

南西諸島の住宅の温熱環境に関する調査研究

第一報 奄美大島および喜界島の住宅の温熱環境実測調査

黒木 荘一郎・赤坂 裕・小原 聡司・
二宮 秀與
(受理 平成6年5月31日)

A Field Study on the Thermal Environment of Dwellings in Nansei Islands

Part 1. Field Measurement on Thermal Environment at Detached Dwellings in Amami Island and Kikai Island

Soichiro KUROKI, Hiroshi AKASAKA, Satoshi OHARA,
and Hideyo NIMIYA

Thermal environments of three wooden houses specified with different roof insulation in Amami island ($28^{\circ} 23' N$, $129^{\circ} 30' E$) and RC (reinforced concrete) houses and traditional wooden houses in Kikai island ($28^{\circ} 19' N$, $130^{\circ} 00' E$) has been researched. It was certified that the suitable house in these warm and humid region must be developed in consideration of insulation, sun-shading, cross ventilation and night ventilation when the openings are closed.

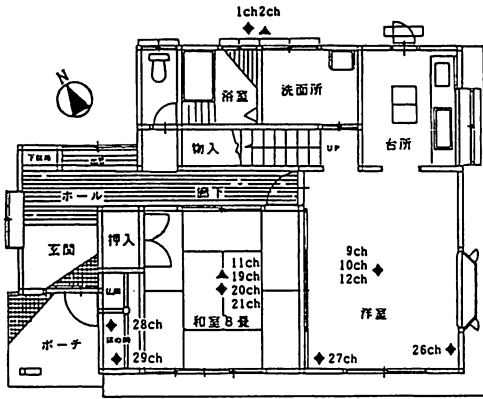
1. 緒 言

法的にはじめて住宅の断熱基準およびその構法の指針が示されたのは、昭和55年の建設省・通産省告示『住宅に係わるエネルギーの使用の合理化に関する建築主の判断の基準』である。同告示では、住宅のエネルギー消費に占める暖房エネルギーの割合が大きいう当時の実情に対応して、主に寒地における住宅の暖房エネルギーを削減する方向性が明確に打ちだされた。この告示の公布後すでに10年余りが経過したこと、近年の地球環境問題に関する意識の高揚によって、その基準値の見直しが行われ、熱損失係数の値が引き下げられて、寒地のみならず全国的に断熱化が推奨されるとともに、日射取得係数と気密化の基準も具体的に示されることになった。

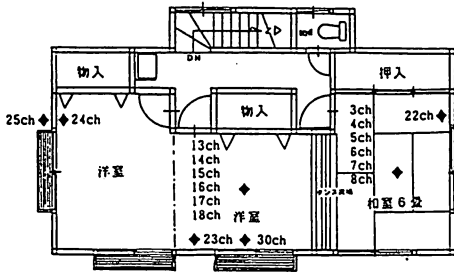
このように法的に断熱・気密化の方向性が強められたことによって、住宅の断熱・気密構法の開発と改善が益々重視される趨勢であるが、そこに問題がないわけではない。例えば、告示によって推奨されている断

熱・気密化は、冬季の温熱環境の向上には暖房の有無にかかわらず有効であるが、夏季や中間季には屋内に熱を閉じ込めて室温をかえって上昇させる場合がある。特に、夏季の蒸暑が厳しい地域ではこの点を十分に考慮しなければならない。

このような地域については、告示の断熱基準を満たす構法と、伝統的・経験的な構法や住まい方にみられる工夫を、生かし合い、融合させることが現実的な対応であると考えられるが、その具体的な手法は明確とはいえない。そこで、本報告では、夏季蒸暑度の厳しい奄美大島の名瀬市 ($28^{\circ} 23' N$, $129^{\circ} 30' E$) で、鹿児島県住宅供給公社の標準仕様の住宅（在来棟）と、標準仕様の住宅に断熱を施した住宅（断熱棟）の2棟について、さらに喜界町 ($28^{\circ} 19' N$, $130^{\circ} 00' E$) の公営住宅および伝統的民家について、夏季および冬季に温熱環境に関する比較測定を行い、断熱化と夏季および冬季の温熱環境について考察することにした。

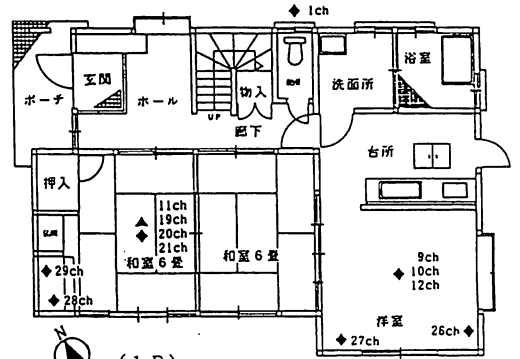


(1 F)

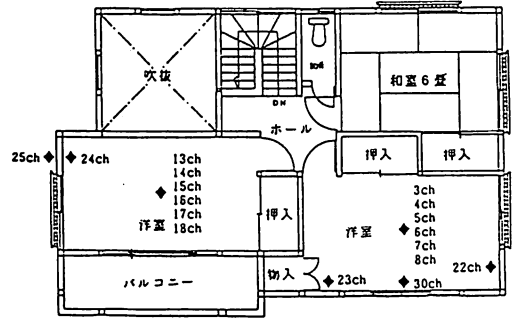


(2 F)

図-1 在来棟の平面図と測定点



(1 F)



(2 F)

図-2 断熱棟の平面図と測定点

2. 奄美大島の住宅の温熱環境に関する実測調査

2.1 奄美大島の实測調査対象住宅

実測対象とした在来棟と断熱棟の平面図と測定点を図-1、図-2に示す。両棟は名瀬市郊外の住宅地に隣接して、平成3年6月に着工されたが、実測は両棟共外装までが完了し内装を残した時点で、8月中旬から9月初旬にかけて（非居住状態で）同時に行われた。在来棟とは鹿児島県住宅供給公社の標準仕様の住宅で、木造在来軸組構法、外壁無断熱、一階床下は板貼部分のみ有断熱（発泡ポリスチレン50mm）、二階天井有断熱（グラスウール50mm）である。断熱棟では、標準仕様に対し、外壁に断熱材（グラスウール50mm）が追加され、屋根断熱の仕様（発泡ポリスチレン100mm）が異なっている。断熱棟における壁・床の断熱構法、屋根の断熱構法を図-3、図-4に示す。また両棟とも二階軒天井に換気口があるが、断熱棟では実測期間これを塞いだ。測定項目を表-1に示す。センサは温度：0.3mmφT熱電対、湿度：二線式湿度変換器（HMM20, VAISALA）、日射量：シリコン光電池（LI-200S、

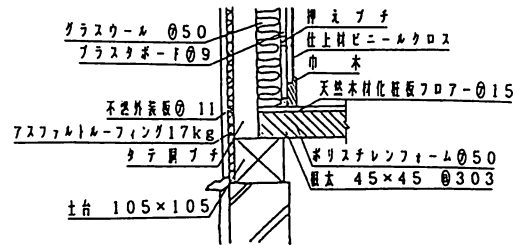


図-3 壁・床部の断熱構法

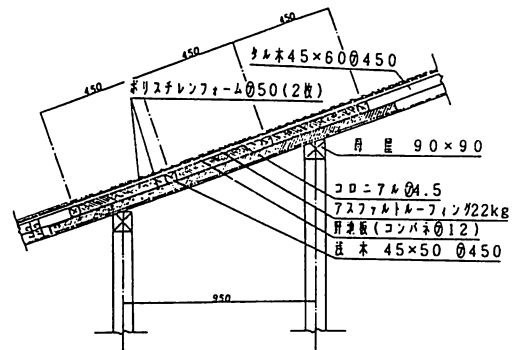


図-4 屋根の断熱構法

LI-COR)で、データ収録は棟別に30チャンネルのデータロガーを用いた。

2.2 奄美大島の夏季温熱環境実測結果

実測期間のうち9月2日から6日に、すだれによる日射遮蔽(東,南,西の窓全部)の有無と窓開放によ

表-1 測定項目

CH	在 来 棟 (断 熱 棟)	
1	外 気 温 度	16 南側2階天井表面温度
2	外気相対湿度(水平面全天日射量)	17 南側2階居室空気温度
3	東(南)側屋根表面温度	18 南側2階居室床表面温度
4	東側野地裏表面温度	19 南側1階天井表面温度
5	東側小屋裏空気温度	20 南側1階居室空気温度
6	東側2階天井表面温度	21 南側1階居室床表面温度
7	東側2階居室空気温度	22 東側居室2階壁表面温度
8	東側2階居室床表面温度	23 南側2階居室壁表面温度
9	東側1階天井表面温度	24 西側2階居室壁表面温度
10	東側1階居室空気温度	25 西側2階外気側壁表面温度
11	南側1階居室相対湿度	26 東側1階居室壁表面温度
12	東側1階居室床表面温度	27 南側1階居室壁表面温度
13	南(西)側屋根表面温度	28 南側1階居室壁表面温度
14	南側野地裏表面温度	29 西側1階居室壁表面温度
15	南側小屋裏空気温度	30 南側2階居室ガラス表面温度

る通風(開放できる窓全部)の有無を取り上げ、これらを組み合わせた4モード(モード①:窓閉・すだれ有,モード②:窓閉・すだれ無,モード③:窓開・すだれ有,モード④:窓開,すだれ無)について温熱環境の実測を行った(写真1~6参照)。在来棟と断熱棟の比較を図-5~8に示す。

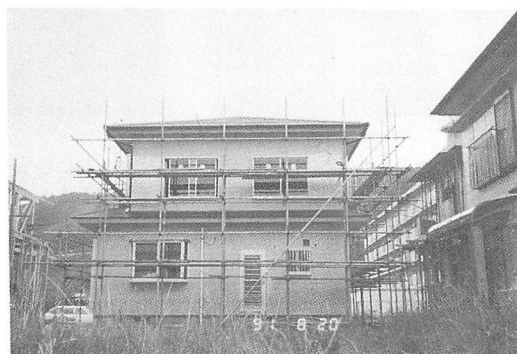


写真3 断熱棟東側

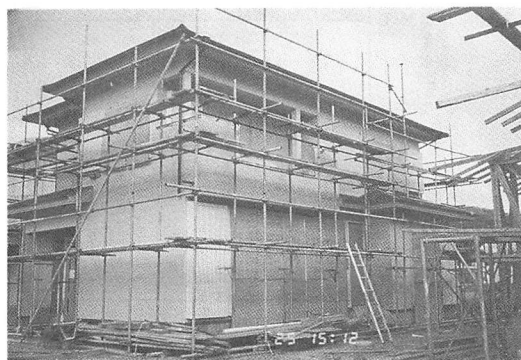


写真4 断熱棟南側
(すだれによる日射遮蔽の実測中)

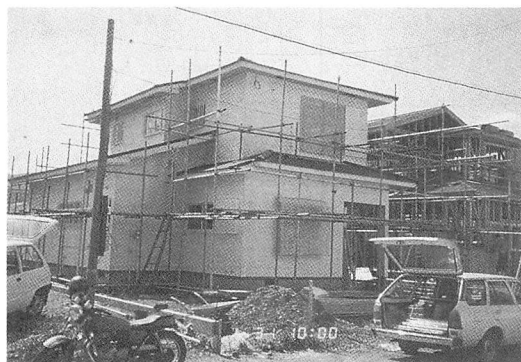


写真1 在来棟西側
(すだれによる日射遮蔽の実測中)

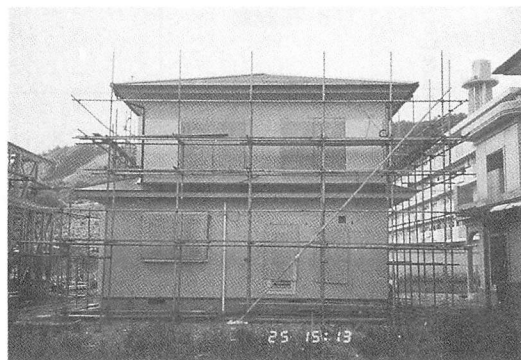


写真5 断熱棟東側
(すだれによる日射遮蔽の実測中)

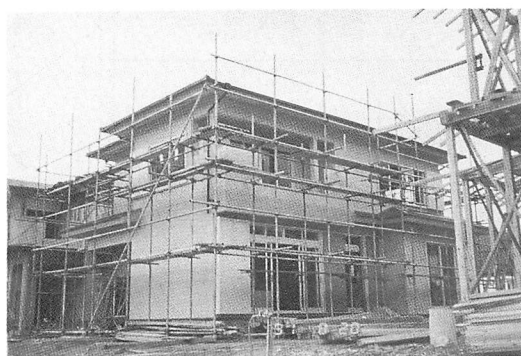


写真2 断熱棟南側

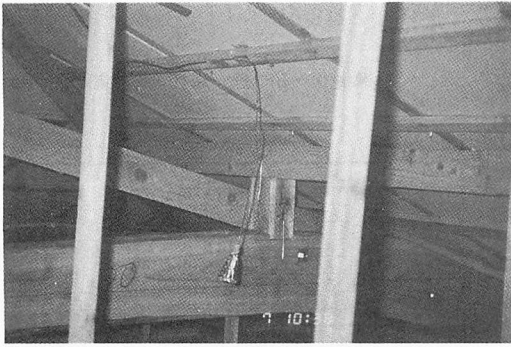


写真6 断熱棟の小屋裏

50mm角の垂木とその間の断熱材が見える。この上部にもう1段、垂木と直交する50mm角の栈木の間断熱材を施工。さらに野地板・ルーフィング・コ罗纳ル葺きとなる。

2. 2. 1 室温の比較

南側1階居室空気温度(20ch)の比較を図-5に示す。窓閉ではすだれの有無に拘らず、終日断熱棟の方が0.5~1.0℃程度高い。窓開では窓開の時間中(8:00~19:00時)殆ど差が無いが、19:00時に窓を閉めると1℃程度急に上昇し、その後断熱棟の方が高くなっていく。

南側2階居室空気温度(17ch)の比較を図-6に示す。窓閉では9:00~16:00時頃断熱棟の方がやや低いが、それ以外の時間は断熱棟の方が高い。モード②では両棟とも18:00時頃40℃程度に達する。窓開では開の時間帯は両棟に差が見られないが、窓を閉じると1.5~2.0℃程度急激に上昇している。すだれ有では8:00~14:00時にかけて外気温より室温の方が低くなっ

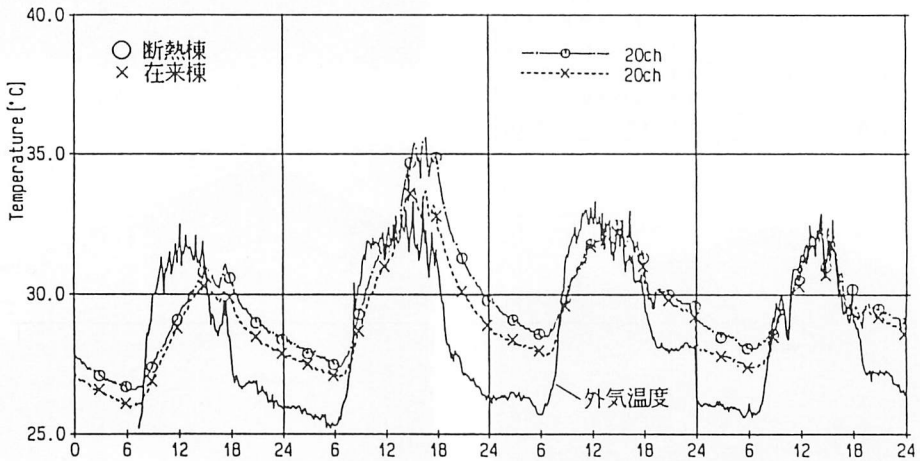


図-5 南側1階居室空気温度(20ch)の比較 (モードは図-7参照)

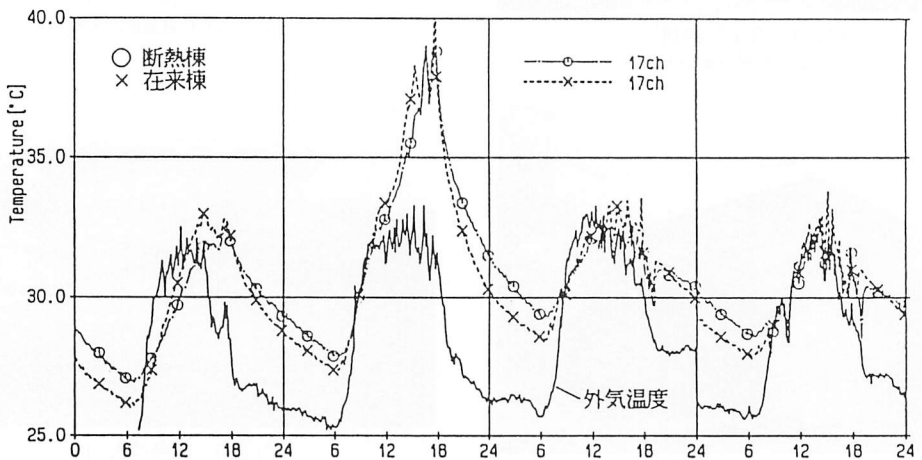


図-6 南側2階居室空気温度(17ch)の比較 (モードは図-7参照)

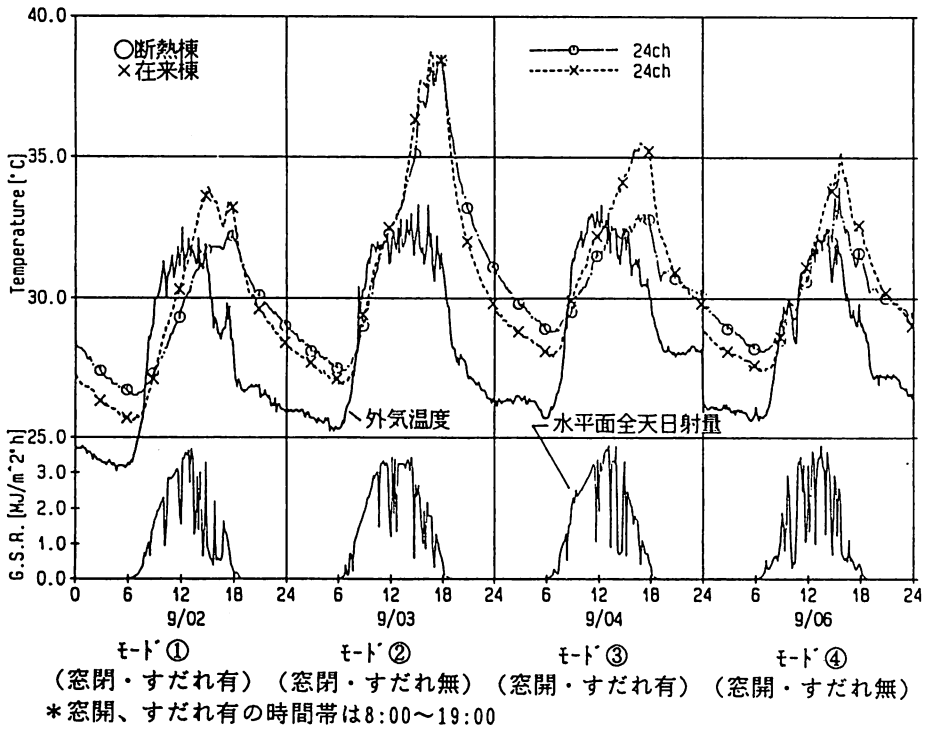


図-7 西側2階居室壁表面温度(24ch)の比較

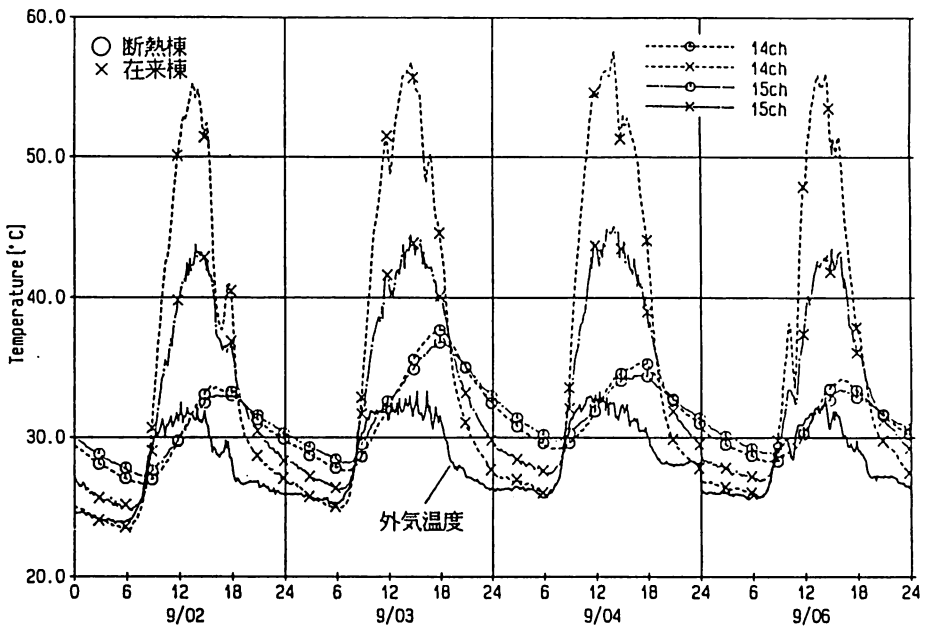


図-8 南側野地表面温度(14ch)と小屋裏空気温度(15ch)の比較

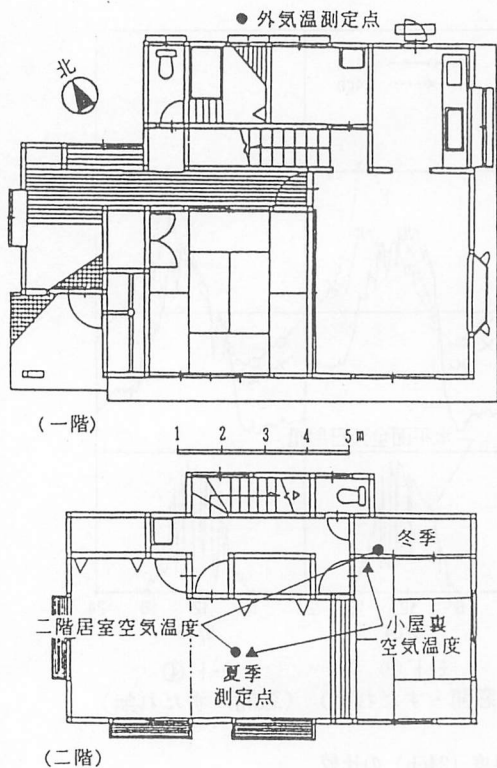


図-9 在来棟測定点

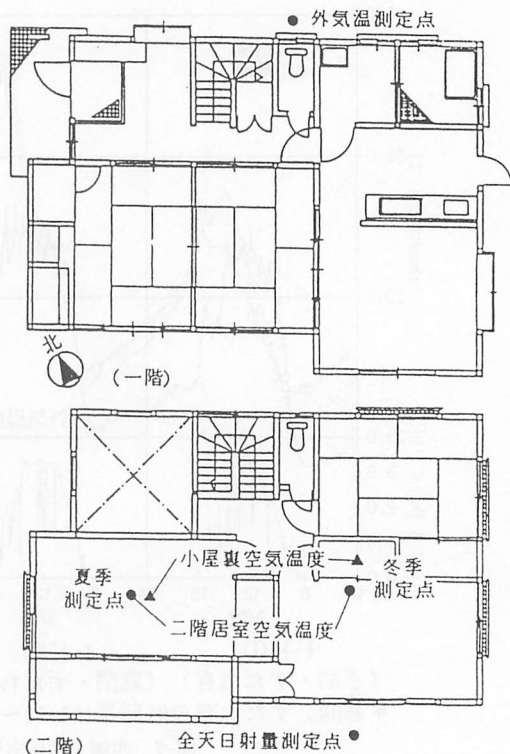


図-10 断熱棟測定点

ている。

以上を要約すると以下となる。

- ① 午前中は日射遮蔽の重要性が高く、これにより室温を外気温より低くすることができ、断熱棟の2階においては在来棟より室温をやや低くすることができる。また午前中は日射遮蔽により室温を外気温より低くできる場合もあるため通風の必要性は低い、午後以降はその効果は極めて高い。通風量を多くすることにより、室温を外気温程度にまで下げることが可能である。
- ② 今回の実測では夜間換気の効果は確認していないが、19:00時の窓閉により室温が急激に上昇することにより、その重要性が高いことが窺われる。特に断熱棟では在来棟以上に夜間通風による排熱が必要である。

2. 2. 2 室内側壁表面温度の比較

西側2階居室室内側壁表面温度(24ch)の比較を図-7に示す。南側2階空気温度と類似した傾向を示すが、モード③で通風と日射遮蔽を行う場合は、断熱棟の表面温度は在来棟に比べかなり低く保たれている。

すなわち十分な日射遮蔽と通風を取れば図-5、図-6のように空気温度は在来棟と断熱棟でそれほど変わらなくなるが、表面温度は断熱棟の方が低くなる。

2. 2. 3 野地表面温度と小屋裏空気温度の比較

南側野地表面温度(14ch)と南側小屋裏空気温度(15ch)の比較を図-8に示す。断熱棟の野地表面温度と小屋裏空気温度はそれほど差が無く、2階居室空気温度と類似している。屋根断熱の効果が見られ、小屋裏空間を建築空間として有効に利用できる可能性がある。在来棟では野地表面温度は最高で55℃程度、小屋裏空気温度は最高で44℃程度となる。しかし、夜間には断熱棟の温度以下に低下し、日の出前には野地表面温度は外気温程度まで下がる。これは天井断熱のため屋根から外気への放熱が容易なこと、小屋裏換気の効果等によると考えられる。断熱棟では昼間の小屋裏空気温度の上昇が屋根断熱によって押さえられているにもかかわらず、夜間の温度がそれほど低下しない点が問題である。その影響は無断熱の天井を貫流して2階居室の温度に及ぶと思われる。したがって、今回の実測時には断熱棟では小屋裏換気を取っていないが、

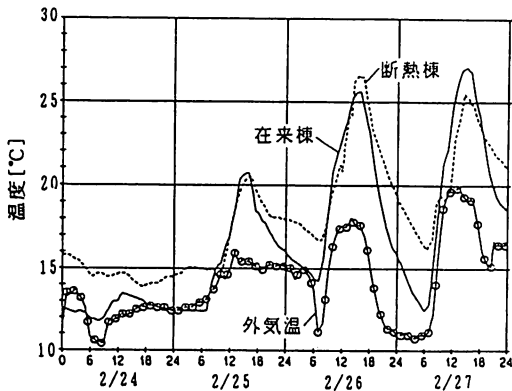


図-11 南側2階居室空気温度(冬季)

居室同様に、断熱棟では特に夜間の小屋裏換気が必要であると考えられる。

2.3 冬季温熱環境実測結果

冬季実測は両棟とも完成後(断熱棟のみ居住状態)の1992年2月に約1ヵ月間行った。使用計器は自記温湿度計である。冬季実測時は、二階軒天井の換気口を両棟とも開とした。両棟の2階平面図と測定点を図-9、図-10に示す。

2.3.1 室温の比較

冬季曇りから晴れの期間(2月24日~27日)の、2階居室空気温度を図-11で比較する。外気温は、現地から約3.5km離れた名瀬測候所の観測値である。2階居室空気温度を外気温と比べると、曇天日の最低値は在来棟ではほぼ同じで断熱棟では2℃程度高く、晴天日の最低値は在来棟では2℃程度、断熱棟では6℃程度高い。断熱棟の最低値は測定期間中ほぼ16℃以上を維持している。いっぽう晴天日の最高値は在来棟で27℃程度、断熱棟で26℃程度であり、暑すぎるということはない。

2.3.2 小屋裏空気温度の比較

冬季の小屋裏空気温度の比較を図-10~12に示す。晴天日、最高値は在来棟で35℃程度、断熱棟で24℃程度、最低値は在来棟で10℃程度、断熱棟で16℃程度である。断熱棟の小屋裏空気温度は晴天日、曇天日とも2階居室のそれと類似している。

2.4 奄美大島の実測結果のまとめ

在来棟と断熱棟の夏季および冬季の温熱環境を実測比較した。まず夏季実測結果により以下の点が明らかになった。

① 両棟とも日射遮蔽により午前中は居室空気温度を外気温より低く保てること、特に断熱棟においては

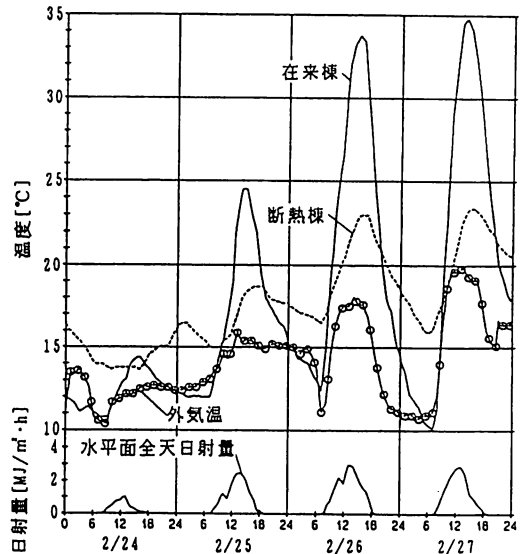


図-12 小屋裏空気温度(冬季)

夜間換気の必要性が高いこと、等の結果が得られた。

② 今回の実測調査はアクティブクーリングの問題には触れずパッシブな状態での結果であって、居室空気温度は1階で日中31~34℃、夜間26~28℃、2階で日中32~40℃、夜間で26~29℃程度に達している。すなわち日中・夜間を問わず快適な温度域を逸脱しており、居住者がいれば冷房を行っていると思われる。しかしこのことによって、今回の実測により得られた結果に意味がないということではなく、その多くはパッシブクーリングが有効な中間季にも適用できるものと考えられる。

次に冬季の実測結果は以下のようにまとめられる。晴天日における断熱棟の2階居室空気温度の最低値は在来棟より4℃程度高かった。また断熱棟では冬季測定期間中、ほぼ暖房を必要としない程度の室温が維持されていた。さらに断熱棟の小屋裏空気温度は2階居室とほぼ同じであるため、小屋裏を居室並みに有効利用できる可能性があるといえる。

3. 喜界島の住宅の温熱環境に関する実測調査

前章において筆者らは、奄美大島の戸建住宅を対象として断熱強化した場合の温熱環境について調査を行い、屋根(または天井)の十分な断熱、日射遮蔽の有効性および夜間通風による排熱促進の必要性が高いことなどの結果を得た。

本章では、喜界島の公営住宅および伝統的民家について調査する機会を得たので、その概要について報告する。

3.1 喜界町の位置と気候特性

喜界島の位置を図-13に示す。奄美大島の東方、名瀬市より約40kmに位置する喜界島(北緯28°19′, 東経130°00′)は北東から南西に長軸を有する典型的な珊瑚礁の島(周囲48.6km, 面積56.9km²)である。

喜界島の気候は、亜熱帯海洋性で年平均気温22.3℃(奄美21.3℃, 鹿児島17.3℃), 月平均25℃以上は3.8ヶ月に及ぶ。梅雨は5月上旬に始まり6月下旬に終わり、湿度は年平均79%であり、夏季蒸暑度の厳しい地域である。特徴的な気象条件として台風と季節風がある。台風は8月頃に最も多く1.6個(年平均3.5個)

で、6月頃から10月頃まで来襲する。季節風は冬季に著しく、北北東の風が11月から3月にかけて吹き、風速10m/sをこえる日が数日間継続することもあり、台風と共に交通・漁業・農業など多方面に多大な影響を及ぼす。

3.2 喜界島の実測調査対象住宅

調査した住宅のうち、喜界町の公営住宅団地「コーラル喜界」内のRC造・木造各1棟と伝統的民家1棟について温熱環境を比較した。住宅の概要は以下のとおりであり、図-14~16に平面図・断面図と測定点を示す。測定は居住状態で行い、窓の開閉・エアコンの使用時間等を調査用紙に記入してもらい考察の参考とした。

○RC棟(コーラル喜界, RC造平屋, 平成3年度竣工)

屋根スラブ(@120+モルタル@30)は発泡ポリスチレン25mm打込であり、天井は無断熱である。外壁はRC@150+モルタル@20に内装仕上げは塩ビパネルである(無断熱)。棟換気に120φ塩ビ管2本を3カ所設置している。また、押し入れ下部に木製無双ガラリ(高さ115mm)、壁下部に同じ高さで有孔ボードを設け床下冷気の導入を計り、天井換気レジスター(150×200)4カ所より小屋裏へ通風経路を取り、棟換気筒からの小屋裏換気を行っている。南側の軒の出は1400mm、床高は800mmである。居住条件は開口部を昼夜とも開放しており、エアコン使用時のみ閉められる。

○木造棟(コーラル喜界, 木造平屋, 平成3年度竣工)

在来木造軸組構法であり、軒の出・床高はRC棟と同じである。屋根は寄せ棟(石綿セメント板葺)で、

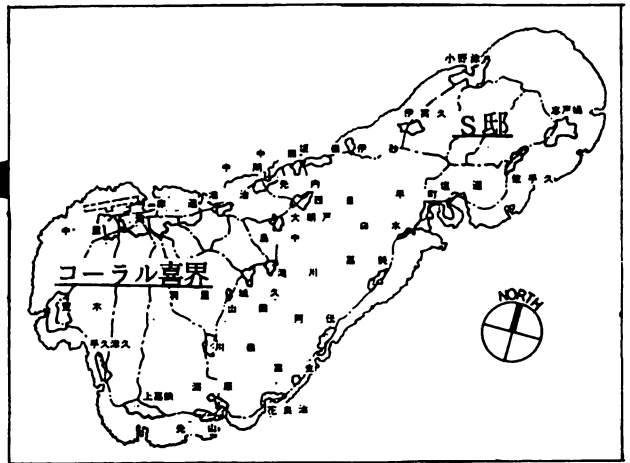
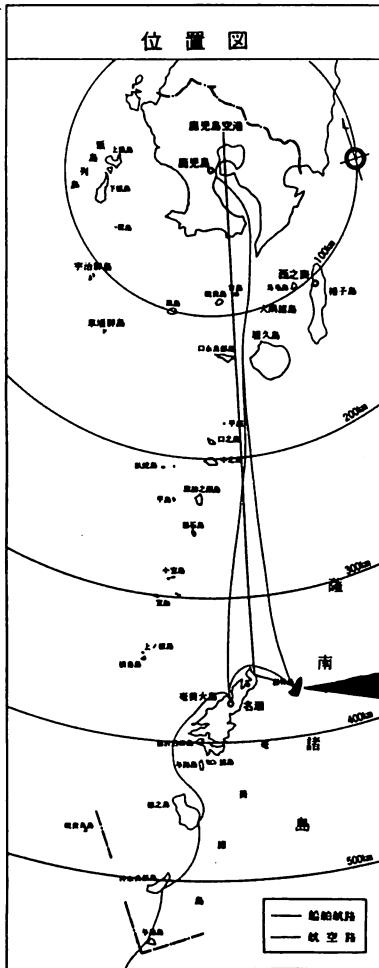


図-13 喜界島の位置

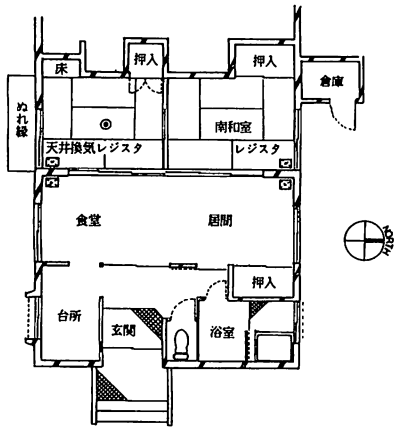


図-14 RC棟の平面・断面図と測定点

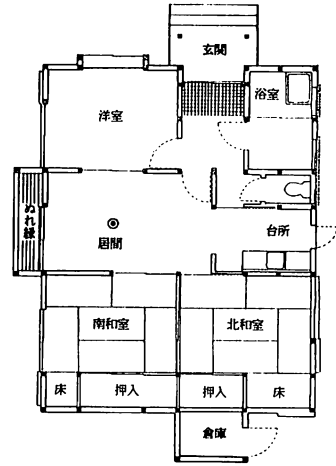


図-15 木造棟の平面・断面図と測定点

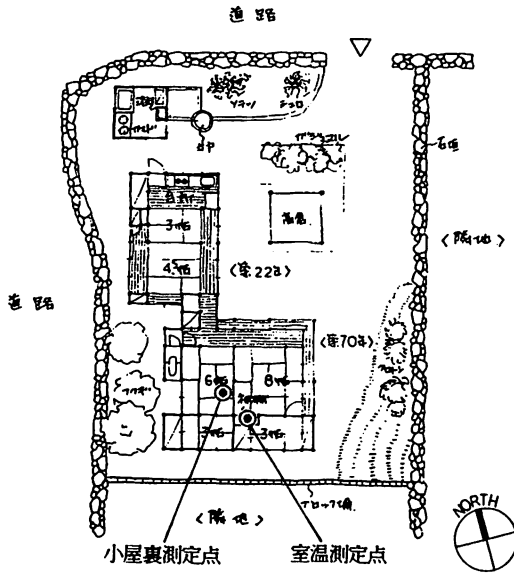


図-16 S邸の平面・断面図と測定点



写真7 木造棟外観
(実測対象としたのは向こう側)



写真10 小屋裏換気孔
(25mm厚屋根断熱材が見える)



写真8 RC棟
(1棟は2戸分、対象住戸は右側)

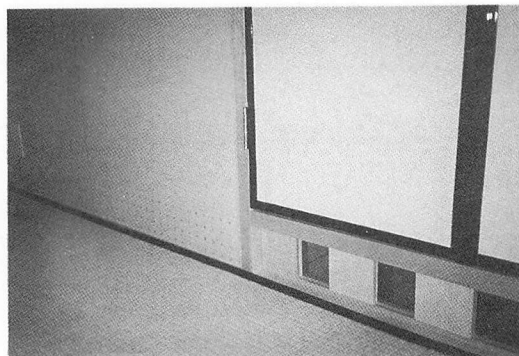


写真11 RC棟の床下冷氣導入
(押入下無双ガラリと壁下部に有孔ボードが見える)



写真9 RC棟の棟換気
(写真10の小屋裏換気孔に通じている)

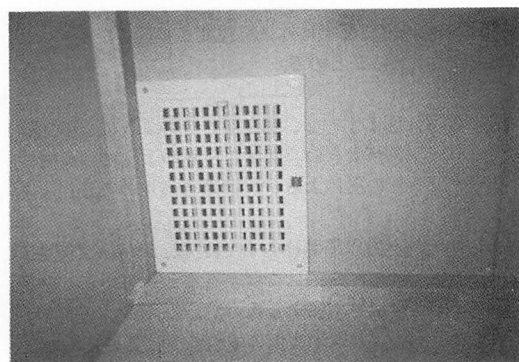


写真12 天井換気レジスター
(150×200mm)

アルミ製棟換気(既製品, 1920mm長)を設置し, 軒天換気孔からの小屋裏通気を行っている。天井断熱としてグラスウール50mmを敷き込んでいる。外壁は石綿ケイカル板@12, 内壁は合板@5.5仕上りである。居住条件は就寝時に防犯のため窓を閉めるが, それ以外は

開口部を開放している。エアコンは使用していない。

コーラル喜界団地は海岸より1km程度離れた高台に位置し, 風通しは良好である。

○S邸(喜界町小野津, 木造平屋, 築70年)

コーラル喜界より北東に約9km離れた漁村の集落内



写真13 北側門から見たS邸

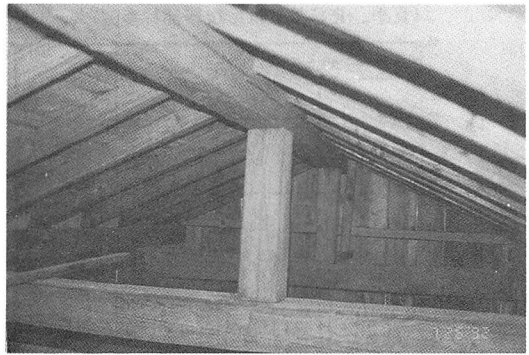


写真15 S邸の小屋裏内部

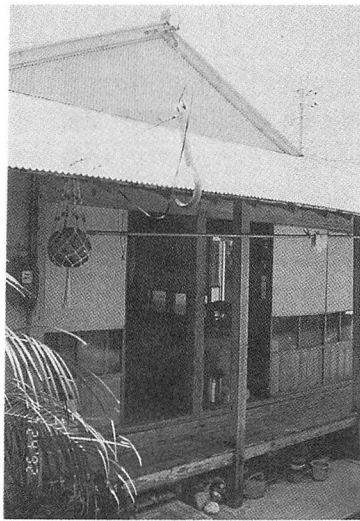
写真14 S邸の東側外観
(測定対象室)

写真16 室温測定点の自記温湿度計

にあり、敷地の周囲はサングの石垣とガジュマルの防風林で囲まれ、敷地は道路より低くなっている。海岸に面しているので台風や季節風の防風対策に主眼を置いた伝統的民家である。屋根は、近年普及の著しい、塩害に効果のあるガルバリウムトタン葺きである。開口部は昼夜を問わず開放している。小屋裏は隙間が多く気密性は低い。

3.3 測定方法

測定点の位置を図-14~16の平面図・断面図に◎印で示す。コーラル喜界ではデータ収録に、RC棟では30ch データロガーを1台、木造棟では6ch のデータロガーを2台使用した。センサーは温度：0.3mm ϕ T熱電対、日射量：シリコン光電池 (LI-200S, LI-COR) を用いた。S邸では自記温湿度計を用い、アスマン通

風乾湿計により校正を行った。外気温はRC棟北側軒下、日射量はRC棟屋根頂部で計測を行った。

3.4 夏季温熱環境の測定結果

実測期間のうち7月27日から30日の4日間の測定結果について、主にRC棟と木造棟の比較を図-5~9に示す。居室空気温度と小屋裏空気温度についてはS邸の測定結果を併せて示している。前半の2日は晴天日であり、後半の2日は曇天日である。

3.4.1 室温の比較

3棟の南側居室空気温度の比較を図-17に示す。室温は日中の午後遅くまで外気温より低い。木造棟の室温の上昇に比べ、RC棟の上昇速度は緩やかである。夕方以降RC棟で室温が急激に変化しているのはエアコンの使用によるものである。夜間において、開口部の条件は異なっているが、RC棟が1~2 $^{\circ}$ C高い。ま

たS邸では外気温程度まで低くなっている。日中と夜間の各棟の室温、日射遮蔽、通風、断熱について以下にまとめる。

- (1) 図-14, 図-15のように、RC棟、木造棟いずれも軒の出は1400mmであり深く、日射遮蔽効果大きい。図-17のように、両棟の室温が明け方から夕方近くまで外気温より低いのは、深い軒の出による日射遮蔽と通風の効果によると思われる。
- (2) 夕方以降明け方までRC棟、木造棟の室温は外気温を上回っている。RC棟では、夕方から就寝時にかけて断続的に冷房が行われている。冷房による室温低下は急激で不自然である。S邸でも夜間の室温は外気温より高いが、RC棟、木造棟の室温より3℃程度は低い。S邸は開口部が多くまた隙間も多い。これが夜間の室温低下に貢献している。したがって気密性の良好な近年の住宅では、十分な夜間通風をとることが重要である。またRC棟では夜間に断続的に冷房されているに拘らず、室温が木造棟を上回っている。その原因の一つは屋根断熱の不足である。これに加えて、RC棟では木造棟以上に夜間通風による排熱が必要であるといえる。

天井室内側表面温度の比較を図-18に示す。木造棟ではほぼ室温と同じ値を示しているが、RC棟では室温より全日2℃程度高くなっており、30℃以下に下がることはほとんどない。

3. 4. 2 野地表面温度と小屋裏空気温度の比較

南側野地表面温度と小屋裏空気温度の比較をそれぞれ図-19と図-20に示す。RC棟の野地表面温度と小屋裏空気温度は最低値や曇天日ではそれほど差がないが、日射の強い晴天時には18時頃のピーク時に、野地表面温度が小屋裏空気温度より3℃程度高くなっている。熱容量が大きい野地表面温度、小屋裏空気温度共に低下が遅く、深夜でも室内空気温度より3℃程度高い。この影響は天井を介して室内に及んでいるものと考えられる。木造棟では野地表面温度は55℃程度まで上昇し、小屋裏空気温度は50℃程度まで上昇する。しかし夜間になると、小屋裏換気の効果と共に熱容量が小さく天井断熱のため、屋根から外気への放熱が促進され温度は急激に低下している。したがって、RC棟では屋根断熱の強化や小屋裏の強制換気が必要であると考えられる。

S邸の小屋裏空気温度を図-20中に示している(△

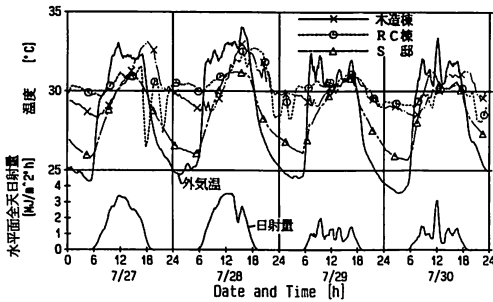


図-17 南側居室空気温度の比較(夏季)

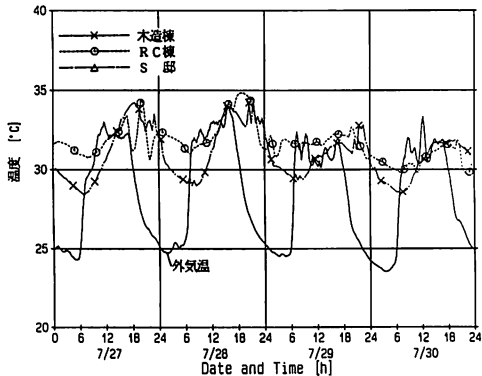


図-18 南側天井室内側表面温度の比較(夏季)

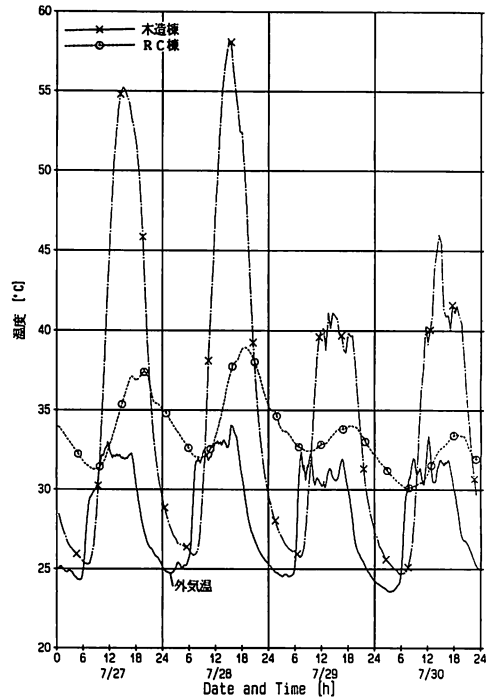


図-19 南側野地裏表面温度の比較(夏季, RC棟では屋根断熱材裏側)

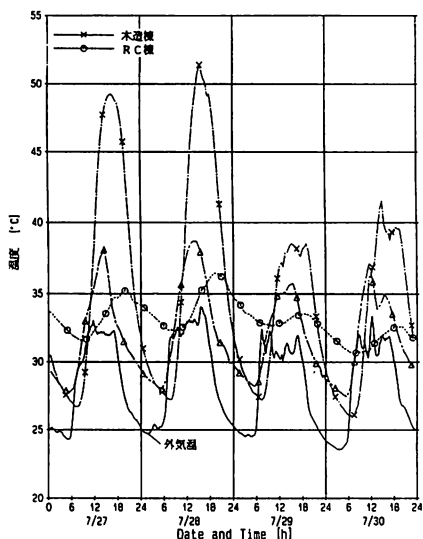


図-20 小屋裏中央空気温度 (夏季)

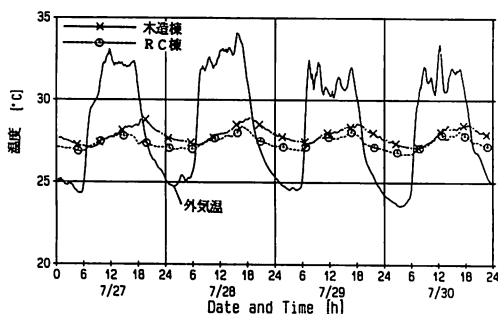


図-21 床下中央空気温度 (夏季)

印)。最高でも38℃程度までしか上昇していない。これは隙間が多いため小屋裏換気が多いことによるものと考えられる。

3. 4. 3 床下空気温度の比較

床下空気温度の比較を図-21に示す。日変化は小さく27~28℃程度で一定している。室内温熱環境の改善の一手法として、日中は床下冷気の導入、夜間は外気導入といったことも効果的であると思われる。

3. 5 冬季温熱環境の測定結果

冬季調査は夏季実測と同じ住宅(3棟とも居住状態)を対象として、1993年1月21日から2月12日まで3週間行った。暖房器具の使用条件は以下のとおりである。

RC棟：セラミックファンヒーター(1120W、寒いときに間欠使用)、こたつ2台、※押入換気ガラリは閉、内壁下部有孔ボードは開、天井換気レジスタは開

木造棟：電気ストーブ(480W×2加湿付き、間欠使用)、家具こたつ1台

S邸：暖房器具の使用無し

RC棟・木造棟の開口部は普通アルミサッシであり、S邸は障子のみであり、全日ほぼ閉め切った状態であった。

測定装置および測定点は夏季実測と同じである。

実測期間のうち1月26~27日および2月2~4日の5日間の測定結果について、主にRC棟と木造棟の比較を図-22~26に示す。居室空気温度と小屋裏空気温度についてはS邸の測定結果を併せて示している。前半の2日は曇天日であり、後半の3日は晴天日である。途中の1月28~30日は期間中もっとも寒かったときであるが、RC棟で暖房器具の使い過ぎでプレーカーが作動し、残念ながら欠測となってしまった。前半の2日間は徐々に寒くなっていき、後半の3日間は逆に暖かくなっていく気候変化状態であった。

3. 5. 1 室温の比較

3棟の南側居室空気温度の比較を図-22に示す。朝や夕方以降に炊事や暖房器具の使用による不規則な温度変化が窺えるが、この点を考慮して検討を行った。

RC棟と木造棟の室温は、曇天日の夜間ではほぼ同程度であり、後半の晴天日では2月2日の夜間にRC棟が木造棟より約1℃低いものの、2月3日、4日では逆転してゆきその差が大きくなる傾向が認められる。これはRC棟の熱容量が大きいため日射の蓄熱効果に起因するものと考えられる。日中の最高室温の出現時刻は両棟ともほぼ同時刻であり、木造棟のほうが高い値を示している。しかし、晴天日の続いた2月5日以降では徐々に逆転してゆきRC棟のほうが木造棟より高くなっていくのが確認された。

S邸では全日を通して他の2棟より室温は低く(夜間で2℃、晴天日の日中で3~5℃)、日中でも外気温程度までしか上昇していない。

天井室内側表面温度の比較を図-23に示す。木造棟・RC棟ともに、暖房・炊事などによる温度上昇の影響を除けば、室温とほぼ等しくなっている。したがってRC棟では、夏の場合と異なり屋根面からの影響による室温の上昇はほとんど現れていない。

3. 5. 2 野地表面温度と小屋裏空気温度の比較

南側野地表面温度と小屋裏空気温度の比較をそれぞれ図-24と図-25に示す。RC棟の野地表面温度と小屋裏空気温度は、日射の強い晴天日には18時頃のピーク時に、野地表面温度が小屋裏空気温度より3℃程度

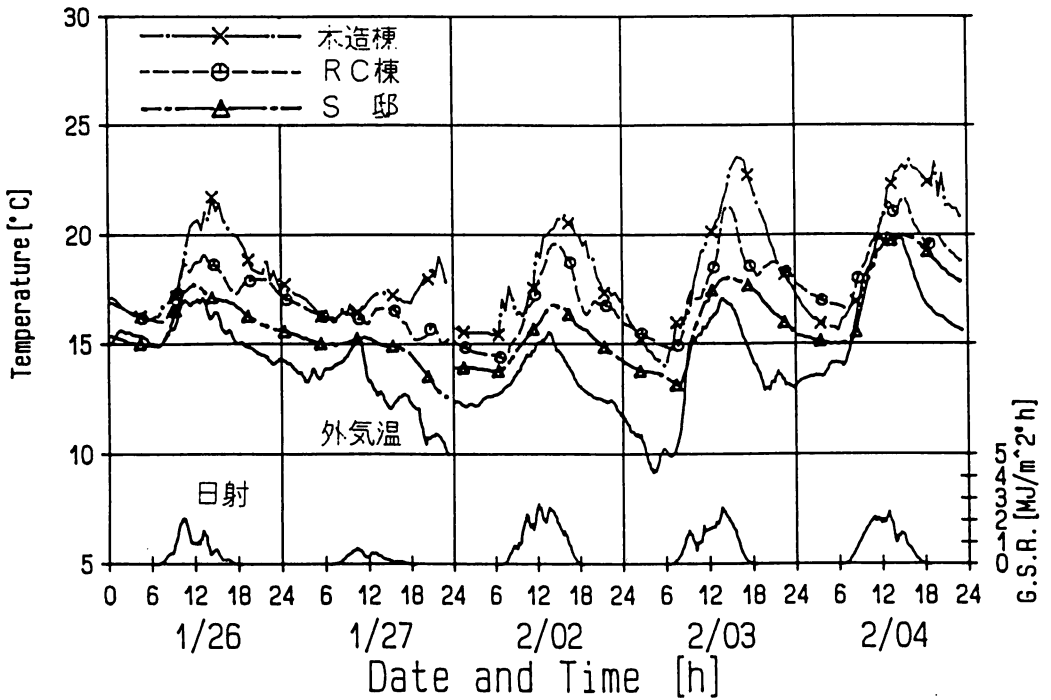


図-22 南側居室空気温度の比較 (冬季)

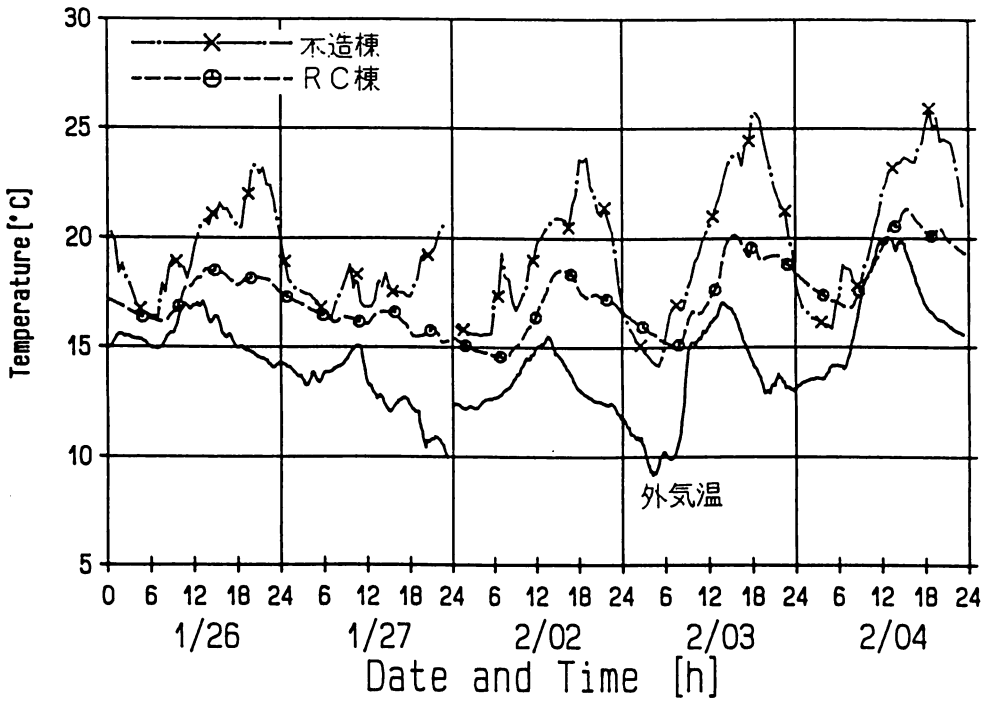


図-23 南側天井室内側表面温度の比較 (冬季)



図-24 南側野地裏表面温度の比較 (冬季, RC棟では屋根断熱材裏側)

高くなっており、夏の実測結果と同様である。また熱容量が大きい野地表面温度、小屋裏空気温度共に低下が遅い。小屋裏空気温度は、夜間は室温にほぼ等しく、日中は室温より2~3℃程度低くなっている。木造棟では野地表面温度は晴天日に35℃程度まで上昇し、小屋裏空気温度は28℃程度まで上昇する。しかし夜間になると、小屋裏換気の効果と共に熱容量が小さく天井断熱のため、屋根から外気への放熱が促進され温度は急激に低下している。また放射冷却により明け方には外気温より低下する場合もある。

以上の結果より、RC棟では室温の上昇に寄与するのは窓開口部からの日射のみであり、曇天日など日射の少ない場合には、パッシブヒーティングの効果が得

られず底冷えする室内環境となる。これはRC棟の居住者からも指摘されている。したがってRC棟では周壁の断熱強化や暖房設備の充実が必要であると考えられる。

S邸の小屋裏空気温度を図-25中に示している。隙間による小屋裏換気が多いため、日中は木造棟ほどの温度上昇はみられない。しかし夜間の温度低下は木造棟より小さく2℃程度高い。これはガルバリウムトタンの色が銀色であるので放射率が小さいことも一因であると考えられる。

3. 5. 3 床下空気温度の比較

床下空気温度の比較を図-26に示す。全日をとおして室温より低く、明け方には両棟とも室温と同程度に

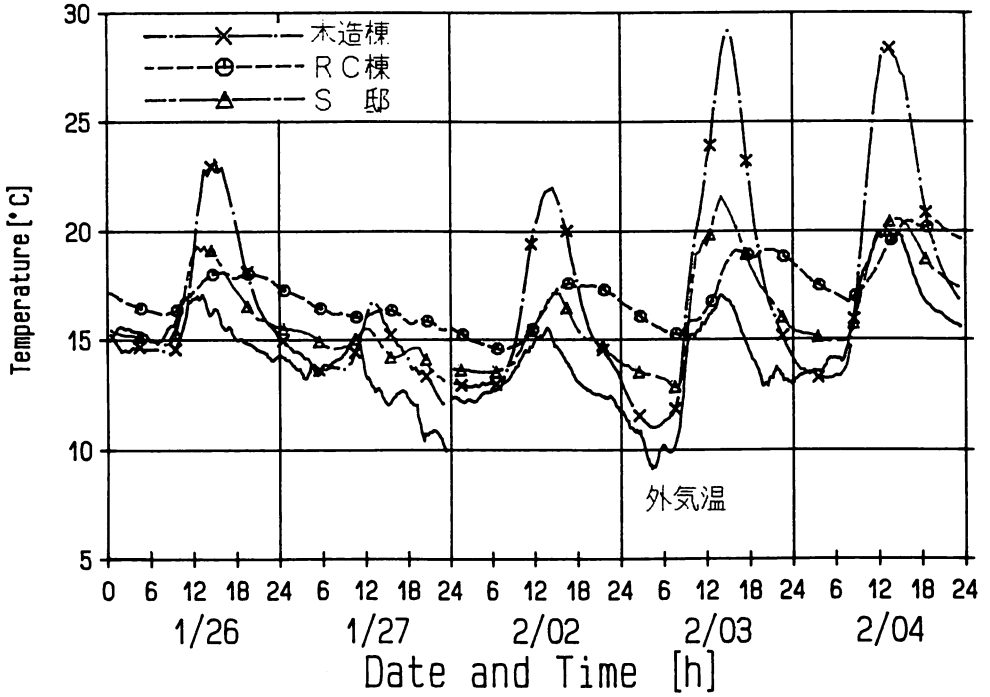


図-25 小屋裏中央空気温度 (冬季)

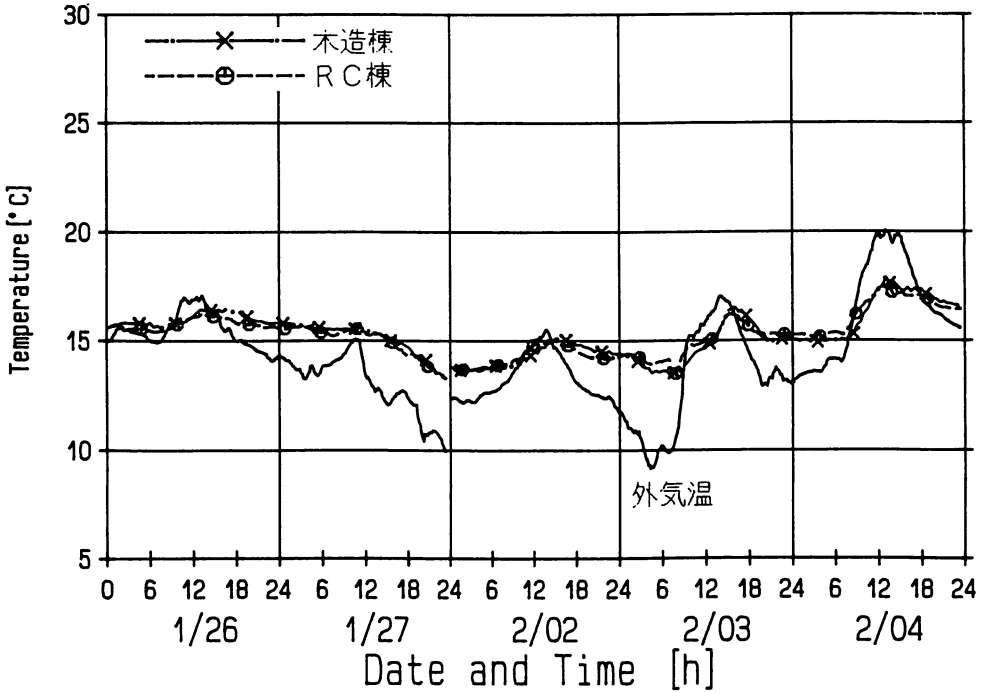


図-26 床下中央空気温度 (冬季)

なっている。日変化が小さいのは夏の場合と同様であるが、外気温の影響が夏季よりも強く現われている。これは夏季に比べて冬季の季節風が強いので、床下通気が促進されるためと思われる。

3. 6 喜界島の実測結果のまとめ

夏季蒸暑度の高い喜界島において、RC棟・木造棟および伝統的民家の温熱環境を実測比較した。夏季実測調査により、深い軒の出による日射遮蔽効果により午前中から午後にかけて居室空気温度を外気温より低く保てることが確認された。また、開放的な伝統的民家との比較により、RC棟・木造棟共に夜間換気の必要性が高いこと、特にRC棟では屋根断熱の強化が必要であること等の結果が得られた。

冬季実測調査より、RC棟では日射の少ない曇天日などに室温が上昇しにくく底冷えする環境となる。一方、晴天日が続く蓄熱効果により日較差の小さい良好な温熱環境となる。伝統的な気密性能の低い民家では他の2棟に比べ室温は夜間で2℃、晴天日の日中で3～5℃程度低い。したがって、周壁の断熱強化が必要と考えられる。断熱強化することにより冬季の暖房はほとんど不必要になる可能性もあると思われる。

4. 結 語

温熱居住環境に与える断熱の効果は通年で捉えなければならない。今回調査を行った奄美大島では、夏季に冷房をしない住み方は現実的とはいえない。就寝時の冷房を考慮し温度制御性のよい冷房機を設置するのが現実的である。もし冷房し室温を下げれば断熱の効果が顕著に表れるであろう。また冬季の温熱環境の向上に断熱が必須であることは既往の多くの研究が示すところである。奄美大島でも冬季には暖房が必要であり、断熱が冬季の温熱環境を改善することは明らかである。したがって問題は春季や秋季に断熱によって熱がこもり夜間の温度が上昇する可能性があることであるが、この問題は日射遮蔽・通風・排熱等の住まい方を

含めたパッシブ手法およびそれを可能にする設計により解決することになろう。

また、夜間の排熱促進のため外気に対する開放性は重要であるが、防犯のため窓等の開口部を閉めざるを得ない等、地域の社会環境によって制限を受ける場合が多々ある。また、台風時に軒天換気孔や棟換気孔から風雨が侵入し被害が発生することもあるようである。したがって、このような住まい方や種々の条件を考慮したパッシブ手法の適用も重要な視点である。

今回の実測結果を上記のような問題点に対する設計資料として活用し、南方型住宅の開発に役立てたいと考えている。

謝 辞

本調査は、鹿児島県南方型住宅（南の家）開発研究委員会（委員長・赤坂 裕・鹿児島大学工学部教授）の一環として行われた。委員、幹事の方々には有益なご助言を頂いた。奄美大島の調査において、鹿児島県住宅供給公社には実測対象住宅の提供と、公社標準仕様の設計変更に協力して頂いた。ダウ化工(株)には屋根断熱材を提供して頂いた。また、住宅の施工を担当された和田建設(株)には手間のかかる屋根断熱を施工して頂き、実測期間中数々のご協力を頂いた。喜界島の調査に際しては喜界町建設課および各住宅の皆様にも多大なるご協力を頂いた。その他実測に協力して頂いた院生・卒論生をはじめ多くの方々には感謝致します。

参考文献

- 1) 石原 修他：沖縄における居住環境の実態調査とパッシブクーリング手法の適用に関する調査研究，日本建築学会九州支部第32号・2，1991年3月。
- 2) 浦野良美編著：住宅のパッシブクーリング，森北出版，1991年8月。
- 3) 喜界町 HOPE 計画報告書，鹿児島県大島郡喜界町，昭和62年3月。