

5-3-3 床材の放散速度結果

表 5-8 に新築住宅における ADSEC による床材の放散速度結果を、表 5-9 に既存住宅における床材の放散速度結果について示す。Formaldehyde の放散量は各住宅ともに少なくなっている。また、A 邸における Acetone の放散量は、他の 4 物質と比較しても多く放散されていた。A 邸における Acetone の放散量は居間 1、居間 2、寝室 1、寝室 2 でそれぞれ $0.409\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{h}$ 、 $0.459\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{h}$ 、 $0.416\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{h}$ 、 $0.485\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{h}$ となっており、B 邸、C 邸と比較しても多くなった。また、既存住宅における Acetone の放散量も上記同様他の 4 物質と比較して多くなっている。これは、接着剤の影響も考えられる。今回の実測は 2 月～3 月に行ったため比較的室温が低めであり、今後夏季などは室温上昇に伴い、放散量も増加する傾向になると思われる。

表 5-8 新築住宅における床材の放散速度 [$\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{h}$]

		居間 1	居間 2	寝室 1	寝室 2
A 邸	Formaldehyde	0.019	0.016	0.024	0.015
	Acetaldehyde	0.013	0.012	0.021	0.016
	Acrolein	0.000	0.000	0.000	0.000
	Acetone	0.409	0.459	0.416	0.485
	Propionaldehyde	0.000	0.007	0.000	0.000
B 邸	Formaldehyde	0.005	0.007	0.004	0.012
	Acetaldehyde	0.003	0.001	0.002	0.002
	Acrolein	0.000	0.000	0.000	0.000
	Acetone	0.087	0.059	0.082	0.092
C 邸	Formaldehyde	0.003	0.003	0.005	0.004
	Acetaldehyde	0.005	0.006	0.006	0.007
	Acrolein	0.000	0.000	0.000	0.000
	Acetone	0.084	0.080	0.090	0.091
	Propionaldehyde	0.000	0.000	0.000	0.000

表 5-9 既存住宅における床材の放散速度 [$\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{h}$]

		居間 1	居間 2	寝室 1	寝室 2
X 邸	Formaldehyde	0.011	0.006	0.007	0.006
	Acetaldehyde	0.003	0.002	0.004	0.007
	Acrolein	0.000	0.000	0.000	0.000
	Acetone	0.128	0.126	0.101	0.103
	Propionaldehyde	0.000	0.000	0.000	0.000
Y 邸	Formaldehyde	0.008	0.021	0.011	0.010
	Acetaldehyde	0.004	0.007	0.005	0.005
	Acrolein	0.000	0.000	0.000	0.000
	Acetone	0.111	0.117	0.058	0.065
Z 邸	Formaldehyde	0.010	0.010	0.005	0.005
	Acetaldehyde	0.003	0.003	0.000	0.003
	Acrolein	0.000	0.000	0.000	0.000
	Acetone	0.063	0.062	0.048	0.062
	Propionaldehyde	0.000	0.000	0.000	0.000

5-3-4 温湿度測定結果

図 5-16～18 に新築住宅における Aldehydes 測定期間中の温湿度の経時変化を示す。また、図 5-19～21 に既存住宅における Aldehydes 測定期間中の温湿度の経時変化を示す。Aldehydes の温湿度測定は 5 分間隔で 24 時間行った。また、VOCs 測定期間中の平均温湿度を表 5-10 に示す。VOCs の温湿度測定は 5 分間隔で 30 分間行った。A 邸、B 邸、C 邸における Aldehydes 測定期間中の寝室及び居間の温度は外気

温度に追従し、 $7.7^{\circ}\text{C}\sim 9.2^{\circ}\text{C}$ の範囲となっている。

X 邸、Y 邸、Z 邸における各室の温湿度は居住者のライフスタイルの違いによる変動が見られる。また、X 邸、Y 邸の外気湿度は極めて高い値を示すが、これは測定期間中に雨が降っていた影響であると考えられる。

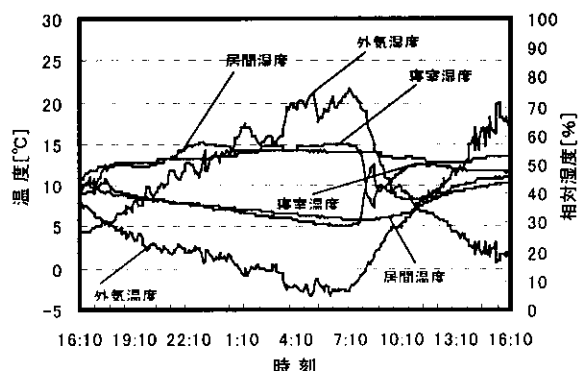


図 5-16 測定期間中の温湿度の経時変化 (A 邸)

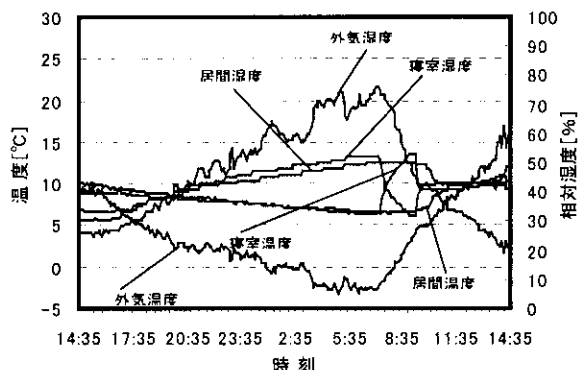


図 5-17 測定期間中の温湿度の経時変化 (B 邸)

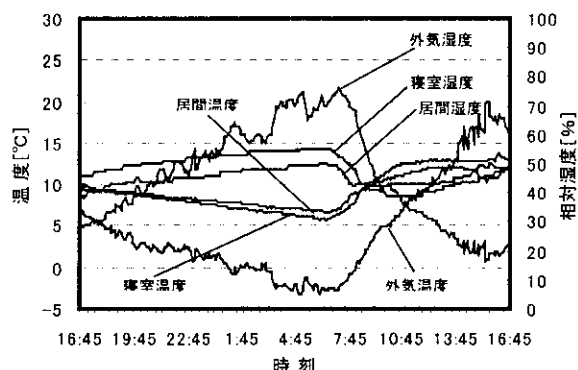


図 5-18 測定期間中の温湿度の経時変化 (C 邸)

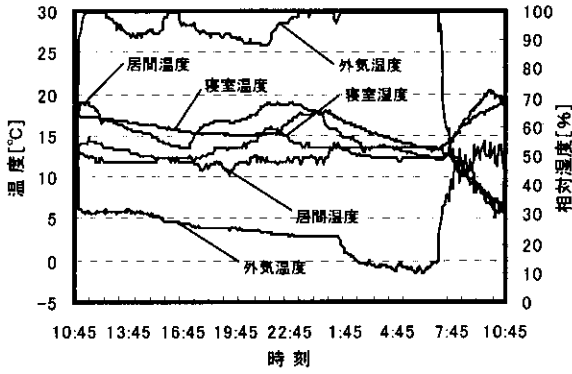


図 5-19 測定期間中の温湿度の経時変化 (X 邸)

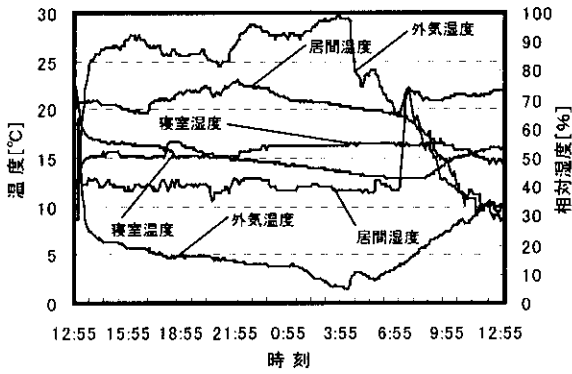


図 5-20 測定期間中の温湿度の経時変化 (Y 邸)

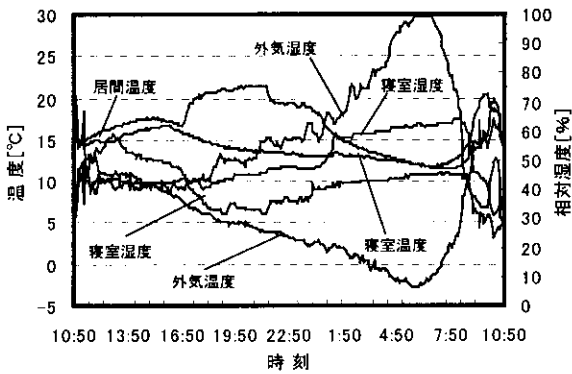


図 5-21 測定期間中の温湿度の経時変化 (Z 邸)

表 5-10 測定期間中の平均温湿度 (VOCs)

	A 邸		B 邸		C 邸	
	温度 [°C]	湿度 [%]	温度 [°C]	湿度 [%]	温度 [°C]	湿度 [%]
外気	9.0	26.4	11.6	27.0	11.6	27.0
居間	9.8	46.5	10.1	41.9	12.1	45.9
寝室	9.7	45.0	11.6	41.5	12.9	44.9

5-4 居住環境についてのアンケート結果

今回、測定を行った既存住宅 (X 邸、Y 邸、Z 邸) のアンケート結果を表 5-11 に示す。アンケート結果より X 邸、Y 邸、Z 邸は共に築 2 年以上経過した木造の住宅であり、内部構造及び家具等はほぼ同じであるが、喫煙や飲酒、燃焼器具仕様の有無などのライフスタイルに違いが見られる。特に、X 邸では喫煙をする方がいないのに対し、Y 邸における居間での喫煙の本数は 20 本、Z 邸では 10 本と比較的多く、Z 邸においては寝室でも喫煙が行われていた。また、X 邸における寝室では石油ストーブが使用されていた。更に X 邸、Y 邸、Z 邸はすべて 24 時間換気システムが兼ね備えられていた。

表 5-11 居住環境についてのアンケート結果

	X 邸	Y 邸	Z 邸
Q1 あなたの住居のタイプをお聞かせください。	一戸建て	一戸建て	一戸建て
Q2 あなたの住居の構造をお聞かせください。	木造	木造	木造
Q3 あなたの住居の築年数をお聞かせください。	2 年以上	2 年以上	2 年以上
Q4 リフォームされた方にお聞きします。リフォームされてからどのくらい経ちましたか。	—	—	—
Q5 現在住まわれている方の人数をお聞かせください。(また、常時いる方をお聞かせください)。	4 人 (子供 2 人)	2 人	3 人 (子供 1 人)
Q6 居間 (ワンルームの方はその部屋) についてお聞かせください。	A. 部屋のある階		
	1 階	1 階	1 階
	B. 部屋の広さ		
	27.7m ²	21.2m ²	26.0m ²
	C. 部屋の床は		
	フローリング	フローリング	フローリング
	D. 壁の仕上げは		
	ビニール	ビニール	ビニール
	E. 天井の仕上げは		
	ビニール	ビニール	ビニール
F. 測定を行った部屋にある家具をご記入ください	応接セット ダイニングセット、TV	応接セット ダイニングセット、TV	応接セット ダイニングセット、TV
Q7 測定期間中の居間 (ワンルームの方はその部屋) での生活についてお聞かせください。	A. 測定期間中に在室された方の人数をお聞かせください		
	4 人	5 人	3 人
	B. 使用した冷暖房器具があれば、ご記入ください		
	—	—	—
	C. 使用した換気設備があれば、ご記入ください		
	24 時間換気設備	24 時間換気設備	24 時間換気設備
	D. 燃焼器具 (ガスコンロなど) は使用しましたか		
	はい (4 回)	はい (4 回)	はい (4 回)
	E. タバコを吸われた方はいらっしゃいましたか。また、合計本数は何本ですか。		
	いいえ	はい (20 本)	はい (10 本)
	F. アルコール類を飲まれた方はいらっしゃいましたか		
	いいえ	はい	はい (ビール 1 本)
Q8 寝室についてお聞かせください。	A. 部屋のある階		
	2 階	2 階	2 階
	B. 広さ		
	19.35 m ²	14.40 m ²	14.40 m ²
	C. 部屋の床は		
	フローリング	フローリング	フローリング

D.壁の仕上げは		
ビニール	ビニール	ビニール
E.天井の仕上げは		
ビニール	ビニール	ビニール
F.測定を行った部屋にある家具をご記入ください		
整理棚	整理棚	整理棚、ベッド
Q9 測定期間中の寝室での生活についてお聞かせください。		
A.測定期間中に在室された方の人数をお聞かせください		
2人	2人	—
B.使用した冷暖房器具があれば、ご記入ください		
石油ストーブ	—	エアコン
C.使用した換気設備があれば、ご記入ください		
24時間換気設備	24時間換気設備	24時間換気設備
D.燃焼器具（ガスコンロなど）は使用しましたか		
いいえ	いいえ	はい（4回）
E.タバコを吸われた方はいらっしゃいましたか。また、合計本数は何本ですか。		
いいえ	いいえ	はい（6本）
F.アルコール類を飲まれた方はいらっしゃいましたか		
いいえ	いいえ	いいえ

5-5 まとめ

- ・新築住宅（A邸、B邸、C邸）すべての住宅における Toluene 濃度は他の VOCs と比較すると高めの傾向を示した。
- ・Formaldehyde 濃度は、新築住宅（A邸、B邸、C邸）及び既存住宅（X邸、Y邸、Z邸）においてガイドライン値 $100\mu\text{g}/\text{m}^3$ を下回る結果となった。また、新築住宅に比べ既存住宅における Formaldehyde 濃度は高めの傾向を示す場合もあった。
- ・アンケート結果より、今回の実測では居住者のライフスタイル（喫煙）による室内空気質の変化は見られなかったが、今後の調査により明らかにしていく必要がある。

【参考文献】

- 1) 青木龍介, 阿久津太一, 熊谷一清, 田辺新一, 建材から発生するアルデヒド類のパッシブ測定法 (ADSEC) の開発
日本建築学会大会学術講演会梗概集 (東北) 2000年9月.

第6章 九州地方における シックハウスの調査研究

第6章 九州地方におけるシックハウスの調査研究

Field Study on the Indoor Air Environment in the Kyushu District

The field investigation on the indoor air environment was carried out in six houses in the Kyushu district. The Formaldehyde concentration of indoor air in the habitation state and the emission rate from floor were measured using DSD-DNPH and ADSEC. The Formaldehyde concentrations in all houses were lower than the maximum acceptable concentration of $0.10\text{mg}/\text{m}^3$. In the houses using the local exhaust ventilation system, high emission rate of Aldehydes from floor causes high Aldehydes concentration of

KEYWORDS: Formaldehyde, Concentration, VOCs, Emission Rate, Kyushu.

6-1 研究目的

比較的温暖と言われる九州地方ではあるが、南九州（鹿児島県、宮崎県）を除いた地域では、他の西日本地域との気候的な差はあまり顕著でない。平成10年に施行された次世代省エネルギー基準でも、九州5県（福岡県、佐賀県、長崎県、大分県、熊本県）の年間冷暖房負荷の基準は東京や大阪と同様の値である。寒冷地から進展してきた住宅の断熱気密化に関して九州地方も例外ではなく、高断熱・高気密住宅の建設戸数が増加している。ただし、都市化が遅れ、伝統的な住宅様式を尊重する風土の中で、工業化住宅の普及は他地域より幾分遅れており、開放的な生活様式を前提とした在来軸組工法の住宅も依然として根強い人気がある。本研究では、調査対象住宅として九州北部の築1～2年の在来軸組工法住宅を中心に選定し、住宅内のアルデヒド類の気中濃度や床からの放散速度を測定するとともに、その原因となる住宅様式、建材、冷暖房・換気システム、生活スタイルを含めて調査を行う。室内空気環境と室温などの温熱環境との関係も考察する。

6-2 研究方法

6-2-1 調査内容

北部九州（福岡県、佐賀県）の木造戸建住宅5件（いずれも在来軸組工法）とRC造集合住宅1件を対象に、2001年2月下旬から3月にかけて調査を行った。調査項目は以下のとおりである。

1) 床材からの化学物質放散速度

気中ホルムアルデヒド濃度に対する寄与度が高いとされる床面からの放散速度を測定する。ADSEC（Advanced Diffusive Sampling Emission Cell）およびDSD-DNPH拡散サンプラーを使用し、捕集時間は24

時間である。原則として居間と寝室の2箇所で測定した。

2) 代表室の汚染物質濃度

以下のa)～e)の5通りの測定を行った。

- アルデヒド類気中濃度：DSD-DNPH拡散サンプラーを用いてパッシブ法で行った。居住状態において、床面より1.2mの高さにサンプラーを設置した。捕集時間は24時間である。
- ホルムアルデヒド濃度（簡易測定）：30分換気後に対象室を5～6時間密閉し、その後30分間の測定を行った（光明理化学工業製エアサンプラーS-20および北川式ガス検知管710型を使用）。
- トルエン濃度（簡易測定）：b)と同様の採取方法で簡易測定を行った（光明理化学工業製エアサンプラーS-20および北川式ガス検知管721型を使用）。
- パラジクロロベンゼン濃度（簡易測定）：b)と同様の採取方法で簡易測定を行った（光明理化学工業製エアサンプラーS-20、北川式ガス検知管730型を使用）。
- VOCs濃度：光イオン化検出器（RAE SYSTEMS製ポータブルVOCs連続モニタ）によりVOCs濃度を測定した。b)と同条件で30分間測定した。

3) 代表室温湿度、床下温湿度、外気温湿度

いずれも温湿度小型データロガー（ティアンドディ製TR-72S）を用い、10分間隔で24時間計測した。

4) 床表面温度

温湿度小型データロガー（ティアンドディ製TR-72S、樹脂被覆センサ使用）を用い、10分間隔で24時間計測した。

6-2-2 調査対象家屋

1) S邸（図6-1）

福岡市城南区に建設された2階建て戸建住宅（延床

面積：144.5m²，1階：81.6m²，2階：62.9m²）である。竣工は平成12年9月、構造は木造在来軸組工法である。換気は集中強制排気システムを採用しており、暖房には家庭用ルームエアコンを使用している。1階および2階の床はトステムベース（F1相当品）の12mm厚で構成されている。1階床下地材は28mmの構造用合板（針葉樹合板F1 1/50相当品）である。基礎はべた基礎で、基礎断熱が施されている。GL+1m（土台、大引、腰壁木部）の部分には防蟻処理を施している。居住者は夫婦と子供2人の4人家族である。空気質および温湿度測定は、3月11日・12日に1階リビングルームと2階寝室で行った。

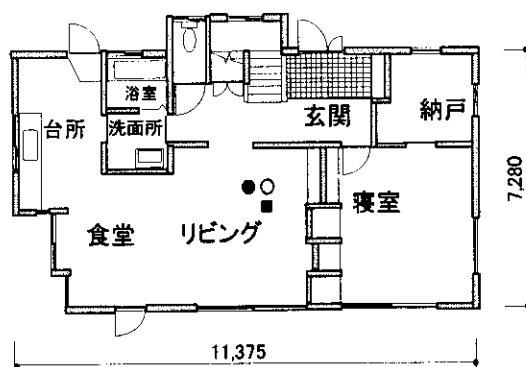


図6-1 S邸1階平面図

2) D屋敷 (図6-2)

福岡県太宰府市に建設された2階建て戸建住宅（延床面積：186.2m²，地階57.0m²，1階：76.2m²，2階：53.0m²）である。竣工は平成12年1月、構造は木造在来軸組工法である。換気は集中強制排気システムを採用しており、暖房は温水循環パネルヒータを使用している。1階および2階の床には15mmの無垢フローリングを使用し、床貼接着剤は酢酸ビニル樹脂である。1階床下地材は針葉樹合板12mm（接着剤はアルカリフェノール樹脂）である。基礎はべた基礎で、基礎外断熱としている。防蟻処理は行っていない。居住者は老夫婦、夫婦、子供2人の6人家族である。空気質および温湿度測定は、3月13日・14日に1階リビングルームと2階子供室で行った。

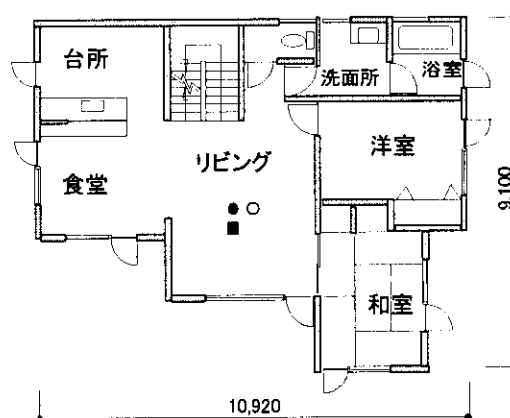


図6-2 D邸1階平面図

3) H邸 (図6-3)

佐賀県東松浦郡浜玉町に建設された戸建住宅（延床面積：99.4m²，ロフトあり）である。竣工は平成12年3月、構造は木造軸組（集成材柱梁）工法である。換気は集中強制排気システムを採用しており、暖房には家庭用ルームエアコンと電気カーペット（リビングの一部）を使用している。床は杉板無垢42mmで、床下地材は使用せず、大引に床材をビス止めした乾式工法を採用している。基礎はべた基礎で、基礎外断熱である。床材をビス止めする際、隣接する床材の間に僅かな隙間を設けることで、居室と床下空間を一体化している。防蟻処理は行っていない。居住者は夫婦2人である。空気質および温湿度測定は、3月15日・16日にリビングルームと寝室で行った。

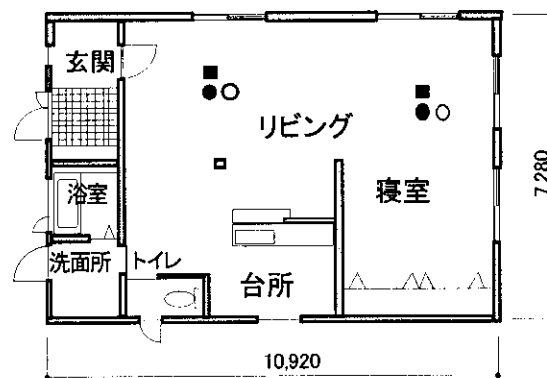
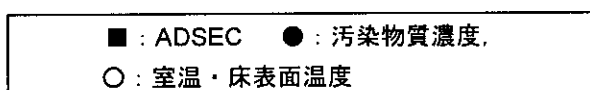


図6-3 H邸1階平面図



4) I邸 (図6-4)

福岡市東区に建設された2階建て戸建住宅(延床面積:144.0m², 1階:74.0m², 2階:70.0m²)である。竣工は平成13年3月、構造は木造在来軸組工法である。換気は局所排気システムを採用しており、暖房には家庭用ルームエアコンを使用している。1階および2階の床材はカラーフロア12mm(F1相当品)である。1階床下地材は低ホルムアルデヒド構造用合板12mm、床貼接着剤は特殊樹脂エマルジョンを使用している。基礎はRC防湿基礎で、全周床下換気工法としている。防蟻処理にはレントレックMC剤を使用している。居住者は夫婦と子供2人の4人家族である。空気質および温湿度測定は、3月17日・18日に1階リビングルームと2階寝室で行った。

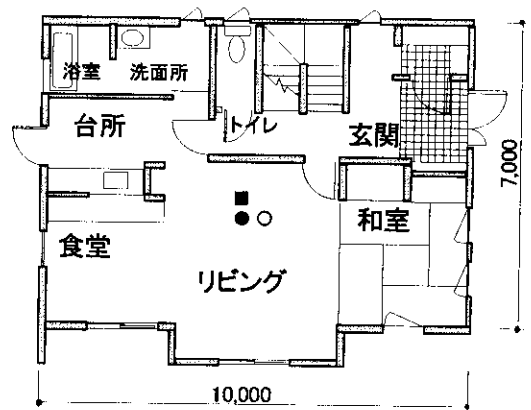


図6-4 I邸1階平面図

5) K邸 (図6-5)

福岡県筑紫野市に建設された2階建て戸建住宅(延床面積:139.1m², 1階:80.3m², 2階:58.8m²)である。竣工は平成10年11月、構造は木造在来軸組工法である。太陽熱利用空気循環式床暖房方式を採用している。軒下から取り入れた外気を屋根集熱部において太陽熱で温度が上昇し、この空気を縦ダクトで床下に送り込み、床を暖めながら各居室へ吹出す暖房方式である(図6-6)。1階および2階の床には杉板無垢18mmを使用し、床貼接着剤はクロロpren系である。1階床下地材は針葉樹合板24mm(F1相当品)である。基礎はべた基礎で、基礎断熱としている。防蟻処理は土壌処理のみ行っている。居住者は、夫婦、子供2人の4人家族である。空気質および温湿度測定は、3月13日・14日に1階リビングルームと2階子供室で行った。

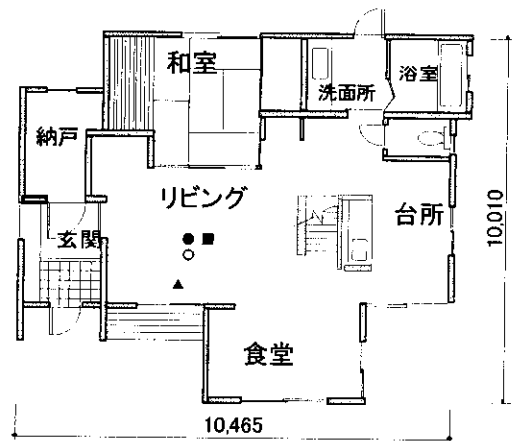


図6-5 K邸1階平面図

6) U邸 (図6-7)

福岡県春日市のRC造集合住宅(延床面積:95.1m², 10階建て8階部分)である。竣工は平成12年3月、

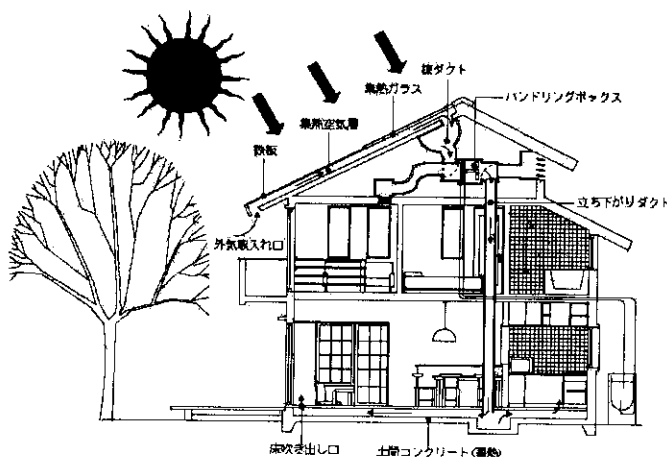


図6-6 太陽熱利用空気循環式床暖房方式

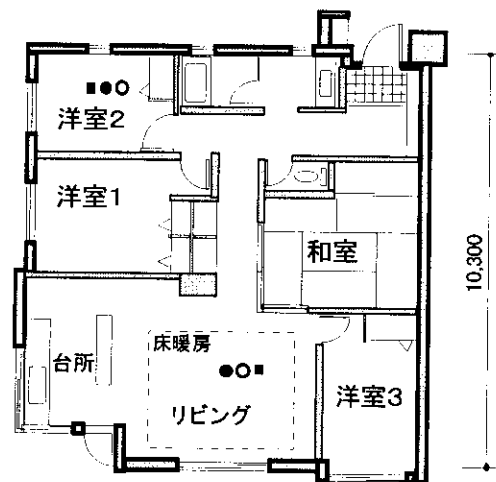


図6-7 U邸1階平面図

■ : ADSEC, ● : 汚染物質濃度,
○ : 室温・床表面温度, ▲ : 床下空気温度

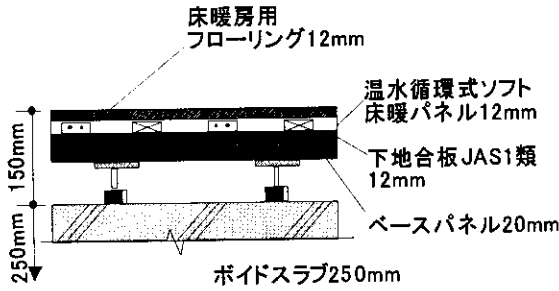


図 6-8 U邸床暖房仕様

換気は局所排気システムを採用しており、暖房には家庭用ルームエアコンと温水循環式床暖房パネル(リビング)を使用している(図 6-8)。床は鋼製支持ボルト・特殊構造防振ゴムによる二重床であり、床材は樺桜突板フローリング 12mm (F1 相当品)、床下地材は下地合板 JAS1 類 12mm とベースパネル 20mm である。居住者は夫婦と子供 2 人である。空気質および温湿度測定は、3 月 10 日・11 日にリビングルームと寝室で行った。

6-3 調査結果

6-3-1 住宅別基本特性 (表 6-1)

1) S 邸 (図 6-9, 6-10)

居間の室温は 20~25°C の範囲にあり、床表面温度も 19°C 前後、湿度も 40~60% とほぼ快適な熱環境である。2 階寝室も同様の傾向を示した。居間のホルムアルデヒド濃度は $51\mu\text{g}/\text{m}^3$ と厚生省の指針値 ($100\mu\text{g}/\text{m}^3$) を下回っている。なお、検知管を用いた簡易法による測定値は居間で 0.08ppm、2 階寝室で 0.09ppm となり、指針値と同程度の値となった。また、トルエンとパラジクロロベンゼンはほとんど検出されなかった。シックハウスの症状を訴えている居住者はいない。

2) D 邸 (図 6-11, 6-12)

居間の室温は 22~24°C で安定している。床表面温度も室温とほぼ同じ温度で推移するが、湿度は 40% 以下の時間帯が多い。暖房機器として温水循環パネルヒータを使用しているためと思われる。居間のホルムアルデヒド濃度は $24\mu\text{g}/\text{m}^3$ と低い値を示した。検知管を用いた簡易法でも指針値を大きく下回り、居間で 0.03ppm、2 階子供部屋で 0.04ppm である。この住宅に採用されている 24 時間集中強制排気システムの効果が表れている。トルエンとパラジクロロベンゼンは検出されなかった。なお、居住者にシックハウスの症状は認められない。また、空気の乾燥も特に感じてはいない。

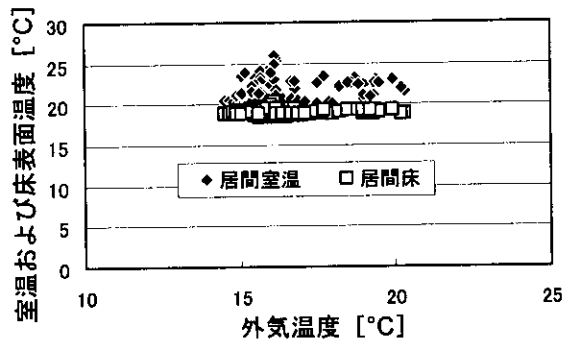


図 6-9 S邸の居間室温および床表面温度

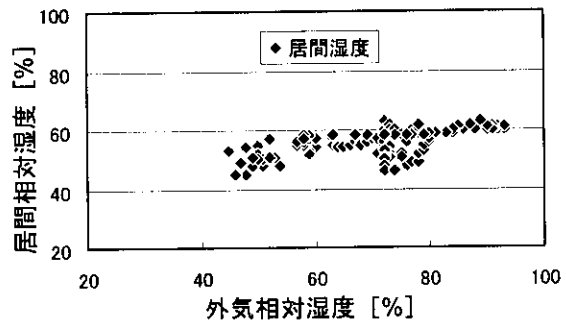


図 6-10 S邸の居間相対湿度

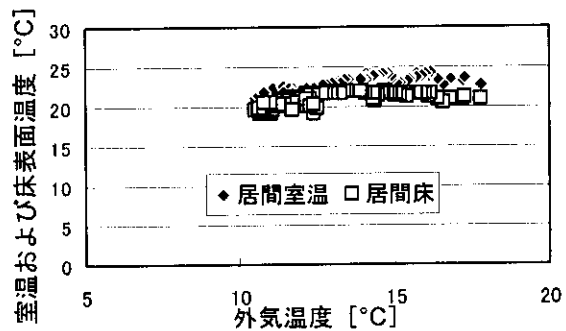


図 6-11 D邸の居間室温および床表面温度

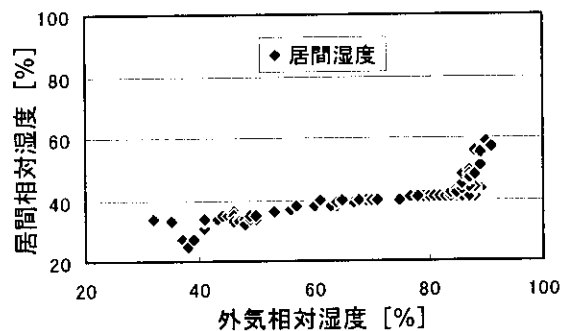


図 6-12 D邸の居間相対湿度

3) H 邸 (図 6-13, 6-14)

外気温の低下に伴い、居間室温および床表面温度の低下が顕著であり、夜間から午前中は 15°C 前後で推移している。湿度はほぼ 60% で安定している。居間のホルムアルデヒド濃度は $20\mu\text{g}/\text{m}^3$ と低い値を示した。検知管を用いた簡易法では 0.07ppm である。トルエンとパラジクロロベンゼンは検出されなかった。

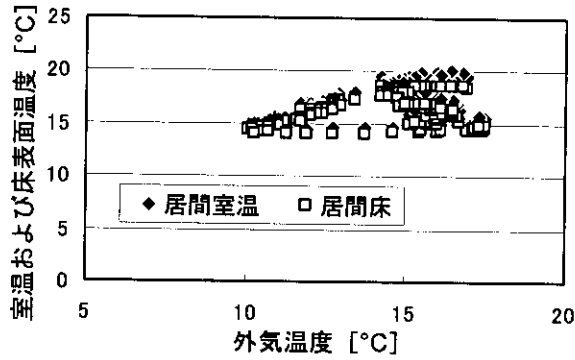


図 6-13 H 邸の居間室温および床表面温

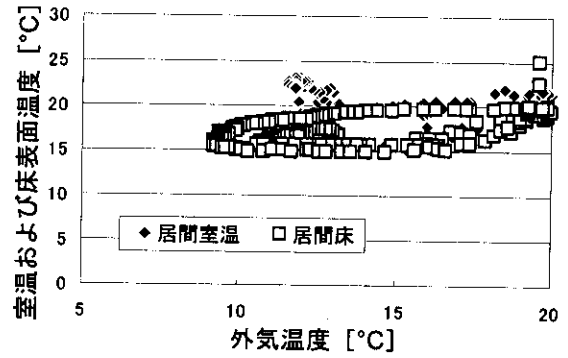


図 6-15 I 邸の居間室温および床表面温

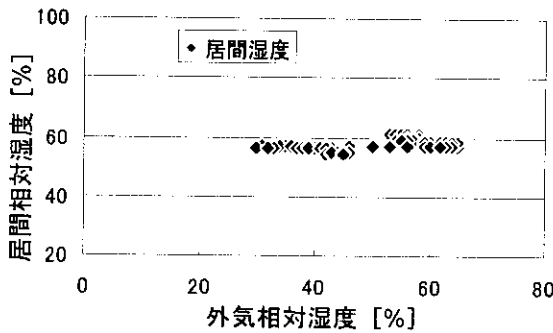


図 6-14 H 邸の居間相対湿度

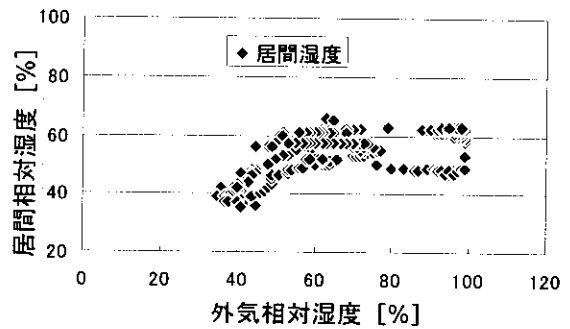


図 6-16 I 邸の居間相対湿度

4) I 邸 (図 6-15, 6-16)

外気温の低下に伴い居間室温および床表面温度は低下し、夜間から午前中は 15°C 前後で推移している。居間の湿度は 40%~60%に収まる。居間のホルムアルデヒド濃度は 49 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ である。なお、検知管を用いた簡易法では居間で 0.08ppm、2 階寝室で 0.07ppm であった。パラジクロロベンゼンは検出されなかったが、居間、2 階寝室ともトルエンが検出され、その値はそれぞれ 0.10ppm、0.30ppm である（厚生省指針値 0.07ppm）。なお、この住宅では「住宅の品質確保の促進等に関する法律」の住宅性能表示制度を適用しており、評価項目のホルムアルデヒド対策もクリアしている。

5) K 邸 (図 6-17, 6-18)

明け方の外気温度が約 6°C まで低下したにもかかわらず、居間室温は補助暖房なしで 15°C 程度に維持されている。日中の床下空気温度は太陽熱により昇温した空気が流れるため 30°C を超える時間帯がある。また、居間の床表面も暖められ、日中の床表面温度は室温より 0.5~1°C 高くなった。居間の湿度は 40~50% である。居間のホルムアルデヒド濃度は 21 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ と低い値を示した。なお、ホルムアルデヒド濃度は検知管を用いた簡易法でも居間、2 階寝室とも 0.05 ppm であった。パラジクロロベンゼン、トルエンは検出されなかった。

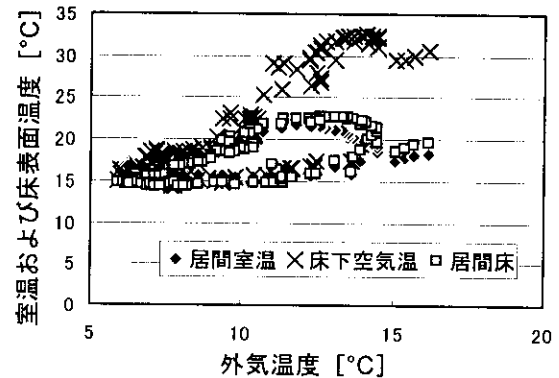


図 6-17 K 邸の居間室温および床表面温

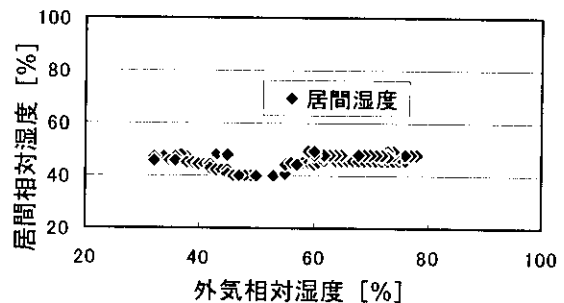


図 6-18 K 邸の居間相対湿度

6) U 邸 (図 6-19, 6-20)

今回の一連の実測調査において外気温が最も低下した (3°C) が、居間室温は 17~21°C で安定してい

第6章 九州地方におけるシックハウスの調査研究

表6-1 実測対象住宅概要および測定結果

	S邸	D邸	H邸	I邸	K邸	U邸	
所在地	福岡市城南区	福岡県太宰府市	佐賀県東松浦郡	福岡市東区	福岡県筑紫野市	福岡県春日市	
竣工年月	2000年9月	2000年1月	2000年3月	2001年3月	1998年11月	2000年3月	
構造	木造在来軸組	木造在来軸組	木造軸組 (集成材柱梁)	木造在来軸組	木造在来軸組	RC造集合住宅	
延床面積 (1階, 2階)	144.5 (81.6, 62.9)	186.2 (76.2, 53.0)	99.4	144.0 (74.0, 70.0)	139.1 (80.3, 58.8)	95.1	
居住者家族構成	4人(夫婦・ 子供2人)	6人(老夫婦・ 夫婦・子供2人)	2人(夫婦)	4人(夫婦・ 子供2人)	4人(夫婦・ 子供2人)	4人(夫婦・ 子供2人)	
換気システム	集中強制排気 システム	集中強制排気 システム	集中強制排気 システム	局所排気 システム	太陽熱利用空気 集熱式床暖房シ ステム	局所排気 システム	
暖冷房方法	エアコン	温水循環パネル ヒータ	エアコン	エアコン		エアコン	
床暖房の有無	なし	なし	電気カーペット	なし		温水循環式床 暖房パネル	
1階床構成材料 (数字は材厚)	トステムベース 12 (F1相当品)	無垢フローリン グ 15	杉板無垢 42	カラーフロア 12 (F1相当品, 0.2mg/L)	杉板無垢 18	樺桜突板フロ ー リング (F1相 当品) 12	
1階床下地材 (数字は材厚)	構造用合板 28 (針葉樹合板, F1 1/50相当品)	針葉樹合板 12 (接着剤アルカ リフェノール樹脂)	なし 大引に床材をビ ス止め	低ホルムアルデ ヒド構造用合板 12	針葉樹合板 24 (F1相当品)	下地合板 JAS1 類 12, ベースパネル 20	
床貼使用接着剤		酢酸ビニル樹脂	なし	特殊樹脂イマジオン	クロロブレン系		
基礎	べた基礎, 基礎断熱	べた基礎, 基礎外断熱	べた基礎, 基礎外断熱	RC防湿基礎 全周床下換気工 法	べた基礎, 基礎断熱	鋼製支持ボル ト・ 特殊構造防振 ゴムによる二 重床	
防蟻処理	GL+1m部分	特になし	特になし	レントレック MC剤, (住宅金 融公庫仕様)	土壌処理のみ	なし	
その他		車庫部分: 地下 1階			OMソーラーシ ステム	8階部分 (10 階建)	
パッシブ法	①	51	24	20	49	21	58
居間空気	②	57	34	75	49	17	44
[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	③	34	24	26	70	15	34
パッシブ法	①	1,712	668	1,028	3,140	1,099	1,601
床1 (居間)	②	1,197	495	740	523	845	756
[ng]	③	14,709	7,680	10,699	5,267	31,010	35,105
パッシブ法	①	981	802	883	514	965	1,084
床2 (寝室)	②	517	666	1,097	653	434	576
[ng]	③	22,387	7,354	7,965	6,989	30,865	30,821
HCHO [ppm]	居間: 0.08 洋室: 0.09	居間: 0.03 洋室: 0.04	居間: 0.07	居間: 0.08 洋室: 0.07	居間: 0.05 洋室: 0.05	居間: 0.085 洋室: 0.06	
トルエン [ppm]	居間: 0.01 洋室: 検出せず	検出せず	検出せず	居間: 0.10 洋室: 0.30	検出せず	検出せず	
p-ジクロロB [ppm]	検出せず	検出せず	検出せず	検出せず	検出せず	検出せず	
VOCs [トルエン 換算, ppm]	居間: 0.114 洋室: 0.109	居間: 0.042 洋室: 0.051	居間: 0.072	居間: 0.433 洋室: 0.485	居間: 0.058 洋室: 0.056	居間: 0.109 洋室: 0.112	

注) ①: ホルムアルデヒド, ②: アセトアルデヒド, ③: アセトン

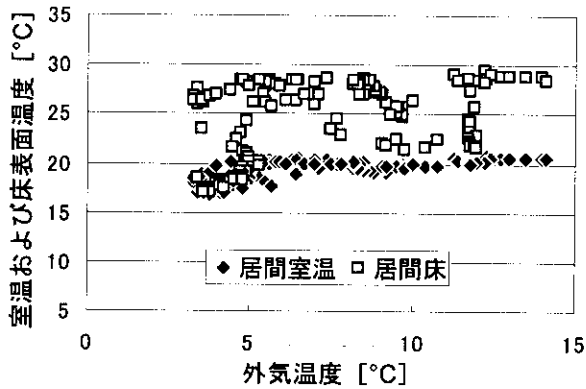


図 6-19 U邸の居間室温および床表面温度

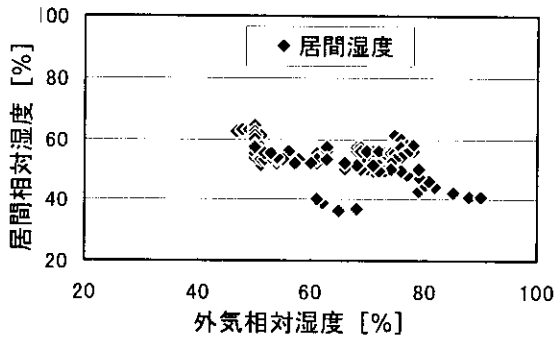


図 6-20 U邸の居間相対湿度

る。床表面温度は温水循環時で 26~29°C、昼間の床暖房停止時は 22°C 前後、夜間の床暖房停止時は 17°C まで低下する。居間の相対湿度は 40%~60%である。居間のホルムアルデヒド濃度は 58 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ であり、厚生省の指針値は下回るものの、今回の 6 件の住宅の中で最も高濃度となった。検知管を用いた簡易法によるホルムアルデヒド濃度は居間で 0.085ppm、寝室で 0.06ppm であった。トルエンとパラジクロロベンゼンは検出されなかった。なお、この住宅の居住者の一人 (11 才) は目のかゆみや喘息を訴えている。

6-3-2 アルデヒド類の気中濃度 (図 6-21)

DSD-DNPH 拡散サンプラーを用いたパッシブ法によるホルムアルデヒドの気中濃度は、いずれの住宅も厚生省の基準値を下回っている。ただし、S 邸、I 邸、U 邸はホルムアルデヒド濃度が 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 程度に達し、アセトアルデヒドやアセトンの濃度も高くなっている。H 邸はアセトアルデヒドの濃度だけが突出しているがその原因は不明である。D 邸と K 邸はホルムアルデヒド、アセトアルデヒド、アセトンのいずれも濃度が低い。

6-3-3 床面からの放散速度 (図 6-22, 23)

ADSEC および DSD-DNPH 拡散サンプラーを使用して床面からのアルデヒド類捕集量を測定し、この

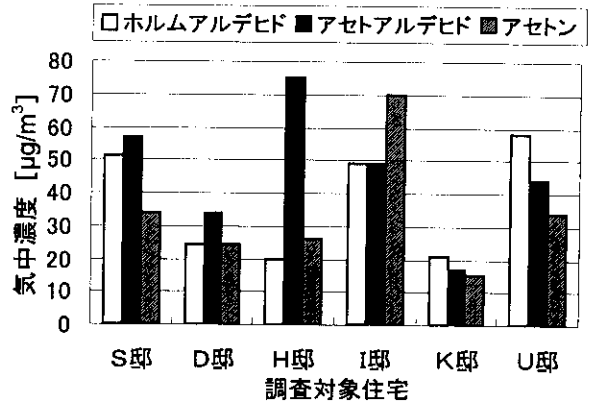


図 6-21 調査対象住宅におけるアルデヒド類の気中濃度

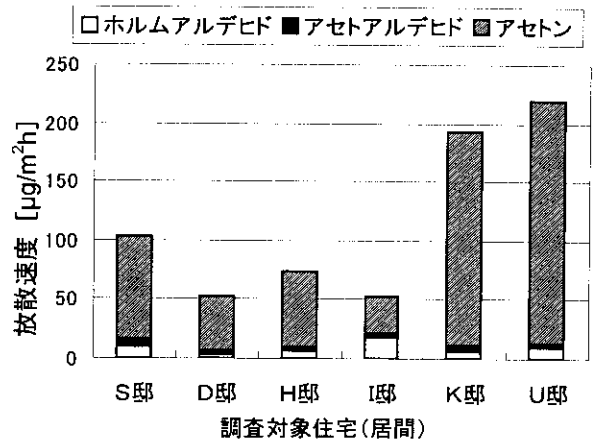


図 6-22 調査対象住宅 (居間) の床表面からのアルデヒド類の放散速度

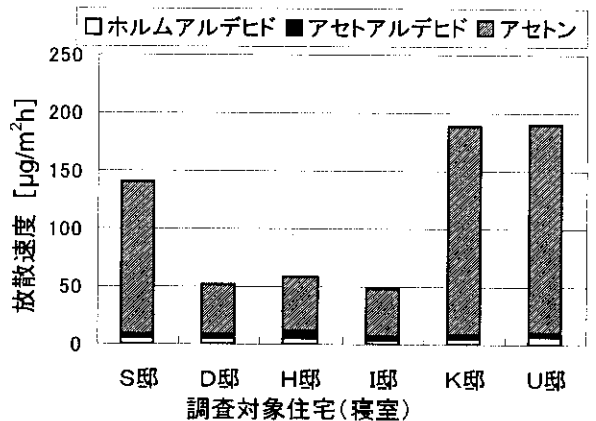


図 6-23 調査対象住宅 (寝室) の床表面からのアルデヒド類の放散速度

捕集量を捕集部面積と捕集時間で除して放散速度を求めた。いずれの住宅もアセトンの放散速度が他の成分に比べ著しく大きい。とくに K 邸と U 邸でのアセトン放散速度は 180~200 $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{h}$ に達する。この 2 件の住宅はいずれも床暖房を行っており、床表面温度の

影響が考えられる。ただし、前述したように K 邸居間のアルデヒド類気中濃度は他の住宅より低くなっている。これは、K 邸で採用している太陽熱利用空気循環式床暖房システムにおいて十分な量の外気導入が行われているためと考えられる。

K 邸以外の住宅に関しても、換気システムのグレードと床面からのアルデヒド類放散速度を合わせて考えると、以下のような考察が可能である。

- ・アルデヒド類の放散速度が小さく、より高度な換気システムである集中強制排気システムを採用した D 邸では、アルデヒド類の気中濃度も低い。
- ・S 邸は D 邸と同様の集中強制排気システムを採用しているが、床からのアルデヒド類の放散速度が比較的大きいためアルデヒド類の気中濃度も高くなる。
- ・I 邸は、床からのアルデヒド類放散速度は小さいが、局所排気システムのため換気が不十分となり、気中濃度が高くなっていると思われる。
- ・U 邸はアルデヒド類の放散速度も大きく、換気も局所排気システム（トイレ、台所、浴室の3箇所、間欠運転）のため換気が不十分であると思われる。このためアルデヒド類の気中濃度が高くなっていると思われる。

6-3-4 防蟻処理について

木材保存剤、白蟻駆除剤に含まれる有機リン系の化学物質も問題になってきている。日本では、北海道と青森県以外はなんらかの防蟻措置を行うことになっているが、最近では、薬剤に頼るのではなく、基礎部分をべた基礎・基礎断熱とし、土台にヒノキやヒバ等

を使うなどの手法によって薬剤処理を回避する方策がとられるようになってきている。木造の調査対象住宅 5 件のうち 4 件がべた基礎であり、うち 2 件は土壌処理も木部処理も行っていない。なお、I 邸では神経毒性のあるクロルピリホスが含まれたレントレック MC 剤が使用されており、製品回収ならびに危険性の周知徹底が望まれる。

6-4 まとめ

本研究では、調査対象住宅として九州北部の築 1～2 年の在来軸組工法住宅を中心に選定し、住宅内のアルデヒド類の気中濃度や床からの放散速度を測定するとともに、その原因となる住宅様式、建材、冷暖房・換気システム等を含めて調査を行った。得られた知見は以下のとおりである。

- 1) DSD-DNPH 拡散サンプラーを用いたパッシブ法によるホルムアルデヒドの気中濃度は、20～58 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ であり、いずれの住宅も厚生省の基準値を下回った。
- 2) いずれの住宅においても床からのアルデヒド類放散速度はアセトンが最も大きい。とくに床暖房した K 邸と U 邸では 180～200 $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{h}$ に達する。
- 3) 住宅内のアルデヒド類の気中濃度は、床面からのアルデヒド類放散速度と換気システムの影響を受ける。
- 4) 防蟻に関しては、基礎部分をべた基礎・基礎断熱とし、土台にヒノキやヒバ等を使うなどの手法によって薬剤処理を回避する方策がとられるようになってきている。

第7章 東北地域の高断熱高気密戸建住宅における健康性に関する実態調査

第7章 東北地域の高断熱高気密戸建住宅における健康性に関する実態調査

Investigation of Indoor Environmental Elements on the Occupants' Health of Well-Insulated and Airtight Detached Houses in Tohoku District

In order to clarify sick house syndrome of well-insulated and airtight detached houses in Tohoku District, measurement and questionnaire survey were conducted in the winter of 2001. The formaldehyde concentrations in all houses were lower than the maximum acceptable concentration of $100\mu\text{g}/\text{m}^3$. The TVOC concentrations in three houses including an ordinary house were higher than the maximum acceptable concentration of $400\mu\text{g}/\text{m}^3$. In houses with floor-heating system, the emission rate of Aldehydes from the floor tends to be higher. According to the results of grade sensation for humidity, odor and awareness for air pollution, people tend to be in good physical condition although feel dry in nose, eyes etc.

KEYWORDS: Measurement, Questionnaire Survey, IAQ, Aldehydes, VOCs, Passive, Active, Emission Rate

7-1 目的

平成12年2月中旬から3月中旬にかけて、「東北地域の戸建住宅における暖房システムに関する調査」（住まいと環境・東北フォーラム，調査委員会委員長：吉野 博 東北大学大学院教授，調査委員：松本他7名）を実施したところ，新省エネ基準（92年基準）を満足するような，高断熱高気密セントラル暖房住宅においても，室内空気質問題をはじめとする，シックハウス問題が生じていると思われる事例，あるいはシックハウス問題を自身の問題と感じ，関連調査に応じたいと答えた事例が少なからずあることがアンケート調査から判明した。

本調査では，上記の調査でシックハウス問題に関する調査に協力できるとした住宅をサンプルとして，実測調査およびアンケート調査を行う。東北地域の高断熱高気密住宅におけるシックハウス問題の実態を明らかにし，特に，寒冷地の高断熱高気密住宅における問題解決のための基礎資料として整理することを目的とする。

7-2 実測調査概要

7-2-1 調査対象

実測調査の対象住宅は，秋田県内の5戸である。S邸は秋田市，S邸以外の4戸は秋田県南に位置する。表7-1に実測対象住宅の概要を示す。5戸中，IZ邸を除く4戸は，断熱気密性が比較的高く，全室連続暖房を行っている木造戸建住宅であり，IZ邸は，断熱・気密性があまり高くなく，FF式ストーブなどで局所間欠暖房を行っている在来型戸建住宅である。なお，TK

邸では床下暖房，IK邸では床暖房が用いられている。対象住宅5戸の外観写真及び平面図を図7-1，図7-2に示す。また，対象住宅4戸（IZ邸は不明なため除く）の内部仕様を表7-2～表7-5に示す。

7-2-2 調査方法

訪問調査方式による。アルデヒド類及びVOCsの測定法は，早稲田大学田辺研究室規定の測定法（厚生省およびISO-16000を基に作成した測定手順）に準拠するものとする。調査箇所は，7-2-3 調査項目の⑤床面からの放散速度を除き，居間及び外気とする。居住住宅を対象とし，24時間法による測定を行う。調査時期は，表7-1中に示している。

7-2-3 調査項目

調査項目は，以下の6項目である。

- ①Waters製 Sep-Pak DNPHによるアルデヒド類濃度のアクティブ測定（冬季1日）
- ②Supelco製 DSD-DNPHによるアルデヒド類濃度のパッシブ測定（①と同時）
- ③Supelco製 Tenax TAによるVOCs濃度のアクティブ測定（冬季1日）
- ④柴田科学製 パッシブガスチューブによるVOCs濃度のパッシブ測定（③と同時）
- ⑤ADSECによる床面からのアルデヒド類の放散速度測定（冬季1日）。調査箇所は，居間とする。
- ⑥温湿度小型データロガー（T&D社製おんどとり TR-72S，精度： $\pm 0.3^\circ\text{C}$ ， $\pm 5\%\text{RH}$ ）による温湿度測定（①～⑤を含む1週間）。床暖房，床下暖房を使用している住宅に関しては，温湿度小型データロガー（T&D社製おんどとり TR-71S，精度： $\pm 0.3^\circ\text{C}$ ）によ

る床表面温度の測定も行う。

①, ②のアクティブ測定は, 外気は, ADTEC 社製のポンプ, 居間は, ガステック社製のポンプにサンプラーを接続して行う。ポンプ流量 100mL/min で 24 時間捕集する。③, ④のパッシブ測定は, サンプリング時間を 24 時間とし, サンプラーを自然放置した状態で捕集を行う。⑤の床面からの放散速度の測定は, DSD-DNPH サンプラーを田辺らによって開発された ADSEC にセットした状態で居間床面に設置し, 24 時間自然放置した状態で捕集を行う。⑤の温湿度は, 居間及び外気の床上高さ 1.2m に温湿度計を設置して行う。外気は雨の影響のない場所に設置する。

7-2-4 分析方法

アルデヒド類は, 高速液体クロマトグラフィー (HPLC) で分析を行う。HPLC 分析条件を表 7-6 に, DSD-DNPH の換算係数 (Sampling rate) を表 7-7 に示す。VOCs は, Tenax 管が固体吸着-加熱脱着-ガスクロマトグラフ質量分析法 (GC/MS) により分析し, パッシブガスチューブは, ガスクロマトグラフ法 (水素炎イオン化検出器) により分析する。

VOCs のパッシブ測定で用いるパッシブガスチューブの Sampling rate は, トルエン 0.18 $\mu\text{g}/\text{ppm}\cdot\text{h}$, キシレン 0.186 $\mu\text{g}/\text{ppm}\cdot\text{h}$, 酢酸ブチル 0.196 $\mu\text{g}/\text{ppm}\cdot\text{h}$ とする。

表 7-1 実測対象住宅の概要

属性項目	S 邸 (秋田市)	M 邸 (由利町)	TK 邸 (金浦町)	IZ 邸 (大内町)	IK 邸 (大内町)	
竣工年月	1999 年 12 月	1998 年 8 月	2001 年 1 月	1978 年 - 月	1996 年 12 月	
構造・工法	木造枠組壁	木造軸組 (在来)	木造軸組 (在来)	木造軸組 (在来)	木造軸組 (新在来)	
延床面積 [m ²]	160.64	267.78	174.52	165.00	279.90	
居間床面積 [m ²]	38.5	38.1	25.6	24.8	33.1	
天井高 [m ²]	2.42	2.42	2.55	2.40	2.4	
居間容積 [m ³]	93.2	92.2	65.3	59.5	79.4	
家族人数 [人]	4	7	5	4	3	
日中の在宅者数 [人]	3	2	5	1	1	
喫煙者数 [人]	1	0	3	0	0	
断熱材の仕様	外壁 [mm]	RW75	UFB25+PFB30	UFB50	-	UFB50
	床 [mm]	PFB75	-	-	-	UFB50
	天井 [mm]	-	-	-	-	UFB50
	屋根 [mm]	PFB75	UFB30+PFB38	UFB100	-	-
	基礎 [mm]	PFB75	PFB50	PFB50	-	-
	土間 [mm]	-	-	-	-	-
窓	サッシ	アルミ+樹脂	樹脂	樹脂	-	アルミ+樹脂
	ガラス	熱線反射複層	ペア	Low-ε 複層	増築部分複層, それ以外は一重	熱線反射複層
1 階床構成材料 (数字は材厚)	木質707- 12 (F1 相当品)	木質707- 15 (F2 相当品)	木質707- 12 (F1 相当品)	不明	707-合板 12 (F2 相当品) (推定)	
1 階床下地材 (数字は材厚)	構造用合板 15 LVL (F1 相当品)	LVL 合板 24 (F1 相当品)	LVL 合板 24 (F1 相当品)	707合板 12	707合板 15	
床貼使用接着剤	使用せず	使用せず	エポキシ系	不明	不明	
防蟻処理の有無	あり	なし	あり	なし	なし	
暖房設備	温水パネル	温風ダクト	ファンコナー+床暖房	FF 式石油ストーブ	温水パネル+温水床暖房	
換気設備	第 1 種	第 1 種	第 1 種	-	第 3 種セントラル	
熱損失係数 Q* [W/m ² K]	1.84 次世代基準適合	不明	1.35 次世代基準適合	不明	1.95 次世代基準適合	
日射取得係数 μ* [-]	0.057 次世代基準適合	不明	0.040 次世代基準適合	不明	0.085	
空気質調査時期 (約 1 日)	2001 年 2 月 20 日~2 月 21 日	2001 年 2 月 21 日~2 月 22 日	2001 年 2 月 23 日~2 月 24 日	2001 年 2 月 26 日~2 月 27 日	2001 年 2 月 27 日~2 月 28 日	
温湿度調査時期 (約 1 週間)	2001 年 2 月 20 日~3 月 1 日	2001 年 2 月 21 日~2 月 28 日	2001 年 2 月 23 日~3 月 2 日	2001 年 2 月 26 日~3 月 6 日	2001 年 2 月 27 日~3 月 6 日	

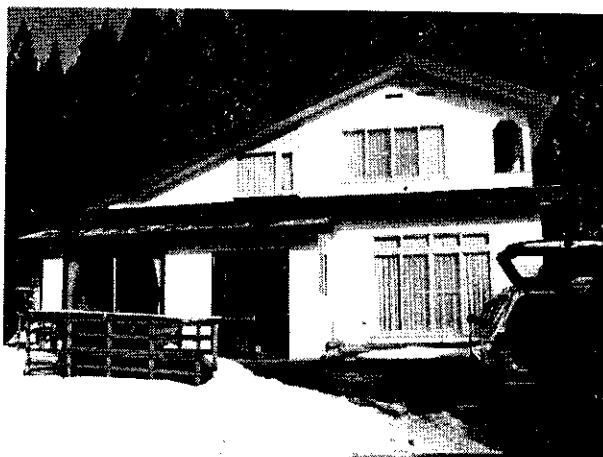
*熱損失係数及び日射取得係数は, 設計図書からの計算値である (TK 邸の値のみメーカーによる計算値)。なお, 実測対象住宅の立地する秋田市及び由利郡は, 次世代省エネルギー基準ではⅢ地域に属する。

UFB: 硬質発泡ウレタン板 UF: 吹付発泡ウレタン PFB: 押出ポリスチレンフォーム板 RW: ロックウール

(a) S邸



(d) IZ邸



(b) M邸



(e) IK邸

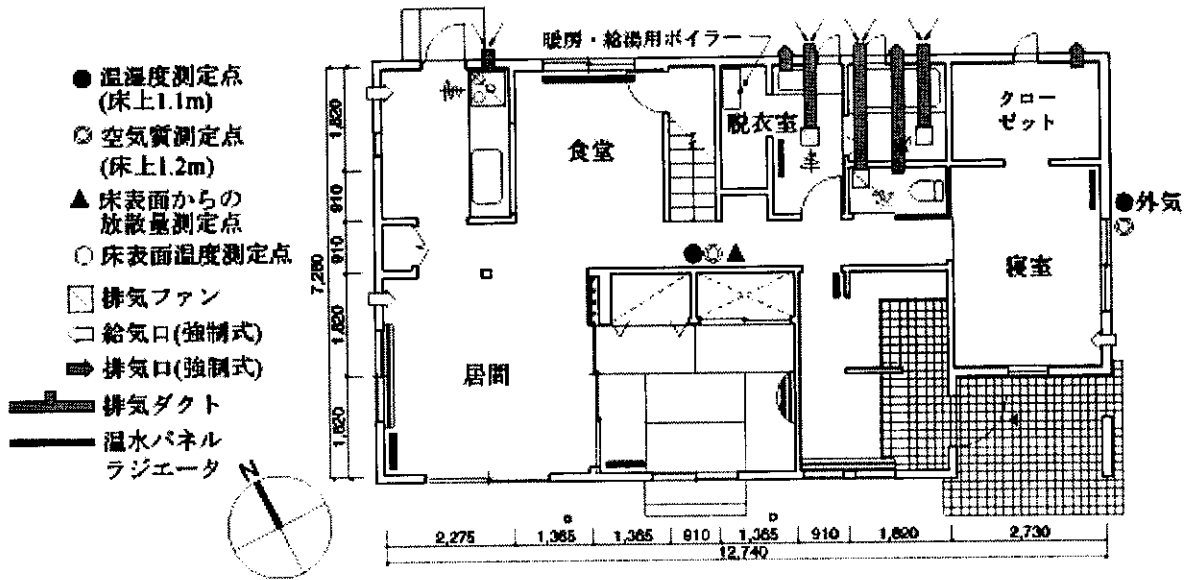


(c) TK邸



図7-1 対象住宅の外観写真

(a) S邸



(b) M邸

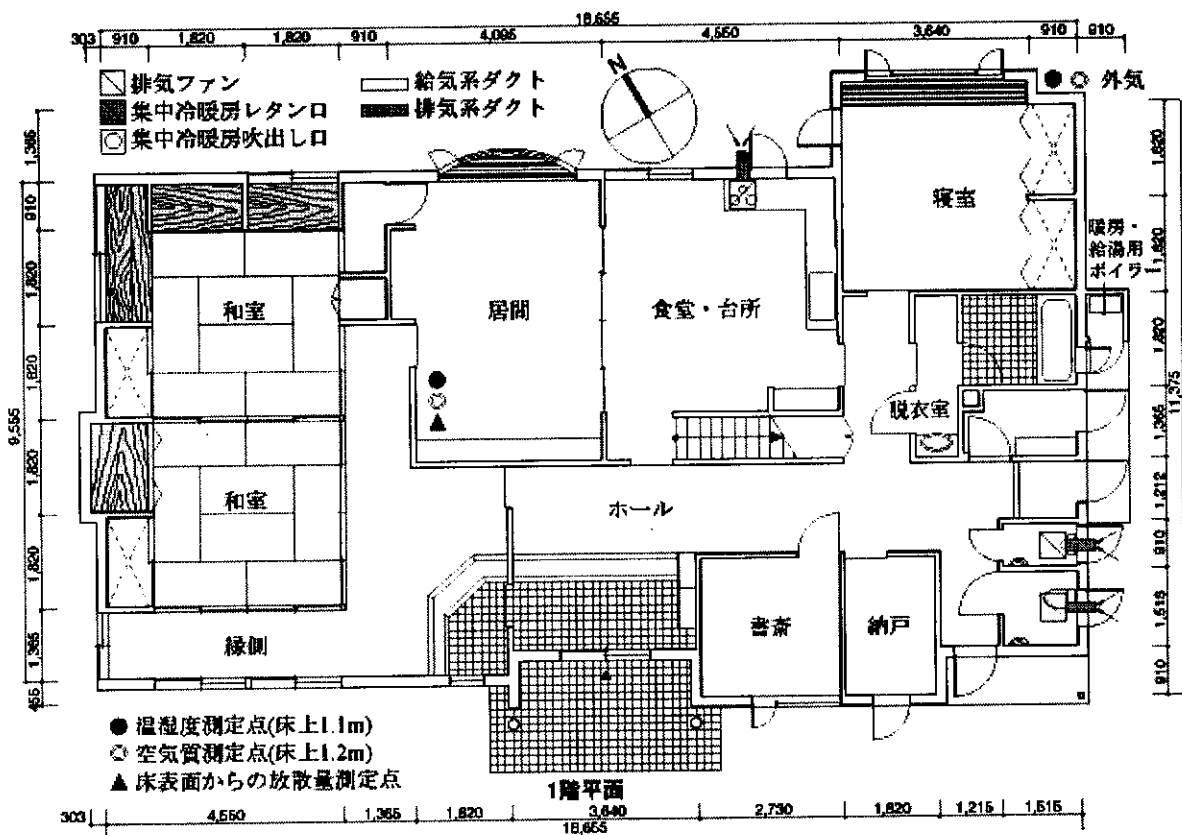
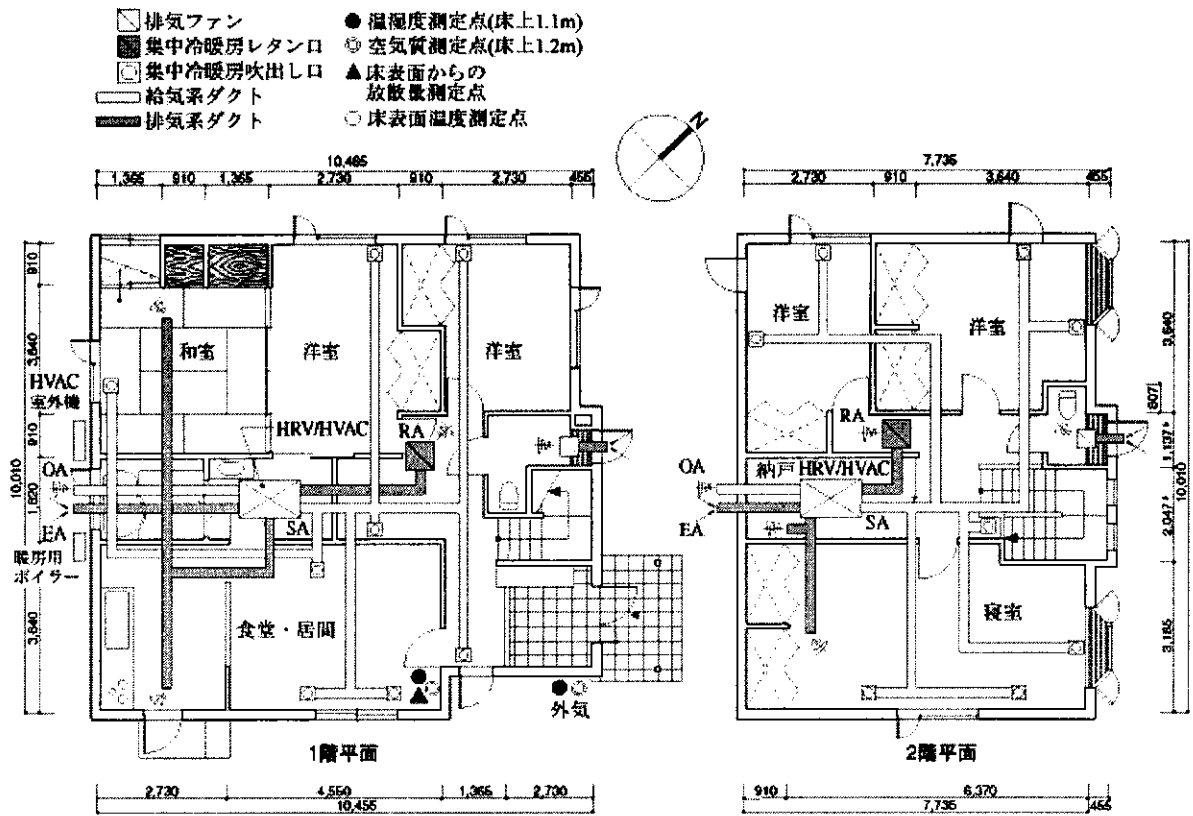


図7-2 対象住宅の平面（続く）

(c) TK邸



(d) IZ邸

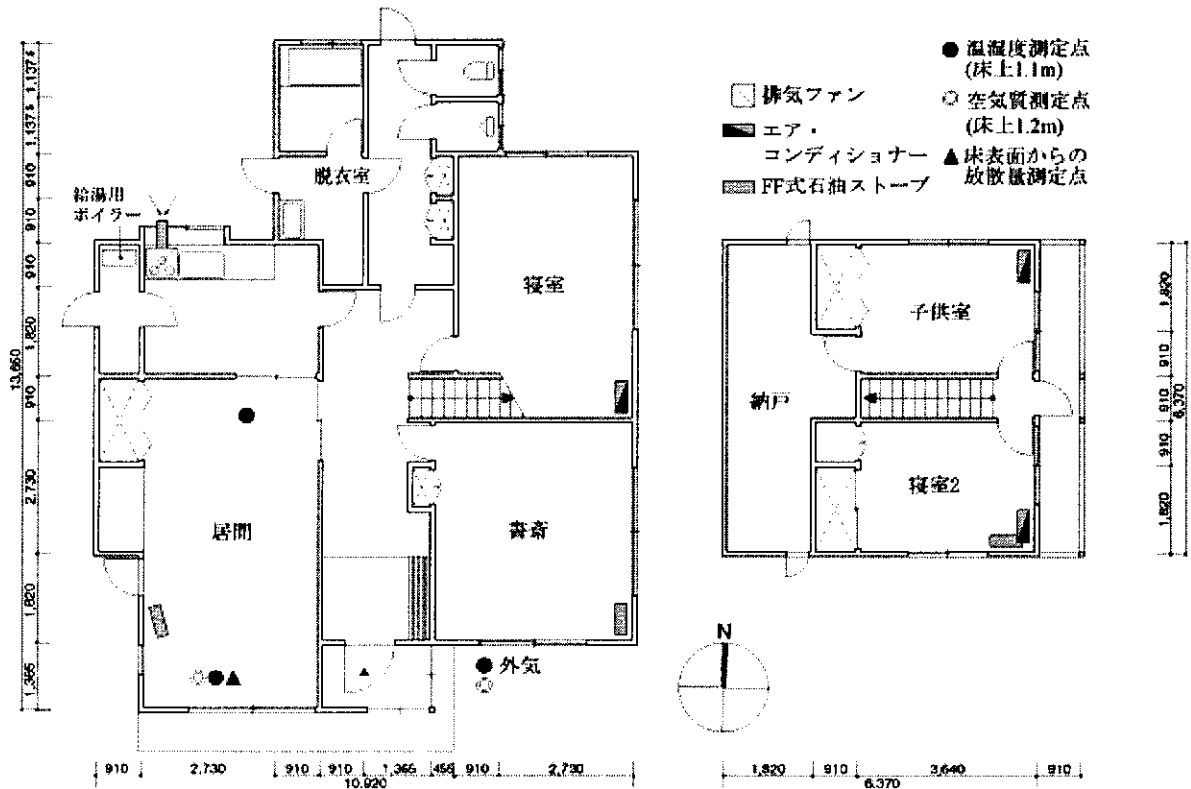


図7-2 対象住宅の平面(続く)

(e) IK邸

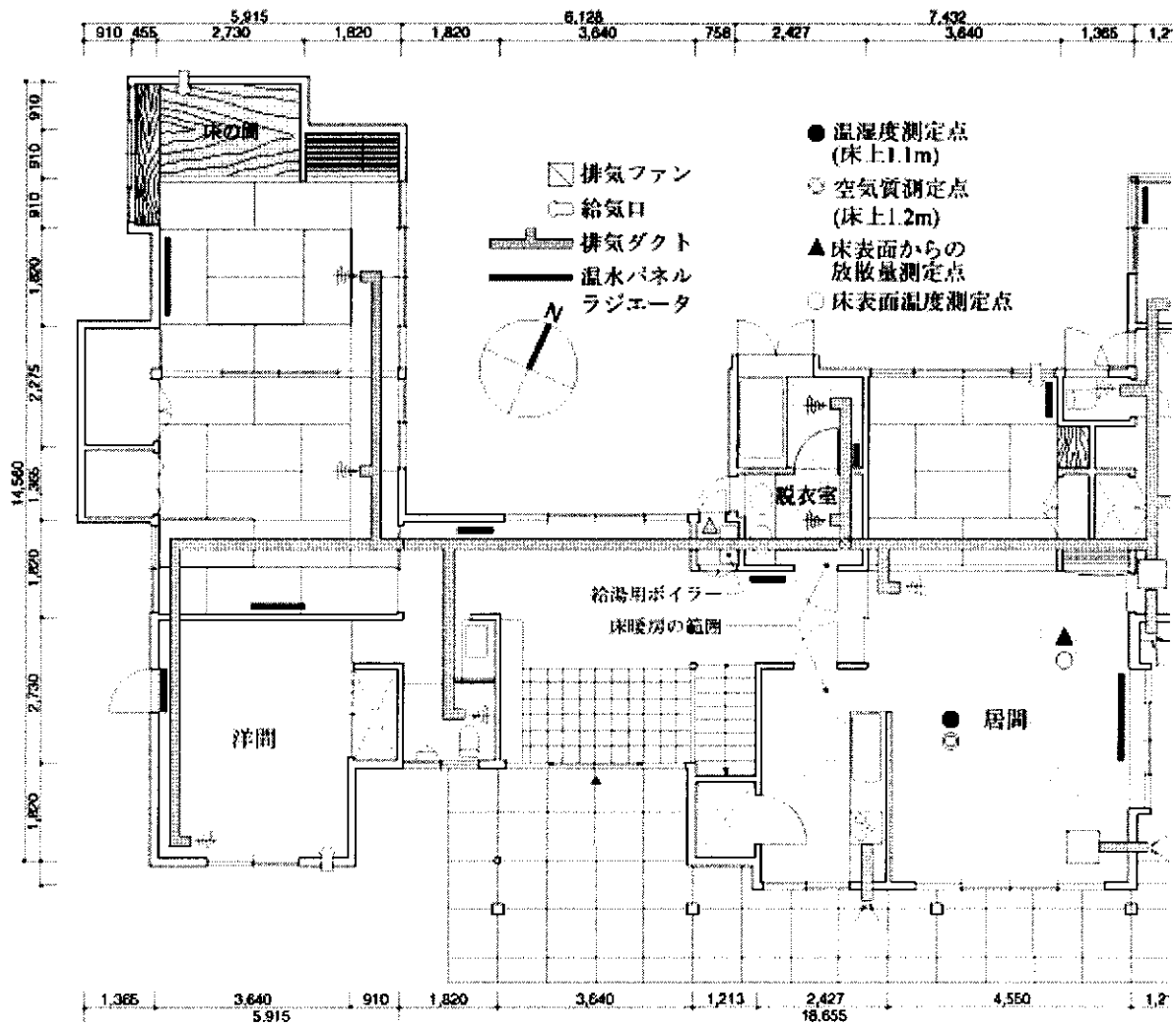


図 7-2 対象住宅の平面

表 7-2 S邸内部仕様詳細 (1階)

部屋名	床仕上げ	壁仕上げ	天井仕上げ
ホール (玄関タイル)	木質フローアー、せつ器タイル	左官レーブ内装用	左官レーブ内装用
居間	木質フローアー	クロス貼	クロス貼
食堂	木質フローアー	クロス貼	クロス貼
台所	木質フローアー	クロス貼	クロス貼
廊下	木質フローアー	クロス貼	クロス貼
洗面所	木質フローアー	クロス貼	クロス貼
便所	木質フローアー	クロス貼	クロス貼
和室	断熱畳敷	クロス貼	クロス貼
仏壇	米松合板	クロス貼	クロス貼
神棚	木目調プリント合板	クロス貼	クロス貼
寝室	木質フローアー	クロス貼	クロス貼
ウォークインクローゼット	木質フローアー	クロス貼	クロス貼
収納	モルタル金ゴテ仕上	収納化粧石膏ボード	収納化粧石膏ボード

表 7-3 M邸内部仕様詳細

部屋名	床仕上げ	壁仕上げ	天井仕上げ
玄関	磁器質タイル 100角	ビニールクロス貼 (PB12 下地)	ビニールクロス貼 (PB12 下地)
1階ホール・廊下	フローリング 12mm	ビニールクロス貼 (PB12 下地)	ビニールクロス貼 (PB12 下地)
居間	フローリング 12mm	ビニールクロス貼 (PB12 下地)	ビニールクロス貼 (PB12 下地)
台所	フローリング 12mm	ビニールクロス貼 (PB12 下地)	ビニールクロス貼 (PB12 下地)
洗面所	クッションフロア敷 下地合板 12mm	ビニールクロス貼 (PB12 下地)	ビニールクロス貼 (PB12 下地)
便所	クッションフロア敷 下地合板 12mm	ビニールクロス貼 (PB12 下地)	ビニールクロス貼 (PB12 下地)
浴室	バスユニット	バスユニット	バスユニット
階段下物入	合板 24mm	ビニールクロス貼 (PB12 下地)	PB12
2階ホール・廊下	フローリング 12mm	ビニールクロス貼 (PB12 下地)	ビニールクロス貼 (PB12 下地)
主寝室	フローリング 12mm	ビニールクロス貼 (PB12 下地)	ビニールクロス貼 (PB12 下地)
洋室	フローリング 12mm	ビニールクロス貼 (PB12 下地)	ビニールクロス貼 (PB12 下地)
和室	畳敷 合板 15mm	ビニールクロス貼 (PB12 下地)	ビニールクロス貼 (PB12 下地)
ウォークインクローゼット	フローリング 12mm		
クローゼット	フローリング 12mm	ビニールクロス貼 (PB12 下地)	ビニールクロス貼 (PB12 下地)
納戸	フローリング 12mm	ビニールクロス貼 (PB12 下地)	ビニールクロス貼 (PB12 下地)
押入物入	合板 24mm フローリング 12mm	キリ材 9mm	キリ材 9mm
1階洋室 (書斎)	フローリング 12mm	ビニールクロス貼 (PB12 下地)	ビニールクロス貼 (PB12 下地)