

再生可能エネルギー法導入の計量厚生分析

山梨大学 正会員 武藤 慎一
山梨大学 学生員 ○矢田部貴司

1.はじめに

我が国では、電力発電において火力発電、原子力発電に依存してきた。火力発電、原子力発電は、コスト面・発電効率という面では、ほかの発電方式に比べ優れている。しかし、原子力発電における放射能漏れ事故などの安全面や、化石燃料の利用による石油・LNGの枯渇、発電由来の二酸化炭素による地球温暖化などの外部不経済を発生させるという問題がある。特に東日本大震災による放射能漏れ事故の被害は甚大であり、平時の発電効率が高くコストも安かったとしても事故が発生すれば多額の被害を生むことが改めて証明されたといえる。

また、地球温暖化問題に関しては、現時点で我が国は、温室効果ガス削減目標として長期的には2050年までに80%削減を目指し、中期的には鳩山首相が2009年の国連・気候変動サミットにて、2020年までに1990年比で25%の温室効果ガス削減を目指すことを表明し、温室効果ガスの削減にも早急に取り組むことが求められている。これに対し、再生可能エネルギーによる発電が注目されている。再生可能エネルギーとは、使い続けても枯渇しない自然由来のエネルギー源のことであるが、これらのエネルギーを用いれば、原子力発電や火力発電などがもたらす外部不経済問題は解決される。しかし、再生可能エネルギーになる電源施設には固定費用が必要となる。こうした固定費用の負担に対し、現在は太陽光促進付加金と呼ばれる負担金を全電力の利用に付加し、これを再生可能エネルギーの導入費用に充当するという措置が取られている。さらに、2011年に再生可能エネルギー法が成立された。これらの詳細は後述するが、本研究は再生可能エネルギー導入での支出水準の差を明らかにすることを目的とする。

2.発電エネルギーの現状

2-1.発電方式別発電量の推移

図1は発電方式別発電の推移を示したものである。

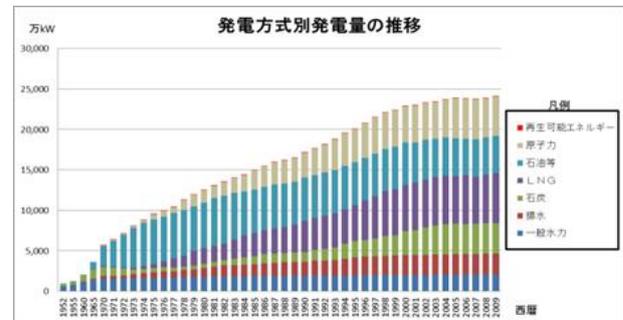


図1.発電方式別発電量の推移

2009年現在、火力発電の61.3%が最も多く、内訳としてはLNG利用が29.4%、石炭利用が24.7%、石油利用が7.6%となっている。続いて原子力発電29.2%、水力発電8.0%、内訳として一般水力7.3%、揚水0.8%である。新エネルギー（再生可能エネルギー）に注目してみると1970年より発電に利用されているが2009年時点でもあまり普及しておらず全体の1.1%となっているのがわかる。また、発電所等からの二酸化炭素排出量は全体の3割強である。それらのほとんどが、火力発電によるものと考えられる。

2-2.化石燃料可採確認埋蔵量

ここでは、発電方式の中で6割強を占めている火力発電の燃料に利用される化石燃料の可採確認埋蔵量について見ていく。

世界の原油確認埋蔵量は2008年末時点で1兆2,580億バレル（オイルサンドを除く）であり、これを原油生産量で除した可採年数は42年となっている。1970年代のオイルショック時には石油資源の枯渇が問題視されたが、回収率の向上や追加的な石油資源の発見・確認によって、1980年代以降、可採年数はほぼ40年程度の水準を維持し続けている。しか

キーワード 再生可能エネルギー 経済モデル 厚生分析 固定費用

連絡先 〒400-8511 山梨県甲府市武田4-3-11 山梨大学工学部土木環境工学科 TEL: 055-220-8599

E-Mail: smutoh@yamanashi.ac.jp

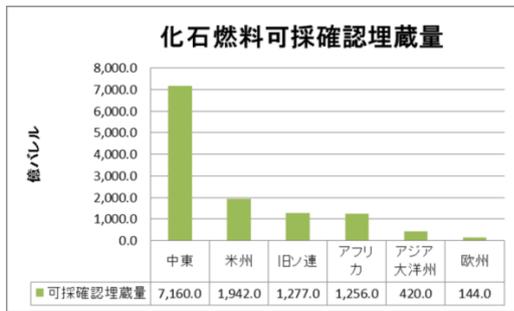


図 2.世界の原油確認埋蔵量 (2008年)

し、化石燃料資源が有限であることは事実であり、いずれ枯渇の問題が深刻化するものと考えられる。そうすると火力発電に依存している日本では、大きな問題となる。

2-3.発電方式別発電単価と設備利用率

次にわが国では、なぜ可採年数が残り 40 年程度の火力発電や放射能漏れなどの問題がある原子力発電に依存し再生可能エネルギーにシフトしないのか、その理由を表 1 を利用して示していきたい。これは経済産業省、エネルギー白書に基づき発電方式ごとの発電単価(円/kWh)と設備利用率(1年間の発電電力量 / (定格出力 × 1年間の時間数) × 100%)を示したものとする。

表 1. 発電方式別の発電原価試算結果 (1kWh 当たりの発電費用)

| 発電方式 | 発電単価(円/kWh) | 設備利用率(%) |
|------|-------------|----------|
| 水力 | 8.2~13.3 | 45 |
| 石油 | 10.0~17.3 | 30~80 |
| LNG | 5.8~7.1 | 60~80 |
| 石炭 | 5.0~6.5 | 70~80 |
| 原子力 | 4.8~6.2 | 70~85 |
| 太陽光 | 46 | 12 |
| 風力 | 10~14 | 20 |

これを見ると原子力発電が発電単価としては最も低い値となっている。また、設備利用率は最も高い率となっていて原子力発電は、コスト、効率ともにほかの発電方式より優位であることがわかる。火力、水力も比較的発電単価は低い値となっている。設備利用率という面でも水力の 45%をはじめ火力発電も高い割合となっていることがわかる。

一方、太陽光発電を見てみると発電単価が 46 円 /kWh となっていて他と比較してみても 3~10 倍となっており設備利用率も 12%とほかの発電方式と比較して低い率となっている。太陽光発電が普及しない

理由の一つとして発電単価が高く設備利用率が低いことがこの表から推察できる。発電単価が高いのは、再生可能エネルギーによる発電を行うには、新たな設備の設置が必要であることが大きな理由である。

2-4.再生可能エネルギー法

そこで、まずその設備費用を広く負担させるために太陽光促進付加金制度が導入された。さらにそれを推進する形で再生可能エネルギー法が制定された。

政府は、平成 23 年 6 月 23 日に電気事業者による再生可能エネルギー電気の調達に関する特別措置法案(再生可能エネルギー法案)を成立させた。

目的としては、発電エネルギーとして再生可能エネルギーを利用することが、エネルギーの安定的かつ適切な調達という面で有効と考えられること、また環境負荷の低減を図る上でも効果的であることから、電気事業者に対し再生可能エネルギーあるいはそれによって発電された電力の調達を推進させようとしたものである。

表 2.法案施行前

| | 10kW未満 | 10~500kW | 500kW以上 |
|------|---------------|----------|---------|
| 住宅用 | 48円/kWh (42円) | 24円/kWh | 買取なし |
| 非住宅用 | 24円/kWh (40円) | 24円/kWh | 買取なし |
| 発電用 | 買取なし | 買取なし | 買取なし |

表 3.法案施行後

| | 10kW未満 | 10~500kW | 500kW以上 |
|------|--------------|----------|---------|
| 住宅用 | 現行通り 余剰買取 | 全量買取 | 全量買取 |
| 非住宅用 | 全量買取 | 全量買取 | 全量買取 |
| 発電用 | 全量買取 | 全量買取 | 全量買取 |

再生可能エネルギー法案は2012年7月の施行を目標としており、現状では、住宅用、非住宅用の 500kWh まで余剰買取という制度を設けている。余剰買取とは、住宅や非住宅で利用電力以上に発電がおこなわれた際の余剰分を電力会社に売ることができるとのことである。一方、再生可能エネルギー法が施行されれば住宅用 10kWh 未満を除くものは全量買取にシフトする。この全量買取は、発電した電力すべてを電力会社に売ることができるとの制度である。

この全量買取制度の利点としては、売電単価が高

ければ余剰買取制度に比べてインセンティブが大きくなり普及促進につながる。しかし、現在施行が予定されている法案ではその売電単価がどのように決定されているのかが定かとはなっていない。この単価が高ければ再生可能エネルギーの普及にはつながるが社会の厚生水準を大きく低下させる可能性がある。そこで、次章では、社会厚生を計量的に評価するためのモデルを開発する。

3. 計量厚生分析モデルの概要

3-1.モデルの全体構成

本モデルは家計と合成財企業、電力企業、再生可能エネルギー電力企業および政府が存在する(図3)。家計は、合成財企業が生産する財と電力企業が生産する電力を消費して効用を得るものとする。なお、電力企業は再生可能エネルギー電力企業から電力を買い取るものとする。政府は、再生可能エネルギー企業に対し補助を支給するがその財源は、家計からの税によって賄われることとする。

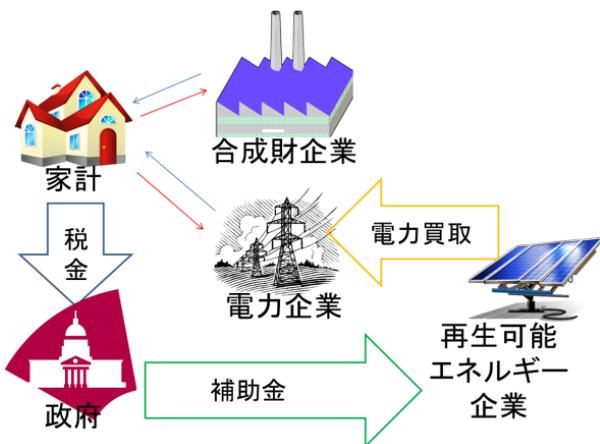


図3.モデルの全体構成

ここで、再生可能エネルギー法案との対応でいえば、再生可能エネルギー企業が生産した電力を全て買取ということを義務づけたものが、当該法案であるといえる。ただし、いくら政府からの補助があったとしてもこのままでは電力企業は赤字になってしまう。そこで、再生可能エネルギー法では、太陽光促進付加金を電力価格に付加して、その再生可能エネルギー電力の買い取り費用をまかなう。以上のことが図3のモデルにおいて表現されている。これを

用いて再生可能エネルギーの普及水準を与え再生可能エネルギー法に基づく各主体の行動がどう変化するか、さらにその社会厚生を計量的に評価する。

以下ではまず各主体の行動モデルを詳細に記述する。

3-2.家計の支出最小化モデル

家計の合成財,電力の消費行動を以下の支出最小化問題により定式化する。

$$P_U \cdot U = \min_{Z, x_E} P_Z Z + P_E (1 + \delta_E) x_E$$

$$\text{s.t. } U = \gamma \left[\alpha \beta Z \right]^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} + (1 - \alpha) \left\{ (1 - \beta) x_E \right\}^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} \right]^{\frac{\sigma}{\sigma-1}}$$

ここで、 P_U :効用価格指数、 U :家計の効用水準、 Z, x_E :合成財と電力の消費量、 P_Z, P_E :合成財と電力の価格、 δ_E :太陽光促進付加金、 U :家計の効用水準、 γ, α, β :パラメータ ($0 \leq \alpha \leq 1, 0 \leq \beta \leq 1$)、 σ :代替弾力性パラメータ。需要関数:

$$Z = \frac{1}{\gamma \beta^{1-\sigma}} \left(\frac{\alpha}{P_Z} \right)^\sigma \Psi_1^{\frac{\sigma}{1-\sigma}} \cdot U$$

$$x_E = \frac{1}{\gamma (1 - \beta)^{1-\sigma}} \left(\frac{1 - \alpha}{P_E} \right)^\sigma \Psi_1^{\frac{\sigma}{1-\sigma}} \cdot U$$

$$\text{ただし、} \Psi_1 = \alpha^\sigma \left(\frac{P_Z}{\beta} \right)^{1-\sigma} + (1 - \alpha)^\sigma \left(\frac{P_E}{1 - \beta} \right)^{1-\sigma}$$

なお、効用水準は所得を P_U で除することにより求められる。

$$U = \frac{I}{P_U}$$

$$\text{ただし、} I = (1 + \tau) [\omega L_H + r K_H]$$

ここで、 τ :従価税率、 ω :総利用可能時間、 L_H :労働投入、 r :利子率、 K_H :資本。

3-3.合成財企業

続いて合成財企業の生産行動を費用最小化問題として定式化する。

$$c = \min_{l_E, k_E} P_Z l_Z + P_E k_Z$$

$$\text{s.t. } y_Z = \gamma \left[\alpha \beta l_Z \right]^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} + (1 - \alpha) \left\{ (1 - \beta) k_Z \right\}^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} \right]^{\frac{\sigma}{\sigma-1}}$$

ここで、 l_Z, k_Z :合成財企業の労働と資本の投入量 y_Z :生産量、 γ, α, β :パラメータ ($0 \leq \alpha \leq 1, 0 \leq \beta \leq 1$)、 σ :

代替弾力性パラメータ。

3-4.電力企業

電力企業の生産行動を費用最小化問題として定式化する。

$$c = \min_{l_E, k_E} P_Z l_E + P_E k_E$$

$$\text{s.t. } y_E = \gamma \left[\alpha \{\beta l_E\}^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} + (1-\alpha) \{(1-\beta)k_E\}^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} \right]^{\frac{\sigma}{\sigma-1}}$$

ここで、 l_E, k_E :電力企業の労働,電力企業の資本、 y_E :生産量、 γ, α, β :パラメータ ($0 \leq \alpha \leq 1, 0 \leq \beta \leq 1$)、 σ :代替弾力性パラメータ。

3-5.市場均衡条件

市場均衡条件式は以下のように表される。

$$x_Z = y_Z$$

$$x_E = y_E + y_C$$

y_C は、再生可能エネルギー電力企業が生産した電力である。再生可能エネルギー法では、これを全ての電力企業買い取ることになる。その買取価格を \overline{P}_C とする。これが補助を差し引いた再生可能エネルギーの導入費用（固定費用）をまかなうものとする。

$$P_Z \cdot Z + P_E(1 + \delta_E)x_E = (1 + \tau)[\omega L_H + rK_H]$$

これより以下が成立する。

$$\overline{P}_C \cdot y_C = FC - B$$

ここで、 FC :固定費用、 B :補助金。

さらに、 $\overline{P}_C \cdot y_C$ は電力企業の費用となるが、これを電力会社は太陽光促進付加金として家計から徴収するものとする。すなわち

$$P_E \cdot \delta_E \cdot x_E = \overline{P}_C \cdot y_C$$

が成立することになる。

4.政策分析

4-1.政策分析の内容

続いて、山梨県を対象として政策分析を行う。ここでは、菅内閣時に見直された（経済協力開発機構

の設立 50 周年記念フォーラム)、再生可能エネルギーの発電割合を「2020 年代のできるだけ早い時期に 20%とする」という目標達成のための政策分析を行う。具体的には、再生可能エネルギーによる発電を行うための導入コスト FC をその発電割合が 20%となるように設定し（ここでは 79 億円）、そのときの各種変数を計算した。

4-2.消費量と厚生水準変化

図 4 は再生可能エネルギーを 20%導入した際の合成財および合成電力の消費量の変化である。

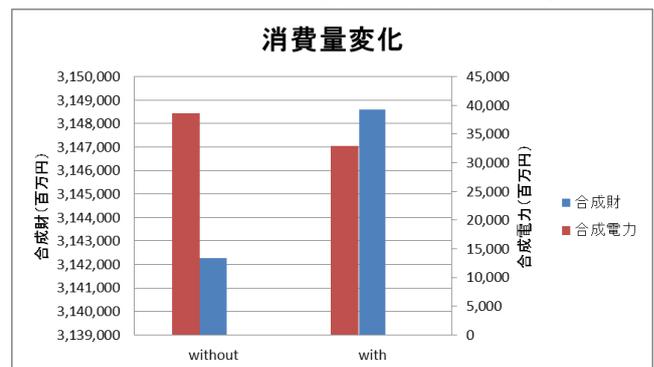


図 4.政策有無での投入量の変化

図 4 より政策により電力消費が減少していることがわかる。これは、太陽光付加金が加算されたため、電力価格が上昇したことが原因と考えられる。

こうした点が影響し、家計の厚生変化は-71 億円/年とマイナスになる結果となった。

5.まとめ

本研究では、再生可能エネルギー法の導入による厚生変化の計量評価を目的として、計量厚生分析モデルの開発を行った。法の施行により電力消費が減少し家計の厚生水準が低下する結果となった。

課題として代替弾力性パラメータの値を外生的に与えたことにより厚生変化が過剰となっている可能性があり、パラメータの見直しなどが必要である。

6.参考文献

- 1) エネルギー白書(2010)第 2 部第 1 章第 4 節二次エネルギーの動向より供給の動向
<http://www.enecho.meti.go.jp/topics/hakusho/2010energyhtml/2-1-4.html>
- 2) 公益社団法人日本交通政策研究会、日交研シリーズ A-506、高速道・一般道の延長整備計画と高速料金・道路特定財源税率の効率性第 3 章
- 3) 河野達仁・森杉壽芳(2011)財源調達における厚生損失を考慮した高速道路料金の効率的水準