

# 新築戸建て住宅におけるエコハウス普及施策の検討

A Study on Dissemination Strategies of Energy Conservation House in New Housing Market.

環境システムコース 環境経済システム学

26634 新垣京子

## 1. 緒言

近年、温暖化対策が本格化してきているが、民生部門より排出されるCO<sub>2</sub>は増加の一途を辿っている。特に住宅分野での消費量の伸びが著しく、その削減は急務である。家庭での消費エネルギーを削減する有効な手法として、近年エコハウスが注目を集めている。エコハウスについては、各種設備技術によるCO<sub>2</sub>削減効果の算出などこれまで多くの研究がなされており、どのような住宅にすれば環境負荷が削減されるか明らかになりつつある。しかし、現状ではエコハウスは一般の住宅よりも割高であるため、普及の初期においては政府による補助が必要であると考えられる。エコハウスに対する補助施策およびそのCO<sub>2</sub>削減効果まで総合的に評価することは、エコハウスの普及を考える上で重要な知見となると考えられる。本研究では「住宅用標準問題」<sup>1)</sup>をベースに、各種技術による環境負荷低減効果の試算をおこない3種類のエコハウスを設定する。次に住宅に対する消費者の嗜好をコンジョイント分析によって明らかにし、エコハウス普及施策の検討をおこなう。

## 2. エコハウスによる環境負荷削減効果

本研究で使用する住宅モデルを決定するため、住宅の環境負荷および各種技術による環境負荷の削減について評価をおこなう。住宅における環境負荷の評価範囲は大きく分けて建設段階、運用段階、解体段階があるが、今回はエネルギー使用比率の大きい運用段階について独自に計算をおこない、建設、解体段階に発生する環境負荷については文献<sup>2)</sup>を参照する。また本研究では環境負荷の指標としてCO<sub>2</sub>排出量を用いる。

### 2.1 住宅モデル

住宅の標準モデルとしては、1985年に建築学会(環境工学委員会熱分科会)が提案した「住宅用標準問題」がよく用いられる。図1にその平面図、断面図を示す。木造住宅について検討をおこなう。

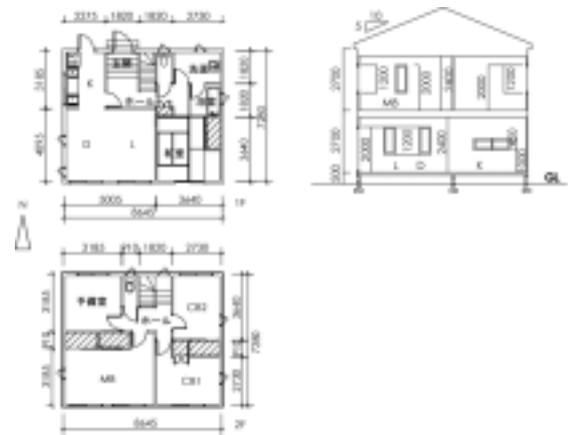


図1 標準住宅の平面図・断面図

### 2.2 評価手法

運用段階の負荷として、暖冷房負荷のほかに、給湯負荷、照明負荷、その他動力による負荷も計算対象とする。熱負荷計算には熱負荷シミュレーションプログラム「SMASH Ver.2」を用いる。生活スケジュールの決定にあたっては、空気調和・衛生学会作成の「住宅におけるスケジュールデータ」<sup>3)</sup>を用いる。居住人数は、国民生活基礎調査(2001年度版)を参考に、標準的な世帯である両親と子供2人の4人家族とする。

### 2.3 対象地域

断熱材や、太陽光発電パネルなどの設備は地域の気候によりその効果が左右される。そのため本研究では、対象地域を首都圏に絞って評価をおこなう。気象条件などについては、拡張アメダス気象データの標準年における東京の値を用いる。

### 2.4 CO<sub>2</sub>削減技術導入の効果

木造の標準住宅から1年間に排出されるCO<sub>2</sub>は、約2.3[t-C]である。その内訳を図2に示す。冷暖房、給湯、照明その他電化製品がそれぞれ約3割程度を占めている。建設・解体に関しては、合わせ

て1割程度となっておりCO<sub>2</sub>排出抑制の点からいえば運用段階での対策が重要であることがわかる。また、この標準住宅に各種CO<sub>2</sub>削減技術を導入した際の効果を図3に示す。4種類の技術について検討をおこなった。太陽光発電パネルの効果が最も大きく、4.5kWのパネルを搭載した場合1年間に643[kg-C]のCO<sub>2</sub>が削減できる。ここに挙げた全ての技術を導入すると、最大で約48%のCO<sub>2</sub>を削減することが可能である。

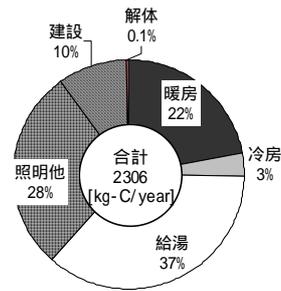


図2 標準住宅から1年間に排出されるCO<sub>2</sub>

### 3. エコハウスの市場性の調査

2.の計算結果から、各技術を組み合わせると表1のような3種類のエコハウスを設定した。これらのエコハウスに対して消費者はどれくらい魅力を感じるのか、支払意額はいくらかなどといったことを理解することは、エコハウスの普及施策を考える上で重要な知見となる。その手法として、マーケティングの分野で用いられているコンジョイント分析を用いる。

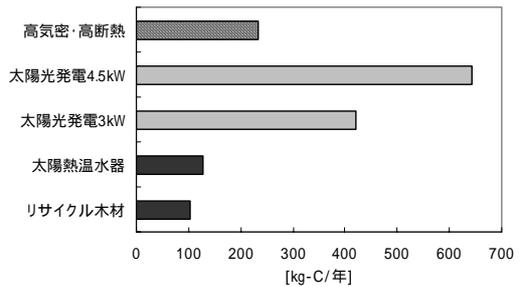


図3 各技術によるCO<sub>2</sub>削減量

#### 3.1 コンジョイント分析

コンジョイント分析は、1960年代に計量心理学の分野で誕生し、その後市場調査の分野において研究が進んだ。1つの属性しか評価できないCVMに比べ、多属性を評価できることや、市場に存在しない商品の価値を評価できるといった利点から、CVMに代わる評価手法として注目を集めている。コンジョイント分析は、複数の属性とその属性を構成する水準によって示されるプロフィールに対する選好を回答者に尋ね、プロフィールと回答結果の関係を統計的に推計し、属性単位の価値(効用)を評価する。基本的にはこのプロフィールを回答者に提示するアンケートの形を取るが、その質問形式は多岐にわたる。その中でもよく用いられる形式に選択型コンジョイントがある。これは、複数のプロフィールの中から最も望ましいものを選ぶ形式で、実際の消費行動に近いという長所を持つ。

表1 3種類のエコハウス

住宅種類	導入技術	削減CO <sub>2</sub> [kg-C/年] (排出量削減割合)
省エネ	高気密・高断熱	232 10%
ソーラー	高気密・高断熱 太陽光発電(3.0kW)、太陽熱温水器	968.3 30.6%
フル装備	高気密・高断熱、太陽光発電(4.5kW) 太陽熱温水器、リサイクル木材	1375.3 51.40%

このとき、式(1)の誤差項がGumbel分布に従うと仮定すると、確率 $P_{ij}$ は次式で表される。

#### 3.2 条件付ロジットモデル

選択型コンジョイント分析では、条件付ロジットにより推定をおこなう。次のようなランダム効用関数を仮定する<sup>4)</sup>。

$$U_{ij} = V_{ij} + \varepsilon_{ij} \quad (1)$$

$U_{ij}$ : 個人*i*がプロフィール*j*を選択したときの全体効用  
 $V_{ij}$ : 観察可能な部分(確定項)  
 $\varepsilon_{ij}$ : 観察不可能な部分(確率項)

このとき、式(1)の誤差項がGumbel分布に従うと仮定すると、確率 $P_{ij}$ は次式で表される。

$$P_{ij} = \frac{\exp(\lambda V_{ij})}{\sum_k \exp(\lambda V_{ik})} \quad (2)$$

λ: スケールパラメータ

効用関数の確定項は、次の主効果モデルを適用する。

$$V_{ij}(x) = \sum \beta_{ij} x_{ij} \quad (3)$$

$\beta_{ij}$ : パラメータベクトル  
 $x_{ij}$ : プロフィール*j*の属性ベクトル

未知のパラメータベクトルは、最尤推定法によって求められる。

また、各属性に対する支払意思額は次式で求められる。

$$MWTP_{x1} = \frac{dV}{dx_1} = - \frac{\partial V}{\partial x_1} / \frac{\partial V}{\partial T} = - \frac{\beta_1}{\beta_T} \quad (5)$$

$\beta_T$ : 価格のパラメータベクトル  
 $\beta_1$ : 各属性のパラメータベクトル

### 3.3 アンケートの設計

本研究で採用した属性と水準を表 2 に示す。住宅に対するオプションとして、耐震設計、バリアフリー、シックハウス対策、エコハウスを設定する。また、エコハウスに関しては水準として、2 章で定義した省エネ・ソーラー・フル装備という 3 種類の住宅を用いる。これらの水準を組み合わせた質問を 10 種類作成し、一人の回答者に対し 10 問の質問をおこなう。本アンケートは、日経リサーチのインターネットモニターのうち、首都圏在住の過去 5 年以内に住宅を購入もしくは今後 5 年以内に購入予定の方を対象とする。有効回答者数は 502 名であった。

表 2 プロファイルの属性と水準

属性	水準
耐震設計	阪神大震災級の地震でも倒壊しない住宅 【対応】【非対応】
バリアフリー	住宅内の段差を少なくし、浴室や階段に手すりのある住宅 【対応】【非対応】
シックハウス対策	ホルムアルデヒドなどの化学物質の少ない住宅 【対応】【非対応】
温暖化対策	各種CO2削減技術を使用した住宅 【非対応】【省エネ】【ソーラー】【フル装備】
建物坪単価 (土地の価格は除く)	[40万円] [50万円] [60万円] [70万円] [80万円]

参考：首都圏で在来木造住宅を建てる際の平均坪単価 55万円～65万円  
住宅面積の平均 132.3m<sup>2</sup>

### 3.3 コンジョイント分析の推定結果

コンジョイントアンケートの回答を対象に最尤推定法によるパラメータベクトルを推定した。全ての回答を用いて分析した『全体』モデルと環境意識により母集団を 2 つに分けた場合の『環境意識高い』、『それ以外』モデルの 3 つの場合について表 3 の結果を得た。

表 3 推定された係数

	全体	環境意識高い	それ以外
価格	-3.14 (-14.7)	-1.25 (-2.7)	-3.68 (-13.9)
耐震設計	1.11 (21.4)	0.96 (9.2)	1.19 (20.0)
バリアフリー	0.44 (9.3)	0.40 (4.1)	0.41 (7.6)
シックハウス対策	0.67 (15.3)	0.66 (7.4)	0.70 (13.8)
エコハウス	1.08 (9.1)	1.57 (6.5)	0.93 (6.7)
N	3482	813	2664
対数尤度	-3481.67	-807.01576	-2248.77

( )内は漸近的 t 値

### 4. マーケットシェアシミュレーション

#### 4.1 全ての選択肢についてシミュレーションをおこなう場合

3 章では、価格を除く 4 つの設備を住宅の属性としてアンケートを行った。これら 4 つの属性と水準の組み合わせで住宅のマーケットを表現すると、32 パターンになる。これに、“非選択”という選択肢を加えると 33 パターンで住宅のマーケットは表される。33 種類全てのパターンについて、選択確率を求めた。算出された選択確率を集計したものを図 4 に示す。3 つのモデル全てでエコハウスのシェアが非常に高く、全体の 7 割以上を占めている。その内訳を見ると、省エネ・ソーラー・フル装備がほぼ同割合で含まれる。

#### 4.2 予算制約を設けた場合

4.1 では、エコハウスのシェアが非常に大きかった。予算制約がないことがその要因として考えられる。住宅市場を設定する際に価格を考慮せず、組み合わせの数で選択肢を作ったために非常に高額な住宅も選択肢に入っている。しかし実際に住宅を購入する場合には、予算以上の設備が付いた住宅は選択肢に入っていない。そこで、住宅タイプの選択肢に予算制約を考慮した絞込みをおこなう。0-20 万円まで 5 種類のケースを想定する。その結果が図 5 である。予算が高くなるにつれてエコハウスのシェアが徐々に増加する。図 5 と図 4 を比較すると、図 5 の方がエコハウスのシェアが相対的に低くなっている。また内訳ではソーラー・フル装備のシェアが減少し、省エネ型の比率が高まっている。

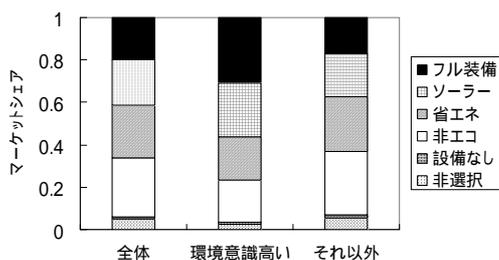


図 4 住宅マーケットシェア

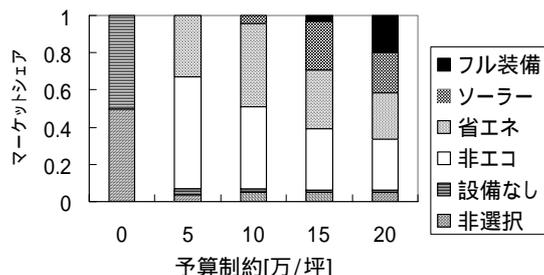


図 5 予算制約を設けた場合のシェア

## 5. 補助制度の効果

住宅の選択肢に対し、予算による絞りこみを行うことでより現実的なシェアが算出できることがわかった。しかし、人により住宅購入時の予算は異なる。そこで予算制約の分布を仮定し統合したモデルを補助制度の効果の推定に用いる。

### 5.1 一定割合で補助金を支給する場合

エコハウスに対して補助金を支給する場合の首都圏における CO<sub>2</sub> 削減量の推定を行った。実際の補助制度としては住宅取得税や住宅金融公庫の優遇利率など様々な形態が考えられるが、ここでは簡単のため購入時に補助金が一括支給されると仮定した。ソーラー、フル装備型のエコハウスのみ補助を行う。また補助額の上限は 5 割までとする。補助割合を変化させた時のエコハウスシェアと、CO<sub>2</sub> 削減量を図 6 に示す。図 6 より補助割合の増加にともない、エコハウスのシェアも増加していき削減 CO<sub>2</sub> が増加していくのがわかる。

### 5.2 補助金以外の施策

次に補助金以外の施策としてエコハウスの広報活動を実施することで、消費者の環境意識を高めるという施策を検討する。広報活動により『環境意識高い』人の割合が増加すると、消費者の嗜好が変化するためエコハウスのシェアが増加し、『全体』の場合よりも CO<sub>2</sub> が削減される。『環境意識高い』人と『それ以外』の人の嗜好として表 2 の係数を用いる。『環境意識高い』人の割合の変化による CO<sub>2</sub> 削減量を図 7 に示す。全ての住宅購入者が『環境意識の高い』人になった場合は、『全体モデル』の時と比較して首都圏全体で 3200[t-C/year]の CO<sub>2</sub> が削減される。これは首都圏で 1 年間に新築される戸建て住宅から年間排出される量の約 1.6% に相当する。

## 6. 結言

研究の結果、補助金を支給することでエコハウスのシェアを増加させ、CO<sub>2</sub> を削減できることがわかった。しかしその場合に必要となる予算は首都圏だけで 5 億円程度であり、削減できる量を考えると必ずしも効率的とはいえない。そこで補助金以外の施策として、広報により消費者の環境意識を高めた場合の効果も推定したところ、その効果は最大で約 3200[t-C/year]となることがわかった。エコハウスの認知度が高まると、『環境意識高い』セグメントに含まれる消費者の嗜好も変わってくるので、実際の削減効果はもっと大きいものと予想される。こうした公共広告の費用対効果を検証することは容易ではなく、補助金よりも広報の方がよい戦略だとは言いきれないが、多様な普及策を考えるという上で重要な知見が得られた。

## 参考文献

- 1) 宇田川光弘:「標準問題の提案 (住宅用標準問題)」,日本建築学会環境工学委員会熱分科会第 15 回シンポジウム 1985
- 2) 野崎 友:「住宅建築における多様性を考慮した CO<sub>2</sub> 削減技術導入の提案」東京大学大学院新領域創成科学研究科修士論文 2003
- 3) 「住宅における生活スケジュールとエネルギー消費」,空調調和・衛生工学会シンポジウム,2000.3
- 4) 栗山浩一:Excel できるコンジョイント分析,環境評価フォーラム研究報告書。

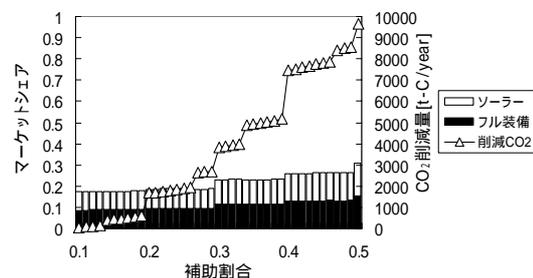


図 6 補助金の割合による削減 CO<sub>2</sub>

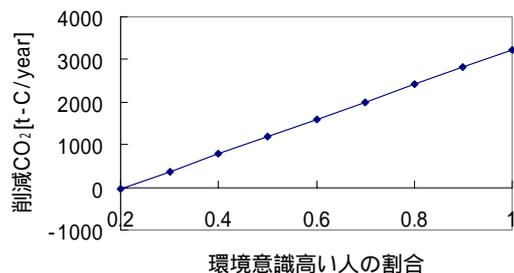


図 7 環境意識高い人の割合による削減 CO<sub>2</sub>