

# 既存住宅を対象とした省エネルギー改修の評価に関する研究

高知工科大学 システム工学群  
 建築・都市デザイン専攻 建築環境研究室  
 1150041 河田 浩太郎  
 指導教員：田島 昌樹

既存住宅 一次エネルギー 省エネルギー改修  
 助成制度 エネルギー計算 費用対効果

## 1 はじめに

我が国のエネルギー消費量の削減は喫緊の課題の一つであり、官民をあげて様々な取り組みが行われている<sup>[1]</sup>。1973年度の第一次オイルショック以降、特に民生部門のエネルギー消費の増加は著しく<sup>[2]</sup>、この部門の省エネルギー対策が不可欠である。この対策として、新築住宅に関しては多くの省エネルギー手法が提案・実用化されるとともに、省エネルギー基準も強化され、全般的にみれば、新しい住宅ほど省エネルギーに関する性能は高いといえる。しかし、一方で日本の5,000万戸<sup>[3]</sup>を超える既存住宅の内、約70%は平成4年以前の断熱レベルの低い住宅である<sup>[4]</sup>と言われており、既存住宅の省エネルギー対策も重要な課題となっている。

平成25年の省エネルギー基準の改正では、従来の外皮性能の基準に加えて、新たに一次エネルギー消費量の基準が設けられ、新築住宅にはこの基準に沿った性能が求められるようになった。一方で既存住宅については、図1の試算例に示す通り、特に築30年前後の住宅での一次エネルギー消費量は現在の新築住宅に対する基準よりも17%ほど大きく、省エネルギー改修<sup>[1]</sup>によりエネルギー消費量を削減することが重要となる。

本研究では、住宅を対象とした省エネルギー改修の効果を明確にする事を目的とし、「省エネルギー改修に関する助成制度の調査」および、省エネルギー基準の計算手法に基づいた「省エネルギー改修による一次エネルギー消費量の削減効果の検討」を行った。

## 2 助成制度の調査

### 2.1 調査概要

住宅の省エネルギー改修に関する助成制度を対象に表1に示す項目について調査を行った。

調査の対象は平成26年度の省エネルギー改修に関する助成制度で、判断基準としては「省エネ」もしくは「エコ」と明記されているか、あるいは、助成対象工事に断熱改修や機器導入等、省エネルギー化に資する項目が含まれている事とした。また対象とする制度は住宅の所有者が個人で申請できるものに限定した。調査規模は、数が膨大であるため、全体的な傾向の把握を目的として、国と各都道府県、および都道府県毎の人口上位5位<sup>[5]</sup>までの計235市区町村について、それぞれ情報を収集した。

調査方法として、住宅リフォーム推進協議会が運営している「地方公共団体における住宅リフォームに関する支援制度検索サイト」<sup>[6]</sup>を活用し、併せて、国(省庁)、都道府県、市区町村のWebサイトより調査時点の最新の情報を取得した。

表1 助成制度調査の概要

調査対象：平成26年度の省エネルギー改修に関する助成制度
調査範囲：国、47都道府県、235市区町村
調査項目：対象項目、補助金額、補助割合、予算額
調査件数：368件(国:7件、都道府県:47件、市区町村:314件)
※収集した情報は2014年11月から2015年1月末までの期間の調査で得られたものである

### 2.2 調査結果

国、都道府県、市区町村を対象に助成制度の調査を行った結果、国で7件、都道府県単位で47件、市区町村単位で314件の助成制度の情報を取得した。設備機器の導入など、広い枠組みでの制度については、対象工事毎に助成限度額や割合が異なる場合にそれぞれを別の助成制度としてカウントした。

国の助成制度を除くと、対象とした235市区町村の内、都道府県、市区町村でのいずれの助成も受けることができない人口は77.8万人(調査対象人口の約1%)となっており、助成対象となる改修の内容に差はあるものの、省エネルギー改修に関する助成制度自体は広く普及していると言える。

#### (1) 国による助成制度

国を対象とした調査で得られた計7件の助成制度の概要を表2に示す。設備機器導入に関する助成制度が3件、断熱改修に関する助成制度が4件あり、支援方法としては補助金や減税によるものであった。

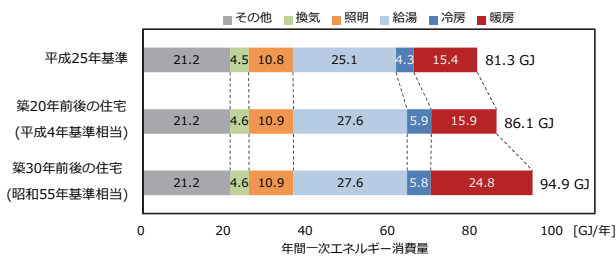


図1 6地域\*の一次エネルギー消費量の基準値と既存住宅の一次エネルギー消費量\*\*の試算例

※括弧内は外皮性能の目安として相当する省エネルギー基準を示す  
 \* 6地域とは省エネルギー基準で定められた地域区分で、東京や大阪等の大都市の大部分が含まれる、我が国で最も人口が多い地域のこと  
 \*\* 各基準相当となる既存住宅の一次エネルギー消費量は[7]のプログラムを用いて、表3のベースプランを元に、外皮性能のみを変更して算出した

1) 本研究では省エネルギー改修を、開口部・天井・外壁・床などの躯体の改修を対象にした「断熱改修」と、住宅の設備機器の導入・取替などを対象とした「設備改修」に大別する

## (2) 都道府県による助成制度

都道府県の調査では 33 都道府県で計 47 件の助成制度の情報が得られた(図 2 参照)。助成対象項目として、太陽光発電を対象とする助成制度が最も多く(総件数 47 件の内 27 件)、次いで、断熱改修を対象とするものが多くみられた(総件数 47 件の内、開口部断熱が 17 件、躯体断熱が 14 件)。太陽光発電以外の設備改修の助成対象としては、給湯設備(エコキュート、エコジョーズ、エコフィール)、太陽熱利用設備(太陽熱温水器・ソーラーシステム)および CGS(エネファーム)が多かった(総件数 47 件の内 11~12 件)。

## (3) 市区町村による助成制度

市区町村の調査では 192 市区町村で計 314 件の助成制度の情報が得られた(図 3 参照)。助成対象項目は、都道府県の傾向との大きな差異はみられず、太陽光発電の助成件数が最も多い結果となった(総件数 314 件の内 167 件)。エネファームを対象にする制度が 2 番目に多くみられ(総件数 314 件の内 72 件)、次いで開口部断熱、躯体断熱、太陽熱利用、給湯設備の順となった。

30 以上<sup>2)</sup>の市区町村で情報が取得できた助成制度について、改修項目一件当たりの補助金額とその補助率<sup>3)</sup>を算出した結果を図 4 に示す。天井以外の断熱改修や太陽光発電の設備改修に対する補助金額が多い。天井の断熱改修や給湯設備全般の設備改修については、補助金額は少ないが、比較的高い補助率がある結果となった。

## 3 一次エネルギー消費量の削減効果の推計

改修が必要な住宅として、外皮性能が昭和 55 年基準相当(築 30 年前後)の住宅モデルを定め、助成制度の調査により得られた情報を元に設定した改修項目について、改修コスト・補助金額・改修による一次エネルギー削減量等を指標に、改修による効果の推計を行った。

### 3.1 推計方法

改修前の住宅モデルとして、平成 25 年省エネルギー基準で設定されている住宅プラン<sup>[6]</sup>を元に、築 30 年前後の住宅の一般的な仕様(表 4.5 参照)に合わせて、基準となるベースプラン(表 3)を作成した。所在地として省エネルギー基準の地域区分の 6 地域に分類される東京 23 区を設定した。

一次エネルギー削減量の推計にあたっては、独立行政法人建築研究所による「住宅・住戸の一次エネルギー性能の判定プログラム」<sup>[7]</sup>を使用し、ベースプランの仕様から、改修後の条件としてプログラム上の該当項目を変更することで、改修前後の設計一次エネルギー消費量を算出して、その差を改修による一次エネルギー削減量とした。

2) LED 照明については得られた助成制度の情報数は少ないが、導入工事が比較的容易であり、自立循環型住宅<sup>[9]</sup>などでもエネルギー消費量削減の観点で有用であることが示されているため、検討の対象とした  
3) 改修 1 件当たりの補助金額の平均値を改修コストで除し百分率で表した値

表 2 国の省エネ改修助成制度の概要

助成制度名	助成対象	支援方法	助成限度額(率)
既存住宅・建築物における高性能建材導入事業	断熱改修	補助金	150 万円/一戸 (費用の 1/3)
省エネ特定改修工事特別控除制度(所得税)	断熱改修、太陽光発電設備	減税(所得税)	20 万円 太陽光発電設備を設置する場合 30 万円(費用の 10%)
省エネ改修促進税制(所得税)	断熱改修	減税(所得税)	62.5 万円 (工事内容に応じて 5~10%)
省エネ改修促進税制(固定資産税)	断熱改修	減税(固定資産税)	上限なし (改修翌年度分の固定資産税の 1/3)
民生用燃料電池導入支援補助金	エネファーム	補助金	PEFC* 38 万円 SOFC** 43 万円 (機器工事費の 1/2)
定置用リチウムイオン蓄電池導入支援事業費補助金	蓄電システム	補助金	100 万円/一戸 (機器費用に応じて 1/3~2/3)
住宅・ビルの革新的省エネ技術導入促進事業費補助金	HEMS	補助金	7 万円 (機器費用の 1/3)

\* 固体高分子形燃料電池 \*\* 固体酸化物形燃料電池

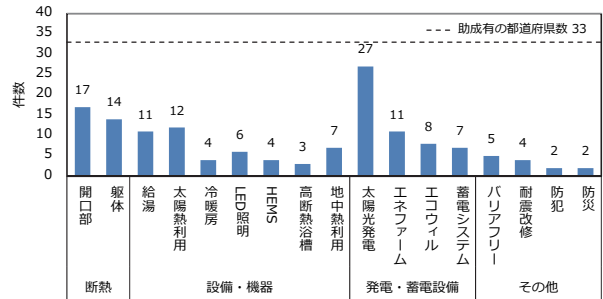


図 2 助成対象項目の内訳(都道府県)

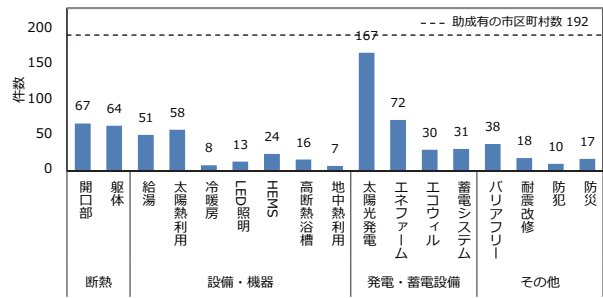


図 3 助成対象項目の内訳(市区町村)

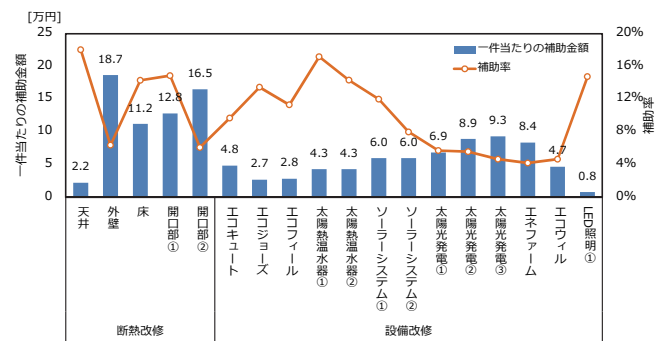


図 4 改修 1 件当たりの補助金額の平均とその補助率(市区町村)

### 3.2 断熱改修に関する検討概要

対象とした断熱部位の改修前後の仕様を表 4 に示す。基準となるベースプランの外皮性能については、「既存住宅の省エネ改修ガイドライン」<sup>[4]</sup>を参考にして、昭和 55 年基準相当(Q 値 $<5.2\text{W}/\text{m}^2\text{K}$ )となる断熱材等の仕様を定め、Q 値<sup>4)</sup>は  $5.01\text{W}/\text{m}^2\text{K}$  となった。一次エネルギー消費量算定の為に必要となる単位温度差あたりの外皮熱損失量(q 値)、単位日射強度あたりの冷房期日射熱取得量( $m_c$  値)、単位日射強度あたりの暖房期日射熱取得量( $m_h$  値)の値は「住宅・住戸の外皮性能の計算プログラム」<sup>[7]</sup>を用いて算出した。

断熱改修の工法として表 4 の改修後の仕様を示す工法を設定しており、検討した全箇所<sup>5)</sup>を改修した場合の Q 値は平成 25 年基準相当(Q 値 $<2.7\text{W}/\text{m}^2\text{K}$ )の性能を満たす  $2.48\text{W}/\text{m}^2\text{K}$  となった。開口部に関しては、ガラス部分を交換するアタッチメント工法と内窓を設置する 2 重化工法の 2 つの工法を検討し、それぞれ開口部①、開口部②とした。複数部位の改修では、改修コストが安価である開口部①の工法を採用した場合の検討を行った。

### 3.3 設備改修に関する検討概要

対象とした設備機器の改修前後の仕様を表 5 に示す。ベースプランの設備仕様は、平成 25 年省エネルギー基準の解説書<sup>[8]</sup>を参考に設定した。

設備改修の場合、導入する設備機器の性能や容量によって、一次エネルギー削減量が大きく異なることが想定されるため、設備機器によっては複数の条件を設定して検討を行っている。検討に際しエネルギー効率の値が必要となるものについては、当該設備機器として市販されている製品を設定し、その性能を示す JIS 値を用いた。

### 3.4 一次エネルギー削減量と費用対効果の推計結果

断熱改修、設備改修による年間一次エネルギー削減量と費用対効果<sup>6)</sup>を図 5、図 6 に示す。

断熱改修では、天井の改修による費用対効果が特に高い結果となった。設備改修については、LED 照明の費用対効果が最も高く、次いでエコジョーズの費用対効果が高い結果となった。多くの地域で助成対象となっていた太陽光発電をはじめとする発電設備は、一次エネルギーの削減量が多いものの費用対効果としては低い結果となった。また、太陽光発電に関しては、システム容量が大きいものほど一次エネルギーの削減量は大きくはなるが、費用対効果でみると、システム容量が小さいものほど、より効果が高い結果となった。

4) Q 値を求める際に必要となる換気による熱損失量の計算において、改修の前後共に換気回数は 0.5 回/時とした  
 5) 全箇所とは表 4 に示す天井、外壁、床、開口部①の計 4 つの部位を指す  
 6) 年間一次エネルギー削減量を改修コストで除した値。断熱改修のコストは、表 4 に示す各部位の面積とコストを元に算出し、設備改修のコストは、各設備機器の調査の範囲で得られた市場価格と工事費を加算して算出した。LED 照明のコストについては文献[9]の値を引用した

表 3 ベースプランの条件

所在地*	東京都 23 区 地域区分: 6 地域 日射地域: A3 区分(年間の日射量が中程度の地域)
建物規模*	延床面積: 120.08 $\text{m}^2$ (1 階: 57.14 $\text{m}^2$ 2 階: 62.93 $\text{m}^2$ ) (主たる居室: 29.81 $\text{m}^2$ 、その他の居室: 51.34 $\text{m}^2$ )
築年数	30 年前後
Q 値	5.01 $\text{W}/\text{m}^2\text{K}$
q 値	512.6 $\text{W}/\text{K}$
$m_c$ 値	12.97 $\text{W}/(\text{W}/\text{m}^2)$
$m_h$ 値	21.84 $\text{W}/(\text{W}/\text{m}^2)$
設計一次 E	94.855 $\text{GJ}/\text{年}$

\* 所在地、建物規模は省エネルギー基準の解説書<sup>[8]</sup>より引用

表 4 改修対象断熱部位の改修前後の仕様

部位(面積)	ベースプランの仕様	改修後の仕様 (下段に改修工法と改修コスト)
天井 (67.92 $\text{m}^2$ )	繊維材 GW10K t=25mm	クロス GW16K t=160 小屋裏敷込み断熱工法 (1,800 円/ $\text{m}^2$ )
外壁 (139.48 $\text{m}^2$ )	ラスモルタル・ リシン GW10K t=25mm	外壁に断熱材を付与(既存の断熱材を 活用): XPS(3B) t=50mm 外壁外張り断熱工法 (21,000 円/ $\text{m}^2$ )
床 (65.41 $\text{m}^2$ )	フローリング 無断熱	フローリング GW32 t=80mm 床下充填断熱工法 (12,000 円/ $\text{m}^2$ )
開口部① (28.71 $\text{m}^2$ )	アルミサッシ・ シングルガラス	既存サッシ・Low-E 複層 A6 アタッチメント工法 (30,000 円/ $\text{m}^2$ )
開口部② (17 箇所)	アルミサッシ・ シングルガラス	既存アルミ・シングル+ 樹脂サッシ・シングル 2 重化工法(内窓設置) (100,000 円/箇所)

\* 改修前の仕様、改修手法および改修コストは省エネ改修ガイドライン<sup>[4]</sup>より引用

表 5 改修対象設備機器の改修前後の仕様

設備機器	ベースプランの仕様	改修後の仕様
エコキュート		市販品 SRT-S46U・・・JIS 効率 3.3
エコジョーズ		市販品 RUF-E2401SAW 24 号・JIS 効率 95%
エコフィール		特別な設定なし
太陽熱温水器*	ガス給湯器 JIS 効率 70.4% (プログラム上の初期値)	①集熱面積 3.0 $\text{m}^2$ ②集熱面積 4.0 $\text{m}^2$
ソーラーシステム*		①集熱面積 4.0 $\text{m}^2$ , 貯湯タンク容量 200L ②集熱面積 6.0 $\text{m}^2$ , 貯湯タンク容量 300L
高断熱浴槽	使用しない	使用する
太陽光発電設備*	採用しない	①システム容量 3kW ②システム容量 5kW ③システム容量 10kW (共通条件)アレイの種類: 結晶シリコン系 太陽電池、アレイ設置方式: 屋根置き型
エネファーム**	採用しない	①PEFC1 ②SOFC2
エコウィル**	採用しない	GEC2
高効率エアコン	主たる居室、その他の居室共にエネルギー消費効率区分(は)の機器	①主居室のみ・・・市販品 CS-564CXR2 ②主居室+その他居室 主居室・・・市販品 CS-564CXR2 その他居室・・・市販品 CS-224CXR 4 台 (共通条件) エネルギー消費効率区分(い)のエアコン
LED 照明	主たる居室、その他の居室では、いずれかの機器において白熱灯を使用している	全ての室のすべての機器において白熱灯を使用していない ①主居室+その他居室・・・調光なし ②主居室+その他居室・・・調光あり ③主居室+その他居室・・・調光、多灯分散

\* 集熱部およびパネルの設置方位角、傾斜角については、いずれの設備機器でも真南から東および西へ 15 度未満、30 度と設定

\*\* 改修後の仕様として PEFC、SOFC、GEC それぞれで一次エネルギー削減量が最も大きくなるように機種を選定した

### 3.5 効果的な改修メニューに関する検討

図 5, 6 の改修の中から費用対効果の高い改修項目(表 6)を選定して、それらによる改修を「推奨改修メニュー」として設定し、ベースプランでこの改修を行った場合の年間一次エネルギー削減量等を推計した。断熱改修の項目については図 5 に示すように、天井が最も高い費用対効果となっているが、床の断熱改修についても、ベースプランの床が無断熱であることや施工が容易であること、また温熱環境に配慮し上下温度分布や床温度を快適に保つ<sup>[10]</sup>ことなどの観点から、必須の改修項目と考え、推奨メニューに含めることとした。

推奨改修メニューの改修によって、改修後のベースプランの年間一次エネルギー消費量は改修前の 94.9GJ から約 20%削減され、75.9GJ となった(図 7)。これは 6 地域の基準一次エネルギー消費量 81.4GJ を下回る値であり、改修によって一定の省エネルギー性能を得る結果となった。また断熱性能に関しては、改修後の Q 値が 3.59W/m<sup>2</sup>K となり、現行の基準は満たさないものの、平成 4 年基準の断熱性能を満たす(Q<4.2W/m<sup>2</sup>K)値となった。

表 6 費用対効果の高い改修項目とその効果

改修項目	年間一次 E 削減量 [GJ]	実費用 (改修コスト-補助金額) [万円]	年間 E コスト削減額 [万円/年]	単純回収年数 [年]
天井+床	8.3	78.1 (90.8 - 12.7)	2.28	35
エコジョーズ	6.5	17.3 (20.0 - 2.7)	2.15	9
LED 照明①	4.2	4.0 (5.5 - 1.5)	1.15	4
推奨メニュー	19.0	99.4 (116.3 - 16.9)	5.58	18

※ 年間エネルギーコスト削減額は、年間一次エネルギー削減量より、電気については公益社団法人全国家庭電気製品公正取引協議会による新電気料金目安単価「27 円/kWh」を用いて、ガスについては東京ガスの一般契約単位料金「151.74 円/m<sup>3</sup>」を用いて算出した。単純回収年数は実費用を年間エネルギーコスト削減額で除して算出した。

### 3.6 まとめ

助成制度の件数としては、太陽光発電やエネファームなどの発電設備が多くみられたが、費用対効果の観点からは、天井の断熱改修やエコジョーズ、LED 照明の設備改修が有効であった。補助金の効果<sup>7)</sup>(補助金あたりの年間一次エネルギー削減量、図 8 参照)についても同様に、これらの改修を優先的に行うことで、費用対効果の高い省エネルギー改修が行えるという結果を得た。

## 4 おわりに

本研究では省エネルギー改修の助成制度の調査を行い、その結果をふまえて、省エネルギー改修による一次エネルギー削減量や費用対効果等を推計した。

今後は、これらの結果をふまえて、情報の逐次更新を行い、6 地域以外での検討や居住環境の改善といった観点からの評価も必要であると考えている。

7) 費用対効果に補助率を乗じた値

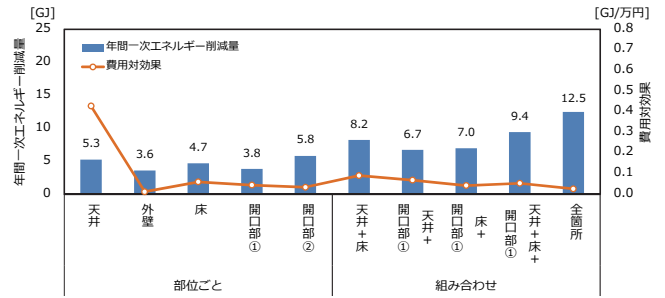


図 5 断熱改修の効果

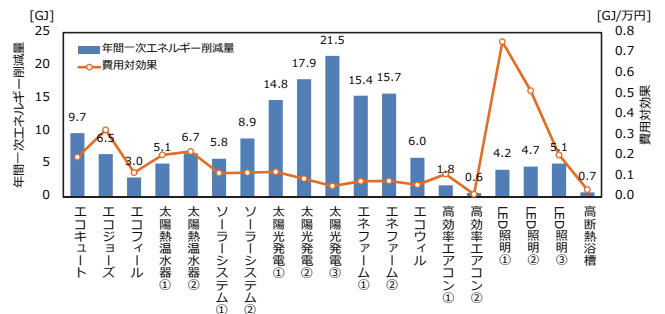


図 6 設備改修の効果

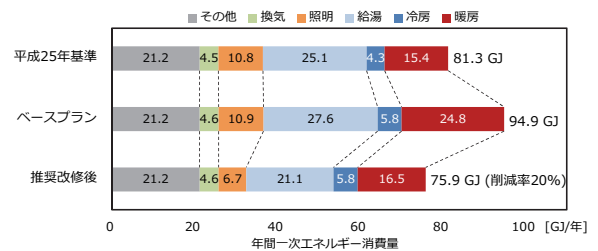


図 7 改修前後の年間一次エネルギー消費量の内訳

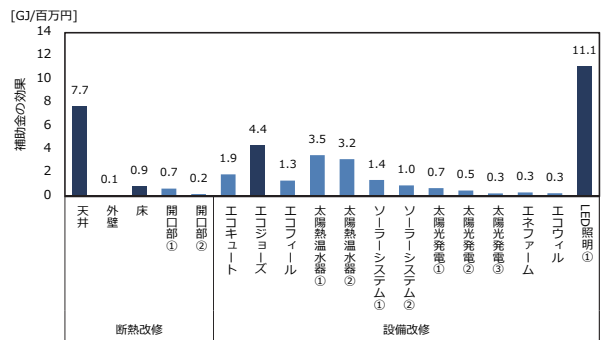


図 8 改修項目毎の補助金の効果(市区町村)  
※濃い色は本研究で推奨する改修項目

<参考文献> [1]環境省「地球温暖化対策推進法とこれに関する取組」, <http://www.env.go.jp/earth/ondanka/domestic.html>, 2015.2.8 取得 [2]経済産業省資源エネルギー庁「平成 25 年度エネルギーに関する年次報告(エネルギー白書 2014)」:部門別エネルギー消費の動向, <http://www.enecho.meti.go.jp/abo/whitepaper/2014html/2-1-2.html> [3]総務省統計局「平成 25 年住宅・土地統計調査」, <http://www.stat.go.jp/data/jyutaku/> [4]国土交通省国土技術政策総合研究所・独立行政法人建築研究所監修『既存住宅の省エネ改修ガイドライン』, 2010.7 [5]総務省統計局「平成 22 年国勢調査」, <http://www.stat.go.jp/data/kokusei/2010/> [6]一般社団法人住宅リフォーム推進協議会「地方公共団体における住宅リフォームに関する支援制度検索サイト(平成 26 年度版)」, <http://www.j-reform.com/reform-support/> [7]独立行政法人建築研究所「住宅・建築物の省エネルギー基準及び低炭素建築物の認定基準に関する技術情報」, <http://www.kenken.go.jp/becc/> [8]国土交通省国土技術政策総合研究所・独立行政法人建築研究所監修『平成 25 年省エネルギー基準に準拠した算定・判断の方法及び解説(II 住宅)』, 2013.5 [9]国土交通省国土技術政策総合研究所・独立行政法人建築研究所監修『蒸暑地版 自立循環型住宅への設計ガイドライン』, 2010.10 [10]田中俊六他『最新建築環境工学 改訂 4 版』, 井上書院, 2014, pp. 63-64