

## ホルムアルデヒド・BTX の揮発による室内空気汚染 その 9\*

石 田 卓\*\*  
 須 貝 高\*\*  
 田 中 隆 一\*\*\*  
 関 口 博 史\*\*\*

### Indoor Air Contamination by Formaldehyde and BTX Volatilized Part 9

Taku ISHIDA\*\*, Takashi SUGAI\*\*,  
 Ryuichi TANAKA\*\*\* and Hiroshi SEKIGUCHI\*\*\*

Concentration in the air of formaldehyde and BTX (benzene, toluene, and xylene) were measured in each room in a newly built residential building. In addition, formaldehyde emissions from various materials were measured on site by means of a Yanagisawa sensor and a simple chamber sensor(Ishida original). The results were:  
 1)In each room, the measured concentration didn't exceed the guideline value of the indoor concentration.  
 2)Examination of the formaldehyde emissions from the interior materials revealed that the all the materials could be classified as F☆☆☆☆.  
 3)Whereas the flooring material shaded by the Low-E double-glazed glass remained F☆☆☆☆ class, the floor facing the ordinary double-glazed glass, which easily transmit solar radiation heat, was degraded to F☆☆☆ class, emitting more formaldehyde than F☆☆☆☆.

**Key Words** : Formaldehyde, BTX, Yanagisawa Sensor, Simple Chamber Sensor, Formaldehyde Emission, Shadhing Low-E Double-glazed Glass, Double-glazed Glass

#### 1. 住宅の概要

表 1 に住宅の概要，表 2，図 1 に住宅の外観及び平面図を示す。

表 1 住宅の概要

住宅名	福岡東展示場 2 新築工事（以下，K邸と称す）
住所	福岡県古賀市鹿部字永浦 530 番 1，545 番 46
竣工日	2009 年 3 月下旬
測定日時	2009 年 3 月 26 日 12 : 30 ～ 27 日 12 : 30 (24 時間)
室内状況	2009 年 3 月 26 日 12 : 30 ～ 27 日 12 : 30 (24 時間)

\* 平成 21 年 5 月 31 日 受付

\*\* 建築学科

\*\*\* 化学システム工学科



表2 住宅の外観

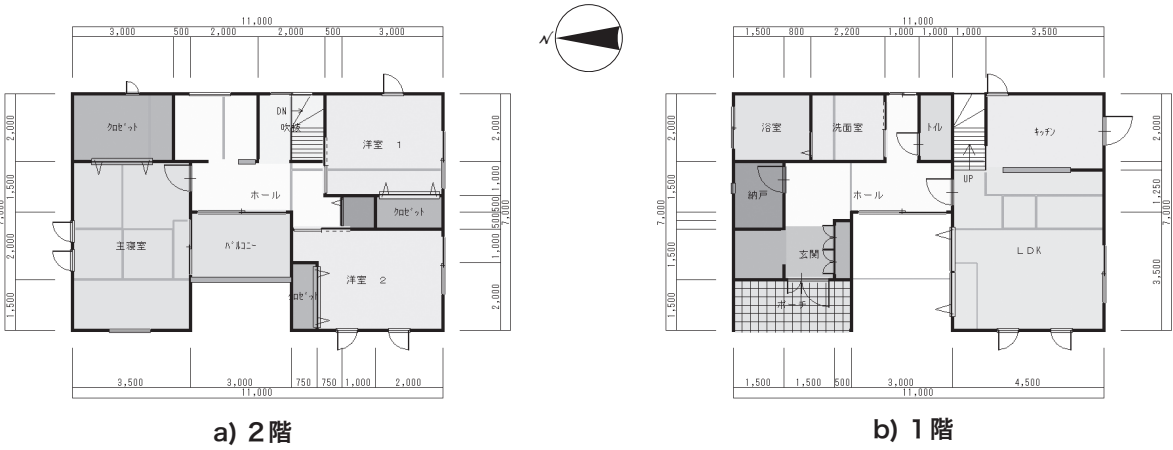


図1 住宅の平面図



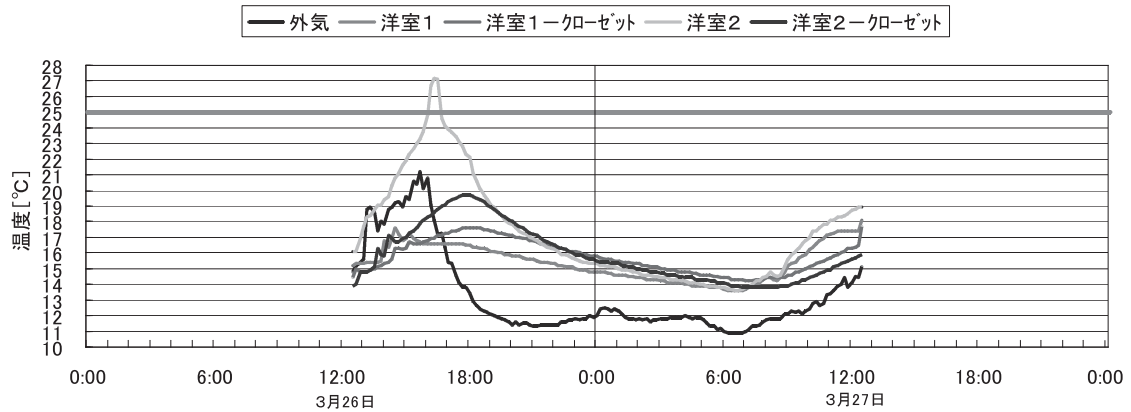
## 2. 実験結果

### 2.1 温湿度

図2に室内外の温湿度を示す。3月下旬の測定であったため、温度の平均値が25℃以下となっている。

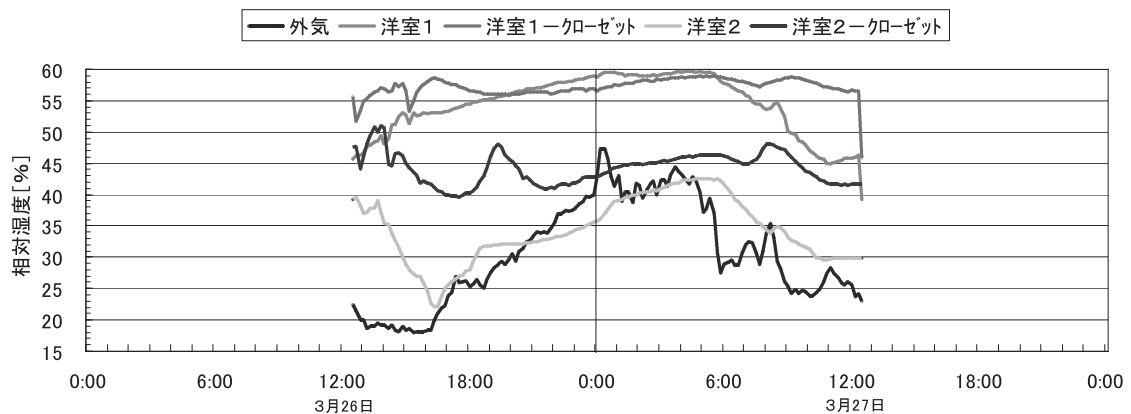
よって、ホルムアルデヒドの濃度については補正を行う必要がある<sup>注2)</sup>。

温度 [℃]	外気	洋室1	洋室1-クローゼット	洋室2	洋室2-クローゼット
最大値	21.2	18.1	17.7	27.2	19.7
平均値	13.3	15.4	15.7	17.3	15.9
最小値	10.9	13.6	14.2	13.6	13.8



a) 温度

相対湿度 [%]	外気	洋室1	洋室1-クローゼット	洋室2	洋室2-クローゼット
最大値	47.4	59.7	58.9	42.6	51.0
平均値	30.5	54.4	57.2	34.3	44.2
最小値	18.0	39.3	45.8	22.1	39.6



b) 相対湿度

図2 室内外の温湿度 (K 邸)



## 2.2 気中濃度

**写真1～6**に室内外の様子と測定結果を示す。測定した箇所（床上1.2 mの高さの空気）は、外気と2階の洋室1（床以外は珪藻土塗り）と2階の洋室2（床以外はビニールクロス貼り）であり、それらに面しているクローゼットなどの化学物質（HCHO：ホルムアルデヒド、BTX（Bz：ベンゼン、Tl：トルエン、Xy：キシレン））の濃度を測定した。なお、厚生労働省の室内濃度の指針値は、ホルムアルデヒドで0.080ppm、トルエンで0.070ppm、キシレンで0.200ppmであり、ベンゼンは現在のところはない<sup>1)</sup>。

室内空気汚染に係るガイドラインとして、厚生労働省が定めている室内濃度の指針値で、ホルムアルデヒドは0.080ppmである。今回の実験では室温が全ての箇所ですべて25℃に満たなかった（**図2のa**参照）ので、補正を行った。

表3にホルムアルデヒドの濃度の高い順に並べた。い

ずれの部屋でも指針値を超えることはなくかなりの低濃度であった。低濃度の中で分析してみると、洋室よりもクローゼットの方が同じあるいは高くなり、2階のホールの床では遮熱Low-E複層ガラスより普通複層ガラスの方が高くなった。

BTXの濃度も、**表4～6**に示したとおり、いずれも指針値を超えることはなかった。

また、2階のホールの西側の窓には、異なる窓ガラス（普通複層ガラス、遮熱Low-E複層ガラス）が設置されており、ガラスを透過してきた日射が床面に当たり、床面温度の違いが生じたことが考えられた。そのことによる床面からの化学物質の放散量の違いを石田オリジナル（**写真7**、測定時間は、2009年3月26日17:00～12:30の19.5時間）により検討を行った。その結果、普通複層ガラスに比べ遮熱Low-E複層ガラスの床面は、化学物質の濃度が少ないことが明らかになった。



**写真1** 外気（玄関前のポーチに設置）（K邸）

HCHO：0.001ppm（補正後0.004ppm）、Bz：<0.001ppm、Tl：0.001ppm、Xy：<0.001ppm、  
平均温度：13.3℃、平均相対湿度：30.5%





**写真2** 2階, 洋室1 (K邸)

HCHO : 0.013ppm (補正後 0.029ppm), Bz : 0.016ppm, Tl : <0.001ppm, Xy : 0.052ppm,  
平均温度 : 15.4 °C, 平均相対湿度 : 54.4 %



**写真3** 2階, 洋室1 - クローゼット (K邸)

HCHO : 0.014ppm (補正後 0.029ppm), Bz : <0.001ppm, Tl : 0.002ppm, Xy : 0.056ppm,  
平均温度 : 15.7 °C, 平均相対湿度 : 57.2 %





**写真4** 2階, 洋室2 (K邸)

HCHO : 0.006ppm(補正後 0.015ppm), Bz : 0.066ppm, Tl : 0.022ppm, Xy : 0.034ppm,  
平均温度 : 17.3 °C, 平均相对湿度 : 34.3 %



**写真5** 2階, 洋室2ークローゼット (K邸)

HCHO : 0.007ppm (補正後 0.017ppm), Bz : <0.001ppm, Tl : 0.003ppm, Xy : 0.029ppm,  
平均温度 : 15.9 °C, 平均相对湿度 : 44.2 %





写真6 2階, ホールの床 (K邸)

普通複層ガラス【左側】HCHO : 0.007ppm, Bz : <0.001ppm, Tl : 0.002ppm, Xy : 0.030ppm

遮熱 Low-E 複層ガラス【右側】HCHO : 0.010ppm, Bz : <0.001ppm, Tl : 0.003ppm, Xy : 0.051ppm

※ホルムアルデヒドに汚染されていないスチール製の容器に穴を開け室内空気が 0.5 回/h に換気されているので, 換気が通るように容器内に空気を通すようにしている. その容器内部に受動式サンプラーを吊した.

表3 ホルムアルデヒドの濃度 (K邸)

指針値	0.080ppm (100%)
2階, 洋室1-クローゼット	0.029ppm ( 36%)
2階, 洋室1	0.029ppm ( 36%)
2階, 洋室2-クローゼット	0.017ppm ( 21%)
2階, 洋室2	0.015ppm ( 19%)
2階, ホールの床(普通複層ガラス)	0.010ppm ( 13%)
2階, ホールの床(遮熱 Low-E 複層ガラス)	0.007ppm ( 9%)
外気	0.004ppm ( 5%)

※但し, <0.001ppm は 0.001ppm より少ないとする.



**表 4** ベンゼンの濃度（K 邸）

2 階，洋室 2	0.066ppm
2 階，洋室 1	0.016ppm
外気	<0.001ppm
2 階，洋室 1 -クローゼット	<0.001ppm
2 階，洋室 2 -クローゼット	<0.001ppm
2 階，ホールの床（普通複層ガラス）	<0.001ppm
2 階，ホールの床（遮熱 Low-E 複層ガラス）	<0.001ppm

※但し，<0.001ppm は 0.001ppm より少ないとする。

**表 5** トルエンの濃度（K 邸）

指針値	<b>0.070ppm（100%）</b>
2 階，洋室 2	0.022ppm（ 31%）
2 階，洋室 2 -クローゼット	0.003ppm（ 4%）
2 階，ホールの床（普通複層ガラス）	0.003ppm（ 4%）
2 階，洋室 1 -クローゼット	0.002ppm（ 3%）
2 階，ホールの床（遮熱 Low-E 複層ガラス）	0.002ppm（ 3%）
外気	0.001ppm（ 1%）
2 階，洋室 1	<0.001ppm（ 0%）

※但し，<0.001ppm は 0.001ppm より少ないとする。

**表 6** キシレンの濃度（K 邸）

指針値	<b>0.200ppm（100%）</b>
2 階，洋室 1 -クローゼット	0.056ppm（ 28%）
2 階，洋室 1	0.052ppm（ 26%）
2 階，ホールの床（普通複層ガラス）	0.051ppm（ 26%）
2 階，洋室 2	0.034ppm（ 17%）
2 階，ホールの床（遮熱 Low-E 複層ガラス）	0.030ppm（ 15%）
2 階，洋室 2 -クローゼット	0.029ppm（ 15%）
外気	<0.001ppm（ 0%）

※但し，<0.001ppm は 0.001ppm より少ないとする。



### 2.3 ホルムアルデヒドの放散量

表7にホルムアルデヒドの放散量と等級区分、表8にホルムアルデヒドの放散量の測定結果を示す。柳沢センサー（日本リビング（株）製）を用いて各部位のホルムアルデヒドの放散量を2箇所ずつ測定した。その結果、表面温度が高くなると、ホルムアルデヒドの放散量が増えるが、いずれもF☆☆☆☆の基準（ホルムアルデヒ

ドの放散量が $5 [\mu \text{g} / \text{m}^3 \text{h}]$ 以下）を満たしている。但し、2階のホールの同一の床面を測定しているが、遮熱Low-E複層ガラス側の床面（表8により27℃）はF☆☆☆☆を満たしているが、床表面温度が上昇していた普通複層ガラス側の床面（表8により31℃）はF☆☆☆（ $5 \sim 20 \mu \text{g} / \text{m}^3 \text{h}$ ）となった。

表7 ホルムアルデヒドの放散量と等級区分

ホルムアルデヒドの放散量	告示で定める建築材料		大臣認定を受けた建築材料	内装仕上の制限
	名称	対応する規格		
$5 \mu \text{g} / \text{m}^3 \text{h}$ 以下		F☆☆☆☆	規制対象外とみなす	制限なし
$5 \mu \text{g} / \text{m}^3 \text{h}$ 超 $20 \mu \text{g} / \text{m}^3 \text{h}$ 以下	第3種ホルムアルデヒド放散建築材料	F☆☆☆	第3種建材とみなす	使用面積を制限
$20 \mu \text{g} / \text{m}^3 \text{h}$ 超 $120 \mu \text{g} / \text{m}^3 \text{h}$ 以下	第2種ホルムアルデヒド放散建築材料	F☆☆	第2種建材とみなす	
$120 \mu \text{g} / \text{m}^3 \text{h}$ 超	第1種ホルムアルデヒド放散建築材料	無等級		使用禁止

表8 柳沢センサーによるホルムアルデヒドの放散量の測定結果 (K邸)

部屋	部位	放散量 $[\mu \text{g} / \text{m}^3 \cdot \text{h}]$
2階, 洋室1	天井 [16℃], 南壁 [17℃], 西壁 [14℃], 北壁 [14℃], 東壁 [14℃], 床 [15℃], 北側のドア [17℃], クローゼットのドア [15℃], クローゼットのドアの隙間 [—]	5 (F☆☆☆☆に相当) 以下
2階, 洋室1-クローゼット	天井 [15℃], 南壁 [16℃], 西壁 [16℃], 北壁 [15℃], 床 [15℃], 天板 [15℃], ドアの内側 [16℃]	
2階, 洋室2	天井 [16℃], 南壁 [18℃], 西壁 [16℃], 北壁 [15℃], 東壁 [16℃], 東壁 (日当たり有り) [17℃], 床 [16℃], 床 (日当たり有り) [20℃], 東側のドア [17℃]	
2階, 洋室2-クローゼット	天井 [15℃], 南壁 [16℃], 西壁 [16℃], 北壁 [15℃], 東壁 [16℃], 床 [15℃], 天板 [15℃], ドアの内側 [16℃]	
2階, ホール	床 (普通複層ガラス側 <sup>注1)</sup> ) [31℃] (写真7のa) 参照)	5 ~ 20 (F☆☆☆に相当)
	床 (遮熱Low-E複層ガラス側 <sup>注1)</sup> ) [27℃] (写真7のb) 参照)	5 (F☆☆☆☆に相当) 以下
1階, LDK	天井 [16℃], 南壁 [17℃], 西壁 [18℃], 北壁 [16℃], 床 [16℃], 床 (日当たり有り) [24℃], クロスの下地合板 [16℃], 壁と床との隙間 [16℃], 窓 (西側) 下の木材 [24℃]	
1階, キッチン-システムキッチン (左)	扉の隙間 [—], 内部板 [15℃], だぼ穴 [15℃]	
1階, キッチン-システムキッチン (右)	扉の隙間 [—], 内部板 [14℃], だぼ穴 [14℃]	
1階, ホール	床 (遮熱Low-E複層ガラス <sup>注1)</sup> ) (日当たり有り) [23℃]	

※ □ 内は、表面温度を示し、赤外線放射温度計(株佐藤計量器製作所製, SK-8700 II)で測定した。





a) 普通複層ガラス



b) 遮熱 Low-E 複層ガラス

写真7 柳沢センサーによるホルムアルデヒドの放散量の測定の様子



## 注

- 1) 普通複層ガラスは5 + A12 + 5 mm, 遮熱 Low-E 複層ガラスは3 + A16 (アルゴンガス入り) + 3 mmである.
- 2) 室温  $t$  が 25 °C に満たない場合には, 以下の式によりホルムアルデヒドの濃度の補正を行うことを推奨する<sup>2)</sup>.

$$c' = c \times 1.09^{(25 - t)} \times 100 \div (50 + rh)$$

ここで,  $c'$ : 補正後のホルムアルデヒドの濃度 [ppm],  
 $c$ : 試料採取時のホルムアルデヒドの濃度 [ppm],  $t$ :  
 試料採取時の平均温度 [°C],  $rh$ : 試料採取時の平均相  
 対湿度 [%]

## 参 考 文 献

- 1) 厚生労働省のホームページ: 「シックハウス (室内空気汚染) 問題に関する検討会中間報告書-第8回~第9回のまとめについて」, 平成 14 (2002) 年 2 月 8 日 (<http://www.mhlw.go.jp/houdou/2002/02/h0208-3.html>)
- 2) 厚生労働省のホームページ: 「室内空气中化学物質の採取方法と測定方法」, 平成 12 (2000) 年 6 月 29 日 ([http://www1.mhlw.go.jp/houdou/1206/h0629-2\\_b\\_13.html](http://www1.mhlw.go.jp/houdou/1206/h0629-2_b_13.html))

## 謝 辞

実験及びデータのまとめについて平成 21 年度の建築学科の学生である綾部修司君の多大なる協力を得た. 本研究の一部は, 福岡大学の研究支援課による平成 21 年度の『室内空気汚染研究チーム (理工学研究部, 課題番号: 075010)』によるものである. ここに記して謝意を表す.