

# 室内空気汚染予測システムの開発

浅井 靖史\*      城田 修司\*\*  
 Yasufumi Asai      Syuji Shirota  
 佐々木 亮治\*      萩谷 宏三\*  
 Ryoji Sasaki      Kozo Hagiya

## 1. はじめに

近年、建材・施工材等から放散される化学物質が原因とされる「シックハウス症候群」が社会問題化している。

このような背景を受け、行政側は建築基準法改正によるホルムアルデヒド・VOC 発生建材の制限等の動きを見せており、今後益々厳しい規制が適用されることが考えられる。このため、設計の段階から合理的に考慮されたシックハウス対策の必要性が求められており、それには、化学物質による室内空気汚染の度合いを予測するといった濃度予測技術の確立が必要となる。

今回、室内のホルムアルデヒドおよび VOC 濃度を予測するシステムを開発したので、その概要を報告する。

## 2. システムの開発コンセプト

本システムを使用するユーザーとして、設計・施工に携わる建築系技術者を想定して開発を行った。したがって、シックハウス問題に関して深い知識を有しない人でも利用可能な使いやすさ、実用性を重視した。具体的には以下の点を考慮してシステムを検討した。

- ・建築に携わる設計者・施工者であれば容易に扱える。
- ・高いスペックのパソコンを必要としない。
- ・基礎データ等の更新が容易にできる。

## 3. システムの概要

### (1) システムの構成

本システムは、行政側の法規制等の社会動向や今後の研究成果、新建材の登場等に柔軟に対応するため、ネットワーク上のサーバーに部材および物質ごとの放散特性に関するデータベースを構築し、これを利用して濃度予測を行うサーバー/クライアント方式で構成されている。システムの構成を図-1 に示す。

また、システムを ASP (Active Server Page) による web サービスとしてデータ更新・メンテナンスを一

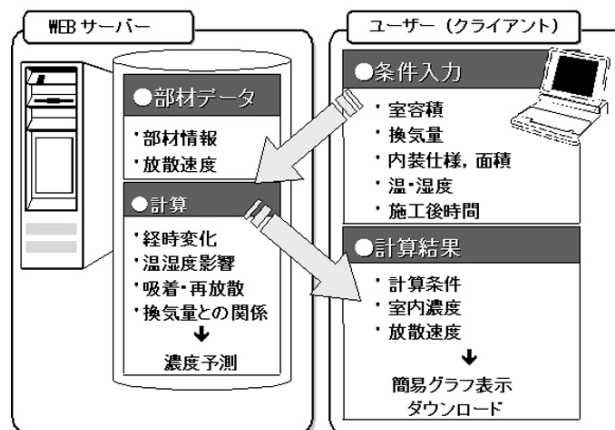


図-1 システムの構成

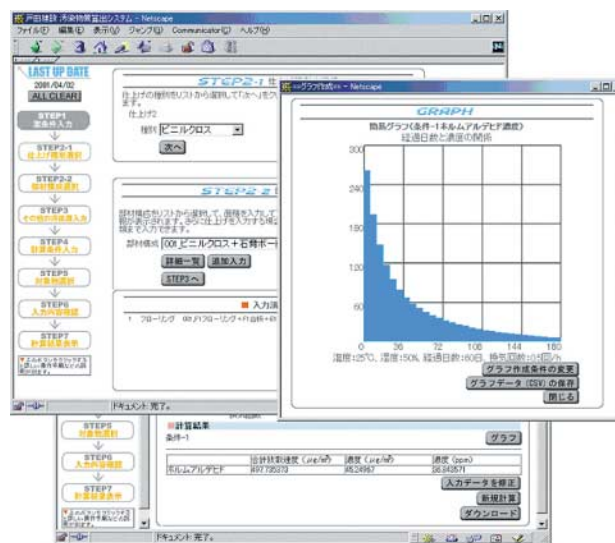


図-2 室内空気汚染予測システムの表示画面例

括管理したことでユーザーは特別な作業を必要とせず、常に最新データに基づいた予測を行うことが可能となった。

図-2 に web 上の表示画面の一例を示す。

本システムでは、ユーザーはブラウザを用いてサーバーにアクセスし、入力画面に沿って対話形式で入力を行う。入力項目は室容積、温度、湿度、施工経過時間、換気回数の計算条件と仕上げ部材の選択および施工面積がある。予測結果は入力条件および物質ごとの重量濃度 [μg/m<sup>3</sup>] と体積濃度 [ppm] が表示され、濃度の経時変化などの簡易グラフも表示させることが可能である。

### (2) 濃度予測の方法

本システムにおける濃度予測の計算は、一般的な空気汚染で用いられている下記の(1)式に基づいて行われる。

$$C = C_0 + \frac{\sum(EF \times S)}{Q} \quad (1)$$

C : 定常濃度 [μg/m<sup>3</sup>], C<sub>0</sub> : 外気濃度 [μg/m<sup>3</sup>],  
 EF : 放散速度 [μg/m<sup>3</sup>h], S : 施工面積 [m<sup>2</sup>],  
 Q : 換気量 [m<sup>3</sup>/h]

ここで濃度予測に大きく影響を与える各建材由来の化学物質放散速度 EF [μg/m<sup>3</sup>h] は基礎データとして特

\* 技術研究所技術研究部環境技術研究課

\*\*技術研究所技術研究部建築技術研究課

表-1 基礎データベースの一例

基礎温度TS	25	基礎湿度HS	50	物質名	ホルムアルデヒド	外気濃度C0	5	分子量	30.03	指針値	100	トルエン	40	物質40	.....
式				化学物質情報								92.14	.....	.....	.....
種別	名称	詳細1	詳細2	詳細6	備考	EFO	K1	K2	K3	EF	EFS	EFO	.....	EFO	.....
フローリングA	フローリングA	フローリングA(社/****/FC0)	釘打ち	.....	実験	-0.016	0.95	1		1	(EF0*exp(K1*d))*exp(9799*(1/(273+TS))	.....	.....	.....	.....
フローリングB	フローリングB	フローリングB(社/****/FC0)	接着剤(D社/****/)	.....	実験	-0.016	0.95	1		1	(EF0*exp(K1*d))*exp(9799*(1/(273+TS))	.....	.....	.....	.....
ビニル壁紙A	ビニル壁紙A	ビニル壁紙A(社/****/SV)	接着剤(H社/****/NF)	.....	実験	-0.082	0.95	1		1	(EF0*exp(K1*d))*K2*EF	.....	.....	.....	.....
ビニル壁紙B	ビニル壁紙B	ビニル壁紙B(社/****/SV)	接着剤(J社/****/NF)	.....	実験	-0.082	0.95	1		1	(EF0*exp(K1*d))*K2*EF	.....	.....	.....	.....
他壁紙	紙クロス	紙クロス(M社/****/RAL)	接着剤(H社/****/NF)	.....	実験	22.729	-0.6056	0.95	1	1	(EF0*exp(K1*d))*K2*EF	.....	.....	.....	.....
不織布壁紙A	不織布壁紙A	不織布壁紙A(N社/****/RAL)	接着剤(H社/****/NF)	.....	実験	0.8002	-0.432	0.95	1	1	(EF0*exp(K1*d))*K2*EF	.....	.....	.....	.....
塗装	合成樹脂EPA	合成樹脂EPA(E社/****/W1)	シーラー(K社/****/W1)	.....	実験	18.074	-0.0277	0.95	1	1	(EF0*exp(K1*d))*K2*EF*exp(9799*(1/(273+TS))	.....	.....	.....	.....
合成樹脂EPA	合成樹脂EPA	合成樹脂EPA(L社/****/W2)	シーラー(L社/****/W2)	.....	実験	14.86	-0.0455	0.95	1	1	(EF0*exp(K1*d))*K2*EF*exp(9799*(1/(273+TS))	.....	.....	.....	.....
建材書A	建材書A	建材書A(O社/****/)	.....	.....	実験	3.6645	0	0.95	1	1	(EF0*exp(K1*d))*K2*EF*exp(9799*(1/(273+TS))	.....	.....	.....	.....
本壁A	本壁A	本壁A(O社/****/)	.....	.....	実験	1.9506	0	0.95	1	1	(EF0*exp(K1*d))*K2*EF*exp(9799*(1/(273+TS))	.....	.....	.....	.....
カーペット	アクリルカーペットA	アクリルカーペットA(P社/****/)	.....	.....	実験	16.578	-0.0403	0.95	1	1	(EF0*exp(K1*d))*K2*EF*exp(9799*(1/(273+TS))	.....	.....	.....	.....
カーペット	ウールカーペットA	ウールカーペットA(P社/****/)	.....	.....	実験	9.3742	-0.0623	0.95	1	1	(EF0*exp(K1*d))*K2*EF*exp(9799*(1/(273+TS))	.....	.....	.....	.....
木建具	木製扉	木製扉(Q社/****/)	.....	.....	実験	5.4543	-0.0331	0.95	1	1	(EF0*exp(K1*d))*K2*EF*exp(9799*(1/(273+TS))	.....	.....	.....	.....

表-2 新築集合住宅概要

測定対象住戸	地上3階RC造新築集合住宅 (平成14年4月竣工)
	3階住戸内の洋室
室内温湿度	30.1℃ 68%RH
測定実施日	平成14年8月28日
床面積 (m <sup>2</sup> )	12.1
室容積 (m <sup>3</sup> )	28.9

表-3 測定条件およびタイムテーブル

	~測定前日	測定日
時刻	~17:00	17:00-12:00(閉鎖)
測定条件	換気作業	空調・機械換気停止, 建具締め切り
測定		○

表-4 予測濃度と実測濃度の比較

測定化学物質名	気中濃度 (μg/m <sup>3</sup> )	
ホルムアルデヒド	実測値	82
	予測値	88
TVOC	実測値	2440
	予測値	1645

に重要である。これらの放散速度については、これまでに小型チャンバーを用いた実験室実験や実スケールのモデルルームを用いた実測<sup>1), 2)</sup>を重ねて多くのデータを蓄積してきており、精度の高い濃度予測を可能にした。これらのデータはサーバー上に基礎データベースとして格納されている。表-1に本システムの基礎データベースを示す。データベースは建材・施工材単体だけでなく、床材等の組合せ部材に関するデータも含んでいる。データベース本体はテキストファイル(csv)であり、各化学物質の基本情報(外気濃度、分子量、指針濃度)と、各部材に関する仕様等の情報および汚染物質ごとの放散特性で構成されている。実際の濃度計算では、初期放散速度と入力した計算条件に応じて放散速度を求めるモデル式(K1~K3の3つの係数から構成される)によって行われる。また、モデル式に化学物質の内装材への吸着影響を反映させることも可能である(今回は反映させていない)。

#### 4. 濃度予測結果と実測値との比較

本システムの濃度予測精度を検証するため、神奈川県内の新築集合住宅のホルムアルデヒドおよび総揮発性有機化合物(TVOC)の気中濃度を測定し、濃度予測値との比較を行った。表-2に実測を行った新築集合住宅の概要を、表-3に測定のタイムテーブルを示す。なお、測定を実施した洋室の内装仕様は、床がフローリング、壁・天井がビニルクロス、木質建材はFC<sub>0</sub>およびE<sub>1</sub>規格のものが使用されている。住戸は竣工から未入居であり、洋室は玄関側にあるので日射影響は最小限に抑えられている。また、建具を締め切った状態での洋室における換気回数は、炭酸ガス法による計測で0.14回/hであった。

表-4に予測値と実測値の比較を行った結果を示す。ホルムアルデヒドに関しては、予測値は実測値に非常に近く、TVOCに関しても予測値は実測値の約7割の値を示し、予測精度として本システムは十分実用レベルにあることが明らかとなった。

#### 5. おわりに

サーバー/クライアント方式としたことで、ユーザーが扱いやすく、柔軟性に富んだ濃度予測システムを構築できた。また、今まで蓄積されたデータを基礎データベースとして構築し、その結果高い予測精度を確保できた。

謝辞：本開発は戸田建設(株)および早稲田大学との共同研究成果の一部である。本開発を行うにあたって御指導・御協力賜りました。早稲田大学理工学部建築学科の田辺新一教授ならびに研究室の皆様、戸田建設(株)村江行忠様に深く感謝する。

#### 参考文献

- 1) 浅井他：実大モデルルームを用いた室内化学物質濃度・放散速度に関する研究(その1), 建築学会大会学術講演梗概集環境工学II, pp. 865-866, 2001.
- 2) 伴野他：実大モデルルームを用いた室内化学物質濃度・放散速度に関する研究(その2), 建築学会大会学術講演梗概集環境工学II, pp. 867-868, 2001.