

一般家庭へのグリーン電力証書の普及について  
～民生・家庭部門のCO<sub>2</sub>削減を目指して～

慶應義塾大学 経済学部  
大沼あゆみ研究会 4年  
20501480  
石井 博美

歩くから道になる 歩かなければ草が生える

～相田 みつを～

# 目次

## 序章

### 第1章 民生・家庭部門のCO<sub>2</sub>排出について

- 1-1. 民生・家庭部門のCO<sub>2</sub>排出の現状
- 1-2. 民生・家庭部門でのCO<sub>2</sub>排出量増加の原因
- 1-3. 第1章のまとめ

### 第2章 家庭部門のCO<sub>2</sub>排出削減への取り組み

- 2-1. 電力需要者側（家庭）の取り組み
- 2-2. 電力供給者側の取り組み～RPS制度について～
- 2-3. 第2章のまとめ

### 第3章 グリーン電力証書について

- 3-1. グリーン電力とは
- 3-2. グリーン電力証書とは
- 3-3. グリーン電力証書の普及の状況

### 第4章 問題意識

### 第5章 提案

### 第6章 モデル分析

- 6-1. モデルの前提
- 6-2. モデルの構築
- 6-3. 現状分析
- 6-4. 提案の分析

### 第7章 考察

## 終章

## 序章

近年、地球温暖化問題が深刻化し、日本も京都議定書により、1990年度比マイナス6%というCO<sub>2</sub>排出削減義務が課されている。産業部門ではCO<sub>2</sub>排出削減が進み、排出量がマイナスに転じているものの、その他の部門での排出量は依然として増加傾向であり、特に民生・家庭部門は増加率が大きくなっている。

この論文では、家庭のCO<sub>2</sub>排出の約6割を占める「電気」に焦点を絞り、家庭部門のCO<sub>2</sub>排出削減の方法を探っていく。そのため、家庭のエネルギー消費量と電力消費量は同一と見なし、家庭のエネルギー消費量の減少を家庭のCO<sub>2</sub>削減と考え論文を進める。

現在、家庭部門のCO<sub>2</sub>排出削減に対しては、電力需要者側への取り組みとして、環境教育などの啓蒙活動による省エネルギー行動の促進、電力供給者側への取り組みとして、RPS制度による新エネルギーの拡大がある。電力需要者側への省エネルギー行動の喚起などは、消費者の環境意識にも左右され効果が不確実な部分が大きいため、効果がより明確な経済対策が求められる。また電力供給者側でのRPS制度の下での新エネルギー拡大政策では、新エネルギーの費用を発電事業者が負担しなくてはならないというリスクがあり、普及が十分ではない。そこで、電力供給者の費用負担を軽減させて新エネルギーの拡大を促進することで発電時のCO<sub>2</sub>を削減し、また電力需要者側のエネルギー消費量を減少させることでCO<sub>2</sub>を削減させるツールとして、「個人向けグリーン電力証書の普及」の可能性を考える。

## 第1章 民生家庭部門のCO<sub>2</sub>排出について

### 1-1. 民生家庭部門のCO<sub>2</sub>排出の現状

#### (1) 民生家庭部門のCO<sub>2</sub>排出の現状

まず、民生家庭部門でのCO<sub>2</sub>排出の現状について述べる。京都議定書では日本の削減目標が1990年比で-6%と定められた。日本のCO<sub>2</sub>排出現状を部門別に見ると(図1)、産業部門での増減率が1990年度比-4.6%で、削減目標達成までの削減率が-6.7%~-7.6%となっているのに対し、家庭部門では2006年時点で1990年比30.0%増加しており、削減目標達成までの削減率が、-19.1%~-21.5%と大きくなっている。2012年までに削減すべき家庭部門のCO<sub>2</sub>排出量は31.706~35.69百万トンCO<sub>2</sub>という計算になる。

図1：温室効果ガスの排出状況(単位：百万t-CO<sub>2</sub>)

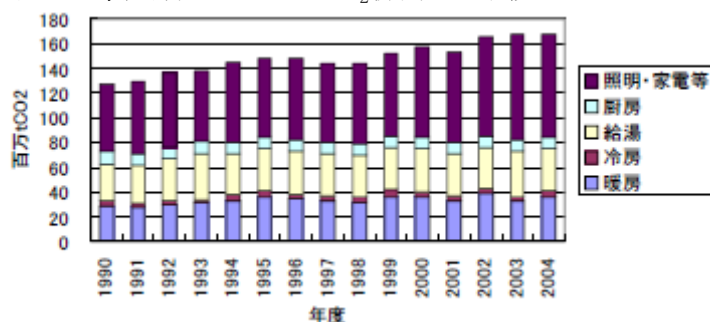
部門	1990年度	増減率	2006年度	目標までの削減率	2010年度目安としての目標
産業(工場等)	482	-4.6% ↓	460	-6.7%~ -7.6%	434~428
運輸(自動車・船舶等)	217	16.7% ↑	254	-4.8%~ -6.4%	240~243
業務その他(オフィスビル等)	164	39.5% ↑	229	-11.6%~ -13.0%	208~210
家庭	127	30.0% ↑	166	-19.1%~ -21.5%	138~141
エネルギー転換	68	13.9% ↑	77	-16.2%	66

出典：平成20年度版環境循環型白書

(2) 民生家庭部門の CO<sub>2</sub> 排出の特徴①～用途別～

家庭からの CO<sub>2</sub> 排出を用途別に見てみると、2006 年は照明・家電等 35.1%、給湯用 31.2%、暖房用 23.1%、厨房用 7.9%、冷房用 2.2%となっている（平成 20 年度版環境循環型白書より）。による排出が一番大きな割合を占めている。また図 2 からの読み取れるように、照明・家電等は近年大幅に伸びてきている。図 3 のように、基準年から 2004 年までの照明・家電等の伸び率は 53.3%と他の用途に比べて大きな伸び幅となっている。

図 2：家庭部門における CO<sub>2</sub> 排出量の推移



出典：我が国の温室効果ガス排出量の要因分析（環境省地球環境局・経済産業省産業技術局）

図 3：用途別 CO<sub>2</sub> 排出量の増減率（90～04 年）

	基準年排出量に占める割合	基準年→04FY 増減率 (%)
家庭部門	10.1%	+31.5%
暖房用	2.3%	+26.8%
冷房用	0.4%	+23.5%
給湯用	2.4%	+10.1%
厨房用	0.8%	-6.3%
照明・家電等	4.3%	+53.3%

出典：我が国の温室効果ガスの要因分析（環境省地球環境局・経済産業省産業技術局）

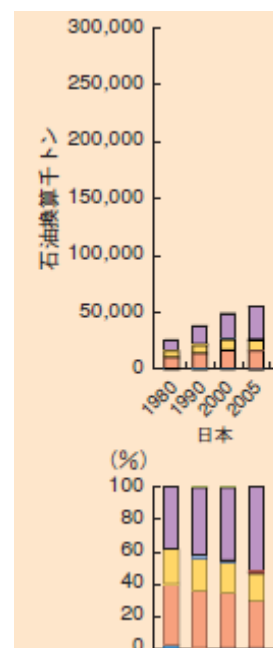
### (3) 民生家庭部門の CO<sub>2</sub>排出の特徴②～エネルギー源別～

家庭部門のエネルギー構成の比を  
見てみると、2005 年は、電力 52%、  
石油 29%、ガス 17%、太陽光 1%  
となっている。エネルギー源ごとの  
消費量は 1990 年と比べて、電力 81%、  
ガス 27%、石油 18%の伸び率であり、  
電力のエネルギー構成に占める割合は  
大きくなっている。

このことから、電力の発電の際に  
発生する CO<sub>2</sub>の増減は、家庭部門  
での CO<sub>2</sub>排出量増減に大きく寄与  
することになる。

図 4 家庭用エネルギー消費の燃種構成の推移

紫：電力  
黄色：ガス  
ピンク：石油製品  
水色：太陽／風他

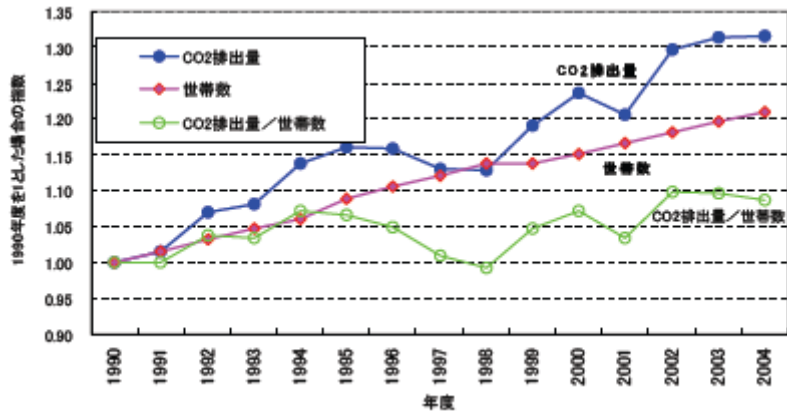


出所：平成 20 年度版環境循環型社会白書

#### 1-2. 民生家庭部門での CO<sub>2</sub>排出量増加の原因

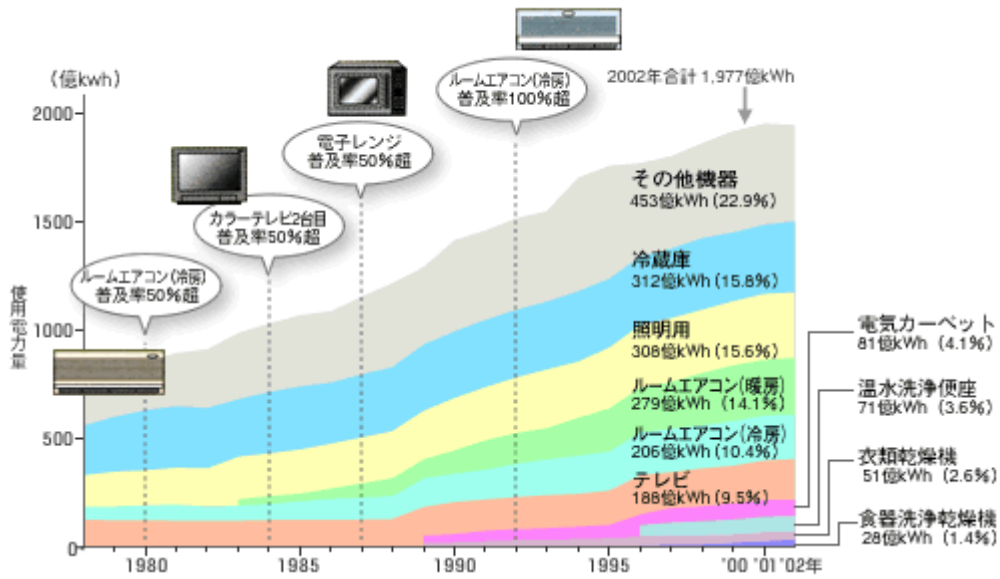
民生家庭部門での排出増加要因は大きく 2 つあり、1 つが世帯数の増加、もう 1 つが主要耐久消費財の増加による世帯あたりエネルギー消費の増大である。図 5 からわかるように世帯数が増加するに伴い、CO<sub>2</sub>排出も増加していることがわかる。近年一人暮らし世帯が増加しているため、照明・動力でのエネルギー消費も大幅に増加している。一人暮らしの場合、一世帯あたりの消費エネルギーが複数同居世帯よりも大きくなっているため、CO<sub>2</sub>排出増加するのである。また、図 6 のように新しい耐久消費財が普及しライフスタイルが変わるにつれて、家庭部門のエネルギー消費量は増大している。近年は、エネルギー効率性に優れた家電製品が増加しているが、個々の製品のエネルギー効率が改善されても、一家庭の使用する耐久消費財が多様化しているため、全体としてはエネルギー消費量が照明・動力を中心に増加している。実際に、2006 年度には基準年度比 50%増と他の用途や他の欧米先進国と比較しても増加幅が大きい。ちなみに、他の用途の増加率を見てみると、給湯用 13%増、暖房用 21%増、厨房用 10%増、冷房用 26%増となっている。

図 5：世帯数の推移と家庭部門における CO<sub>2</sub> 排出量



出典：我が国の温室効果ガス排出量の要因分析（環境省地球環境局・経済産業省産業技術局）

図 6：主要家庭用電力消費の推移



出典：『品目別家庭用電力消費の推移』出所：資源エネルギー庁パンフレット



### 1-3. 第1章のまとめ

第1章では、家庭部門のCO<sub>2</sub>排出の現状と排出要因について述べた。ここで、家庭部門のCO<sub>2</sub>排出削減のポイントとなる点を確認する。

まず、家庭のCO<sub>2</sub>排出の主な要因は、世帯数の増加や世帯あたり消費エネルギーの増加であり、家庭部門でのエネルギー消費の増加と強く結びついている。そして家庭部門のエネルギー源の約5割は電力であり、発電時のCO<sub>2</sub>排出の増減が、家庭部門の排出量の増減に大きく影響する。

そこでこの論文では、家庭のCO<sub>2</sub>排出源の中でも、電力に注目した視点で研究する。そのため論文中では、電力使用量とエネルギー消費量は同じ意味で使うことにする。また、電力使用量（エネルギー消費量）の減少をCO<sub>2</sub>排出量の削減として扱っていく。

家庭部門のCO<sub>2</sub>排出の原因を踏まえると、家庭のCO<sub>2</sub>排出を減少させるには①家庭での絶対電力使用量を減少させるという電力需要者側の取り組み、②電力の発電時のCO<sub>2</sub>排出を減少させるという電力供給者側の取り組みの2つの方法が挙げられる。

電力需要者側の取り組みとして必要なのが、電力の総使用量を減少させることである。現在、政府は省エネルギー行動への啓蒙活動や、省電力家電機器への買い替え喚起などを行ってはいるものの、現状として使用量が増加しているということからも、エネルギー使用量を削減させる実効力のある政策が求められる。また、電力供給者側の取り組みとして必要なのが、発電時のCO<sub>2</sub>排出削減である。総発電量に占めるCO<sub>2</sub>を排出しないエネルギー源（自然エネルギー）での発電割合を増やすことによって、電力のCO<sub>2</sub>削減が出来るため、発電事業者に自然エネルギー導入を促進する政策も求められる。

## 第2章 家庭部門のCO<sub>2</sub>排出削減への取り組み

第1章では家庭部門のCO<sub>2</sub>排出の現状と原因を踏まえて、電力需要者側と電力供給者側にそれぞれ必要な取り組みがあることを見てきた。ここでは、電力需要者側と電力供給者側でそれぞれどのような取り組みが行われているのかを確認する。

### 2-1. 電力需要者側（家庭）の取り組み

#### (1) 政府の取り組み（平成20年度版環境循環型社会白書より）

まず、家庭の電力消費量減少を促進させるために採られている政府の対策を確認する。

##### ①建物のエネルギー効率化に向けた取り組み

- ・ 新築時等における省エネルギー措置の徹底
- ・ 既存の住宅・建築ストックの省エネルギー性能の向上をはかる省エネルギー改修を促進すること

##### ②家電製品等のエネルギー効率性向上に向けた取り組み

- ・ エネルギー効率性のよい製品開発を促進するための、トップランナー方式の導入

##### ③ライフスタイルの見直しを促す取り組み

- ・ 省エネ意識の喚起（例）消費エネルギーの「見える化」、チームマイナス6%
- ・ 省エネ機器の普及導入促進、省エネ設備の導入促進

#### (2) 家庭での取り組み

次に家庭での省エネ行動の現状を見てみる。YAHOO!リサーチの「節約やエコロジーを意識して実践していること」の報告書より、省エネ行動の実践状況を抜粋した。

##### 【節約やエコロジー（環境）を意識して実践していること】

- ・ 節電（主電源を切る、コンセントを抜く）：57.9%
- ・ エアコンの設定温度の調節（例：冬は20度以下／夏は28度以上）：49.7%
- ・ 電球型蛍光灯（省電力）への切り替え：26.6%
- ・ 省エネ家電への切り替え：18.6%
- ・ 太陽光発電・ソーラー電灯（家の該当・懐中電灯なども含む）：3.6%

##### 【エコロジー（環境）を意識しても実践できない、実践しない理由】

###### \* 省エネ家電への切り替え

- ・ むしろお金がかかることになるから：88.1%

###### \* エアコンの設定温度の調節

- ・ 意識しても続かないから：40.9%

### 【節約を意識しても実践できない、実践しない理由】

#### \* 省エネ家電への切り替え

- ・ むしろお金がかかることになるから：84.4%
- ・ 特に必要性を感じないから：9.4%

#### \* エアコンの設定温度の調節

- ・ 意識しても続かないから：39.1%
- ・ 特に必要性を感じないから：11.6%
- ・ むしろお金がかかることになるから：7.2%
- ・ （取り入れなくても）生活するうえで困らないから：5.8%

消費者の環境意識と行動をまとめると、節約につながる行動は普及しているが、初期投資の高い省エネ製品への買い替えは、「お金がかかるため」という理由で敬遠されていることがわかる。また、節約につながる行動でも取り組まない理由として、あまり金額的にも節約効果を感じられない、意識しても続かないなどがある。消費者の省エネ行動を促進するためには、安上がりで、必要性を意識しやすい行動である必要があるといえる。

以上、政府の取り組みと家庭の消費者の取り組みを見てきた。政府の取り組みは、省エネ製品への買い替え促進や省エネ意識の喚起が中心になっているが、消費者の意識を考慮すると、消費者に費用の高くつく意識される省エネ製品の普及よりも、消費者にとって安上がりだと意識され、取り組みやすい行動を政府が促すことが重要だといえる。

## 2-2. 電力供給者側の取り組み

電力供給者側の CO<sub>2</sub>削減への取り組みは、発電時に排出する CO<sub>2</sub>を減少させることである。発電のエネルギー源を、化石燃料から、発電時に CO<sub>2</sub>を排出しない自然エネルギーにシフトさせて、エネルギー源の構成比に占める自然エネルギーの割合を増やすことが、CO<sub>2</sub>削減に寄与する。日本では、自然エネルギーを拡大するための制度として RPS 制度が導入されている。ここでは、日本の RPS 制度について見ていくことにする。

### (1) R P S 制度とは

RPS(Renewable Portfolio Standard)制度とは、RPS 法（別名：電気事業者による新エネルギー等の利用に関する特別措置法）に基づく制度で、2003 年 4 月から施行された。RPS 法では、エネルギーの安定的かつ適切な供給を確保及び新エネルギー等の普及を目的に、電気事業者に対して、毎年その販売電力量に応じた一定割合以上の新エネルギー等から発電させる電気の利用を義務付けた制度である。電気事業者は義務を履行するにあたり、①自ら「新エネルギー等電気」を発電する、②他の事業者から「新エネルギー等電気」を購入する、③新エネルギー等電気相当量（法の規定に従い電気の利用に充てる、もしくは、基準利用量の減少に充てること出来る量）を取得することになる。正当な理由なく義務を履行しなかった場合、100 万円以下の罰金が課せられる。

R P S 法の対象となる新エネルギーの条件は、（1）石油代替エネルギーを製造、発生、利用すること等のうち、（2）経済性の面での制約から普及が進展しておらず、かつ（3）石油代替エネルギーの促進に特に寄与するものである。現在、政令において具体的に定められているエネルギーは、太陽光発電、風力発電、太陽熱利用、温度差エネルギー、廃棄物発電、廃棄物熱利用、廃棄物燃料製造、バイオマス発電、バイオマス熱利用、バイオマス燃料製造、雪氷熱利用である。

### (2) RPS 制度の履行状況

2007 年度の義務量	2008 年度へのバンキング総量
調整後基準利用量：6, 067, 839, 000 kWh	6, 758, 792, 000 kWh 電気事業者：6, 513, 542, 000 kWh 発電事業者：245, 250, 000 kWh

出典：資源エネルギー庁RPS法HPより

2007 年度は、義務対象の 36 電気事業者の全てが義務を履行し、バンキング（義務量以上に新エネルギーを導入した分を来期の義務履行量に持ち越すこと）を行った。

### (3) RPS 制度のメリット・デメリット

次に R P S 制度のメリット・デメリットを見てみる。

#### ①RPS 制度のメリット

- ・ 対策効果の確実性
- ・ 義務履行にあたっての電源選択の自由度がある
- ・ コスト削減インセンティブがあり、最小費用で目標導入量を実現することが出来る。

## ②RPS 制度のデメリット

- ・ 発電事業者にとっての投資リスクの存在
- ・ コストの低い新エネルギーから導入が拡大するため、電源構成が偏る。

RPS 制度について特に注目すべきは、発電事業者にグリーン電力導入義務が課されているものの、その費用負担が発電事業者のみであるため、リスクが大きく普及の障害になっていることである。

### 2-3. 第 2 章のまとめ

第 2 章では、家庭部門の CO<sub>2</sub> 排出削減のために現在採られている対策とその問題点を、電力の需要者側と電力供給者側に分けて見てきた。

電力需要者側の課題としては、一般家庭の消費者にとって、安上がりでかつ意識しやすい行動を促す政策の必要性があった。また、電力供給者側では、電力の供給者のみに新エネルギーコストの負担を課すため、自然エネルギーの普及が進まないという問題点があった。

その上で、電力需要者側の電力消費量削減と電力供給者側の発電時の CO<sub>2</sub> を減少の双方に寄与するシステムとして、個人向けグリーン電力証書システム普及を挙げる。電力需要者側にグリーン証書を購入させた場合、グリーン証書購入分の電力は CO<sub>2</sub> をオフセットでき、電力供給者側はこのシステムによって、新エネルギー導入コストを一般家庭に転嫁出来るため、新エネルギーによる発電割合を増やすことで、発電時 CO<sub>2</sub> 排出を減少につながるからである。

次章では、グリーン電力証書について見ていく。

## 第 3 章 グリーン電力証書とは

### 3-1. グリーン電力とは

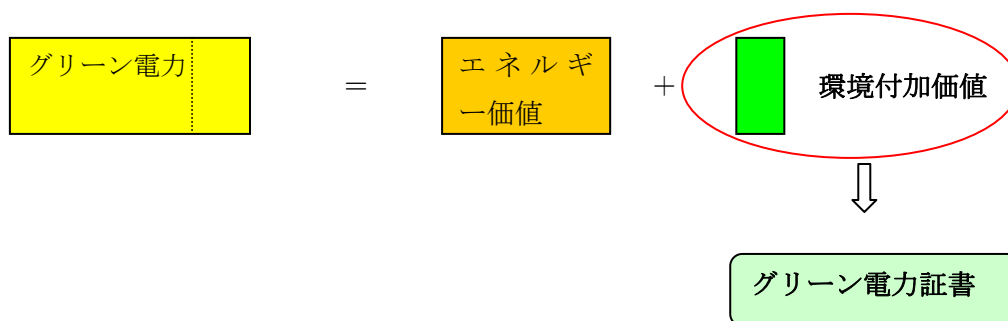
グリーン電力証書について説明するにあたり、グリーン電力とは何かをまず説明する。グリーン電力とは、「自然エネルギーを利用した発電によって生まれた環境への負荷の小さい電力」のことを言う。自然エネルギーとは、太陽光、風力、バイオマス、地熱、マイクロ水力などである。自然エネルギーの中でも、環境への負荷の大きい大規模水力発電などによるエネルギーはグリーン電力には含まれない。

グリーン電力は発電時に化石燃料を使用しなく、CO<sub>2</sub> を排出しないため、地球温暖化防止にも役に立つエネルギーである。

### 3-2. グリーン電力証書とは

グリーン電力は、化石燃料によって発電された一般的な電力同様の「エネルギーとしての価値」と CO<sub>2</sub>排出を抑制するなどの「環境付加価値」の2つの価値を持つ電力である。このグリーン電力の持つ2つの価値を分割して、「環境付加価値」の部分だけを取り出し、証書にしたものを「グリーン電力証書」という。

グリーン電力の発電者は、「環境付加価値」の部分をグリーン電力証書として販売することが出来、証書を購入した消費者は、グリーン電力を購入したことに出来る。通常、グリーン電力を発電するためには、化石燃料を使用する従来の発電方法に比べて割高なコストを負担しなくてはならない。しかし、グリーン電力証書を販売することによって、そのコスト負担を証書購入者に転嫁することが出来るのである。



### 3-3. グリーン電力証書の普及状況

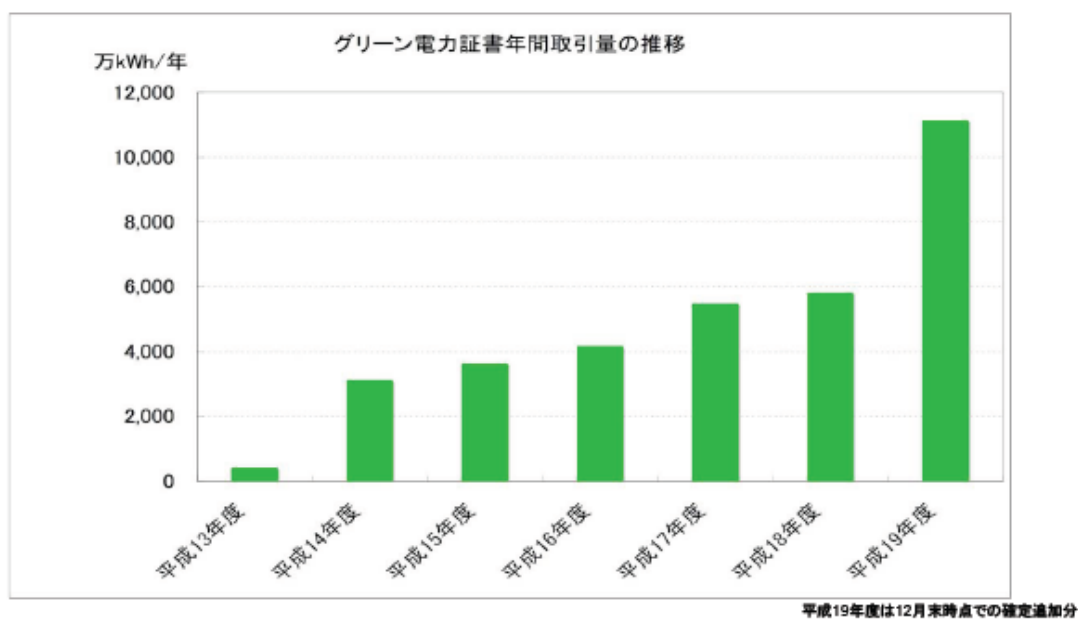
#### (1) グリーン電力の主な需要者

現在、グリーン電力証書の需要者としては、以下の主体がいる。

- ・ 自社の環境貢献度を PR したい企業
- ・ 自社あるいは個人の使用電力をグリーン電力でまかない、環境に貢献したい人
- ・ 楽しんで環境に貢献したい人
- ・ イベントでグリーン電力を使用することで、環境によいイベントのイメージを作りたい主催者
- ・ 地方自治体

グリーン電力証書は環境への取り組みを PR する方法として、企業やイベント主催者などに、普及している。企業などにとっては、グリーン電力証書の購入が環境意識の高い企業としてのイメージアップにつながるというメリットがあるが、個人の需要者には、見返りは特にないため、個人の需要者の行動は環境への貢献意識のある人による寄付行為に近い行動として見なすことが出来る。

## (2) グリーン電力証書の市場規模



[http://www.env.go.jp/earth/ondanka/mechanism/carbon\\_offset/conf\\_ver/01/mat04.pdf](http://www.env.go.jp/earth/ondanka/mechanism/carbon_offset/conf_ver/01/mat04.pdf)

## 第4章 問題意識

第3章では、電力需要者、電力供給者の双方からCO<sub>2</sub>排出削減に寄与する制度としてグリーン電力証書制度を挙げ、その現状を見てきた。

企業がグリーン電力証書を購入することは、環境に配慮した企業であるというイメージアップにつながるため、普及が進んでいるが、個人向けグリーン電力証書は消費者の寄付行為的性格が強く、普及が遅れていると言える。

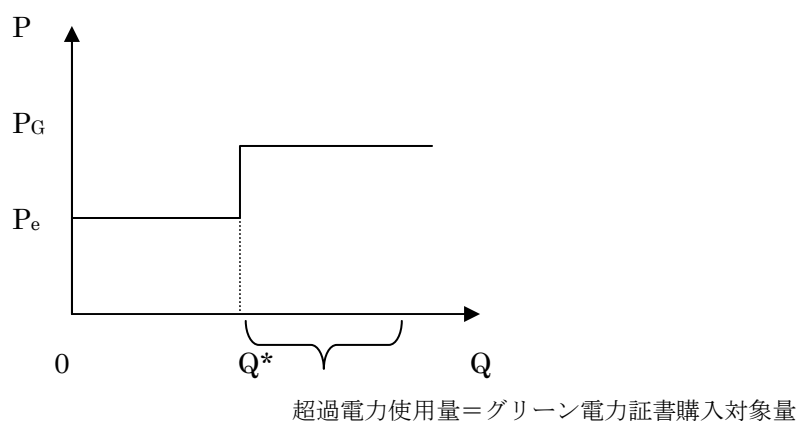
グリーン電力証書が普及するためには、一般家庭の消費者がグリーン電力証書を購入するインセンティブを与える政策が必要である。

## 第5章 提案

ここまでで、個人向けグリーン証書が普及しない理由として、個人がグリーン電力証書を購入するインセンティブがないことが問題であった。そこで、私は個人向けグリーン電力証書を購入するインセンティブを与えるために、「個人の電力使用目標の設定」を挙げる。

提案のシステムは、まず、個人の目標電力使用量 $Q^*$ を設定する。目標電力使用量 $Q^*$ を達成出来なかった場合は、超過電力使用量分のグリーン電力証書を購入することを義務付ける。

個人の目標電力使用量 $Q^*$ が設定されると、電力の消費者は「 $Q^*$ 未満に電力使用量を抑える」か「 $Q^*$ 以上の電力を消費して、超過使用量分のグリーン電力証書を購入する」か、を選択する。目標が設定されることで、 $Q^*$ 未満に使用量が抑えられた場合は、現状よりも総電力消費量が減少するため、 $\text{CO}_2$ 排出が削減されることになる。一方、 $Q^*$ 以上の電力が消費された場合でも、超過分はグリーン電力を購入したことになるので  $\text{CO}_2$ 排出はゼロとされる。また、グリーン電力証書による収入は電力供給者のグリーン電力導入に充てられるため、電源構成のグリーン化によっても  $\text{CO}_2$ 排出が削減される。



## 第6章 モデル分析

第5章では、個人向けグリーン電力証書の普及のための提案として「個人の電力使用目標の設定」を挙げた。

提案に期待する  $\text{CO}_2$ 排出削減効果は2つである。1つが、「電力使用目標量の設定+グリーン電力証書の義務付け」によって消費者にとって電力消費が割高になることが、総電力使用量を減少させる効果、もう1つが、グリーン電力証書の購入義務付けを通して個人消費者にグリーン電力が普及することで、電力供給者のグリーン電力発電コスト負担が分散され、電源構成に占めるグリーン電力の割合が増加する効果である。

モデル分析では、提案によってこの2つの効果が実現するのかを検証する。



## 6-1. モデルの前提

モデルの構築において、以下の前提を置く。

- ・ 電力市場とグリーン証書市場を想定する。
- ・ モデルの簡略化のため、発電源は、CO<sub>2</sub>を排出する火力発電と CO<sub>2</sub>を排出しないグリーン電力発電の2通りを想定する。
- ・  $Q^*$ 未満の電力は全て火力発電による電力と見なし、 $Q^*$ 以上の電力は全てグリーン電力と見なす。
- ・ 電力会社はコストが同じならば、従来の火力発電ではなくグリーン電力を発電するとする。
- ・ 電力市場は完全自由化されているとする。
- ・ 電力の供給者は自社でグリーン電力と火力発電による電力を発電し販売しているとする。発電業者から電力を購入し、消費者に販売する電気事業者の存在は考えない。
- ・ 電力消費によって得られる効用は、火力発電による電力も、グリーン電力も同じとする。
- ・ グリーン電力証書の販売代金は、グリーン電力発電者の費用の補填に充てる。

## 6-2. モデルの構築

$Q^*$  : 目標電力使用量

$Q$  : 総発電量  $Q = Q_T - Q_G$

$Q_T$  : 火力発電による電力量 ( $Q \geq Q^*$ のときは、 $Q_T = Q^*$ ) とする。

$Q_G$  : グリーン電力量  $Q_G = Q - Q^*$

$P_e$  : 物理的電力価格

$P_c$  : グリーン電力証書価格

$P_T$  : 火力発電による電力価格  $P_T = P_e$

$P_G$  : グリーン電力価格  $P_G = P_e + P_c$

$C_T$  : 火力発電コスト

$C_G$  : グリーン電力発電コスト

$U(Q)$  : 電力の消費による効用

$c$  : 1単位火力発電するために必要な費用

$g$  : 1単位のグリーン電力による発電をするために、火力発電よりも余分にかかる費用

$\alpha$  : 電力会社の総発電量に占めるグリーン電力発電の割合

まず、電力市場について考える。

電力の需要曲線の導出にあたり、消費者余剰の式を求める。電力の消費者は、目標電力使用量  $Q^*$  に対して、この使用量を達成するか、超過するかという選択を行う。目標電力使用量  $Q^*$  を達成した状況を  $0 < Q_T < Q^*$  で表し、 $Q^*$  を達成せず、グリーン証書を購入する状況を  $Q \geq Q^*$  で示す。

電力市場ではグリーン証書価格  $P_c$  は外生的に決まっているものとする。

$Q^*$  を達成した場合の消費者余剰は、

$$CS_T = U(Q_T) - P_T Q_T \quad (0 < Q_T < Q^*) \quad (1)$$

目標を達成せず、グリーン電力証書を購入した場合の消費者余剰は、

$$CS_G = U(Q_T + Q_G) - P_T Q_T - P_G Q_G \quad (Q \geq Q^*) \quad (2)$$

また、 $Q_G$  は超過電力使用量分であるから、 $Q_G = Q - Q^*$  となり、(2) 式を変形すると、

$$U(Q_T + Q - Q^*) - P_T Q_T - P_G (Q - Q^*) \quad (Q \geq Q^*) \quad (3)$$

電力を消費することの効用を  $U(Q) = aQ^2 + bQ + c$  とおく。

限界効用は、 $U'(Q) = 2aQ + b$

限界効用は逓減するため、 $a < 0$  である。

電力使用目標を達成した場合の効用は、

$$U(Q_T) = aQ_T^2 + bQ_T + c \quad (4)$$

限界効用は、

$$U'(Q_T) = 2aQ_T + b \quad (a < 0) \quad (0 < Q_T < Q^*) \quad (4^*)$$

同じ量の電力の消費から得られる効用は同じとすると、電力使用目標を達成せず、グリーン電力証書を購入した場合の効用は、

$$U(Q_G + Q_T) = aQ_G^2 + bQ_G + c + aQ_T^2 + bQ_T + c$$

また、 $Q_G = Q - Q^*$  かつ  $Q \geq Q^*$  のときは、 $Q_T = Q^*$  なので、

$$U(Q_G + Q_T) = a(Q - Q^*)^2 + b(Q - Q^*) + c + aQ^{*2} + bQ^* + c \quad (5)$$

限界効用は、

$$U'(Q_G + Q_T) = 2a(Q - Q^*) + b \quad (a < 0) \quad (Q \geq Q^*) \quad (5^*)$$

(4) 式を (1) 式に代入すると

$$CS_T = aQ_T^2 + bQ_T + c - P_T Q_T$$

前提より

$$CS_T = aQ_T^2 + bQ_T + c - P_e Q_T$$

この消費者余剰を最大化すると

$$CS'_T = 2aQ_T + b - P_e = 0$$

よって電力の需要関数  $D$  は

$$D : P_e = 2aQ_T + b \quad (0 < Q_T < Q^*) \quad (6)$$

となる。

同様に (5) 式を (2) 式に代入すると

$$CS_G = a(Q - Q^*)^2 + b(Q - Q^*) + c + aQ^{*2} + bQ^* + c - P_T Q_T - P_G Q_G$$

前提より変形して

$$CS_G = a(Q - Q^*)^2 + b(Q - Q^*) + c + aQ^{*2} + bQ^* + c - P_e Q^* - (P_e + P_c)(Q - Q^*)$$

この消費者余剰を最大化すると

$$CS'_G = 2a(Q - Q^*) + b - P_e - P_c = 0$$

よって電力の需要曲線  $D$  は

$$D : P_e = 2a(Q - Q^*) + b - P_c \quad (Q \geq Q^*) \quad (7)$$

となる。

需要曲線をまとめると

$$\left\{ \begin{array}{ll} D : P_e = 2aQ_T + b & (0 < Q_T < Q^*) \\ D : P_e = 2a(Q - Q^*) + b - P_c & (Q \geq Q^*) \end{array} \right.$$

次に電力の供給曲線を導出する。

まずは、電力会社の費用関数を考える。

$c$  : 1 単位火力発電するために必要な費用

$g$  : 1 単位のグリーン電力による発電をするために、火力発電よりも余分にかかる費用

$\alpha$  : 電力会社の総発電量に占めるグリーン電力発電の割合

とすると、費用関数は以下のように示される。

$$C(Q) = c(1 - \alpha)Q + \alpha(c + g)Q \quad (8)$$

ここで、 $\alpha = sP_c(Q - Q^*)$ 、 $g = \frac{r}{P_c(Q - Q^*)}$  とおく。 … (※)

これは、グリーン電力証書による収入： $P_c(Q - Q^*)$ が増加するにつれて、電力会社の総発電量に占めるグリーン電力の割合は増加し、グリーン電力を発電するために火力発電よりも余計にかかる費用は消費者に分散されることで減少するからである。これを踏まえると費用関数は

$$C(Q) = c \left[ 1 - sP_c(Q - Q^*) \right] Q + sP_c(Q - Q^*) \left[ c + \frac{r}{P_c(Q - Q^*)} \right] Q \quad (9)$$

となる。

次に、電力会社の利潤関数  $\Pi$  を導出する。

$$\Pi_T = P_e Q - [c(1 - \alpha)Q + \alpha(c + g)Q] \quad (0 < Q_T < Q^*)$$

この利潤を最大化すると

$$\Pi'(Q) = P_e - (1 - \alpha)c - \alpha(c + g) = 0 \quad (0 < Q_T < Q^*)$$

よって供給曲線  $S$  は  $0 < Q_T < Q^*$  のとき

$$S : P_e = c + \alpha g \quad (10)$$

となる。

同様に

$$\Pi = (P_e + P_c)(Q - Q^*) + P_e Q^* - [c(1 - \alpha)Q + \alpha(c + g)Q] \quad (Q \geq Q^*)$$

この利潤を最大化すると

$$\Pi'(Q) = (P_e + P_c) - (1 - \alpha)c - \alpha(c + g) = 0 \quad (Q \geq Q^*)$$

よって供給曲線  $S$  は  $Q \geq Q^*$  のとき

$$S : P_e = c + \alpha g - P_c \quad (11)$$

となる。

供給曲線をまとめると

$$\begin{cases} S : P_e = c + \alpha g & (0 < Q_T < Q^*) \\ S : P_e = c + \alpha g - P_c & (Q \geq Q^*) \end{cases}$$

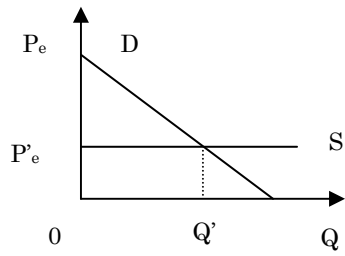
### 6-3. 現状分析

現状は個人の目標電力使用量  $Q^*$  が設定されていなく、グリーン電力証書の購入義務がないため、需給曲線は以下ようになる。

$$\begin{cases} D : P_e = 2aQ + b \\ S : P_e = c + \alpha g \end{cases}$$

電力市場は完全自由市場を想定しているため、価格と電力量は以下ようになる。

$$\Rightarrow \begin{cases} P_e = c + \alpha g \\ Q = \frac{c + \alpha g - b}{2a} \end{cases}$$



#### 6-4. 提案の分析

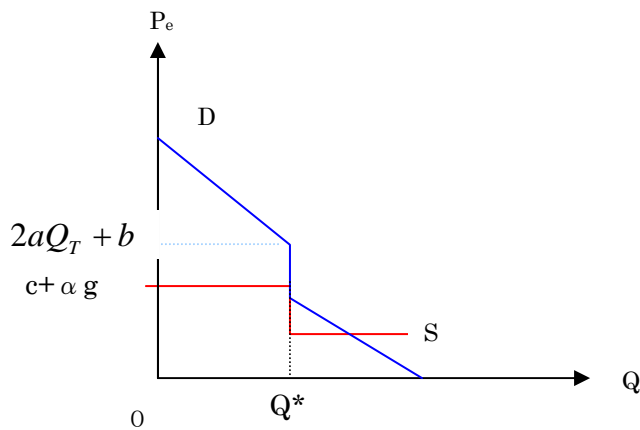
提案では個人の目標電力使用量  $Q^*$  が設定されているため、 $Q^*$  を境に需給曲線が変化する。

$$\left\{ \begin{array}{ll} D : P_e = 2aQ_T + b & (0 < Q_T < Q^*) \\ D : P_e = 2a(Q - Q^*) + b - P_c & (Q \geq Q^*) \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{ll} S : P_e = c + \alpha g & (0 < Q_T < Q^*) \\ S : P_e = c + \alpha g - P_c & (Q \geq Q^*) \end{array} \right.$$

これをグラフに表すと以下のようなになる。

需要曲線、供給曲線共に、 $Q \geq Q^*$  では  $P_c$  だけ下方シフトする。



まず、この提案による電力の総使用量の減少効果について見てみる。

電力の目標使用量  $Q^*$  の設定とグリーン電力証書の購入義務付けによって、需要曲線は  $Q \geq Q^*$  では  $P_c$  だけ下方シフトする。これは、電力の目標使用量  $Q^*$  以上の電力需要が減少していることを示す。しかし、供給曲線との位置関係で実際の使用電力量が変わってくる。

図 A のように、均衡電力価格が  $2aQ_T + b - P_c \leq c + \alpha g$  の場合は、電力の使用量は  $Q^*$

よりも少なくなるが、図 B のように、均衡電力価格が  $2aQ_r + b - P_c > c + \alpha g$  の場合は、供給曲線も  $Q \geq Q^*$  で下方シフトしている分、大幅に電力使用量が増加することになる。

図 A

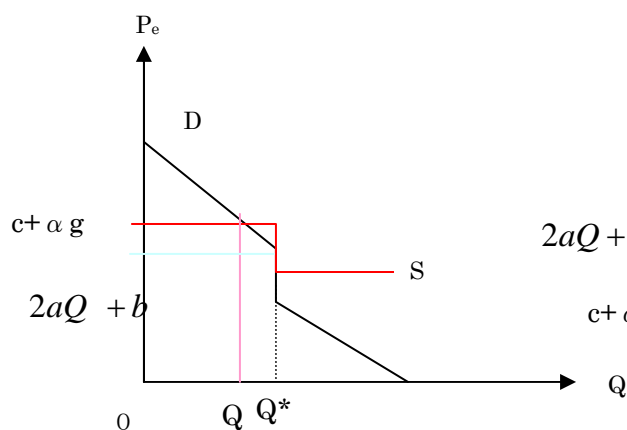
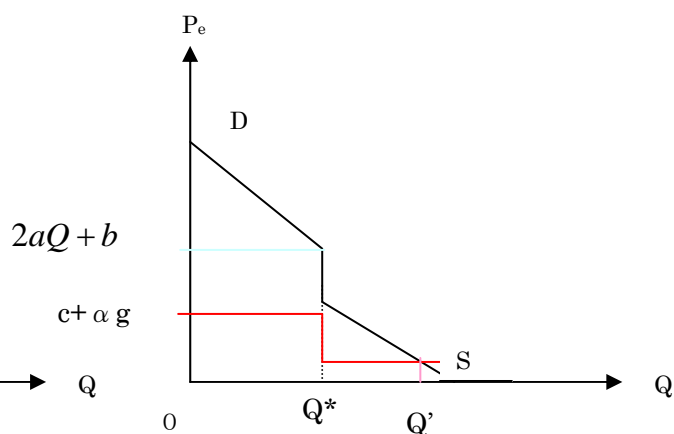


図 B



このように供給曲線のシフトによって、均衡での電力量が変わってくる。供給曲線（限界費用）を示す、 $c + \alpha g$  に注目する。

(※) 式より、 $\alpha = sP_c(Q - Q^*)$ 、 $g = \frac{r}{P_c(Q - Q^*)}$  である。

グリーン電力証書価格  $P_c$  はグリーン電力証書市場で決定されるが、 $P_c$  が上昇すれば、取引量  $(Q - Q^*)$  は減少すると考えられる。グリーン電力証書需要の価格弾力性について考えるが、この提案の場合、電力の超過使用量分はグリーン電力証書の購入が義務付けられていた。電力は生活必需品であることから、グリーン電力証書の需要の価格弾力性は小さいと考えられる。グリーン電力証書の需要の価格弾力性が小さい場合、 $P_c$  の上昇によって、取引量  $(Q - Q^*)$  は減少するが、収入  $P_c(Q - Q^*)$  は増加となる。

図 A のように、目標電力使用量  $Q^*$  を達成するときは、グリーン電力証書の需要が小さく、電力会社の証書収入  $P_c(Q - Q^*)$  が小さいため、電力供給者の総発電量に占めるグリーン電力の割合  $\alpha$  は小さく、グリーン電力が火力発電よりも余分にかかる発電コスト  $g$  は大きくなる。よって限界費用曲線  $c + \alpha g$  は高くなる。

図 B のように、目標電力使用量  $Q^*$  を達成しないときは、グリーン電力証書の需要が大きいため、 $P_c(Q - Q^*)$  が大きく、 $\alpha$  は大きく、 $g$  は小さくなる。よって限界費用曲線  $c + \alpha g$  は小さくなる。

## 第7章 考察

この論文の提案に期待する CO<sub>2</sub> 排出削減効果は 2 つであった。1 つが、「電力使用目標量の設定+グリーン電力証書の義務付け」によって消費者にとって電力消費が割高になることが、総電力使用量を減少させる効果、もう 1 つが、グリーン電力証書の購入義務付けを通して個人消費者にグリーン電力が普及することで、電力供給者のグリーン電力発電コスト負担が分散され、電源構成に占めるグリーン電力の割合が増加する効果である。実際に提案によってこの 2 つの効果を実現するのかを検証することを目的としてこれまで、モデル分析を行ってきた。

電力の目標使用量  $Q^*$  の設定とグリーン電力証書の購入を義務付けることは  $Q \geq Q^*$  で電力の需要曲線の下シフトを引き起こした。また、電力の供給曲線も  $Q \geq Q^*$  ではグリーン電力の発電コスト負担が消費者に分散されるため、限界費用が低下し、下方シフトした。

電力の目標使用量  $Q^*$  が達成された場合は、家庭の電力消費量が減少する効果は得られたが、グリーン電力の拡大効果は得られなかった。電力の目標使用量  $Q^*$  が達成されなかった場合は、電力使用量は減少しなかったものの、電力供給者の総発電量に占めるグリーン電力の割合  $\alpha$  は増加した。つまり、2 つの効果は同時には達成できないという結果となった。電力の目標使用量  $Q^*$  が達成されるかは  $P_c$  の大きさによって変化する。電力使用量を  $Q^*$  に抑えることと、 $\alpha$  を増加させることのどちらが、より CO<sub>2</sub> 排出削減に効果的かを比べた上で、より効果的な CO<sub>2</sub> 排出削減手段を拡大させるように  $P_c$  を変化させるようにすればいいという結論に至った。

## 終章

現在、地球温暖化が深刻化し、世界的に CO<sub>2</sub>排出削減が重要な課題となっている。日本も京都議定書の目標達成のために、産業界中心に排出削減に力を入れている。しかし、産業部門での CO<sub>2</sub>排出は減少しているものの、他の部門はいまだに増加傾向であり、特に民生部門では排出量の伸び率が大きい。よく産業部門の取り組みについて、乾いた雑巾を絞るような努力をしていると表現されるが、自分を民生・家庭部門の一員として考えると、CO<sub>2</sub>排出削減努力をしているという実感はほとんどなく、むしろよりエネルギーを大量に消費する便利な生活にシフトしているような感覚があり、家庭部門にはまだまだ CO<sub>2</sub>排出削減の余地があると考えた。京都議定書の削減目標の達成のためにも、削減出来るところから、削減すべきであると考え、家庭部門に CO<sub>2</sub>排出削減努力を課す方法を考えたいと思い、論文のテーマとした。

今回は、家庭部門の中でも、ほとんどの人にとって生活必需品であり、家庭部門の CO<sub>2</sub>排出に大きく寄与している電力部門での CO<sub>2</sub>に注目して論文を書いた。

この論文の分析では電力市場に注目したが、グリーン電力証書市場ももっと分析の余地があった。実際の家庭部門について調べていくと、環境意識や世帯構成によって、CO<sub>2</sub>削減への取り組みも大きく変わってくる。家庭へのグリーン電力証書の普及促進の効果についても、環境意識や世帯構成などの条件によって結果は異なってくると考えられる。この論文では、そういった家庭部門の特徴を省いて考えたが、より多くの家庭部門の特徴を加味した場合を考えるのが、今後の課題である。



## 参考文献

- ・ グリーン電力証書取引所HP : <http://www.gp-trade.jp/know.html>
- ・ グリーン電力証書制度解説書 (ネクストエナジー・アンド・リソース株式会社)
- ・ 平成 20 年度版 環境循環型社会白書
- ・ 平成 19 年度版 エネルギー白書
- ・ みんなのグリーン電力 : <http://www.greenpower.jp/whatgreen/>
- ・ 資源エネルギー庁 HP 「日本のエネルギー消費」  
<http://www.enecho.meti.go.jp/topics/energy-in-japan/energy2005html/consump.html>
- ・ 「Interaction between the power and green certificate markets」  
S.G.Jensen, K.Skytte  
Energy Policy 30 (2002) 425-435
- ・ YAHOO!リサーチ「エコ (節約と環境) に関する調査報告書」  
ヤフーバリューインサイト株式会社
- ・ 我が国の温室効果ガス排出量の要因分析 (環境省地球環境局・経済産業省産業技術局)  
[www.meti.go.jp/committee/materials/downloadfiles/g61121c03j.pdf](http://www.meti.go.jp/committee/materials/downloadfiles/g61121c03j.pdf) -
- ・ 日本型 RPS 制度の問題点—EU 加盟国の RPS 制度との比較—  
徐 世旭 (大韓民国国会予算政策処)  
2004 年度日本農業経済学会論文集、2004 年 11 月
- ・ [http://www.env.go.jp/earth/ondanka/mechanism/carbon\\_offset/conf\\_ver/01/mat04.pdf](http://www.env.go.jp/earth/ondanka/mechanism/carbon_offset/conf_ver/01/mat04.pdf)
- ・ 資源エネルギー庁 RPS 法 HP
- ・