

『省エネルギー住宅』の温熱環境に関する研究

Study on the Thermal Environment of an Energy-Saving House

古川 恵子*・福田 真樹子**

Keiko FURUKAWA*, Makiko FUKUDA**

Keywords : 気温, 湿度, 断熱, 床・天井ルーバー換気孔

1. 研究の背景と目的

高度成長期以降, 1970年代の二度のオイルショックを経ても快適性の追求は続いた。近年, 住宅における省エネルギー対策は強化され, 2009年12月に創設された住宅エコポイントは^{注1), 1), 2)}, 対象期間を終了したものの再開が閣議決定された。そのことにも示されるように, 一般に省エネルギーに対する認識が深まっていると共にその必要性は一段と高まっているといえる。加えて, 2011年3月11日の東日本大震災を契機に, エネルギー使用について, 国民の意識は更に高まり, また住宅計画においても十分な対策・対応が求められる状況である。

省資源・省エネルギーについて, オイルショック以来常に議論されてきたが^{注2), 3), 4)}, 家庭用エネルギーの消費増大は全エネルギー使用料の約14%を占める⁵⁾までになっている。

平成15年住宅需要実態調査における鹿児島県での住宅の各要素に対する評価では, 「冷暖房の費用負担などの省エネルギー対応」に対する不満や, 「住宅の断熱性や気密性」に対する不満が上位であった。5年後の平成20年住生活総

合調査(鹿児島県)においても, 同様であるが, 両項目ともポイントが上がっている^{注3)}。

これらの結果は, 鹿児島県でも一般的に省エネルギー対策の必要性が認識されていることを示すものといえる。

本研究は, 「省エネルギー」を考慮して計画・施工された住宅の, 壁体内の断熱材使用と, 自然換気・通風システム(床・天井木製ルーバー換気孔)について継続実態調査を行い, 省エネルギー対策の効果を検証することを目的とするものである。

2. 研究の方法

鹿児島県省エネルギー化推進事業により建設された「省エネルギー体験住宅」^{注4)}に, 8台の温度・湿度測定器を設置し, 30分ごとに測定する。一定期間後, 測定データを採取し, 分析する。測定機器は常設する。敷地は, 鹿児島市内の住宅団地で, 道路を隔てて東側に緑地(小規模な公園・小川・広場)がある。モデルハウスであることは, 居住者による生活上の温湿度の変化を除外できるメリットがある。

* 鹿児島女子短期大学

** (株)アーキ・プラン

3. 測定結果と分析

3-1. 測定の概要

(1) 測定期間と場所

2011年7月7日測定開始。以後継続測定。

(2) 測定機器と測定箇所

測定箇所は表1と図1-1、1-2に示す。測定にはティアンドデイ社の①～④の機器を用いた。

- ① 温度・湿度データロガー RTR-53AL 6台
- ② 温度データロガー RTR-52PtL 2台
- ③ フィルムセンサー TR8190E-50-2M 2本
- ④ データコレクタ RTR-57U

表1 測定箇所と測定機器

	図 1-1 の 測定箇所	温度計、 湿度計	表面温度 測定装置
1階寝室1 (南側) 断熱材あり	①	○	
1階寝室2 (北側) 断熱材なし	②	○	
1階床下	③	○	
1階北側廊下	④	○	
2階廊下	⑤	○	
2階洋室1 断熱材あり	⑥		○
2階洋室2 断熱材なし	⑦		○
外部 (玄関ポーチ)	⑧	○	

(○：測定機器設置)

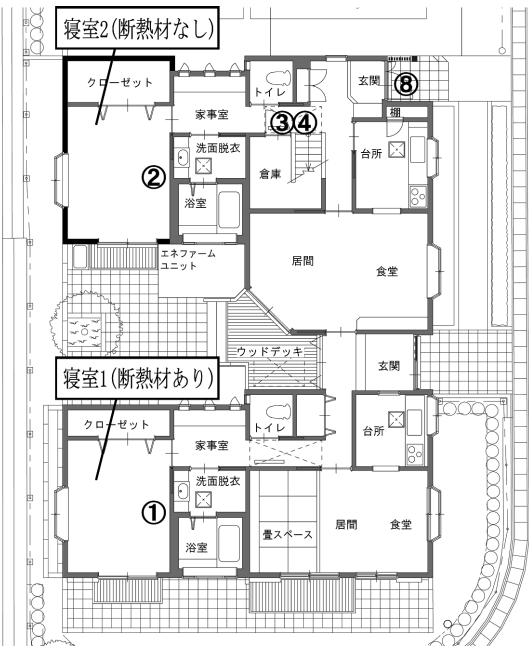


図1-1 測定箇所 (1階平面図)

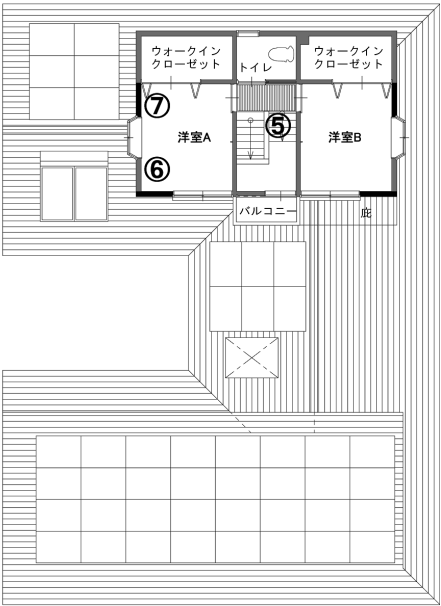


図1-2 測定箇所 (2階平面図)

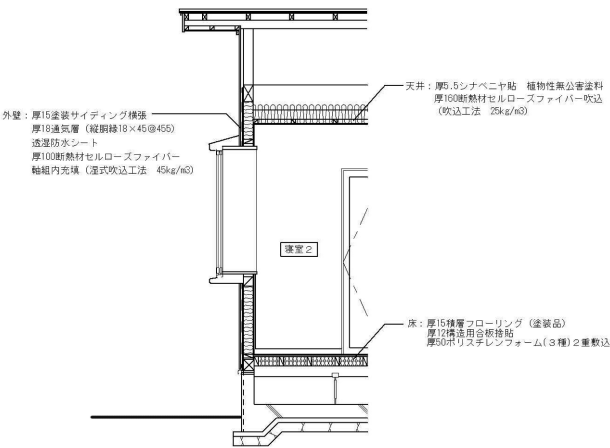


図2-1 1階寝室1外壁矩計図 (断熱材あり)

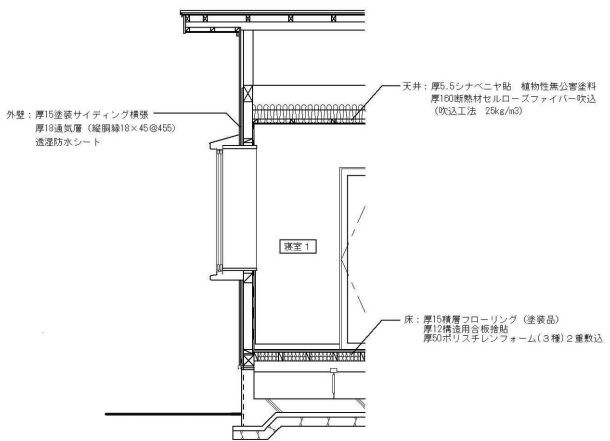


図2-2 1階寝室2外壁矩計図 (断熱材なし)

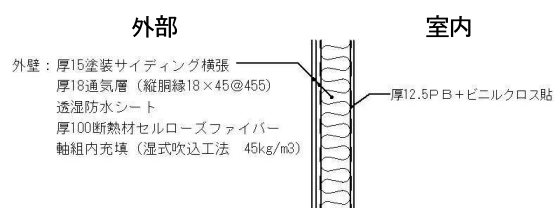


図3 壁面一部断面詳細図（断熱材あり）

3-2. 測定結果と分析

本研究は、気象庁のデータにおいて9、10月の湿度の日平均と最小湿度が最も低く^{注5)}、また、2011年7月7日から10月15日までの測定結果の中で、気温の日変動が特徴的な、9/23と10/1の測定値を抽出し、分析した。

両日とも気象庁のデータによると、9月、10月中の湿度が各月最低の日である。9/23の最小湿度は34%で、10/1の最小湿度は27%である（表2）。本調査の外気温の温度・湿度の測定結果は表3に示す通りで、気象庁の鹿児島市のデータと最高気温値に大きな差はない。また、9/23と10/1の一日の外気の温度・湿度の分布状況は図4と図5に示すとおりである。

表2 気象庁データからの抽出

	降水量	気温		湿度		日照 時間	天気概況 06:00- 18:00
		最高	最低	平均	最小		
		(°C)	(°C)	(%)	(%)		
2011/9/23	0	26.4	16.3	53	34	11.4	晴
2011/10/1	0	28.8	20.4	55	27	8.9	晴一時曇

表3 調査対象住宅の外気温・湿度

	気温 (°C)			湿度 (%)	
	最高	最低	気温差	最大	最小
2011/9/23	26.5	13.2	13.3	80.0	29.0
2011/10/1	28.3	18.5	10.0	83.0	27.0

表4 1階2寝室の気温

	寝室1 (断熱材あり)			寝室2 (断熱材なし)		
	気温 (°C)			気温 (°C)		
	最高	最低	温度差	最高	最低	温度差
2011/9/23	26.6	20.1	5.5	30.2	18.2	12.0
2011/10/1	28.9	23.7	5.2	32.4	22.4	10.0

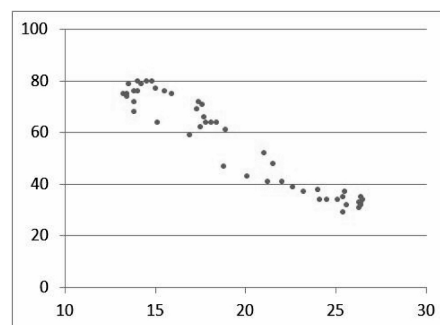


図4 外気温・湿度（2011/9/23）

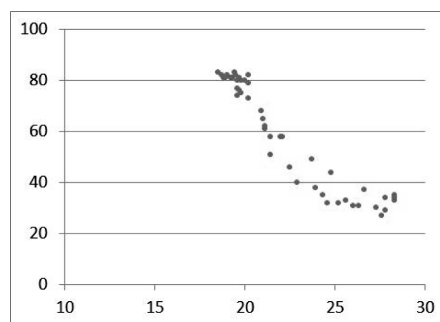


図5 外気温・湿度（2011/10/1）

（1）外壁断熱材の有無による1階の2寝室の気温の比較

1階の、外壁に断熱材を入れた寝室1（断熱材あり）と入れてない寝室2（断熱材なし）間の2日間の気温を比較した（図6-1、図6-2）。測定箇所は、日射の影響を直接受けない位置である。

一日の変動幅は、断熱材のない寝室2、断熱材のある寝室1、中廊下の順に小さくなる。特に断熱材の有無により、大きな差があることは明らかであり、断熱材のない寝室の変動幅は10～12°Cで、外気温の変動幅10.0～13.3°Cとほぼ同じといえる（表3、表4）。

2室間の一日の最高気温の差は9/23では3.6°C、10/1では3.5°Cで、断熱材のある寝室の最高値が低く、効果は明らかである。なお、いずれの日も11:00から21:00までか21:30までは、寝室1が寝室2より気温は低い。

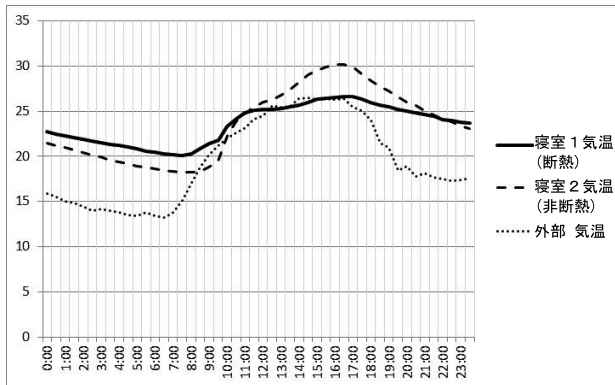


図6-1 1階 寝室1, 2の気温 (2011/9/23)

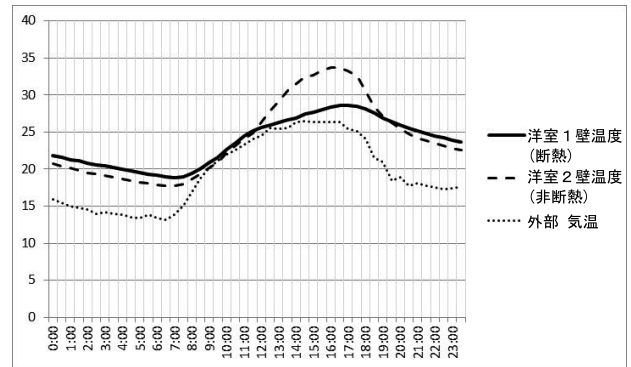


図7-1 2階洋室1, 2内壁表面温度 (2011/9/23)

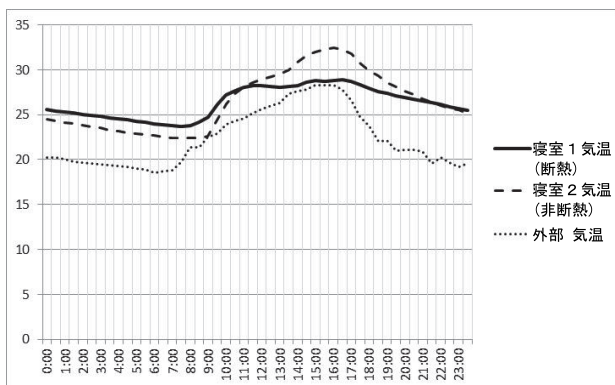


図6-2 1階 寝室1, 2の気温 (2011/10/1)

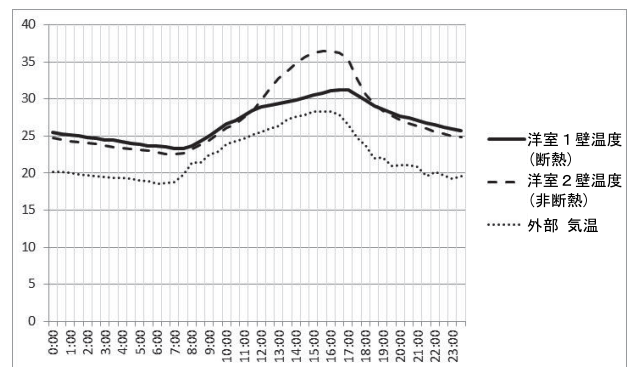


図7-2 2階洋室1, 2内壁表面温度 (2011/10/1)

(2) 断熱材の有無による1居室の内壁表面温度の比較

2階洋室Aの、窓で隔てられた左右の壁を、洋室1(断熱材あり)と洋室2(断熱材なし)に設計・施工し、その室内側の壁の表面温度を測定した。

9/23は外気最高温度が26.5℃で、断熱材なしの内壁表面最高温度は33.4℃、断熱材ありの内壁表面温度は28.0℃で、洋室1, 2の表面温度差は5.4℃である。10/1は、外気最高温度は28.3℃で、断熱材なしの内壁表面温度は36.2℃、断熱材ありの内壁表面温度は30.5℃で、洋室1, 2の表面温度差は5.7℃である(表5, 図7-1, 図7-2)。

内壁表面温度が最高になった時刻は、9/23は15:30、10/1は15:00である。

表5 断熱材の有無による内壁表面最高温度

	a. 断熱材あり(℃)	b. 断熱材なし(℃)	a-b
2011/9/23	28.0	33.4	5.4
2011/10/1	30.5	36.2	5.7

(3) 床・天井木製ルーバー換気孔による自然換気・通風システム

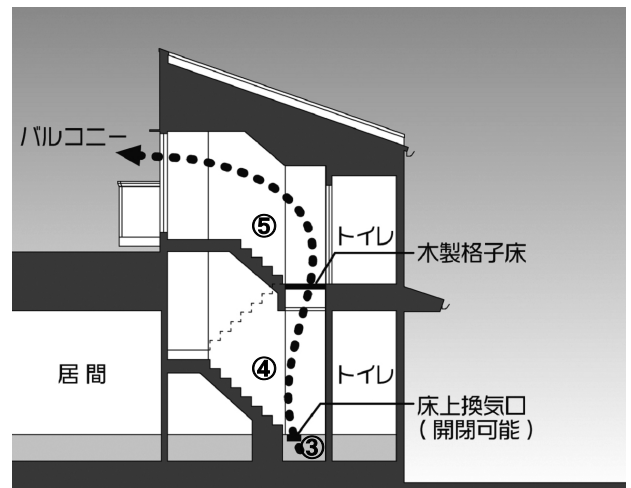


図8 床・天井の木製ルーバー換気孔による自然換気・通風システム

この設計計画は、1階床下から1階廊下の床換気孔、1階廊下を通じ天井の木製ルーバー換気孔、2階廊下の木製床ルーバー換気孔、2階廊下、側窓、外部へと、鉛直方向の床下から2

階開口部にかけての温度差による換気、通風換気を目的としたものである（図8）。

① 床下気温と1，2階廊下の気温，外部気温の比較

9/23の床下と1階廊下の最大温度差は4.0℃，1階廊下と2階廊下の最大温度差は1.7℃である。外部気温の最大値は26.5℃で，1階廊下の最大値は25.3℃，2階廊下の最大値は26.5℃であり，1，2階の廊下と外部との温度差はそれぞれ，-1.2℃と0℃である（図9-1）。

10/1の床下と1階廊下の最大温度差は4.4℃，1階廊下と2階廊下の最大温度差は2.3℃である。外部気温の最大値は28.3℃で，1階廊下の最大値は27.3℃，2階廊下の最大値は28.9℃であり，1，2階の廊下と外部との温度差はそれぞれ，-1.0℃と0.6℃である（図9-2）。

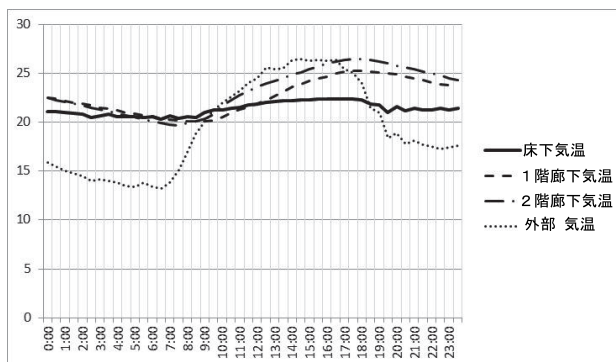


図9-1 床下・1階・2階廊下・外部の気温
(2011/9/23)

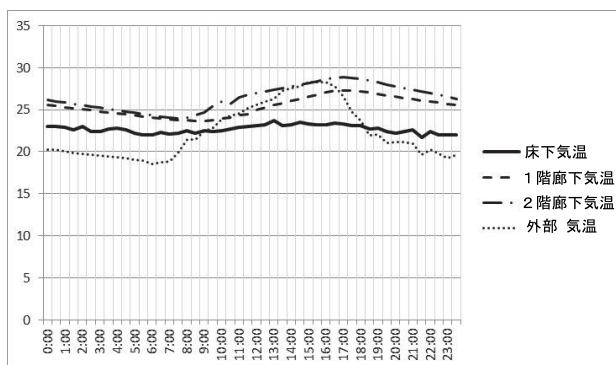


図9-2 床下・1階・2階廊下・外部の気温
(2011/10/1)

② 床下湿度と1，2階廊下の湿度，外部湿度の日変化比較

外部湿度の最大値と最小値の差は，9/23は51%，10/1は56%と大きい，床下の湿度の最大値と最小値の差は12%，1階廊下では11%，2階廊下は13%と変動幅は小さい（図10-1，図10-2）。

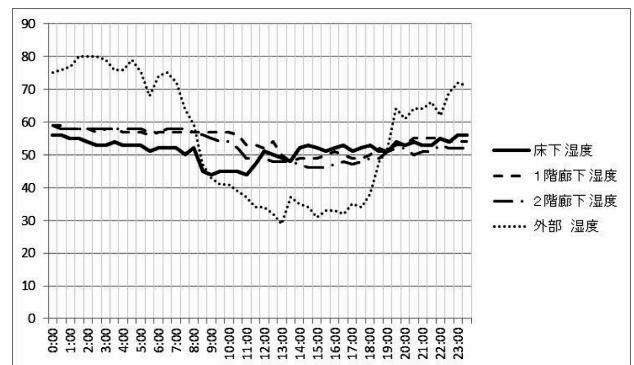


図10-1 床下・1階・2階廊下・外部の湿度
(2011/9/23)

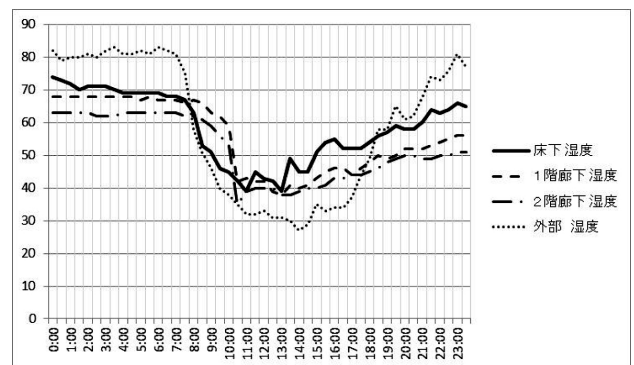


図10-2 床下・1階・2階廊下・外部の湿度
(2011/10/1)

③ 1階廊下と1階寝室2（断熱材なし）の気温日変化の比較

鉛直方向の，床下から2階開口部への通風効果による気温の変化を探るために，近接している1階寝室2と，1階の廊下の同時刻の最高気温差を比較した。その結果，9/23，10/1ともその差は5.5℃で同じである（図11-1，図11-2）。

④ 2階廊下と2階洋室2（断熱材なし）の気温比較

前項と同じく、断熱材のない2階洋室と、2階廊下の同時刻の最高気温差を比較した結果、9/23は7.7℃、10/1は7.8℃でほぼ同じであった。

ただし、洋室の測定箇所が壁表面ということで、前項と同じ状態での比較ではないため、次の測定で再設定し、再度検討する必要がある。

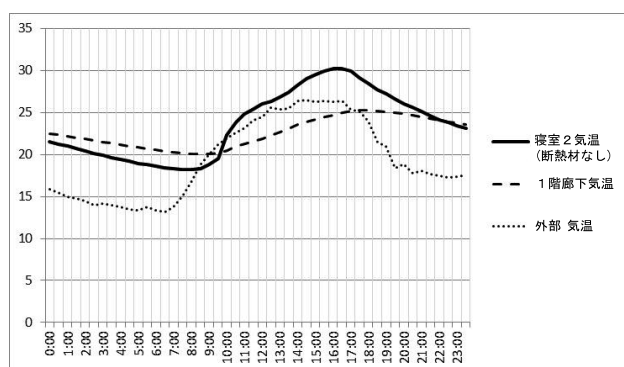


図11-1 1階廊下と1階寝室2（断熱材なし）の気温（2011/9/23）

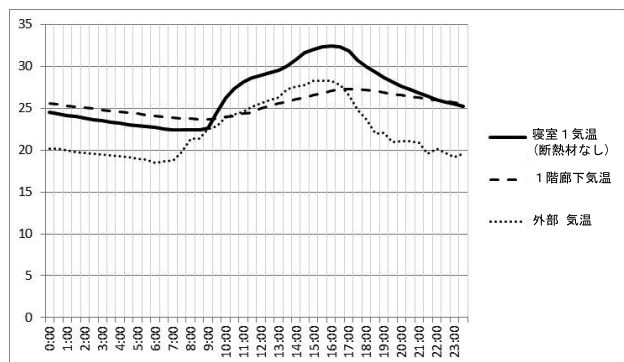


図11-2 1階廊下と1階寝室2（断熱材なし）の気温（2011/10/1）

4. まとめ

本研究では、実際の住宅において、断熱材と自然換気・通風システムの効果について具体的に検証を行った。

断熱材の効果については、外壁に断熱材を入れた寝室と入れない寝室の気温の日変動幅には、倍に近い温度差が見られ、また、最高気温にも4℃近い差が見られたことから、明らかにその

有効性が認められる。また、一室で、断熱材を入れた壁と入れない壁の2ヶ所で、内壁表面最高温度を比較した結果でも、選択した2日の測定日において、5.4℃(9/23)と5.7℃(10/1)の差があることが明らかになった。

本研究では、以上のことから夏季の断熱材の有効性が確認できた。

次に、床・天井木製ルーバー換気孔による自然換気・通風システムの効果については、1階と2階の廊下の気温差が最大1.7℃～2.3℃あることと、1階の廊下と近接した断熱材のない寝室との温度差が2日とも5.5℃と大きいことから、その効果はあるといえよう。通常、2階の室温は暖気の上昇に伴い1階よりも大となり、夏季は特にその傾向が大であるが、測定結果に大きな差はみられない。これは、床下から1、2階の床・天井の木製ルーバー換気孔にかけての空気の流動の効果と考えられる。今後、継続して冬季にわたり一年間のデータを得た後に、鉛直方向の温度について、更に詳細な測定を行い、分析を行う必要があると考える。

謝辞

本研究について助言いただきました鹿児島大学工学部二宮秀與教授に、御礼申し上げます。

注

注1) 住宅エコポイントは地球温暖化対策の推進、及び経済の活性化を図ることを目的として一定のポイントを国が発行し、これを使って様々な商品との交換や追加工事の費用に充当することができる制度。

注2) 1997年に“気候変動枠組条約第3回締約会議”(COP3)が京都で開催され、先進国の温暖化ガス排出量において法的拘束力のある削減目標値を設定した“京都議定書”が採択され、

2005年2月発効。我が国は1990年基準で2008～2012年（5年間平均）までに温室効果ガス排出量を6%削減する厳しい義務がある。

注3) ①平成15年住宅需要実態調査：「住宅の各要素に対する評価（不満率）鹿児島県」では、第2位に冷暖房の費用負担などの省エネルギー対応（46.2%）、第4位に住宅の断熱性や気密性（43.3%）があげられている。

②平成20年住生活総合調査：「住宅の各要素に対する評価（不満率）鹿児島県」では、第2位が「冷暖房の費用負担など省エネルギー対応に対する不満」（47.0%）、第4位が「住宅の断熱性や気密性」（44.2%）となっている。

注4) 鹿児島県では、「鹿児島県地球温暖化対策推進条例」を制定し、また、「かごしま将来ビジョン」では環境に対して負荷の少ない社会構築のため、省エネルギー住宅の整備を促進する方針を示している。それらを背景に、省エネルギー体験と住宅の設計・施工に携わる人々に対する環境技術の普及のため、地域グリーンニューディール基金を活用してプロポーザル方式で設計者選定。本研究対象住宅は、2011年3月竣工したものである（パンフレット「鹿児島県 省エネルギー体験住宅」、2011年より）。断熱材、自然換気・通風システムの他に、複層ガラス、太陽光発電・太陽熱温水器・エネファーム・エコキュート・雨水タンク・太陽光や風力発電の外灯等も設置された、老若二世帯を想定して建築された体験型モデルハウスである。

注5) 9月の湿度は、最小値が34%、日平均の最小値が53%で、両方とも9月23日の値である。10月の湿度は、最小値が27%、日平均の最小値が55%で、両方とも10月1日の値である。

参考文献

- 1) 国土交通省, 経済産業省, 環境省ホームページ
- 2) 経済産業省, 資源エネルギー庁ホームページ
- 3) 財団法人 建築技術教育普及センター 編集・発行：国土交通大臣登録 平成20年度 設備設計一級建築士講習テキスト(下巻), p128, 平成21年
- 4) 建設省住宅局住宅生産課監修, 地球環境・住まい研究会編：環境共生住宅宣言, ケイブン出版株式会社, 平成4年10月
- 5) エネルギー白書2011 「民生部門のエネルギー消費の動向」
- 6) 古川恵子：木造住宅の床下空間の熱・湿気性状－木造住宅の床下空間の環境改善に関する実験的研究 その1－, 鹿児島女子短期大学紀要第31号, pp37～45, 1996
- 7) 坂口竜一, 二宮秀興：学校建築における教室の温熱環境改善に関する研究, 日本建築学会大会学術梗概集(関東), pp391～392, 2011.8
- 8) 成田陽介, 二宮秀興：屋外環境下における開口部の日射遮蔽性能の測定方法に関する研究, 日本建築学会九州支部研究報告第50号, pp353-356, 2011.3
- 9) 中根芳一編著：私たちの住居学, 理工学社, 2006

(2011年12月6日 受理)