

平成18年度全国都市再生モデル調査

「安全・安心で快適な住環境」をテーマに 学研都市の魅力を高めるための調査

～温熱環境編～

2007年5月15日

特定非営利活動法人 シックハウスを考える会

目的

四條畷市内に新築された2階建戸建住宅1棟の環境評価を行う

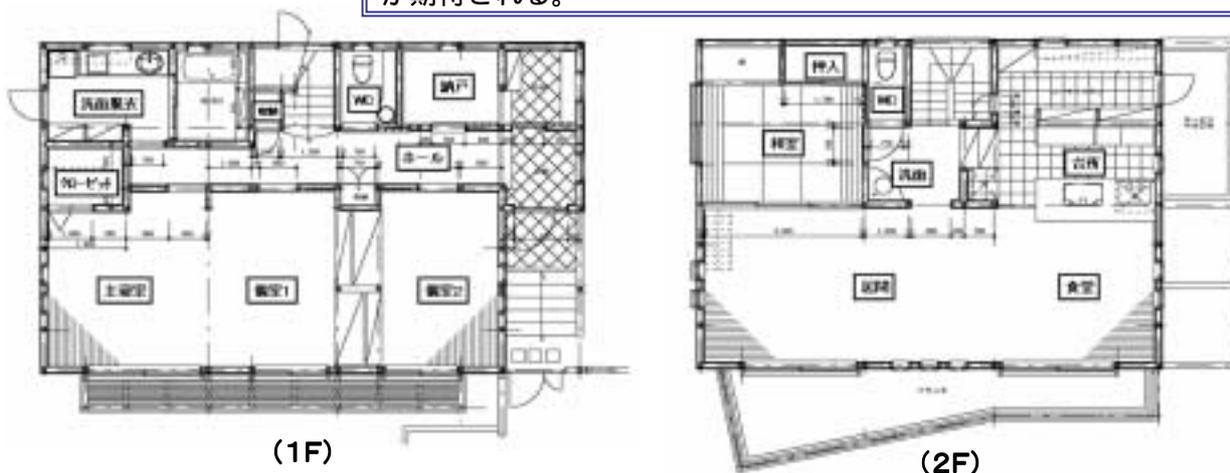
1

家族構成 : 夫婦、子ども2名の4名家族

空調方式 : 全館換気空調システムによるセントラル空調方式

システムからの空調された空気は、各居室に設置されたコントローラの設定温度に基づき吹出口より送風され、それらの空気は廊下等を経由してシステムに戻る。

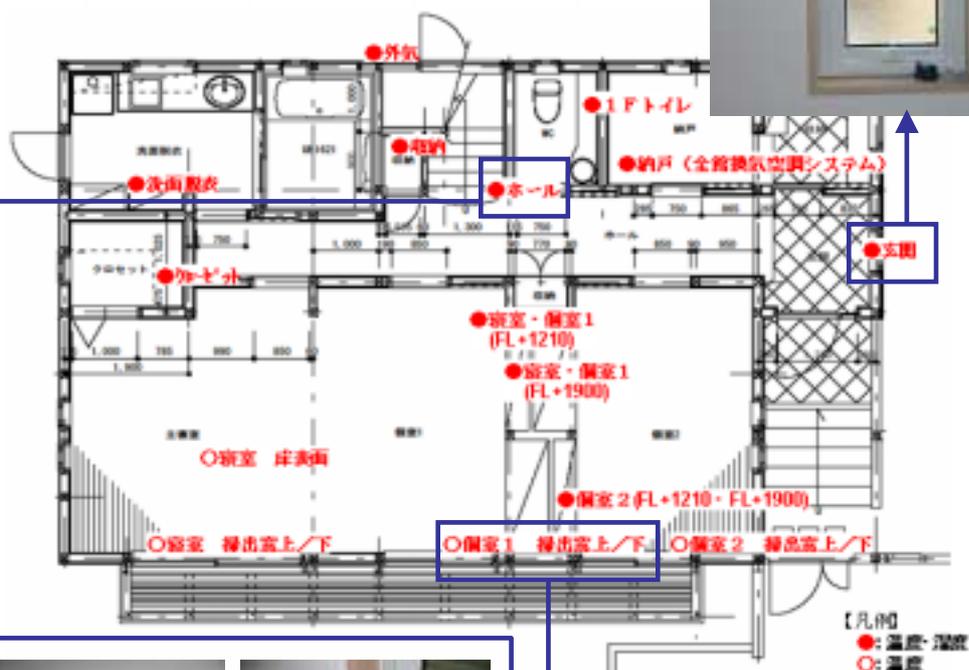
設置された居室内を必要時に運転するルームエアコンと異なり、
住宅全体に空調空気が循環し、居室・非居室間の温度差が縮小
24時間空調による安定した住宅内温度環境
が期待される。



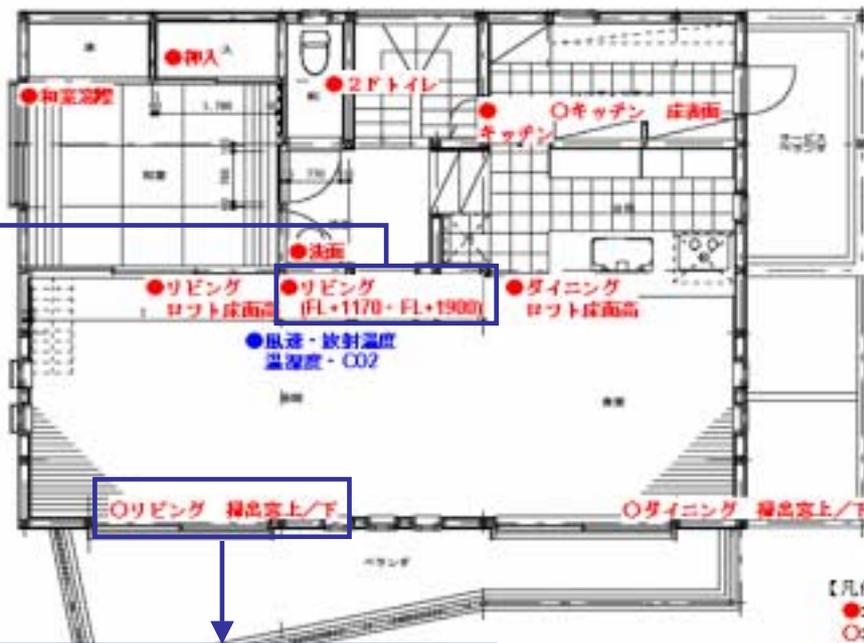
モデル住宅レイアウト

	モデル住宅	在来住宅
設置箇所	四條畷市内	
居住者	同一家族(夫婦、子ども2名の4名家族)	
建築仕様	高気密高断熱住宅仕様 〔熱損失係数実測値 1.63(W/m ² ・K) 相当隙間面積測定値 1.1 (cm ² /m ²)〕	築20年の2階建戸建住宅 〔多くの高齢者が居住していると 思われる平均的な建築仕様〕
空調	全館換気空調システム による連続運転	ルームエアコン による間欠空調 + ガスファンヒータによる採暖 (朝や外気温の低い時に併用)

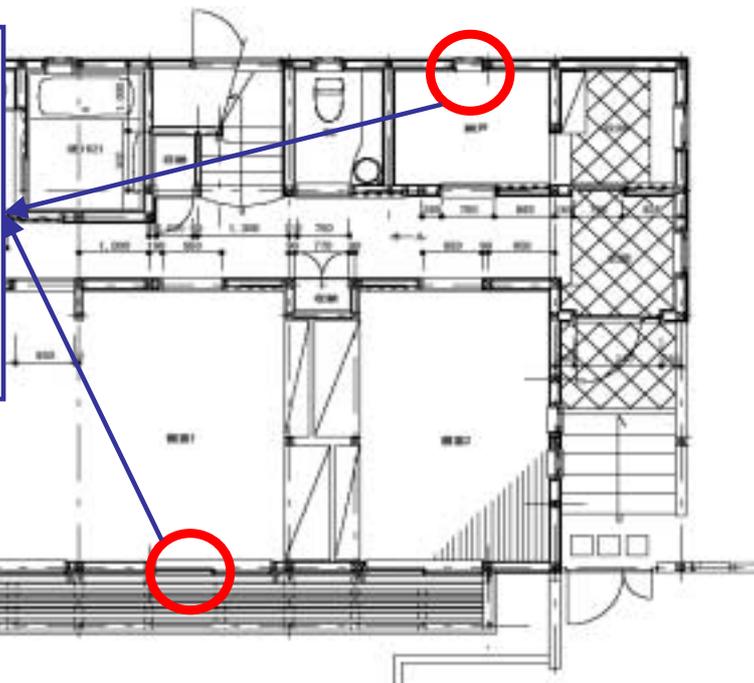
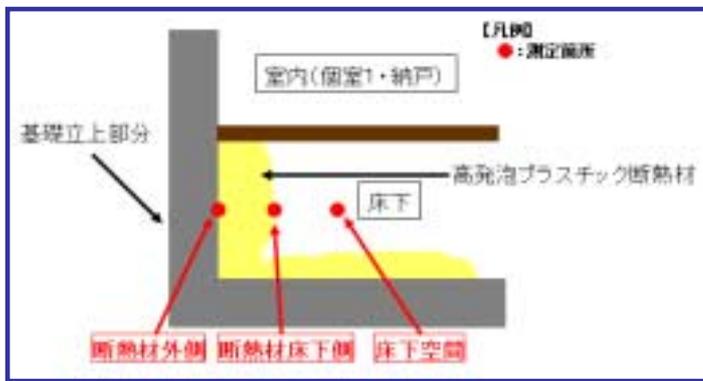
モデル住宅(1F)



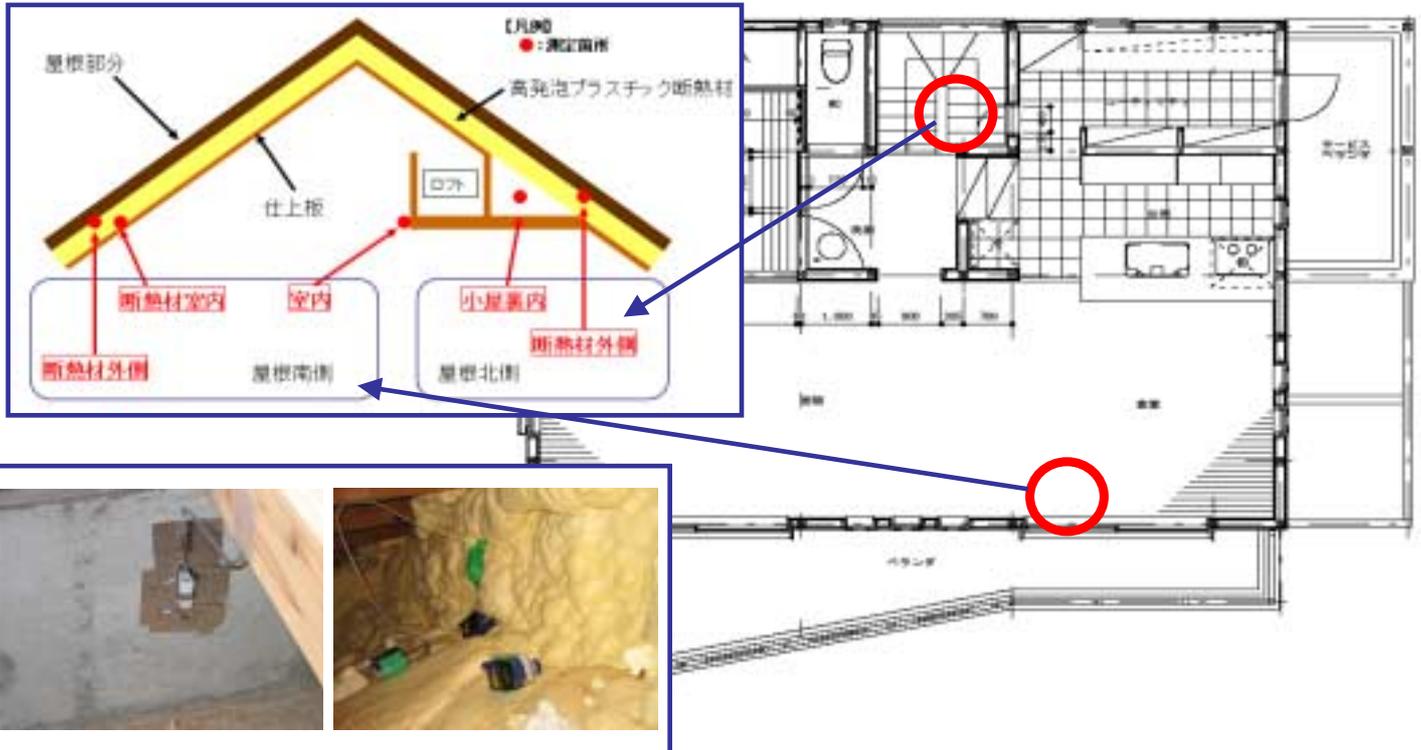
モデル住宅(2F)



モデル住宅(床下)



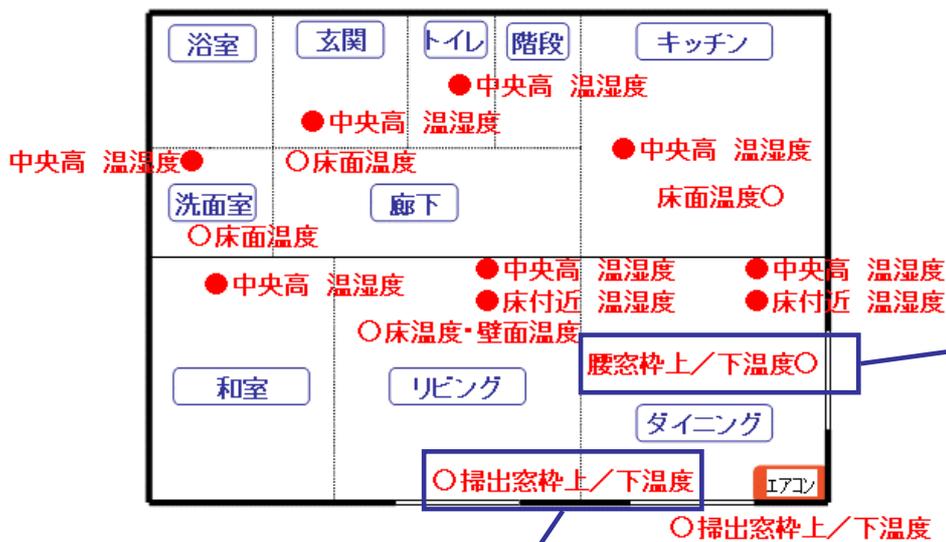
モデル住宅(屋根)



その他項目

モデル住宅	
赤外線カメラによる熱画像	1F : 主寝室、個室1、個室2、洗面脱衣、トイレ、納戸、玄関 2F : リビング、ダイニング、和室、トイレ、ロフト 屋外: 北面、南面 等を撮影。
粉塵測定	デジタル粉塵計により、 1F : 主寝室・個室1、個室2、洗面脱衣、トイレ、納戸、ホール、玄関 2F : リビング、ダイニング、和室、ロフト 屋外: 北側、南側 の各箇所にて3分間測定を行い、そのカウント数を記録。
CO・CO ₂ 濃度	リビング・ダイニング空間にて測定
風速・放射温度ほか	リビング・ダイニング空間にて風速、放射温度、および空気温湿度を測定。 温熱快適性指標 (SET*、PMV、PPD) を計算し、指標による評価を実施。

在来住宅(1F)



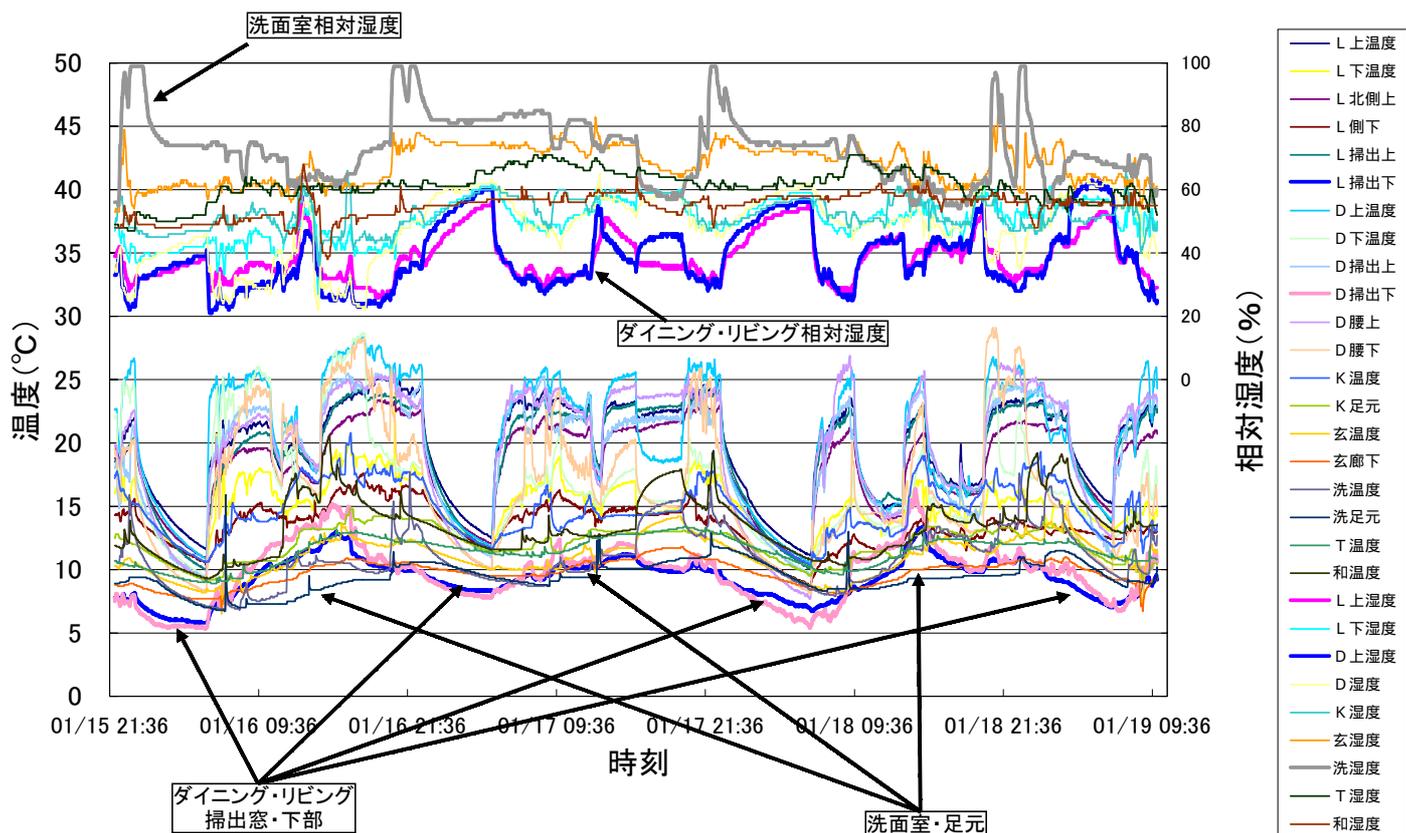
	2007年1月	2月
在来住宅	<div style="background-color: gray; width: 80px; height: 15px; margin: 0 auto;"></div> 1/15 1/19 赤外線カメラ	
モデル住宅	(床下・屋根・粉塵・赤外線カメラ)	<div style="background-color: gray; width: 200px; height: 15px; margin: 0 auto;"></div> 2/1
		2/19 赤外線カメラ (室内温度・窓枠上下温度・粉塵) <div style="background-color: gray; width: 50px; height: 15px; margin: 0 auto;"></div> 2/23 2/26

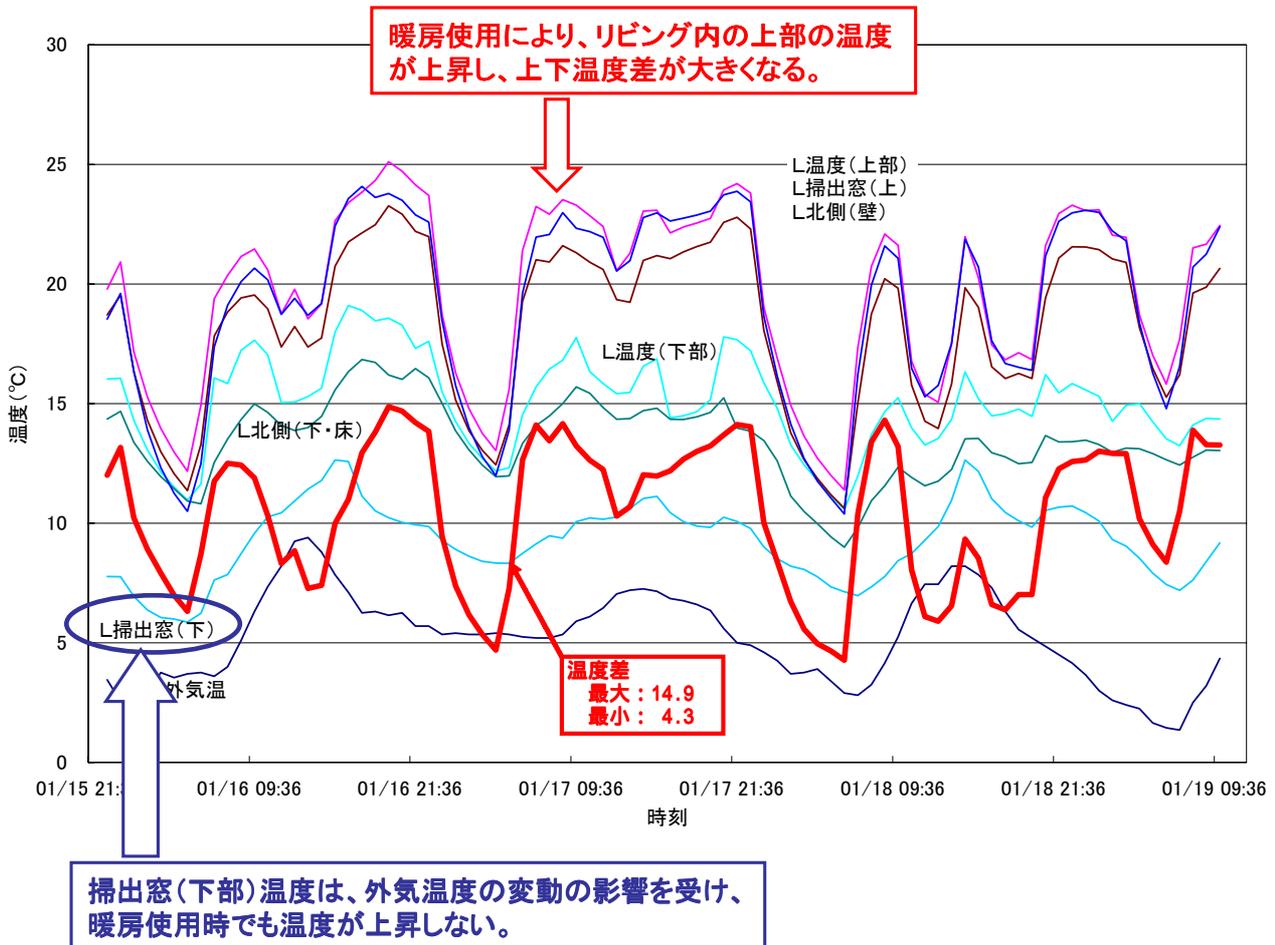
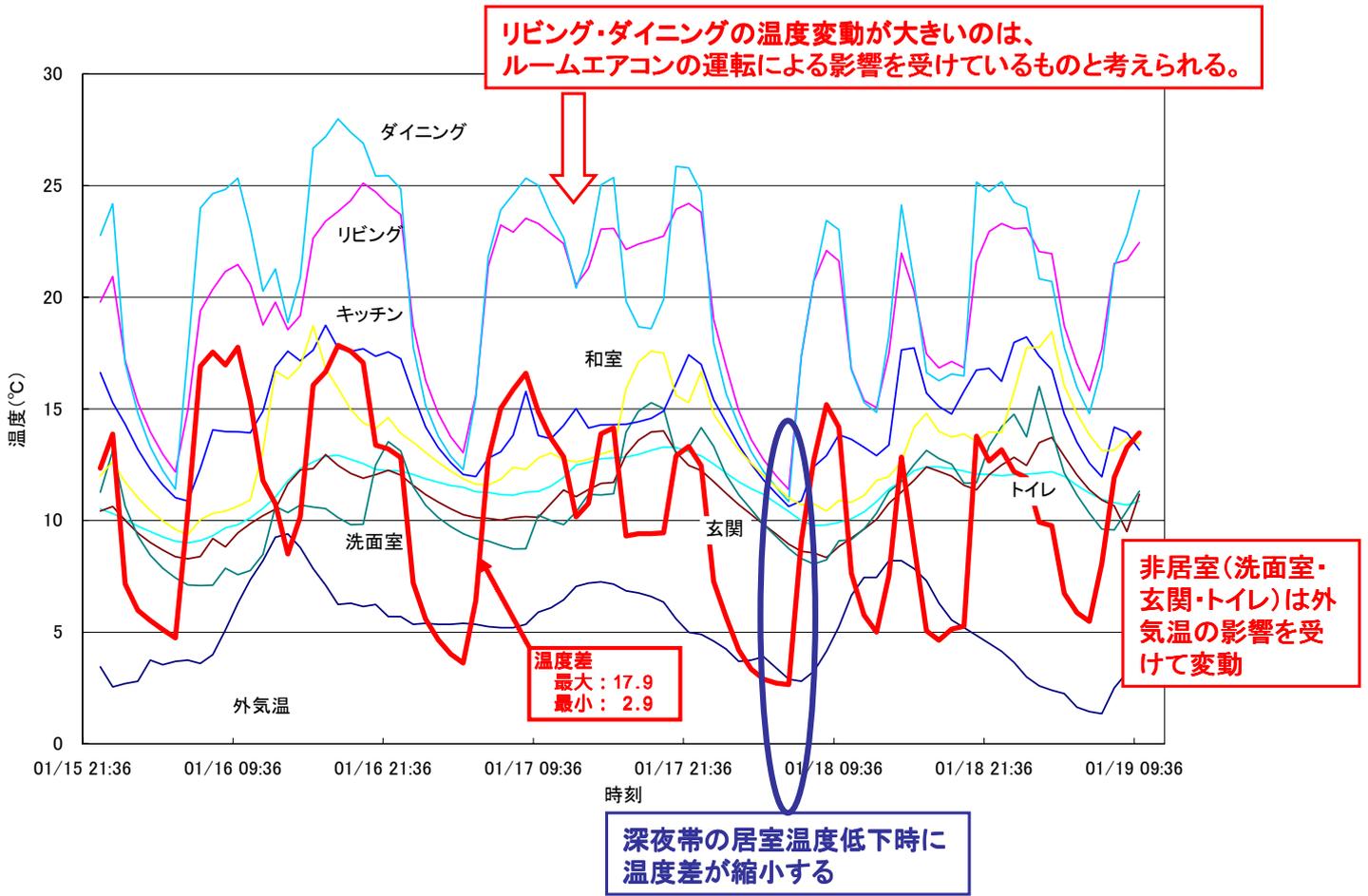
測定結果

在来住宅

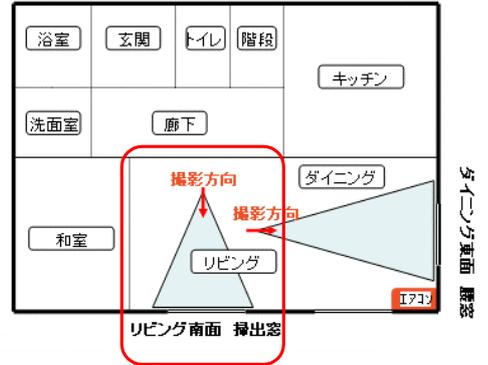
昼間は洗面室(足元)、夜間は掃出窓(下部)の温度が低下している

10

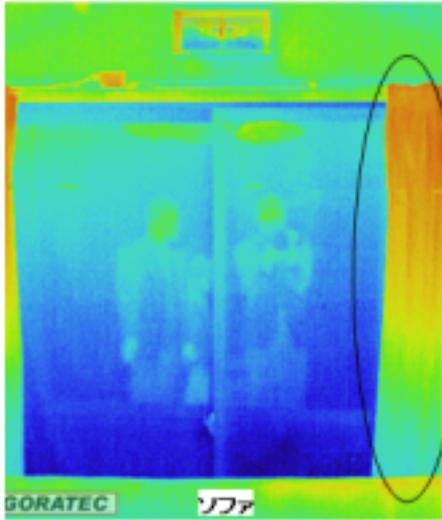




リビング南面の掃出窓のガラス面の温度は、カメラの記録で、上部15.0、下部10.5と4.5の温度差があった。また、窓のレール部は、8.0~9.0であった。この温度差の影響はカーテン部を見れば明らかであり、カーテンの表面温度が上から下に行くにつれ徐々に低下していることがわかる。(温度は、カーテン上部で21.0程度、カーテン下部で14.5であった。)

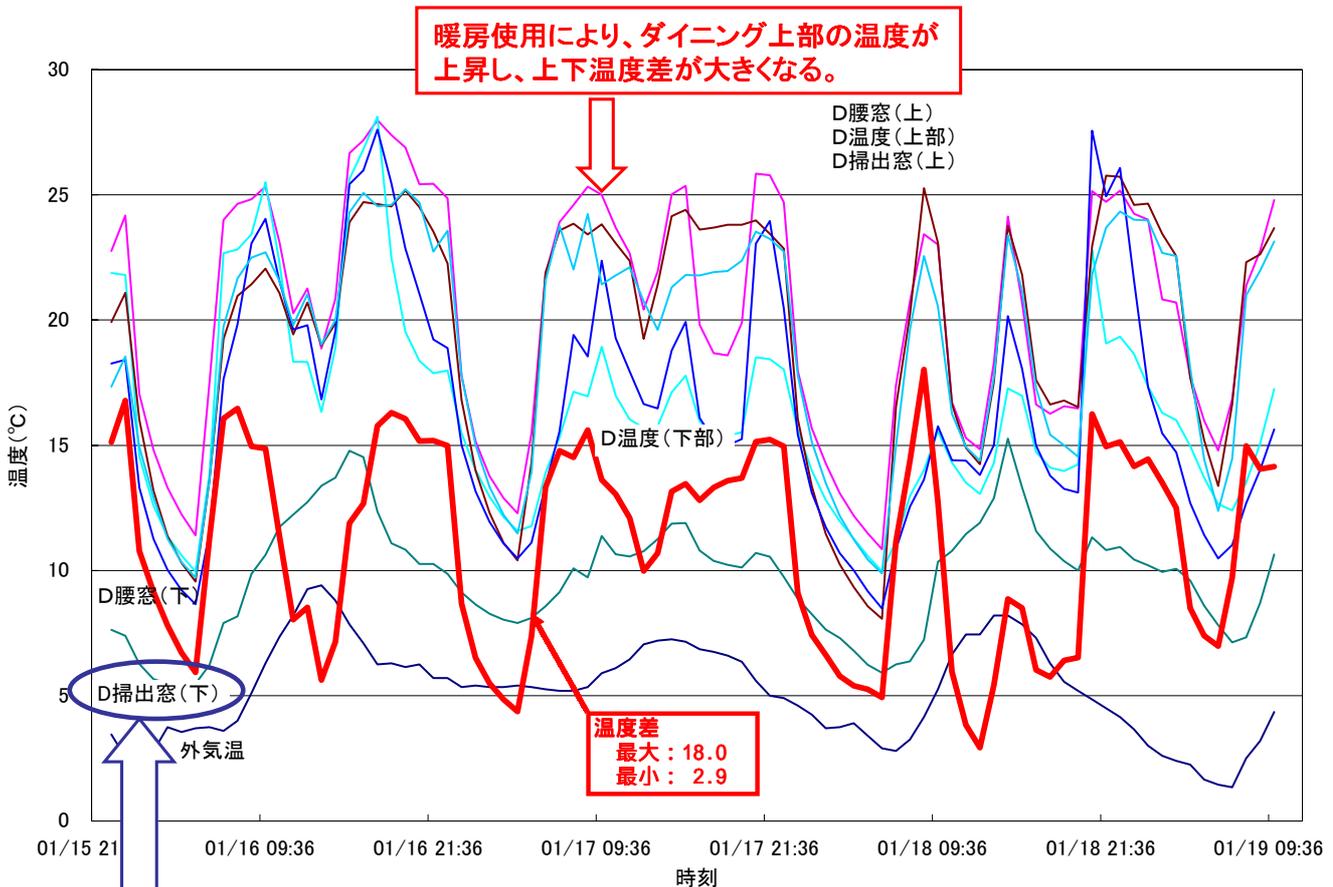
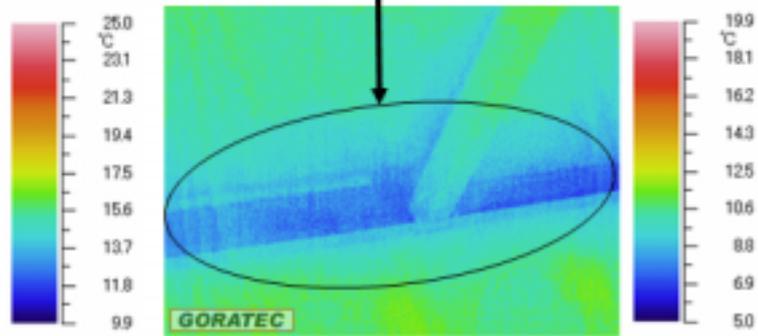


リビング南面 掃出窓



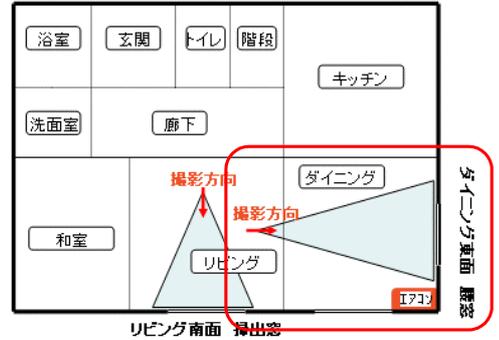
カーテンの温度が下に行くにつれ徐々に低下

レール部は10℃以下

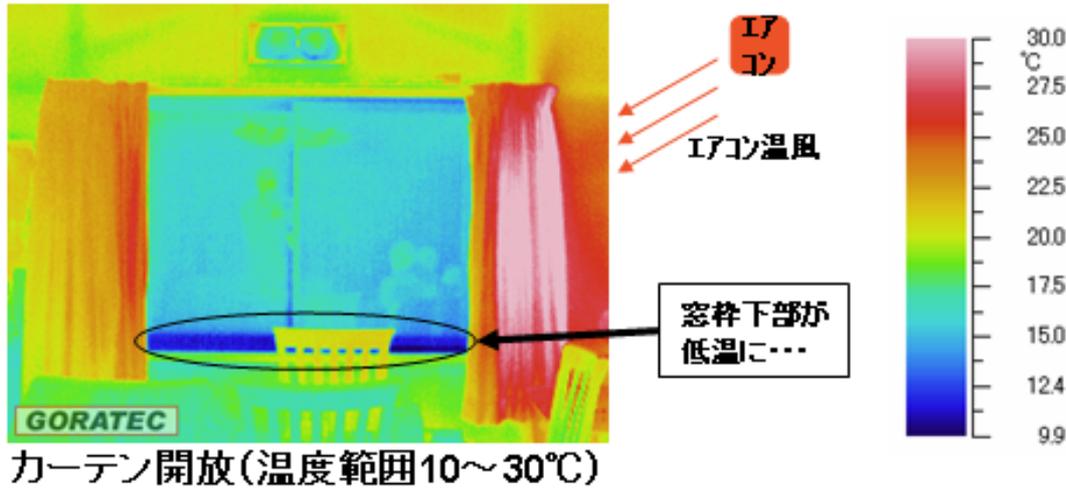


掃出窓(下部)温度は、外気温の変動の影響を受け、暖房使用時でも温度が上昇しない。

ダイニング東面の腰窓のカーテンは、撮影面右上にルームエアコンがあり、リビング南面掃出窓のカーテンのように上下温度の違いが少なく、ガラス面の温度も15~16程度と一様であった。しかしながら、窓枠下部のサッシ部とレール部が低温になっていることが読み取れ、温度として11程度まで低下していた。



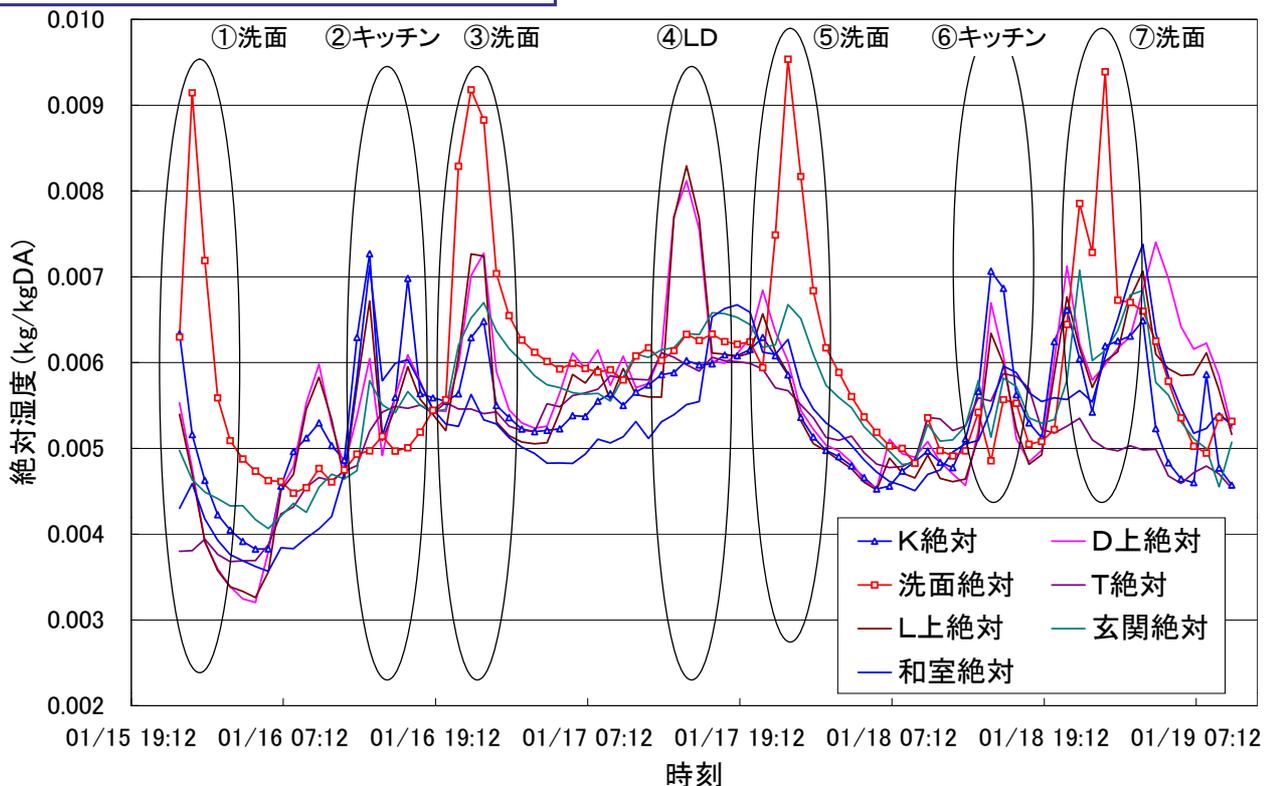
ダイニング東面 腰窓



【絶対湿度変動理由(想定)】

- ・ ・ ・ : 入浴
- ・ : 調理
- ・ : 開放型暖房器具 (ガスファンヒータ)

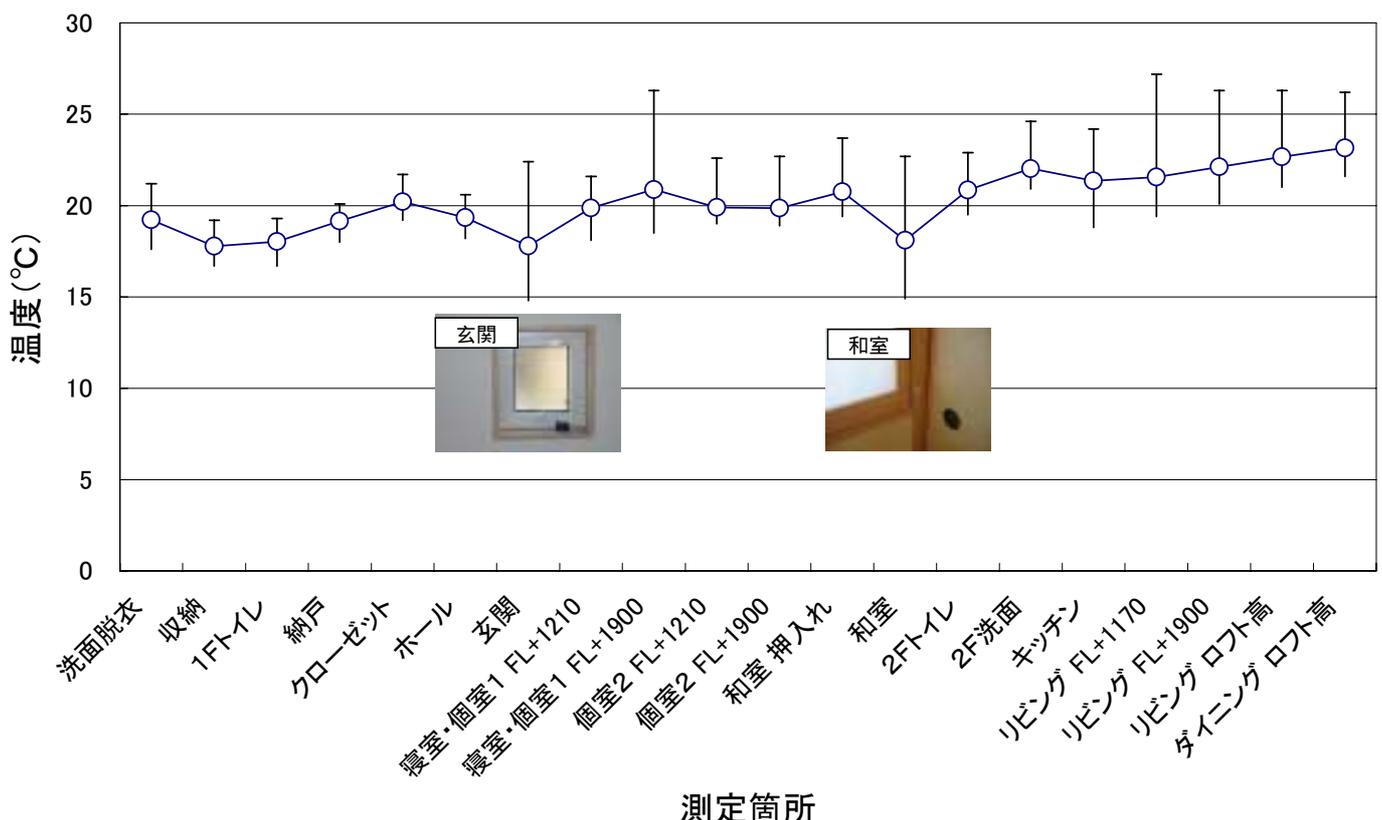
洗面室の変動は、入浴に伴う浴室の出入りと考えられる。一方、キッチンでは、要因が調理行動に伴う水蒸気と燃焼による水分発生、またLDでは、ガスファンヒータの燃焼による水分発生であり、調理器具や採暖器具を使用している期間中、絶対湿度が大きくなっている。



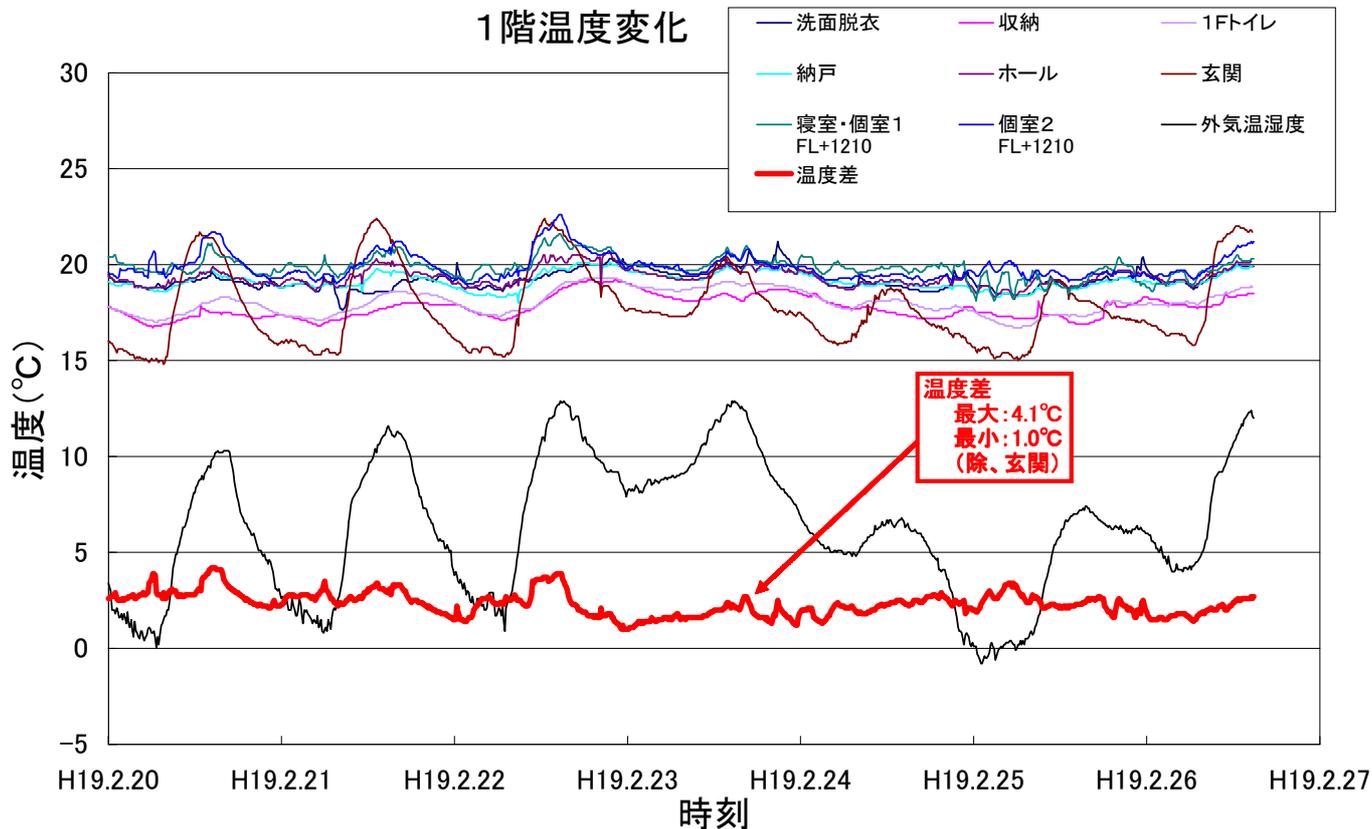
① **室間の温度差**についてみると、洗面・玄関等非居室において10℃を下回る温度が記録され、リビング・ダイニングの居室と比較すると温度差が大きく、特に**リビング・ダイニングの暖房時に最大で18℃近くの温度差**が記録された。

② **居室における上下温度差**についてみると、暖房運転時にルームエアコンの設置されている**ダイニングにおいて最大で18℃、またリビングにおいて15℃の温度差**がみられた。上下温度差を大きくしている要因として、窓面の赤外線カメラの記録で明らかのようにサッシのレール部分が非常に低温になっている。これは、**レール部分における低温外気の流入**を示唆しており、この結果、**上下温度差が大きくなると共に足元の寒さを強く感じる要因**となっている。

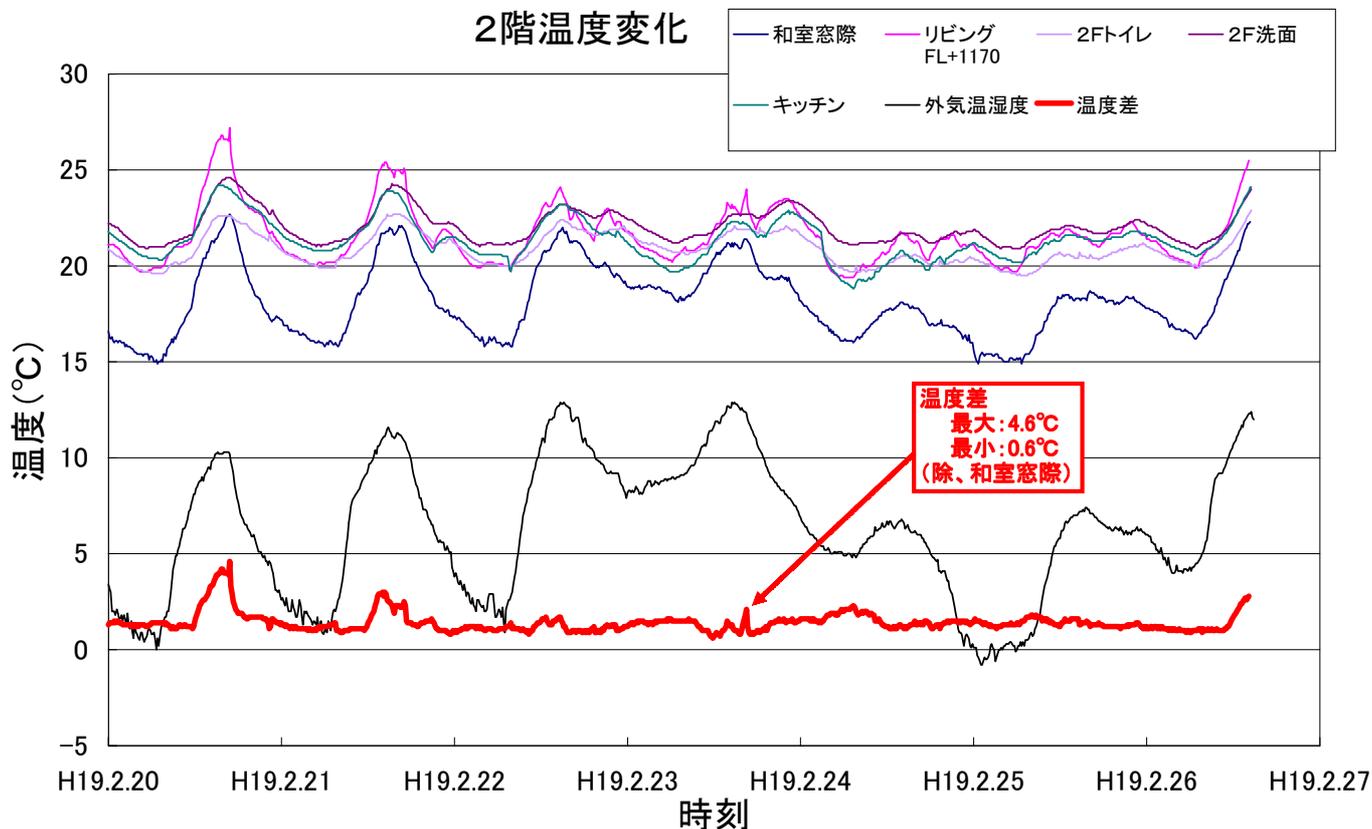
③ 今回測定した在来住宅は、当時一般的に普及した工業化住宅であるが、温熱環境面からみると必ずしも十分なレベルとは言い難い。このような住宅では、“人を直接暖める”採暖方式(ストーブ・ファンヒータ等)に頼らざるを得ないが、その結果、**居室(暖房室)と非居室(非暖房室)との温度差の拡大**や採暖箇所以外の場所における**足元などの局所的な低温部に曝される等、人体健康性に直接作用(ヒートショック等)する**ことが懸念される。



※玄関・和室の平均温度が低く、温度変動幅が大きくなっているのは、両者の測定点が窓際付近にあることによるものと考えられる。

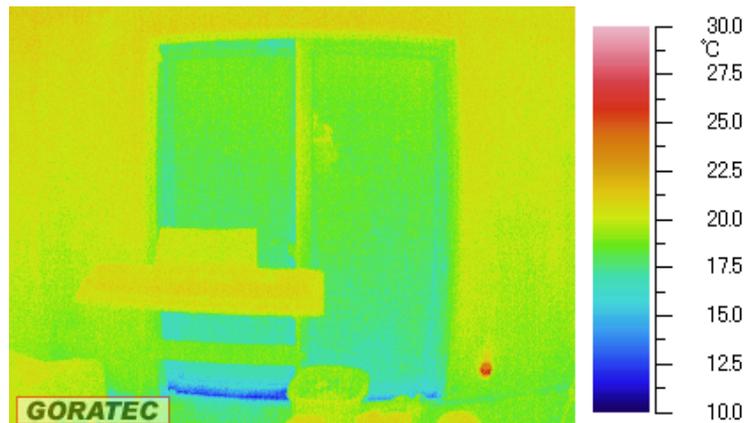
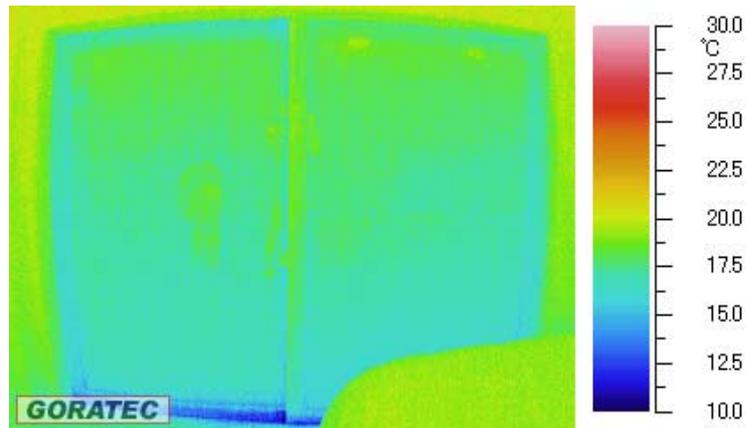
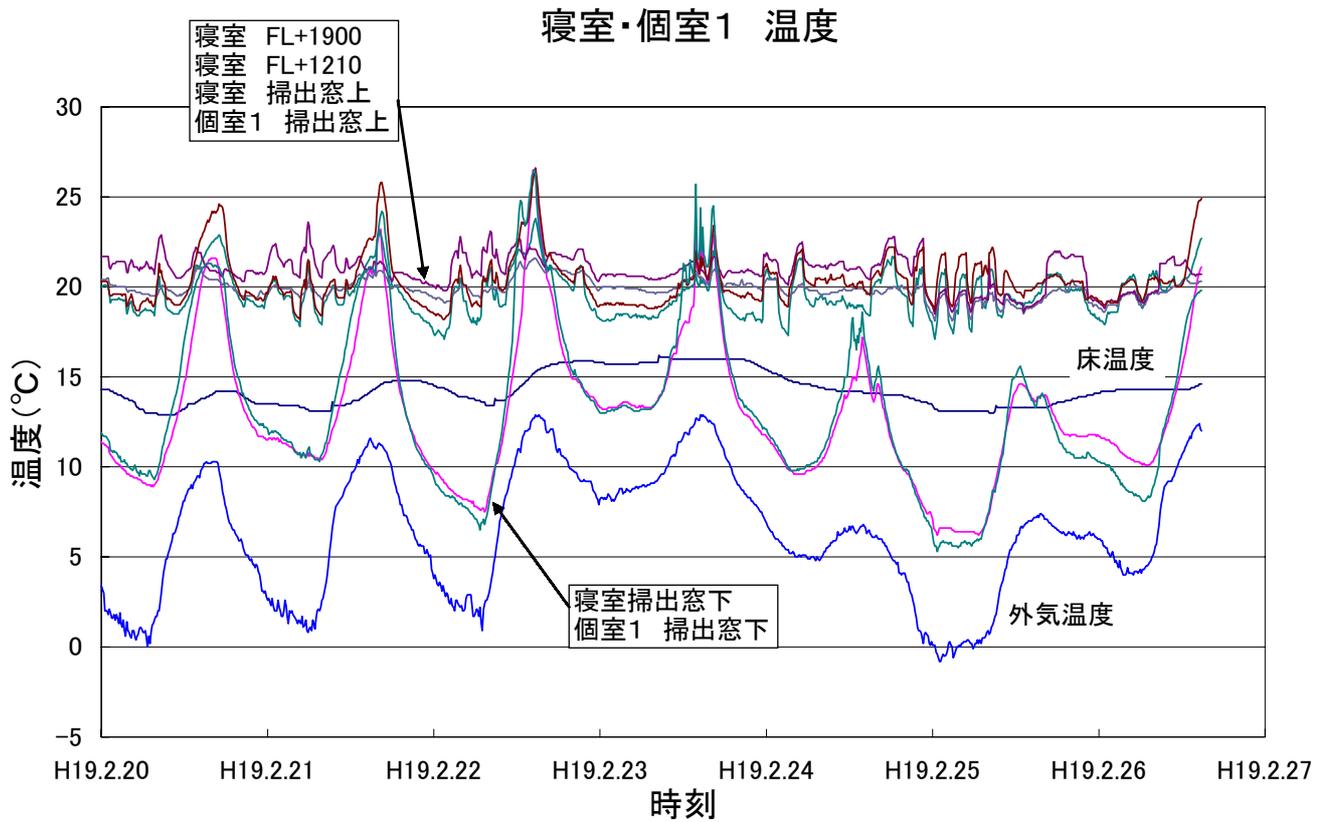


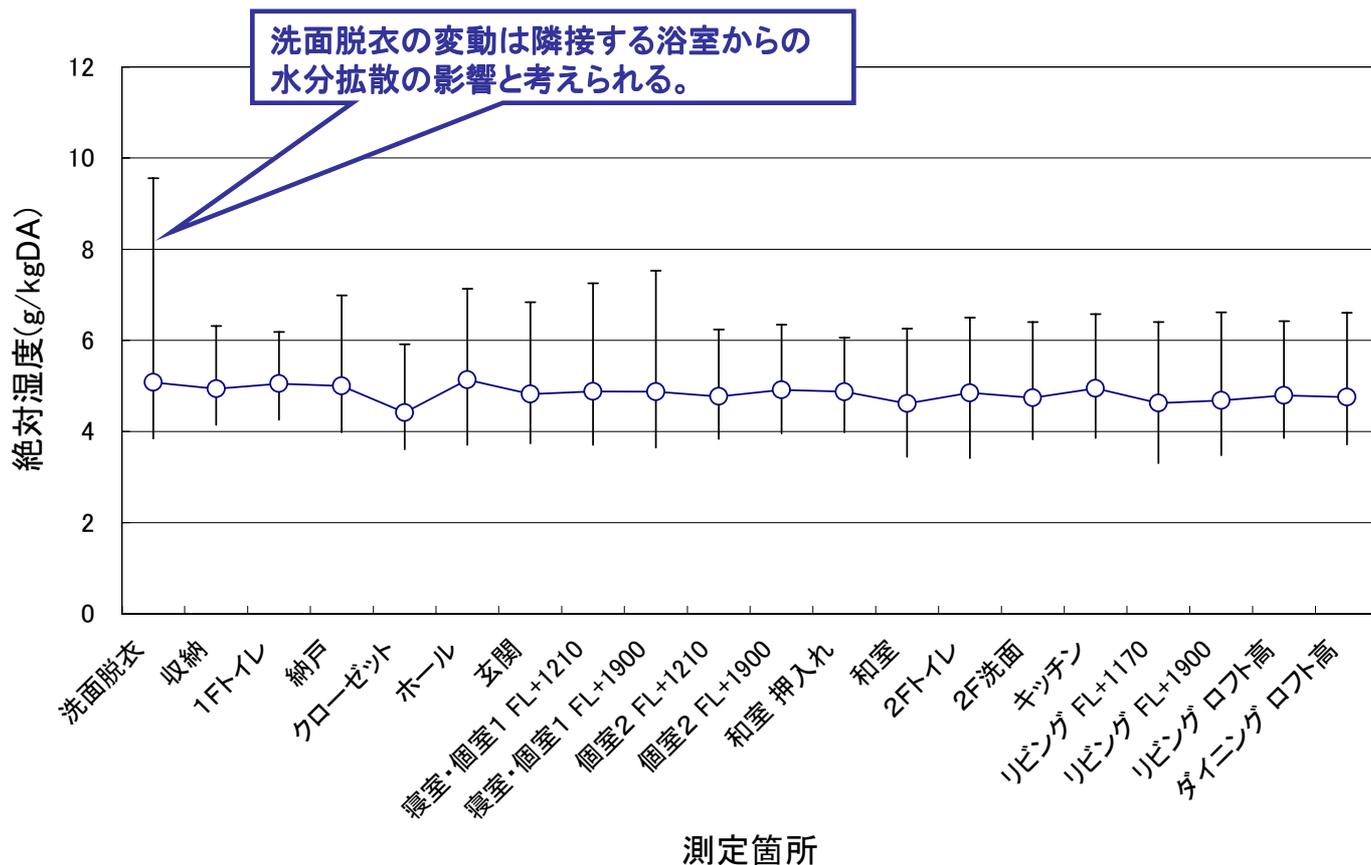
玄関の測定点が窓際付近であったため、外気温度の変化の影響を受けているが、他の測定点は玄関ほど外気温度の変化の影響を受けておらず、安定していた。



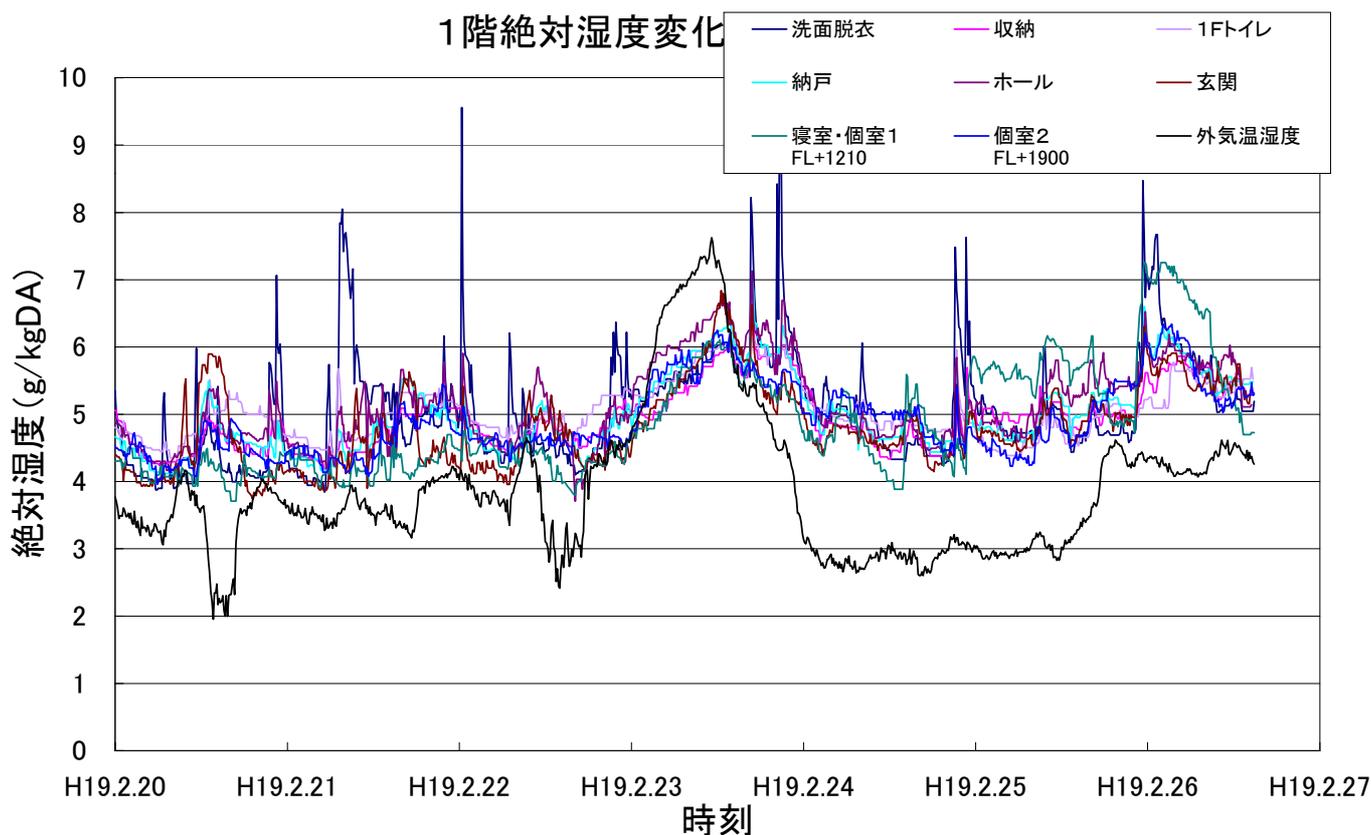
1階に比べ、2階の温度が高くなっているが、2階LDKのため、滞在時間が長いことが要因かもしれない。また、和室の測定点が窓際付近であったため、外気温度の変化の影響を受けている。他の測定点についても昼間温度上昇しているが、日射の効果と考えられる。

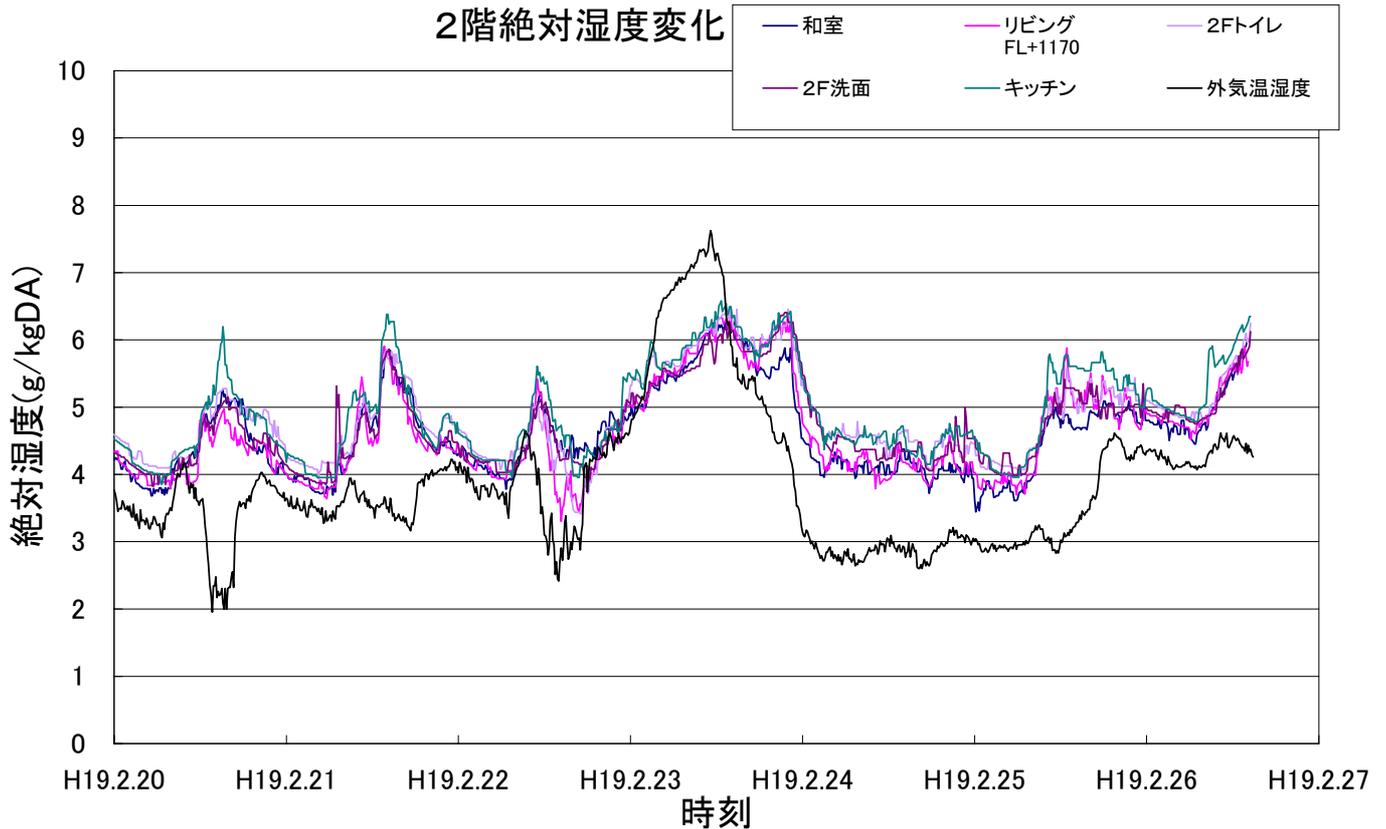
掃出窓(下部)の温度変化が大きく、低温化の傾向が現れているが、寝室床表面温度への影響が少ない。要因としては、住宅全体の空調機器の給排気バランスによる影響と考えられる。



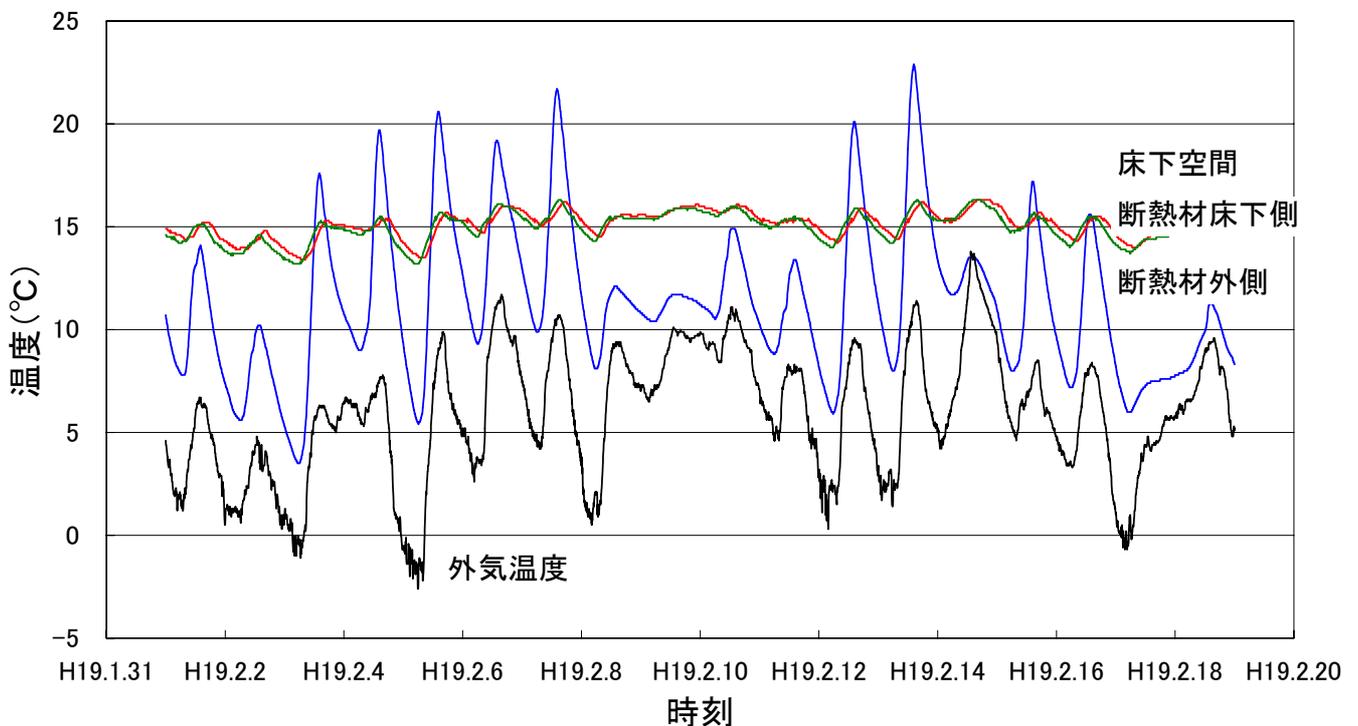


- 入浴行動に伴う水分拡散の影響を受け、洗面脱衣の絶対湿度が一時的に大きく変動している。
- 外気の絶対湿度変動に対して、居室の変動が小さい

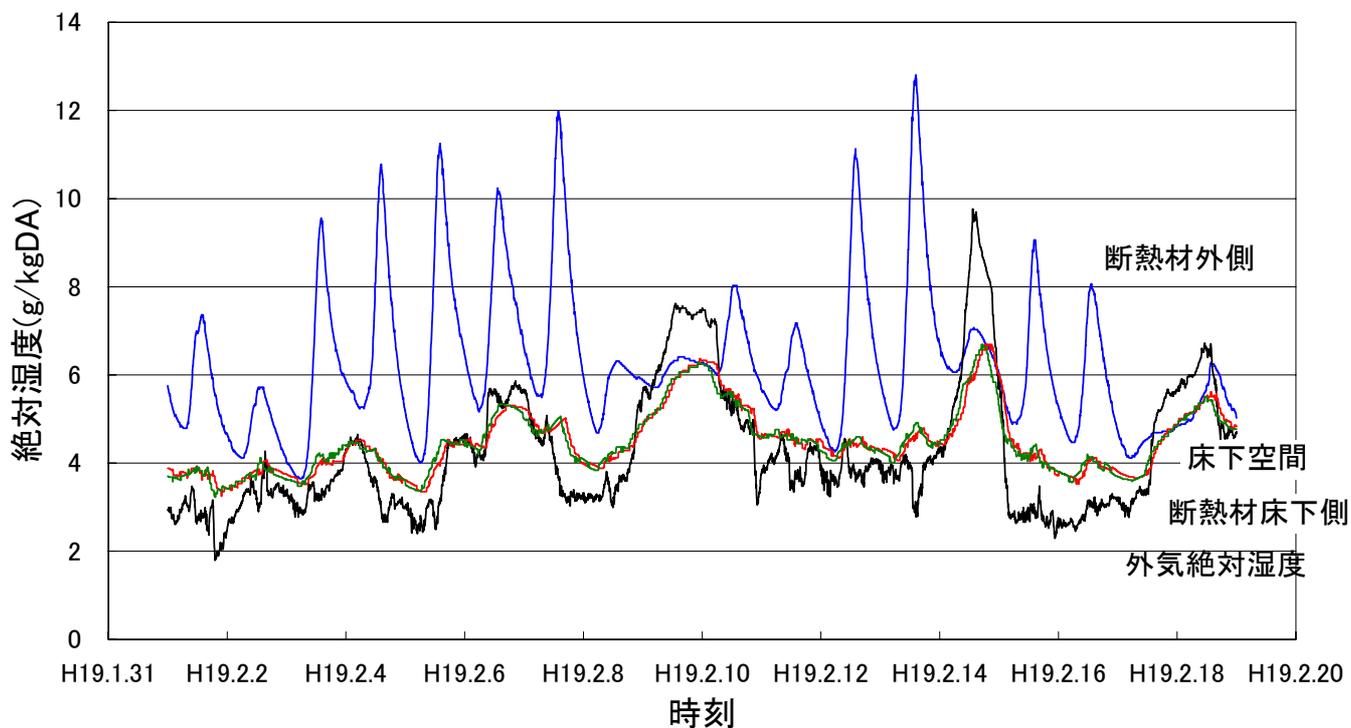




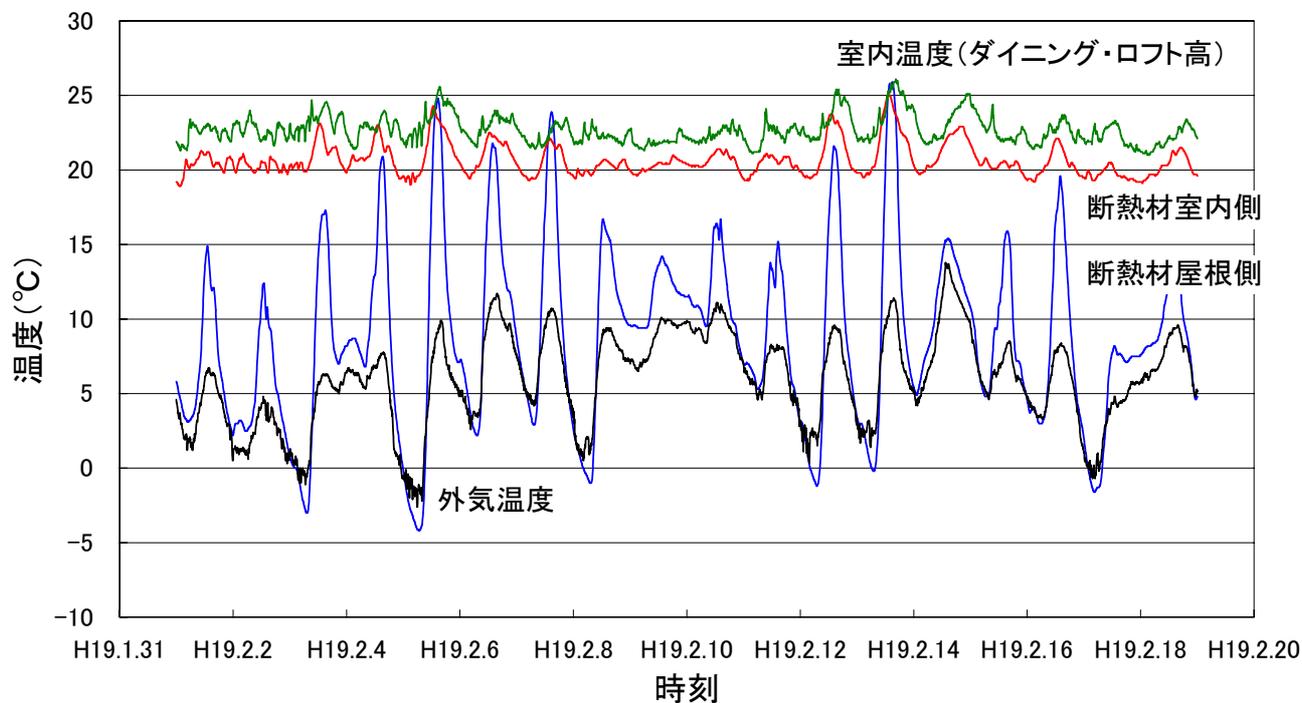
- 床下空間・断熱材床下側の温度(15°C前後)は安定している。床下南側の測定点が個室1の床下部分に該当し、個室1が全館空調システムにより温度制御されている影響を受けているものと考えられる。
- 断熱材外側の温度は外気温の変化と同様に変化している。その温度変化は外気温以上に大きく、基礎立上り部分が日射の影響を受け、暖められたことによるものと考えられる。



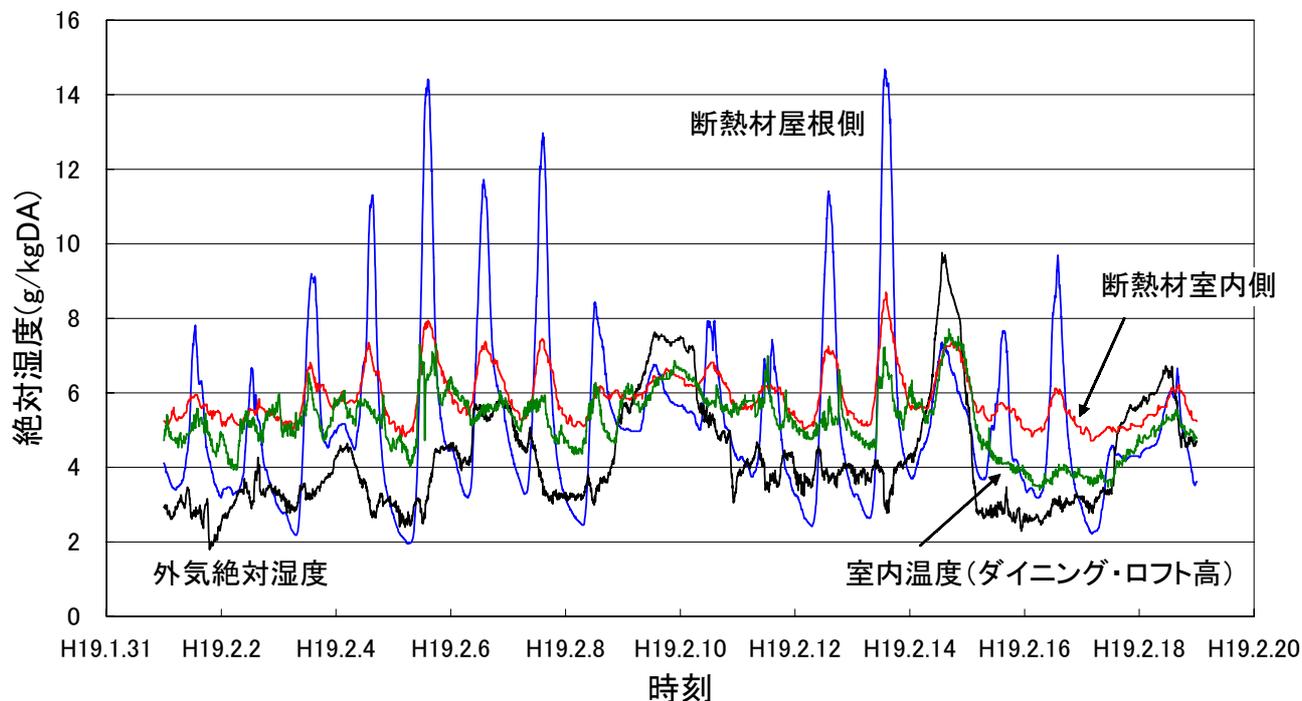
- 断熱材外側の絶対湿度の変化が顕著になっている。(温度変化に追隨して絶対湿度が変化している)
- 床下南側の断熱材外側の絶対湿度は4~12g/kgDAと大きく変化しているにもかかわらず、相対湿度で見ると73%程度を推移していた。これは、水蒸気透過型の高発泡プラスチック断熱材である内部空隙における吸放湿現象に起因しているものと考えられる。



- 室内温度と断熱材室内側の温度が同程度の温度差を保ちながら同じ様に変化している。(断熱材室内側と室内との間に天井の仕上げ板があり、断熱材室内側の測定点が直接室内空気と接触していないため)
- 断熱材屋根側の温度変化は、床下の場合と同様、日射の影響を受け、大きく温度が変動している。夜間における外気温度よりも低下しているのは、低温放射によるものである。



- 断熱材屋根側の絶対湿度変動が大きくなっている。水蒸気透過型の高発泡プラスチック断熱材である内部空隙における吸放湿現象に起因しているものと考えられる。
- 特に屋根部においては、野地板が工事途中の降雨により含水した場合、断熱材施工直後は外気側の低温放射による高湿化が懸念されるが、モデル住宅のように、暖房に水蒸気発生を伴わないシステムを採用する場合は、屋内空間に徐々に排湿され、含水率は低下するため、居住時には大きな問題に発展することはないといえる。



- ① **室間の温度差**についてみると、各居室の温度が比較的高く、最低でも15°C程度を維持していたため室間の温度差が非常に小さく、外気の影響を受けやすかった箇所を除くと**最大温度差でも5°C以下**であった。
- ② **居室における上下温度差**についてみても、窓際下部において直接的に外気の流入による低温が検知された。これは、全館空調・換気システムの給排気バランスによるものと想定されるが、この低温が居住者への作用はほとんどなかった。

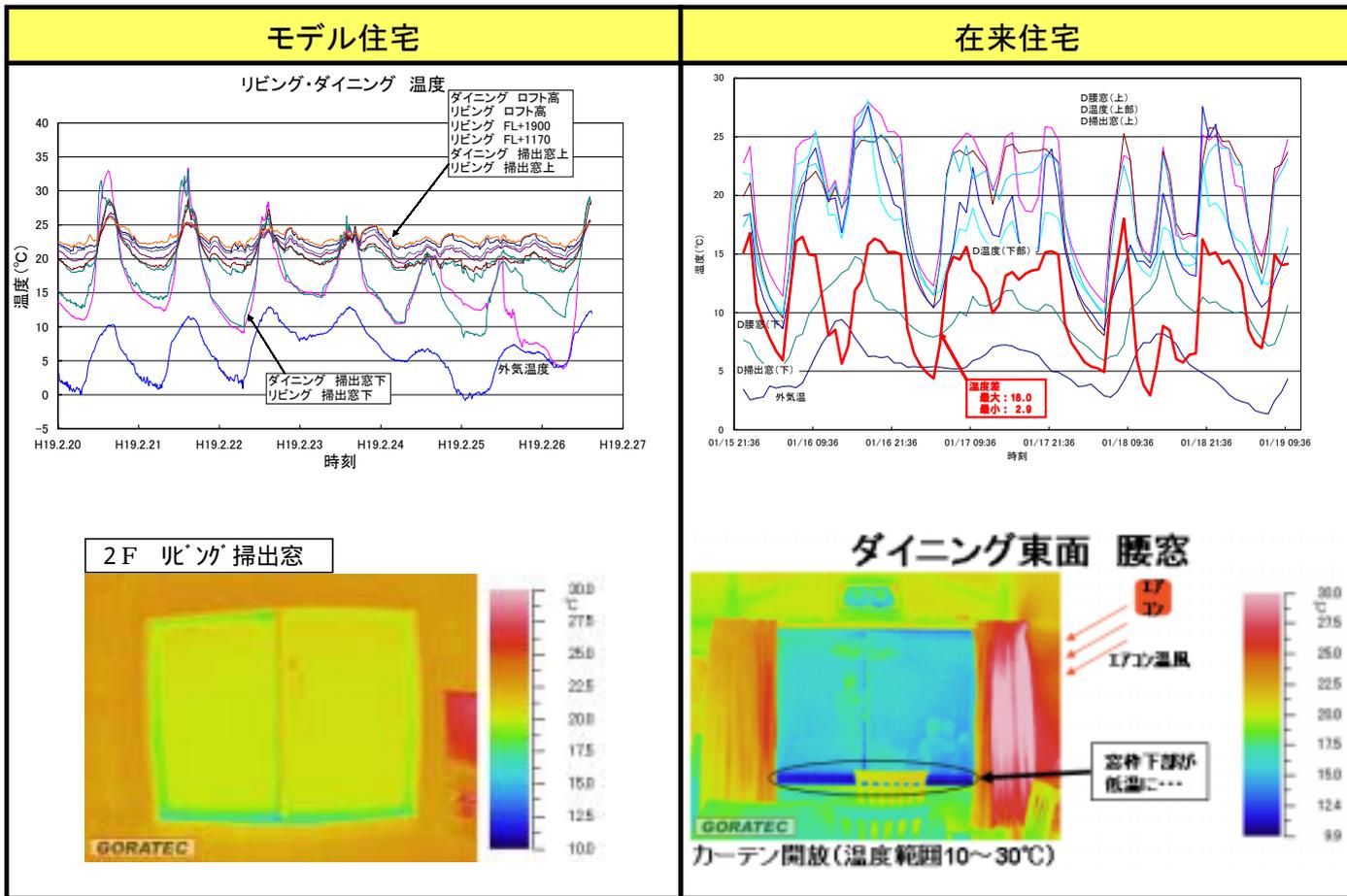
考察・その他

生活の変化

在来住宅では足元の冷え、夜間の寒さに対して気を遣って生活

31

	モデル住宅	在来住宅
空調・採暖方式	全館換気空調システムによる連続運転	ルームエアコンによる間欠空調 + ガスファンヒーターによる採暖 (朝や外気温の低い時に併用)
生活の変化	裸足で歩いても安心であり快適となった	風邪をひかないための対応が必要となり精神的なストレスを感じた。 (昼間) ・エアコン運転中でもひざ掛けを使用 ・床を歩くときはスリッパ履き ・部屋の出入りの際、扉の開閉管理をしないと風邪をひく (就寝時) ・睡眠中の寝冷え、風邪対策のため、お子さまにはポンチョを着用 ・就寝時も靴下着用
測定結果	○終日、20℃前後の気温を維持 ○掃出窓下部の温度は夜間に10℃を下回る時間帯があったが、床温度は14～15℃を維持	○夜間の最低温度(気温)は13℃を下回る。 ○終日、暖房室(ダイニング・リビング)の足元温度が10℃を下回る。



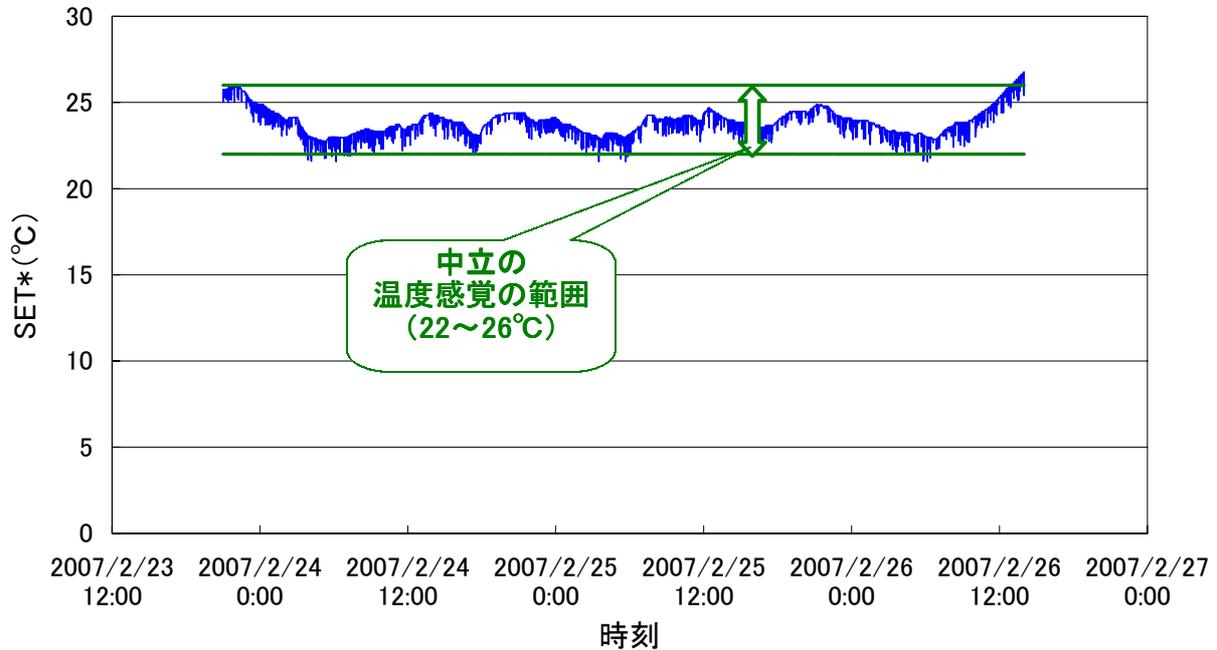
粉塵計(カウント/3分)

		H19.2.19	H19.2.23	H19.2.26	平均
1F	主寝室・個室1	59	57	39	51.7
	個室2	58	65	40	54.3
	洗面脱衣	60	59	42	53.7
	トイレ	64	64	42	56.7
	ホール	64	74	45	61.0
	納戸(全館空調)	64	68	39	57.0
	玄関	69	67	42	59.3
2F	リビング	76	76	55	69.0
	ダイニング	74	75	58	69.0
	和室	74	74	50	66.0
屋外	ロフト	64	75	56	65.0
	南側	51	50	29	43.3
	北側	51	49	29	43.0
1F平均		62.6	64.9	41.3	56.2
2F平均		72.0	75.0	54.8	67.3
屋内平均		66.0	68.5	46.2	60.2
外気平均		51.0	49.5	29.0	43.2
屋内平均/外気平均		1.29	1.38	1.59	1.40

- 屋外の粉塵量が最も少なく、住宅内では1階よりも2階の方が高い傾向。
- 今回計測したモデル住宅では、2階を主体とした生活行動であり、それに伴い衣類から発生する綿ボコリ等が2階の粉塵量が多くなっている要因として考えられる。

●定義として「温熱感覚および放熱量が実在環境におけるものと同等になるような相対湿度50%の標準環境の気温」され、Gaggeらによって提案開発され、ASHRAE(米国空調学会)で標準的体感温度として採用されている。

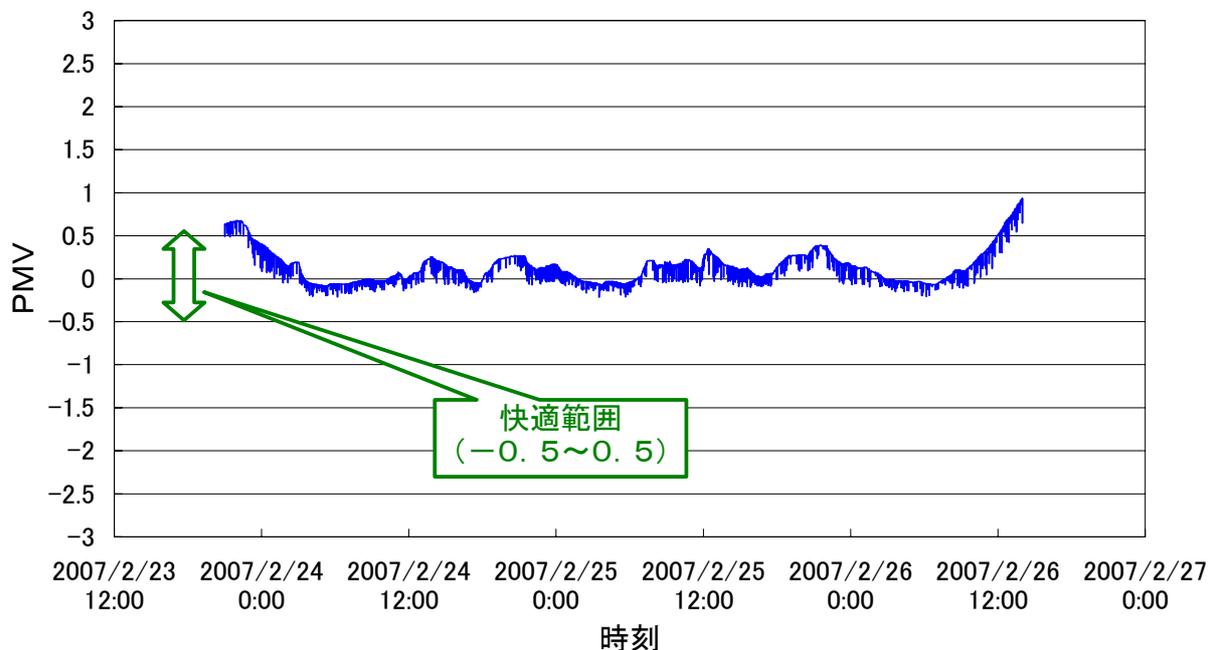
●日本人を被験者とした実験に基づくSET*と温冷感の関係から中立の温度感覚(やや涼しい~やや暖かい)の範囲として、SET*≒22~26℃を中立の温度感覚の範囲としている。



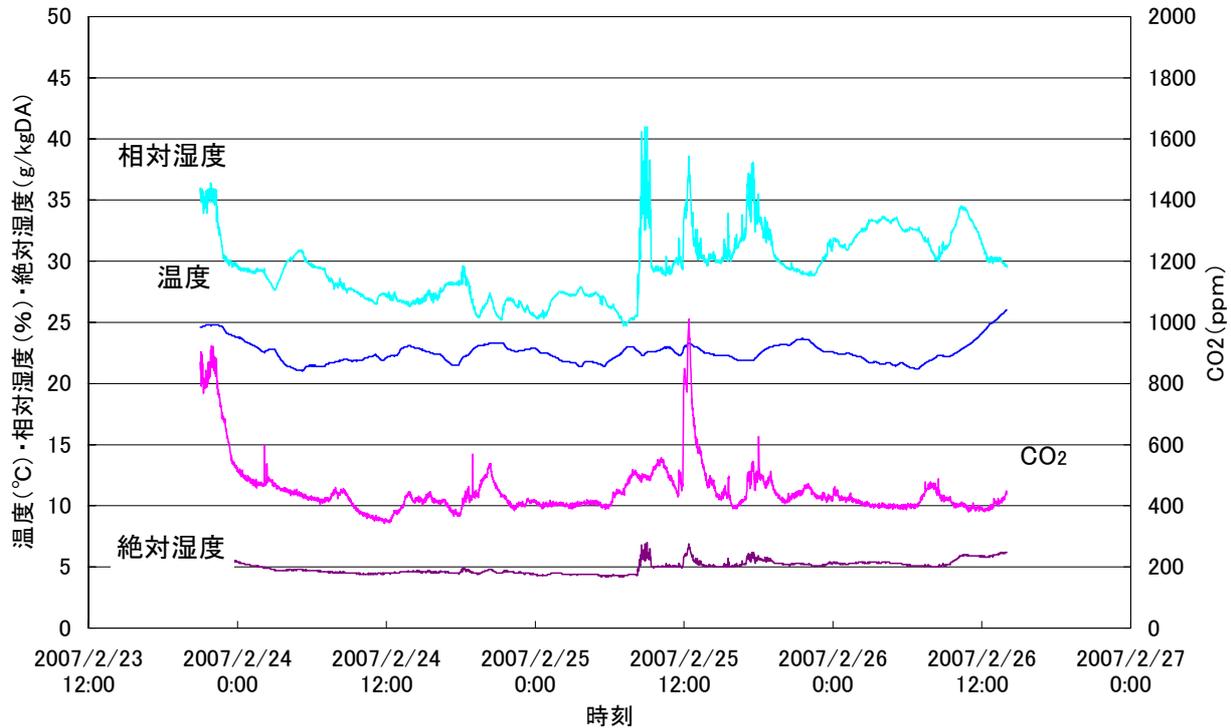
●PMVは多数の在室者の平均的な温冷感を表すものであり、PMV=+3(非常に暑い)~-3(非常に寒い)の範囲で与えられる。平均的な温冷感を表すため、PMV=0となる環境条件下であっても温熱的に満足しない人が存在する。

●PMVは、ほかの温熱指標と異なって、直線感覚量を表すのでわかりやすい。

●ISO7730では、標準的温熱指標として採用し、PMV=±0.5(PPD=10%)を快適範囲としている。



一時的に1000ppmまで上昇した時間帯があったものの全般的にCO₂濃度は安定しており400ppm付近を推移していた。



- ①最新の断熱技術と空調設備を導入したモデル住宅の温熱環境を、実態調査と、築20年の在来住宅の比較測定により明らかにした。
 - モデル住宅は、**室温温度差、上下温度差、共に非常に小さい**ことが示された。
 - 掃き出し窓下部に極めて局所的な低温の部位の存在が確認されたが、これは全体空調機器の給排気バランスの影響によると考えられる。ただし、この低温部が居住者に作用することはほとんどないことも確認された。
- ②水蒸気透過型の高発泡プラスチック断熱材は、内部空隙において吸放湿していることが示された。特に屋根部において、野地板が工事途中の降雨により含水した場合、**断熱材施工直後は外気側の低温放射による高湿化が懸念されるが、モデル住宅のように、暖房に水蒸気発生を伴わないシステムを採用する場合は、屋内空間に徐々に排湿され、含水率は低下するため、居住時には大きな問題に発展することはない**といえる。
- ③これに対し、築20年の在来住宅では、**暖房時の上下温度差が15°C近くあり、実質的には空間全体を加温することは不可能な状態**であることが確認された。
 「人を直接暖める」採暖方式に頼らざるを得ないが、足元などの局所的な低温部や室間の大きな温度差がヒートショック等、**人体健康性に直接作用することが懸念され、なんらかの対策を講じる必要性**が示唆された。