

四国を対象とした設計データの分析に基づく住宅の省エネルギー性能向上に関する検討

高知工科大学 建築・都市デザイン専攻
田島研究室 学籍番号：1150063 坂本 友恵
指導教員 准教授 田島 昌樹

自立循環型住宅 省エネルギー基準 住宅
一次エネルギー消費量 設計資料 分析

1. はじめに

わが国では二酸化炭素排出量が年々増加傾向にあり、特に住宅・建築部門（民生部門）の占める割合が大きいことが問題となっている^[1]。平成 25 年に省エネルギー基準体系の見直しが行われ、平成 32 年の完全義務化に向けて断熱技術や日射遮蔽技術とともに設備のエネルギー計算手法の一般化が進められている^[2]。これら省エネルギーに関する検討や評価には、実態に関するデータが必要となるが、四国および高知県では住宅性能やエネルギー消費量についてのデータが少ないという現状がある。そのため先行研究^[3]では高知県を含む四国の住宅の省エネルギー性能の現状について新築住宅の設計資料を収集分析した。本研究では新たに設計資料を取得し、より詳細な分析を行った。

2. 研究概要

2.1 研究手法

先行研究^[3]では四国を対象とし、2012 年度および 2013 年度に自立循環型住宅のガイドライン^{[4][5]}（以下、ガイドライン）に基づいて設計・建築された「自立循環型住宅に準拠した住宅」の設計資料を収集し分析（以下 2013 年度調査）を行った。本研究では 2014 年度に設計・建築された「自立循環型住宅に準拠した住宅」（以下、自立住宅）に加えて「省エネルギー基準に準拠した住宅」（以下、基準住宅）の設計資料を収集し分析（2014 年度調査）を行い、先行研究の分析結果と比較し、四国の住宅の省エネルギー性能に関する現状把握を行った。なお基準住宅の設計資料は 2013 年度調査では得られておらず、2014 年度調査の基準住宅の様々な設計値をもとに自立住宅に読み替えた結果も用いて検討を行った。

2.2 取得した設計資料の概要

本研究で使用した設計資料の概要を表 1 に示す。四国の省エネルギー基準に基づく地域区分^[6]は準寒冷地（4 地域）、温暖地（5, 6 地域）、蒸暑地（7 地域）に区分されるが、準寒冷地については人口が少ない地域にあたり、設計資料は得られなかった。

(1) 自立住宅の設計資料の概要

自立循環型住宅の詳細はガイドライン^{[4][5]}を、自立住宅

の設計資料については先行研究^[3]を参照されたい。暖房や冷房などの用途毎に、採用された手法や技術を選択する事で比較的容易に 2000 年頃の一般的戸建住宅と比較した場合の当該住宅のエネルギー削減率や一次エネルギー消費量が算出できる技術体系で、設計資料として住宅の断熱性や設備機器（暖冷房、換気、給湯、照明、発電）の容量や特性値等がまとめられた表や平面図を収集した。以下、エネルギー消費量の検討に際し、自立住宅の一次エネルギー消費量を E_j と表す。

(2) 基準住宅の設計資料の概要

平成 25 年の省エネルギー基準改正により、従来の外皮性能の基準に加え、暖冷房、換気、給湯、照明なども含めた設備機器のエネルギー効率や、再生可能エネルギーの活用などを勘定した一次エネルギー消費量の基準が定められ、外皮の断熱性能や日射遮蔽手法を必須としたうえでプログラム^[7]により一次エネルギー消費量を計算することとなった^[2]。また断熱性能や日射遮蔽性能が本基準（H25 年基準）の住宅に一般的な設備を導入した場合のエネルギー消費量を基準とした場合の当該住宅のエネルギー削減率（エネルギー削減量）が算出できる仕組みとなっている。設計資料は、自立住宅よりも項目数が多く、平面図のほか、住宅部位ごとの断熱性能や日射遮蔽性能の設計値やプログラムの入力に必要な床面積、外皮熱損失量（ q 値）、日射熱取得量（ m_c 値、 m_h 値）、設備機器（暖冷房、換気、給湯、照明、発電）の容量や特性値等を収集した。以下、基準住宅の一次エネルギー消費量を E_E と表す。

表 1 新たに取得した設計資料の概要

地域区分	取得した設計データ	
	自立循環型住宅準拠	省エネルギー基準準拠
温暖地(5, 6 地域)	89 件	16 件
蒸暑地(7 地域)	39 件	0 件

※ () 内は省エネルギー基準の地域区分

3. 自立住宅の設計資料に関する分析

2014 年度調査にもとづく設計資料の分析結果について示す。

3.1 温暖地の分析結果

温暖地の住宅データ 89 件のエネルギー削減率およびエ

エネルギー消費量を図 1 に示す。太陽光発電を含むエネルギー削減率および太陽光発電を含まないその他の技術による削減率それぞれについて 2013 年度調査の住宅データ 109 件のエネルギー削減率と比較した値を表 2 に示す。太陽光発電を含まないその他の技術のみによるエネルギー削減率は中央値において 1.4 ポイント改善された結果となった。また、先行研究^[3]のデータに基づく Plan_M (最も採用割合が高かった各技術のレベルを組み合わせた仮想住宅)と 2014 年度調査のデータに基づく Plan_M を比較したところレベルに変化はない結果となった (図 2)。

3.2 蒸暑地の分析結果

蒸暑地の住宅データ 39 件のエネルギー削減率およびエネルギー消費量を図 3 に示す。太陽光発電を含むエネルギー削減率および太陽光発電を含まないその他の技術による削減率それぞれについて 2013 年度調査の住宅データ 32 件のエネルギー削減率と比較した値を表 3 に示す。太陽光発電を含んだ場合の中央値で 4.5 ポイント、太陽光発電を除いたその他の技術のみでも 3.4 ポイントエネルギー削減率が上昇する結果となった。また、先行研究のデータに基づく Plan_M と本研究のデータに基づく Plan_M を比較したところ、日射遮蔽と家電の採用された技術のレベルが向上したため、住宅の技術として特に日射遮蔽技術のレベルが向上した結果となった (図 4)。

3.3 まとめ

温暖地、蒸暑地ともに、太陽光発電を含まないその他の技術によるエネルギー削減率が 2013 年度の削減率に比べて上昇し、特に蒸暑地では省エネルギー技術のレベルの向上もみられたため、四国の省エネルギー性能が向上している結果を得られた。

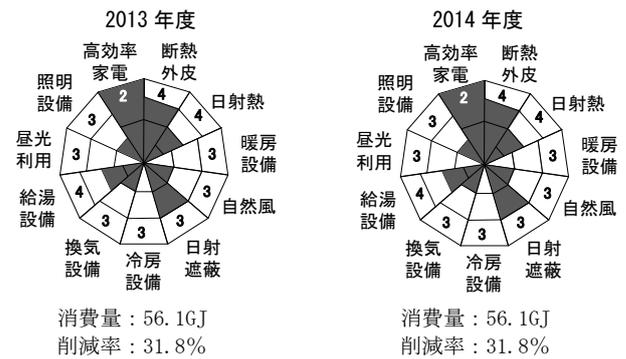


図 2 温暖地における 2013 年度と 2014 年度の Plan_M*

*: 最も採用割合が高い技術を導入した仮想の住宅

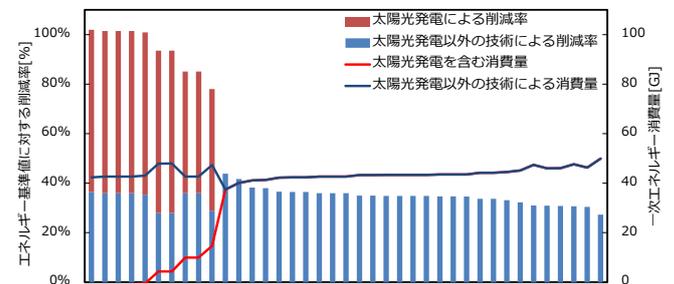


図 3 蒸暑地(7 地域)における自立住宅のエネルギー削減率および一次エネルギー消費量(39 事例を降順にしたもの)

表 3 2013 年度と 2014 年度の E_j 削減率の比較 (蒸暑地)

	2013 年度(A)	2014 年度(B)	差(B-A)
データ数	32 件 (2 件)*	39 件 (5 件)*	3 件 (3 件)*
最大値	108.2% (42.9%)**	102% (43.8%)**	▲6.2% (0.9%)**
最小値	26.4%	27.3%	0.9%
平均値	36.8% (32.5%)**	49.9% (34.3%)**	13.1% (1.8%)**
中央値	31.4% (31.4%)**	35.9% (34.8%)**	4.5% (3.4%)**

*: 太陽光発電の件数 (内数) **: 太陽光発電を含まない、その他の技術のみによる値

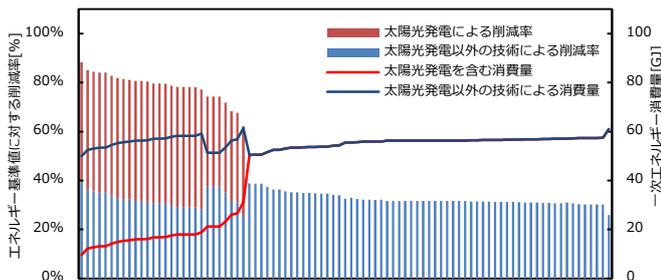


図 1 温暖地(5.6 地域)における自立住宅のエネルギー削減率および一次エネルギー消費量(89 件を降順にしたもの)

表 2 2013 年度と 2014 年度の E_j 削減率の比較 (温暖地)

	2013 年度(A)	2014 年度(B)	差(B-A)
データ数	109 件 (36 件)*	89 件 (28 件)*	▲20 件 (▲8 件)*
最大値	92.1% (38.6%)**	88.4% (39.4%)**	▲3.7% (0.8%)**
最小値	25.0%	25.9%	0.9%
平均値	47.5% (30.2%)**	46.9% (32.5%)**	▲0.6% (2.3%)**
中央値	34.1% (30.3%)**	32.6% (31.7%)**	▲1.5% (1.4%)**

*: 太陽光発電の件数 (内数) **: 太陽光発電を含まない、その他の技術のみによる値

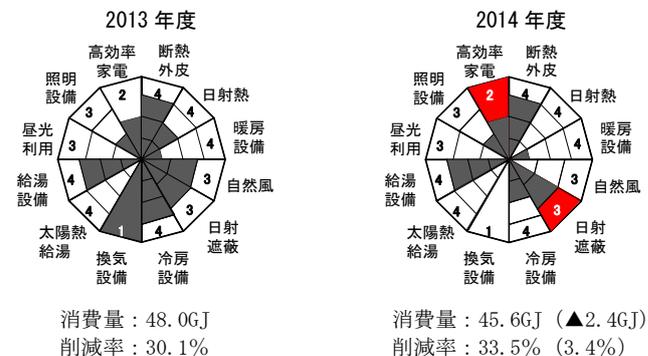


図 4 蒸暑地における 2013 年度と 2014 年度の Plan_M*

*: 最も採用割合が高い技術を導入した仮想の住宅

※ () 内 2013 年度の Plan_M との差
※ 赤塗はレベルが上がったことを示す

4. 基準住宅の設計資料に関する分析

4.1 分析結果

温暖地の住宅データ 16 件のエネルギー削減率およびエネルギー消費量を図 5 に示す。太陽光発電を含むエネルギー削減率は最大値 35.7%、最小値 0.7%、平均値 13.1%、中央値 7.6%で、上位 5 件が太陽光発電を導入していた。太陽光発電を含まないその他の技術による削減率は最大値 15.4%、最小値 0.7%、平均値 6.3%、中央値 6.1%であった。基準住宅の基準となる一次エネルギー消費量は断熱性や設備の設定が高くなっているため、自立住宅の温暖地におけるエネルギー削減率（図 1）と比較して相対的に低い値となっている。

4.2 まとめ

基準住宅は自立住宅とは一次エネルギー消費量の基準値が異なることから、エネルギー削減率の値自体は自立住宅より低い結果となった。また太陽光発電による削減率についても、自立住宅は総発電量が評価されるのに対し、基準住宅は発電時に使用された消費電力の評価となるため、低い値となった。

5. 基準住宅のエネルギー消費量の変換に関する検討

5.1 検討概要

2013 年度調査では基準住宅の設計資料は得られていなかったため、2013 年度との比較を目的として、基準住宅のエネルギー消費量やエネルギー削減率について自立住宅への読み替えを検討した。

5.2 基準住宅の読み替え

読み替え方法は基準住宅の設計資料に記述されている住宅性能や設備機器の容量および性能を要素技術ごとにガイドライン^[4]のレベルへと表 4 に示す方法で変換した。この手法で得られた住宅を「読替基準住宅」、一次エネルギー消費量を E_{EJ} と表す。

5.3 基準住宅の補正

自立住宅と基準住宅で「各用途のエネルギー消費量基準値」および「平面計画（床面積）」が異なるため読替基準住宅は完全に自立住宅と同基準として比較できることを検討した。そこで以下の補正值の導入を行った。この手法で得られた住宅を「補正基準住宅」、一次エネルギー消費量を E'_e と表す。

①各用途のエネルギー消費量基準値の補正

例えば断熱性能については、基準住宅は平成 11 年基準相当のエネルギー消費量の基準値であるのに対して自立住宅は昭和 55 年基準相当のエネルギー消費量の基準値である。そこで基準値を自立住宅に準拠して比較を行うため、暖房、冷房、換気、照明について式 (1) および表 5 に示す用途別の補正係数を用いてエネルギー消費率を求めた。なお給湯、家電については基準値が同程度であることから考慮していない。例として暖房にかかる補正後のエネルギー消費率 $R_{E,H}$ と読替基準住宅のエネルギー消

費率 $R_{E,H}$ （式 (2)）の比較を図 6 に示す。両者は比較的近い値を示している。

$$R_{E,U}' = K_U \times R_{E,U} \quad \dots (1)$$

$$R_{E,U} = \frac{E_{EJ,U}}{S_{J,U}} \quad \dots (2)$$

ここで

U : 用途 (H:暖房 C:冷房 V:換気 E:照明)

K_U : 自立循環型住宅の基準レベルに基づいた用途別補正係数

R_E' : 補正後のエネルギー消費率

R_E : 補正前の省エネ基準のエネルギー消費率

E_{EJ} : 読替基準住宅のエネルギー消費量

S_J : 自立住宅のエネルギー基準値

$R_{E,U}$: 読替基準住宅のエネルギー消費率

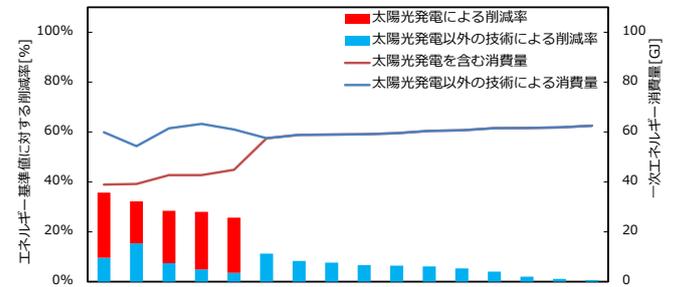


図 5 温暖地(5.6 地域)における基準住宅のエネルギー削減率およびエネルギー消費量(16 件を降順にしたもの)

表 4 省エネルギー基準の採用技術や性能値から自立循環型住宅のガイドライン値への変換概要(温暖地)

	要素技術	設定条件
暖房	断熱外皮計画	q 値から Q 値に変換
	日射熱の利用	開口部の U 値、集熱開口部面積、蓄熱の有無よりレベルを選択、立地 2 で方位 0~15° と仮定
	暖房設備計画	4kW 容量のエアコン使用を仮定し解説書 ^[6] に従い COP を選択
冷房	自然風の利用	蒸暑地版 ^[5] の自然風の利用回数のレベルを温暖地版 ^[4] のレベルに当てはめる
	日射遮蔽手法	開口部の日射取得率に基づきレベルを選択
	冷房設備計画	暖房設備計画同様
換気	換気設備計画	第二種・第三種ダクト式換気、壁付け式換気(熱交換器なし)は手法④、第一種ダクト式換気、壁付け式換気(熱交換あり)は手法①
給湯	太陽熱給湯・給湯設備計画	給湯設備の種類を選択し、配管保温・節湯については、2 バルブ水栓以外のその他の水栓(手元止水)の場合を手法④
照明	昼光利用	レベル 0
	照明設備計画	設計資料に基づいてレベルを選択
家電	高効率家電	現在普及しているレベル 1 とする

表 5 用途別エネルギー補正係数

用途	補正係数	概要(基準住宅の基準→自立住宅基準)
暖房	0.55	断熱性能: H11 基準→S55 基準
冷房	0.55	日射遮蔽性能: H11 基準→S55 基準
換気	0.7	第二種・三種ダクト式→第一種ダクト式
照明	0.7	白熱灯を使用しない→従来型照明方法

②平面計画（床面積）の補正

基準住宅は住宅の形状と床面積を自由に設定できるのに対して自立住宅は延べ床面積が 120.08m² のモデルプランの値に固定されている。そこで延床面積を自立住宅に準拠して比較を行うため、自立住宅の用途別のエネルギー基準値（この値はモデルプランに基づいて決められているため 120.08m² の床面積に固定されたこととなる）に式(1)の補正消費率を乗じて各用途のエネルギー消費量を算出した（図 7）。読替基準住宅と元の基準住宅の一次エネルギー消費量（それぞれ E_{EJ} および E_E）に最も差のあった住宅を例として比較すると、読替基準住宅と元の基準住宅は 39.9GJ の差があったが、補正基準住宅との差は 0.2GJ となりほぼ一致する結果となった（図 8）。

5.4 まとめ

自立住宅と基準住宅ではエネルギー消費量の基準値が異なっており、また平面計画の自由度も異なっていたが、表 4 に示すような、読み替えが一定の精度をもって行うことが出来ることをエネルギー消費率から確認できた。読替基準住宅の考え方をいれば 2013 年度調査の自立住宅とも比較が可能となった。

6. おわりに

本研究では高知県を含む四国の温暖地（5.6 地域）と蒸暑地（7 地域）を対象として自立住宅と基準住宅の設計資料に基づいて、エネルギー消費量とエネルギー削減率について分析を行い、四国の住宅の省エネルギー性能の現状把握を行った。太陽光発電以外の技術によるエネルギー削減率の平均値を、読替基準住宅を含めた 2014 年度データと 2013 年度データで温暖地、蒸暑地それぞれの比較を行った。温暖地では 1.4 ポイント、蒸暑地では 1.8 ポイント上昇する結果となった。以上より、四国の住宅の省エネルギー性能が向上している結果を得た（図 9）。

謝辞

住宅データの収集にあたりゆにっと四国優良木造住宅推進協議会各位に多大なる協力をいただいた。記して謝意を示します。

参考文献

[1]国土交通省、「住宅・建築物に関する省エネ・省 CO2 対策の最近の動向」
<http://www.kenken.go.jp/shouco2/pdf/symposium/10/presen10-1.pdf> [2]省エネ講習会 研修資料作成 WG 監修「住宅省エネルギー技術設計者講習テキスト」2013 年 11 月 [3]坂本友恵、土崎ゆい、田島昌樹、「四国を対象とした設計データの分析に基づく住宅の省エネルギー性能向上に関する検討その 1、その 2」、日本建築学会四国支部研究報告集 第 14 号、p53-54、p55-56、2014 年 5 月 [4] 国土技術政策総合研究所・独立行政法人建築研究所監修「自立循環住宅への設計ガイドライン 入門編」、財団法人建築環境・省エネルギー機構刊、2012 年 5 月 [5]国土技術政策総合研究所・独立行政法人建築研究所監修「蒸暑地版自立循環住宅への設計ガイドライン」、財団法人建築環境・省エネルギー機構刊、2008 年 10 月 [6]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」、財団法人建築環境・省エネルギー機構刊、2013 年 5 月 [7]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、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/index.html>

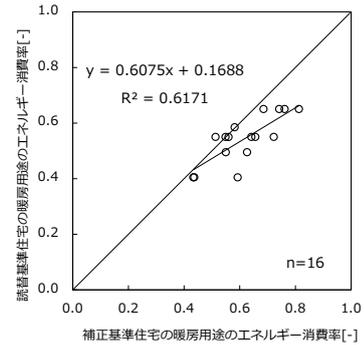


図 6 読替基準住宅と補正基準住宅の暖房用途のエネルギー消費率の比較

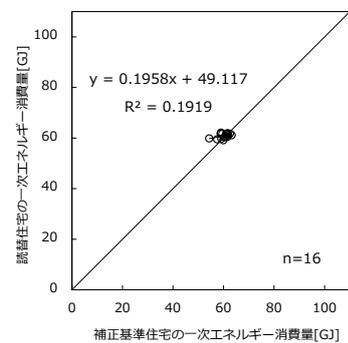


図 7 読替基準住宅と補正基準住宅の一次エネルギー消費量の比較

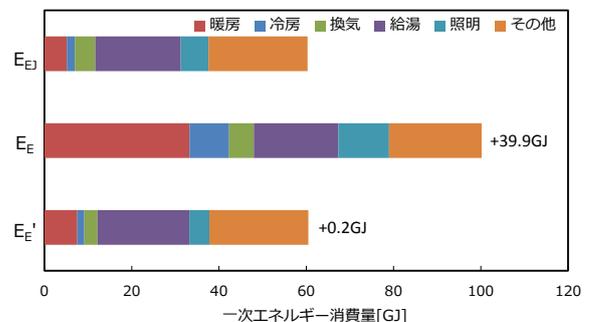


図 8 読替基準住宅と基準住宅と補正基準住宅のエネルギー消費量の内訳の比較

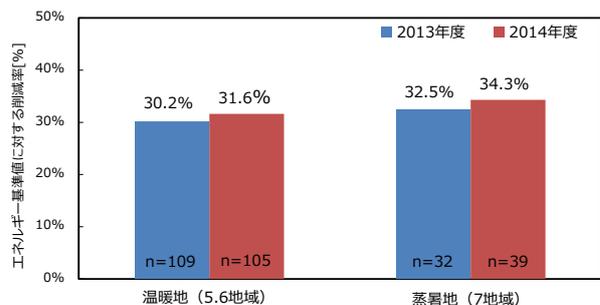


図 9 補正後のエネルギー削減率を含めた太陽光発電以外の技術によるエネルギー削減率の平均値の比較