形式での割引関数を指数型、双曲型の2通りで推定したときの、それぞれの誤差項の標準偏差のプロットを示す。

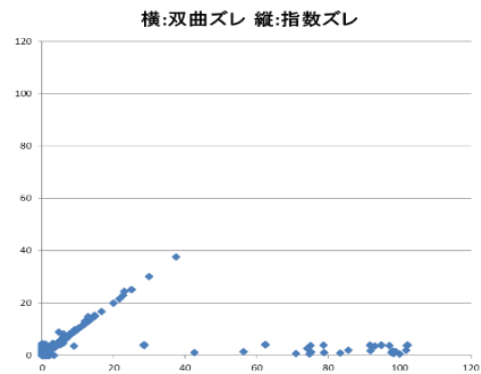


図6 双曲・指数型推計のばらつき

以上より、均等間隔・不均等間隔のどちらの形式でもバイアスが発生する上、特に不均等間隔の形式では指数と双曲のどちらかに無理に分類すると、いずれのばらつきも大きく、当てはまりが悪くなるので注意が必要である。

3. 新設問の提案と web アンケート調査

均等でも不均等でも複数時点の設問にはバイアスが発生しやすいため、同じ起点の設問は2つまでとし、起点を変えた質問を用意した。具体的には「現在と1年後, 現在と3年後, 1年後と1年半後, 1年後と2年後, 3年後+4年後, 3年後と6年後」のような6点で設定した設問形式を考案する。この設問形式を用いてアンケート調査を行った。設問分量と低炭素機器の価格を考慮して、基準金額と受取, 支払の組合せから 5 調査(調査 I:1 万円受取, 調査 II:10 万円受取, 調査 III:100 万円受取, 調査 IV:1 万円支払, 調査 V:10 万円支払)に分割した。調査の概要は次の通りである。

- ・実施期間: 2015年10月30日~11月6日
- ・調査方法: インターネットリサーチ
- ・対象者: 全国の学生を除く20代以上の男女
- ・サンプル数: 調査 I:177, 調査 II:167, 調査 III:181, 調査 IV:182, 調査 V:183, 合計 890
- ・実施機関: NTT コムオンライン・マーケティング・ソリューション

調査 I~V のそれぞれの構成は前半が個人の主観的割引関数推計設問, 後半が性別, 年齢, 年収, ローンの有無, 保有低炭素機器といった個人属性を尋ねた。前半の設問例を図7に示す。

A2-2
あなたは今1万円受け取るか、1年後右に提示される額を受け取るかを選べることができます。どちらかを選んでください。
DCE10P

*1年後に提示される額に提示された額を受け取れ、100%信頼できるものとします。

今 10,000円 vs 1年後 15,000円

今 10,000円
 1年後 15,000円

A2-3
あなたは今1万円受け取るか、1年後右に提示される額を受け取るかを選べることができます。どちらかを選んでください。
DCE10P

*1年後に提示される額に提示された額を受け取れ、100%信頼できるものとします。

今 10,000円 vs 1年後 11,400円

今 10,000円
 1年後 11,400円

図7 主観的割引関数推計設問例

4.主観的割引関数推計

全サンプルについて個別に推定した主観的割引関数を図8に示す。

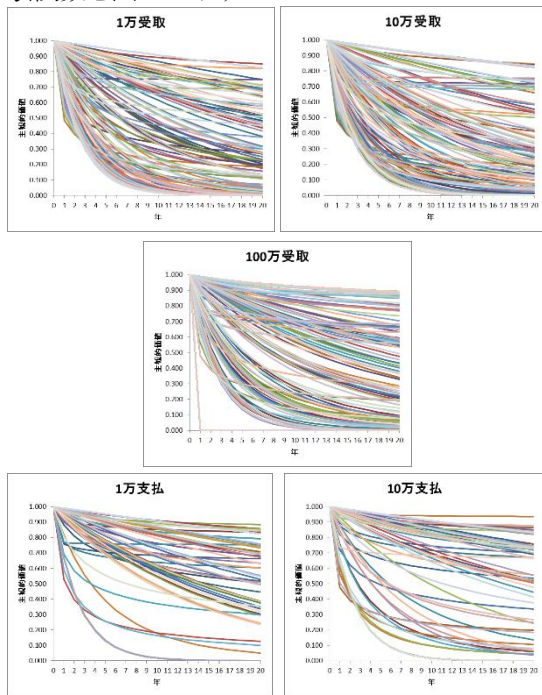


図8 調査毎 個人の主観的割引関数

受取・支払の設定とその設定金額が異なる調査I～Vごとに集団の割引関数を推計した結果が図9である。

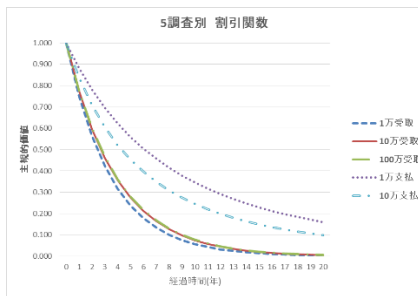


図9 調査別割引関数

絶対値が同じでも算出される割引関数は受取と支払で異なることが示された。この後、年収、年

齢、ローンの有無についてグループ分けをし、推計した。受取の3種の調査についてはどの属性でグループ化しても差はみられなかった。支払の2種については属性による傾向がみられた。年収別では中所得者層が最も銀行金利に近い割引関数を描き、年齢別では60代以上が経過時間10年程度で他世代との値の大小逆転が起き、ローンの有無ではローンを有するグループが銀行金利に近いゆるやかな割引関数を描いた。

5. 割引関数を利用したシミュレーション

5.1 断続的利益と損失発生時の受取支払タイミングシミュレーション

毎日一定額の利益、損失が発生していると仮定し、1ヶ月毎や1年毎にまとめて受取、支払をしていく、つまりその期間待たされる、もしくは、待ってもらえる時、消費者はどう価値を評価するのかをシミュレーションを行った。

まず利益の場合は①1ヶ月毎にまとめて1万円、②1年毎にまとめて12万円、③10年毎にまとめて120万円受け取れる時、累計額をどう評価するかを表したのが図11である。

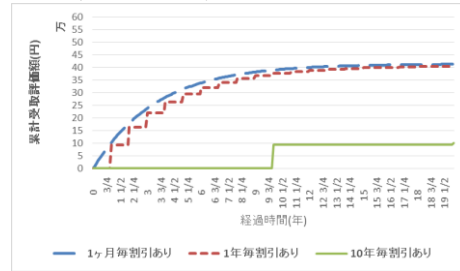


図11 受取 割引あり累計額推移

現実なら3条件とも10年、20年時点では120万円、240万円が受け取れるが、①、②は現実の1/6程度、③は現実の1/24程度にまで累計評価価値が下がることがわかる。

次に損失の場合は④1ヶ月毎にまとめて1万円、⑤1年毎にまとめて12万円支払う時、累計額をどう評価するかを表したのが図12である。

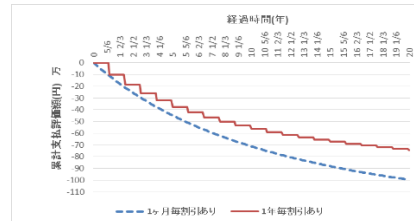


図12 支払 割引あり累計額推移

現実なら2条件とも10年、20年時点で120万円、240万円を支払うことになるが、④は現実の42%、⑤は31%程度にまで支払う感覚が小さ

くなる。

5.2 低炭素機器購入、支払シミュレーション

前節を踏まえて、太陽光発電システムと冷蔵庫の買換えについて個人別に購入、支払シミュレーションを行った。支払方法としては通常の一括払いと、月々の電気代の支払い額を上げずに節約分で支払うそのまま払いの2種類を設定した。そのまま払いは英国のGreen deal政策などで採用されている。太陽光発電システムを1ヶ月、1年単位で回収評価したものと冷蔵庫買換えを1年単位で回収評価したものについてシミュレーションを行った。その結果、各個人を次の3種類のタイプに分類することができた。

【タイプA】:耐用年数経過前に一括払いでも主観的に投資回収を完了して、単純投資回収年数の指標通り一括払いの方がより得をする。

【タイプB】:耐用年数経過前に一括払いでも主観的に投資回収を完了しているが、単純投資回収年数の指標とは異なりそのまま払いの方がより得をする。

【タイプC】:耐用年数経過前に一括払いで主観的に投資回収が完了せず、損をする。

全タイプのそれぞれの累計収支額推移と現実の累計収支額推移の比較を太陽光発電の投資回収を1年単位で推計したものが図13である。

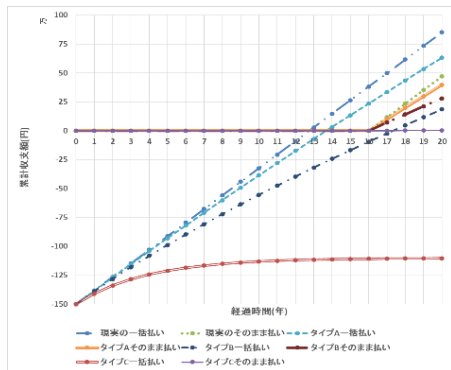


図13 太陽光発電全タイプ累計収支額推移

また20年時点での一括払い、そのまま払いの累計収支額の分布は以下の図14、図15の通りである。

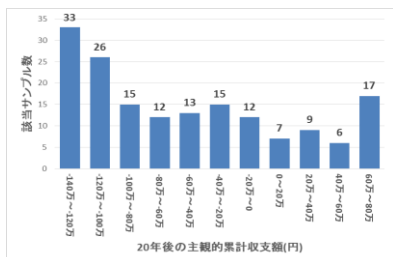


図14 太陽光発電一括払い、20年後主観的累計収支額

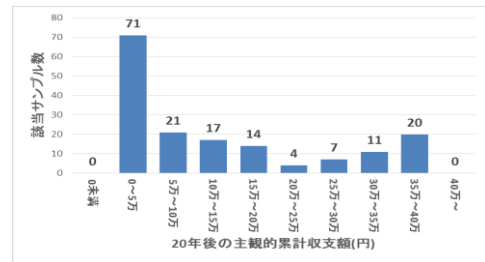


図15 太陽光発電そのまま払い、20年後主観的累計収支額

全サンプルを165人として、そのまま払いの金利を2.5%とすると、タイプAが26人、タイプBが13人、タイプCが126人となった。低炭素機器の普及において、単純投資回収年数の指標だけでは判断できない普及の障壁があること、また支払方式も個人により最適な選択に多様性があること、そのまま払いは主観的投資回収が達成されない多くの消費者にとって有効であることが示唆された。

6.結論

本研究では、主観的割引関数を求める際に、既往研究で行われたアンケート設問の設計法を比較分析した後、選択式回答を選択し、均等間隔でも不均等間隔でもなく、遅延前時間を3種類設ける時間間隔の設定をしたバイアスの少ない新たな設問形式を提案した。さらにアンケート調査から得られた個人別の割引関数から現実には同額の利得・損失を期間をあけてまとめて受取、支払する際に、そのタイミングの違いによって、消費者の価値の捉え方がどう変化するかという新たな着眼点で分析を行った。その結果を用いて低炭素機器の購入支払シミュレーションを行い、3タイプのサンプルが存在し、特に一括払いをすると機器の耐用年数以内に主観的に投資回収を達成しないと推計されるサンプルが全体の70~80%にのぼったことから主観的投資回収が達成されないまま終わることのないそのまま払いが以上のような消費者にとって有効であるかと施策提案の必要性を述べた。

参考文献

- [1] 川嶋健太郎, 遅延価値割引研究の展望, 早稲田大学大学院文学研究科紀要, 第1分冊, 2004
- [2] 外崎龍之介, 松橋隆治, 選好分析を用いた国内住宅用太陽光発電システムの普及に関する研究: 東京大学大学院新領域創成科学研究科修士論文, 2011.
- [3] L.Green and J.Myerson, Washington University. A Discounting Framework for Choice With Delayed and Probabilistic Rewards, 2004
- [4] 藤田佳子, 損失回避性を考慮した低炭素技術への支払制度設計の検討, 東京大学, 新領域創成科学研究科修士論文, 2013