特集 低炭素型の都市・地域社会の実現と不動産 【論説】

低炭素型建物の実現における経済学的考察

An Economic Examination of Diffusing Low-Carbon Buildings

Makoto SUGINO : Institute for Global Environmental Strategies

杉野 誠*

1. はじめに

地球温暖化による気候変動の影響が懸念され、2050年までに世界全体のCO₂排出量を1990年比50%削減する必要性が認識されている一方、ポスト京都議定書の国際枠組みが未だに決定されていない。しかし、世界各地で「持続可能な都市」と「温暖化対策」を組み合わせた取組みが行われている。例えば、ハンマビー・ショースタッド地区（スウェーデン）やマスダール・シティ（アラブ首長国連邦）では、化石燃料に依存しないまちづくりが実行・計画されている。

国内でも、都市の低炭素化に関する取組みが行われている。例えば、横浜市や北九州市が選定された環境モデル都市や東日本大震災の被災地を含む環境未来都市がある。さらに、東日本大震災の被災地復興の方策として、スマートコミュニティの実現が議論された（国際エネルギー・セミナー、2012）。

低炭素化の取り組みの多くは、環境教育、建物・交通の低炭素化、再生可能エネルギーの導入を盛り込んでいる。再生可能エネルギーの導入は、エネルギーの供給側の方策であり、環境教育や建物・交通の低炭素化は、エネルギーの需要側の方策である。

エネルギーの供給側では、東日本大震災に起因する電力供給体制への不安から、再生可能エネルギーの普及（再生可能エネルギーの固定価格買取制度）やエネルギー政策の見直しが議論されてい

る。これは、エネルギー供給側の低炭素化を目指した方策と言える。

その反面、需要側での取組みは、節電と省エネ機器への買換えが柱となっている。2011年の夏の電力不足を節電により回避することができた。しかし、長期的な削減を促すためには、節電のみでは限界がある。また、省エネ機器の導入による削減効果は、使用方法によって大きく異なり、削減効果は不確実である。加えて、需要者側のニーズは、電気やガスなどのエネルギーではなく、空調、照明、移動といったサービスである。そこで、都市の低炭素化を実現するためには、これらのサービスを低炭素で提供できる低炭素型建物の普及が重要となる。

本稿では、家庭部門および業務部門が利用する建物に限定して議論を行う。また、本稿の構成は、以下の通りである。次節は、家庭・業務部門のエネルギー消費構造を紹介する。第3節は、低炭素型建物の実現における障害を経済学の視点からまとめる。第4節は、低炭素型建物の普及を促進させる政策オプションと関連する研究を紹介し、第5節で全体をまとめる。

2. 家庭部門と業務部門のエネルギー消費構造

低炭素型建物の実現を議論する前に、既存の建物の特徴を捉える必要がある。図1は、家庭および業務部門の用途別エネルギー消費構成を示している。両部門でのエネルギー消費は、空調（冷

図1 家庭部門・業務部門の用途別エネルギー消費構成比率 (kCalベース)

注：右の図は家庭部門，左の図は業務部門の構成比率を示している。

出典：『EDMC／エネルギー・経済統計要覧2011年版』

図2 家庭部門・業務部門のエネルギー源別構成比率 (kCalベース)

注：右の図は家庭部門，左の図は業務部門の構成比率を示している。

出典：『EDMC／エネルギー・経済統計要覧2011年版』

房・暖房)，給湯，動力他で9割以上を占めている。一方，図2は，家庭・業務部門のエネルギー源別の構成を示している。この図から，電力，ガス（都市ガスとLPG），灯油がエネルギー源となっていることが明らかである。

冷房と動力他は，主に電力の利用によって賄われている。暖房は，灯油と電力によって賄われることが多い。また，給湯は，ガスや灯油によって供給されている。そのため，建物の低炭素化に必要な要素として，必要なサービスを提供しつつ，

エネルギー利用を抑制すること（省エネ化），とグリーン電力の利用および化石燃料からクリーン・エネルギーへの切り替え（エネルギー転換）が考えられる。

3. 低炭素型建物の実現における障壁

前節では，既存の建物のエネルギー使用に関する特徴をまとめた。そこでは，省エネ化とエネルギー転換の必要性が明らかになった。省エネ化とエネルギー転換を可能とする，低炭素型建物は，

太陽光発電システム、蓄電池、熱供給システム、HEMS、断熱材など多くの技術を装備する必要性がある。以下では、低炭素型建物の普及を阻害する要因をまとめる。

3.1 省エネルギーギャップ (energy efficiency gap)

経済主体が保有する情報をもとに、合理的な意思決定を行っているとする、純便益（総便益から総費用を引いた値）が最大となる選択肢が選ばれる。しかし、最適な省エネ投資と実際行われている省エネ投資の間には開きが観察される（省エネルギーギャップ、energy efficiency gap）^{1,2}。

省エネルギーギャップは、市場の失敗によるものと、市場の失敗によらないものの2種類に分類される。市場の失敗は、公共財、外部性、情報の非対称性、プリンシパル・エージェント問題、不完全競争市場、と関連して発生する。一方、流動性制約、主観的割引率、限定合理性は、市場の失敗に分類されない要因である。

3.2 市場の失敗

通常の財・サービスと同様に、不動産市場が完全競争市場であれば、需要と供給によって価格が決定され、市場均衡は、パレート効率的である。しかし、市場の失敗が存在する場合、市場で達成される均衡は、パレート効率的とはならない。そこで、低炭素型建物の普及が社会的に最適な水準に達していない理由を、市場の失敗に見出すことが可能であろうか。以下では、公共財、外部性、情報の非対称性、プリンシパル・エージェント問

題、不完全競争市場の順に議論を行う。

公共財

公共財とは、非排除性と非競合性をともに満たす財のことである。非排除性は、対価を支払わない人を、財の消費から得る便益を阻止できない性質である。一方、非競合性は、一人がその財を消費していても他の人も同時に消費することができる性質である。

建物は、非排除性および非競合性をともに満たしていないことから、公共財ではない。そのため、不動産市場における市場の失敗が存在したとしても、公共財によって発生しているとは考え難い。

外部性

外部性とは、ある経済主体の経済活動が市場を介さずに、他の経済主体に影響を与えることである。外部性には、正の外部性（外部経済）と負の外部性（外部不経済）の二種類がある。

建物は、景観、日照、通風などの外部不経済を発生する。低炭素型建物であっても、通常の建物と同質であれば、発生させる外部不経済は同じである。しかし、低炭素型建物は通常の建物と比較して、エネルギー使用による外部不経済が低い³。そのため、低炭素型建物特有の外部不経済を発生しているとは考え難い⁴。

情報の欠如・情報の非対称性

低炭素型建物の購入者・使用者は、必ずしも情報を正しく認識していない可能性が高い。例えば、建物の購入時に、長期的なCO₂排出量・環境負荷

¹ 若林・木村(2009)とGillingham et al. (2009)は、省エネルギー投資に関連する経済分析のサーベイを行っている。以下では、主要な論点のみに焦点をあて議論する。その他の要因に関しては、若林・木村(2009)とGillingham et al. (2009)を参照されたい。

² 省エネルギーギャップは、省エネ投資に関するものとして用いられるが、同様の議論が低炭素型建物に対してもあてはまる。以下では、低炭素型建物の市場に着目して議論を展開する。そのため、低炭素型建物に含まれる省エネ技術の市場は、取り扱わない。

³ 厳密には、低炭素型の建物が通常の建物と比較して環境負荷が小さいことを評価するためには、建物のライフサイクルで評価する必要がある。言い換えると、個々の要素の採掘、生産、廃棄までのCO₂排出量での評価が必要である。

⁴ ただし、エネルギー使用による外部性(CO₂排出量)は、エネルギー市場に反映されていない。エネルギー市場でCO₂排出量が評価されないことにより、通常の建物に対する需要が相対的に大きくなると考えられる。

が明らかではない。そのため、低炭素型建物に対する評価が低くなり、選択され難くなる。

また、需要者と供給者（デベロッパー）が保有する情報量が異なる（情報の非対称性）場合が考えられる。デベロッパーが、建物に関する低炭素化の度合いを事前に需要者に伝えることができないければ、建物に対する需要者の評価は（経済的価値）、過少となる。そのため、需要者の支払意思額が低くなり、低炭素型建物の普及が困難となる。

プリンシプル・エージェント問題

賃貸マンションや業務用ビルは、プリンシパル・エージェント問題によって低炭素化の実現が難しいとされている。プリンシパル・エージェント問題とは、権利の所有者と権利を借りて経済活動を行う主体がそれぞれのインセンティブによって行動した結果、利害が一致せず、最適水準が達成されないことである。

例えば、光熱費を借り手が負担した場合、貸し手による建物の低炭素化インセンティブが失われる。これは、貸し手が費用を負担する代わりに、便益が借り手に帰属するからである。一方、光熱費を貸し手が負担して賃料に反映させる契約を結んだとする。この場合、借り手は、エネルギーの節約インセンティブがなくなり、貸し手が支払うエネルギー料金が、追加的な賃料を上回る可能性がある。結果として、建物の低炭素化水準は、過少となる。

次に、低炭素化の費用を借り手が負担した場合を考える。借り手は、長期的に物件を借り、省エネの便益を得ることが可能である。しかし、退去する際に費用の回収が終わっていない可能性がある。したがって、建物の低炭素化水準は過少となり、省エネルギーギャップが発生する。

不完全競争市場

不完全競争市場は、供給者側に価格支配力があることにより、社会的厚生が最大化されない市場である。現状の不動産市場では、多数のデベロッ

パーが競争を行っており、独占や寡占状態が生じているとは考え難い。同様に、大手デベロッパー数は、20社ほどあり、完全競争市場であると考えられる。したがって、不完全競争市場によって不動産市場に歪みが発生していると考え難い（荒井、2007）。

3.3 その他の要因

市場の失敗以外に、省エネルギーギャップを発生させる要因がある。以下では、流動性制約、主観的割引率、限定合理性、投資の不可逆性の順に議論する。

流動性制約

省エネ製品の普及を阻害するものとして、流動性制約がある。省エネ投資によって、長期的なランニングコスト（電気料金）を節約することが可能である。しかし、省エネ商品は、一般的に初期費用が高く、流動的な資金が多い消費者のみが購入可能となる。そのため、費用対効果が高い製品であっても、資金調達が進まず、購入されない可能性がある。同様に、低炭素型建物が長期的なエネルギー購入費用を抑制し、純便益がプラスであっても、流動性制約により購入が進まない可能性がある。

主観的割引率

消費者は、将来得られる価値を現在の価値に割り引く際に、個々の暗黙的な割引率を用いている。これは、主観的割引率と呼ばれる。この主観的割引率が通常の金融投資の収益率よりも相対的に高い場合、投資による収益率が高いことが期待されている。逆に、低ければ、低い収益率が期待されている。省エネルギーギャップは、この主観的割引率が高いことから起因している可能性がある。

限定合理性

投資は、合理的な経済主体を前提とした場合、経済性が高いものが選択される。しかし、経済性

が高い選択肢が選ばれない理由として、限定合理性の結果であると考えられる。限定合理性とは、経済主体が合理的な判断を行っているが、経験則に基づいて情報を処理するため、最適な選択肢を選ばない可能性のことである⁵。

投資の不可逆性

省エネ投資に対して消極的になる理由として、投資の不可逆性が考えられる。特に、初期投資が高い投資に対して、消極的になる。これは、技術に対する事前の評価が投資後に発揮されない可能性があるため、リスクを避ける行動によるものである。

4. 低炭素型建物の実現のために必要な方策

前節では、「市場の失敗」および低炭素型建物の普及を阻害する要因をまとめた。本節では、これらの問題に対する政府の政策オプションについて国内の研究に依拠しながら議論を行う。

まず、エネルギー市場で外部不経済を内部化していない場合、社会的に最適な水準を超えてエネルギーの消費が行われる。そこで、炭素価格⁶を導入することにより、化石燃料を用いたエネルギー消費量を抑制し、外部不経済を内部化することが可能である。炭素価格が十分高くなると、通常の建物より低炭素型建物の経済性が高まる。すなわち、炭素価格の導入により低炭素型建物の需要が増える可能性がある。

次に、情報の非対称性を解消する方法として、情報プログラムがある。情報プログラムは、環境性能に関するラベリングや電力需要管理システム(demand-side management: DSM)、エネルギー

使用量の比較などが含まれる⁷。

各自治体が行っているマンションに対する環境性能表示(ラベリング)は、情報の非対称性を解消する試みである。吉田・清水(2012)は、東京都の環境性能表示によって、売り出し価格が3.9%のプレミアムを生んだことを明らかにした。一方、取引価格は、年度によって異なるが、1%から5%までの範囲でプレミアムが認められた⁸。同様に、Eichholtz et al. (2010)は、建物の環境ラベリングによって米国のオフィスビルの賃料が高くなっていることを示した。これらの結果は、環境性能が高いことを示すラベリング制度が取引価格を高めていることを示唆している。

また、情報の非対称性を解消する方法として、政府が直接市場に介入することが考えられる。例えば、現行の省エネ法(エネルギーの使用の合理化に関する法律)が挙げられる。省エネ法では、住宅に対するトップランナー規制を実施している。また、建築物に対しても目標が明記されている。トップランナー規制は、新たに流通する財の省エネ水準を規制するものであり、達成されないものは販売が規制される。したがって、建物に対してトップランナー規制を導入することにより、低炭素型建物の普及が期待される。これにより、プリンシパル・エージェント問題(情報の非対称性)を少なからず解消することが可能となる。しかし、トップランナー規制の分析が十分行われていないため、情報の非対称性がどの程度解消されているかは明らかとなっていない。

流動性制約に直面している場合、低炭素型建物の普及を阻害する可能性がある。この問題の対処方法として、補助金、税控除、税の減額、金利の優遇などがある。現行の住宅ローン減税制度内に

⁵ 同様の考え方として、発見的意思決定(heuristic decision-making)がある。発見的意思決定では、消費者が独自のアルゴリズムによって行動を決定するため、一般的な効用最大化と異なる結果となる。

⁶ 炭素価格は、炭素税やキャップ・アンド・トレード型の排出量取引によって決定された炭素単位当たりの価格である。

⁷ 欧米では、DSMの取り組みが行われている。また、家庭のエネルギー使用量を類似する家庭との比較した情報を提供するプログラムも行われている。しかし、日本国内での取組・検証が行われていないのが現状である。

⁸ ただし、省エネに関する表示の効果は、最大で-10%であったことを示した。この結果は、マンションの省エネ設備(給湯および空調設備)が通常のものと比較して負の評価を市場でされていることを示している。

は、省エネ改修促進税制が盛り込まれている。同様に、住宅エコポイント制度の導入により、低炭素型建物の普及を促進している。しかし、これらの制度に関する研究は行われていないため、費用対効果を評価できていない。

最後に、主観的割引率に関する研究は、数多く行われている。例えば、浜本（2012）では、エアコン、冷蔵庫、太陽光発電システムの主観的割引率の計算を行った。その結果、エアコン（50.8%）と冷蔵庫（41.6%）が高い割引率を示した。一方、太陽光発電システムは3.8%と比較低い主観的割引率となった⁹。この結果は、金融投資の収益率よりも高く、省エネ投資に対する阻害要因となっていることを示している。

5. おわりに

低炭素社会の実現には、産業・業務・家庭部門がそれぞれ取り組んでいく必要性がある。

省エネ行動の取り組みは、業務・家庭部門において継続的に行われることが期待される。しかし、省エネ行動のみでは、大幅な削減効果を得ることは期待できない。そこで、低炭素型建物の建築・普及を進め、大幅な削減効果が得られる政策を実施する必要性がある。

本稿では、低炭素型建物の普及に関して経済学から指摘されている問題を紹介した。また、普及を促すための政策オプションと関連する研究を紹介した。しかし、経済学的な分析が十分行われているとは言えず、低炭素型建物の普及を促進させる具体的な政策が提示できていない。そのため、今後の分析結果の蓄積が必要と考えられる。

最後に、本稿では、建物に関して議論を行ったが、建物の立地（都市全体の設計）も重要である。通

勤や日用品の購入にガソリン自動車を使用した場合、節約できるエネルギーは限定的である。そこで、交通を含めた複合的な議論が低炭素社会実現のためには必要である。

参考文献

- Arimura, T.H., S. Li, R.G. Newell and K. Palmer (2011) "Cost-effectiveness of electricity energy efficiency programs," Resources For the Future Discussion Paper, RFF DP 09-49-REV.
- Eichholtz, P., N. Kok and J.M. Quigley (2010) "Doing well by doing good? Green office buildings," American Economic Review, 100, 2492-2509.
- Gillingham, K., R.G. Newell and K. Palmer (2009) "Energy efficiency economics and policy," Resources For the Future Discussion Paper, RFF DP 09-13.
- Hausman, J.A. (1979) "Individual discount rate and the purchase and utilization of energy—using durables," The Bell Journal of Economics, 10 (1), 33-54.
- Howarth, R.B. and A.H. Sanstad (1995) "Discount rates and energy efficiency," Contemporary Economic Policy 13 : 101-109.
- 荒井貴史(2007)「土地利用規制の経済学的考察」尾道大学経済情報論集 7 (1), 133-155.
- 国際エネルギー・セミナー (2012)「被災地復興に向けたスマートコミュニティ提案」, 福島県福島市, 2012年3月2日.
- 浜本光紹(2012)「家計における省エネルギー投資と割引率」, 有村俊秀・武田史郎編著『排出量取引と省エネルギーの経済分析』日本評論社.
- 吉田二郎, 清水千弘(2012)「環境配慮型建築物が不動産価格に与える影響」, 住宅土地経済, 83, 18-29.
- 若林雅代, 木村 宰(2009)「省エネルギー政策理論のレビュー —省エネルギーの「ギャップ」と「バリア」—」, 電力中央研究所報告, Y08046.

⁹ この結果は、Hausman (1979) やDubin and McFadden (1984) と類似する結果となっている。