

室内化学汚染防止対策の総合情報発信・評価システムの開発

「住まいの簡易診断 2001」の紹介

森川泰成・梅田和彦・洞田浩文*1

Keywords: assessment for indoor air chemical pollution, transmitting information, architectural charter for healthy indoor air

室内空気化学汚染評価, 情報発信, 清浄空気・建築憲章

1. はじめに

近年, 化学汚染物質による室内空気汚染が, 住宅をはじめ大きな問題になっている。主な原因には, 建物の高気密化, 化学物質を多用した新建材の使用, 生活用品から発生する化学物質などが考えられる。このような背景から, 化学物質による室内空気汚染の実態調査, 人体への医学的影響, 測定方法, 抑制方法, 放散・拡散過程の解明などの研究が行われている。本報では, 科学技術庁(現文部科学省)の科学技術振興調整費の助成を得て, (社)日本建築学会の室内化学物質空気汚染調査研究委員会(IAPOC: Indoor Air Pollution by Organic Compounds, 委員長: 慶應義塾大学村上周三教授(当時, 東京大学教授))で推進してきた研究課題「室内化学物質空気汚染の解明と健康・衛生居住環境の開発」の3年間(平成10~12年度)における建築学, 化学, 医学, 社会科学の各分野の代表的な研究者による研究成果に基づき, 筆者らが開発を担当した室内化学汚染対策ソフト「住まいの簡易診断 2001」を中心に, 室内化学汚染防止対策の総合評価システムを紹介する。なお, 同ソフトは, (社)日本建築学会の「清浄空気・建築憲章」のなかでも紹介されている。

2. 室内化学汚染防止対策の総合評価システム

室内化学汚染は, 専門知識をもつ技術者や研究者に調査依頼をすれば, 汚染状況や改善項目の把握は可能である。しかし, 住宅をはじめ物件数の多い建物毎に調査することは, 多大な費用と時間を必要とする。そこで, 室内化学汚染の専門知識をもたない一般生活者でも, 汚染の原因と改善対策を容易に確認できるツールがあれば, 室内化学汚染による健康被害の削減に寄与することに

なる。筆者らは, 住まい手ならびに設計者, 施工者を対象として, 室内化学汚染の予測から最適な対策等の提案まで総合して評価できるシステム(以下, 総合情報発信・評価システム)の構築を目的とし, 次節以降で説明する「マニュアル」, 「住まいの問診票」, 「住まいの簡易診断システム」の開発を行った。

2.1 総合情報発信・評価システムの概要

当該システムは, IAPOCの研究課題に対する委員会メンバーによる研究成果を, 紙面と電子媒体にまとめて社会発信することを主な目的としている。図-1に研究課題

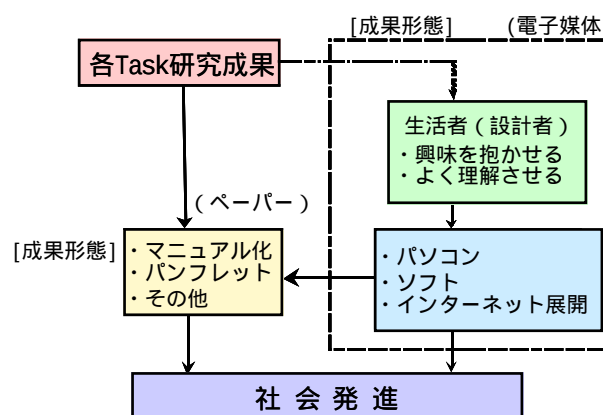


図-1 研究課題におけるシステムの位置付け
relationship with study results from IAPOC project

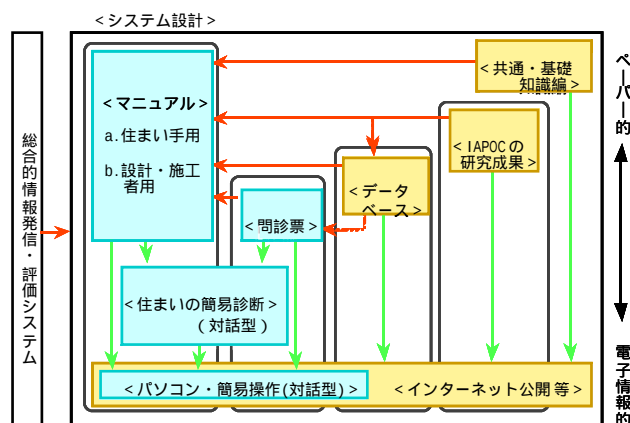


図-2 総合情報発信・評価システムの概要
Structure of information and diagnosis system

* 1 現在, (有)神内ファーム21

におけるシステムの位置付けを、図-2にシステムの概要を示す。

紙面は、Q&A形式で約100項目の化学汚染対策を紹介している「マニュアル」¹⁾である。この「マニュアル」では、住まい手に対して、化学物質による室内空気汚染を極力低減できるような情報を提供している。筆者らも、IAPOCの委員として、次節以降で説明する「住まいの問診票」や「住まいの簡易診断システム」を中心に執筆を担当した。

電子媒体は、筆者らが開発を担当した室内化学汚染対策ソフト「住まいの簡易診断2001」である。このソフトについては、次節にて概要を説明する。

2.2 「住まいの簡易診断2001」

「住まいの簡易診断2001」は、図-3に示すように、「住まいの問診票」と「住まいの簡易診断システム」に大きく分けて構成されており、各々単独で評価することも可能になっている。「住まいの問診票」と「住まいの簡易診断システム」の選択画面を図-4に示す。「住まいの問診票」へ進む場合は「問診票の記入」を、「住まいの簡易診断システム」へ進む場合は「住まいの簡易診断」を選択すれば可能である。さらに、図-4の選択画面で、「データベース」を選択すれば、「住まいの簡易診断2001」で使用する建材等のデータベースの参照も可能になっている。この「データベース」は、今後の研究成果をふまえ、随時、データの変更や更新が可能になっている。

2.2.1 「住まいの問診票」

「住まいの問診票」は、住まい手の情報を含めて住まい全般を問診により簡便に診断することを目的としており、さらに、その結果を自分で容易に評価できることが主な特長である。

「住まいの問診票」は、住まい手や設計・施工者に対して住まいの診断が可能な内容になっている。ソフトの画面では、住まい手用と設計・施工者用のどちらかを選択した後、住まい手用では入居前と入居後の2種類、設計・施工者用では計画・設計時と完成後の2種類の問診票を選択できるようになっている。

図-5に示すように、「住まいの問診票」の基本構成は、次の三つに分類している。

個人の属性や習慣を把握するための「住まい手の属性に係わる情報」

空気汚染問題の原因把握のための「建物・設備とその使い方に関する情報」

空気汚染の人体への影響を把握するための「住まい手の身体に関する情報」

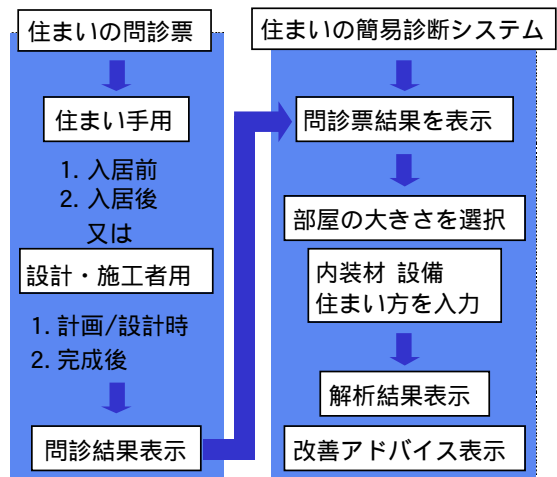


図-3 「住まいの簡易診断2001」の基本フレーム
basic construction of "Diagnosis system for residence 2001"



図-4 「住まいの簡易診断2001」の診断メニュー選択画面
selective menu on diagnosis
of "Diagnosis system for residence 2001"



図-5 「住まいの問診票」の基本構成
structure of "Questionnaire for residence"

さらに、利用目的や回答者の属性に対して、質問内容を次のように分けて用意している。

利用目的別

建築前あるいは入居前の住まいの確認用

入居後に問題が発生した場合や環境改善の場合における原因究明と対策立案用

回答者別

住まい手用

設計者又は施工者用

以上の内容で構成されている「住まいの問診票」の問診結果は、室内空気化学汚染問題の専門家が分析可能であること、さらに専門知識がない住まい手あるいは設計・施工者が調査結果を容易に確認できることが重要と考え、評価シートで簡易的に診断可能な内容になっている。

図-6に「住まいの問診票」の入力例を、図-7に評価シートの例を各々示す。評価シートでは、作成したレーダーチャートが外側に膨らんでいるほど問題が大きいことを示す。

また、この問診結果は、図-8に示すように、住まい手、設計者・施工者、研究者、医者間で診断情報として活用されることも意図しており、室内空気化学汚染の問題解決の助助手段としての機能も備えている。

「住まいの問診票」における問診手順を、整理して下記に示す。

住まい手用か、設計・施工者用かを選択。

住まい手用の場合、入居前か入居後を選択。

設計・施工者用の場合、計画・設計時か完成時を選択。

個人の属性、個人の習慣、周囲環境、建物概要、建物仕様、設備仕様、室内状況の各質問項目を回答。

問診結果の評価シートを表示。

なお、「住まいの問診票」での評価は簡易的であり詳細な検討が必要な場合、専門家に相談する必要がある。

2.2.2 「住まいの簡易診断システム」

「住まいの簡易診断システム」は、室内空気化学汚染濃度を定量的に把握し、改善策を提示することを目的としている。このシステムでは、IAPOCの研究課題に対する委員会メンバーの研究成果である、内装材や喫煙による化学汚染物質の発生量等をデータベース化してある。室内空気化学汚染に対する専門知識がない住まい手や設計・施工者でも、内装材の選定、住まいの状況、換気の状況等を任意に組み合わせて、住宅居室内空気の化学汚染濃度をパソコン上で簡易評価でき、問題がある場合は改善策に関する情報が得られることが特長である。対象とする化学物質は、ホルムアルデヒドであるが、今後の

図-6 「住まいの問診票」の建物仕様の入力例
example of building information
of "Questionnaire for residence"



図-7 「住まいの問診票」の評価シートの例
example of evaluated sheet of "Questionnaire for residence"

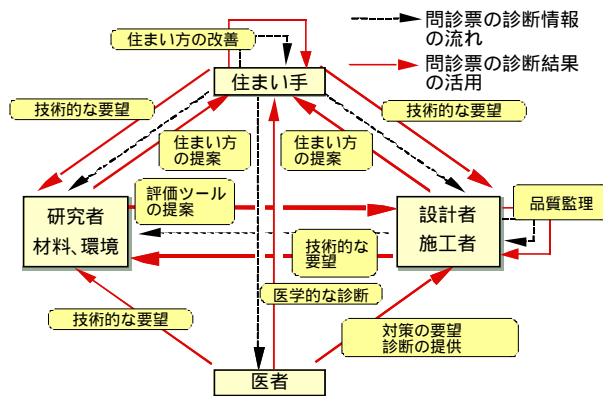


図-8 「住まいの問診票」の診断情報の流れと活用
the flow and utilization of diagnostic information
of "Questionnaire for residence"



図-9 「住まいの簡易診断システム」での問診結果表示の例
example of results of "Questionnaire"
in "Diagnosis system for residence"

研究成果などをふまえて、随時新たな化学物質の追加、変更、更新を行えるようになっている。

なお、図-3で示したとおり、「住まいの簡易診断システム」では、「住まいの問診票」の問診結果の確認が可能である。ここで、問診結果は、過去のバックデータから選択して確認することも可能である。問診結果の確認内容は、家族構成、周辺環境、建物仕様の3種類で、図-9に周辺環境の確認画面の例を紹介する。

「住まいの簡易診断システム」では、下記に示すように、住宅で標準的な3種類の部屋の大きさを任意に選択が可能である。図-10に部屋の大きさの選択画面を示す。

小さめの部屋（4畳～6畳相当）

中くらいの部屋（8畳～10畳相当）

大きめの部屋（12畳～20畳相当）

部屋の大きさを選択した後、図-11のような内装材の選択画面に進むことができる。この画面では、内装材を床、壁、天井の3つの部位に分けて、化学物質汚染に対する対策を施した材料（以降、対策品）なのか、対策を施していない材料（以降、非対策品）なのかを任意に組み合わせる選択することが可能である。また、対策品のリストを画面で確認してからの入力も可能である。ここで、室内空気化学汚染に関して専門知識をもつ人を対象に、先程の3つの部位毎に内装材の化学物質の放散量を数値で入力すること、さらに学会や大学等の研究機関のホームページへリンクさせて、室内空気化学汚染に関する最新情報を確認することも可能になっている。なお、選択した内容や入力した数値は、図-11の左上の室内表示画面内で確認できるようになっている。

内装材を選択した後、画面右側で次の入力内容の項目が点灯し、図-12のような設備の設定画面に進むことができる。この画面では、換気システム3種類と暖房設備5種類から任意に各1種類の選択が、さらに空気清浄機の有無も選択が可能である。換気システムと暖房設備の選択項目を次に示す。

換気システム： 24時間換気システム、 換気扇
自然換気

暖房設備： 石油ストーブ、 石油ファンヒーター
エアコン、 こたつ
ホットカーペット

設備を選択した後、図-13のような住まい方の設定画面に進むことができる。この画面では、換気の状態3種類と、家具2種類又は家具なしから任意に各1種類の選択が可能である。さらに、室内での喫煙本数がタバコ1本単位で入力可能で、禁煙も設定できる。換気の状態と家具の選択項目を次に示す。



図-10 「住まいの簡易診断システム」の部屋の大きさの選択画面
selective menu of room size in "Diagnosis system for residence"



図-11 「住まいの簡易診断システム」の部屋の建材の選択画面
selective menu of room materials in "Diagnosis system for residence"



図-12 「住まいの簡易診断システム」の部屋の設備の選択画面
selective menu of room equipments in "Diagnosis system for residence"



図-13 「住まいの簡易診断システム」の住まい方の選択画面
selective menu of dwelling style in "Diagnosis system for residence"

換気の状態 : 常時, 時々, ほとんどしない
家具 : 書棚, 食器棚, 家具なし

以上の設定が全て終了した後、図-14のような解析結果の表示画面に進むことができる。この画面では、計算した室内のホルムアルデヒド気中濃度、換気量の値を表示する。ホルムアルデヒド気中濃度が、厚生労働省の基準値 $0.1\text{mg}/\text{m}^3$ を越えている場合、図-14の室内表示画面で示すように、体調不良の人物が登場する。ここで、ホルムアルデヒド気中濃度が高くなった原因や改善対策を確認することができれば、室内空気化学汚染状況を改善できる可能性がでてくる。

解析結果を表示した後、図-15に示すように、ホルムアルデヒドが発生する割合を、天井、壁、床、タバコの煙、暖房器具、家具の各項目について表示する画面へ進むことが可能である。この割合が大きい項目は、改善を最優先すべきことを意味している。図-15に示すホルムアルデヒドの発生割合は、図-14で示したホルムアルデヒド気中濃度が高い最大の原因が、「タバコの煙」であることを示している。さらに、この画面から、計算したホルムアルデヒド気中濃度が、人体に及ぼす健康影響を具体的な症状で確認できる画面へ進むことも可能である。

また、解析結果を表示した後、図-16のような汚染状況の要因に対する改善アドバイスの画面に進むこともできる。この画面の例では、内装材、暖房器具、喫煙に汚染原因があることを表示している。

従って、これらを改善する為に、図-11で内装材を全て対策品に、図-12で暖房器具を石油ファンヒーターからエアコンに、さらに図-13で禁煙に各々の設定画面で変更して、再度、図-17のように解析結果の表示画面を表示する。汚染原因を改善した結果、図-17の室内表示画面で示すように、ホルムアルデヒド気中濃度が厚生労働省の基準値 $0.1\text{mg}/\text{m}^3$ 以下となり、体調良好な人物が登場する。このように、「遊び」の要素をソフトへ含ませることも、室内空気化学汚染に対する専門知識をもたない一般生活者等が、ソフトを使いながら知識を高めていくうえで大切であると考えている。

ここで、居室内を換気している状況において、ホルムアルデヒド気中濃度がどのように減少していくのかを、室内化学汚染に対して知識をもたない一般生活者等が、自分自身で確認できれば、さらに知識を高めることが可能になると考えられる。そこで、このソフトでは、CFD解析で算出したホルムアルデヒド気中濃度の経時変化の過程を、連続した映像で確認できる機能も備えている。図-18にその出力例を示す^{注)}。このCFD解析については、現在サンプル表示の段階であるが、将来的には設定



図-14 「住まいの簡易診断システム」の評価結果画面例 1
example 1 of evaluated results
in "Diagnosis system for residence"



図-15 「住まいの簡易診断システム」の評価結果画面例 2
example 2 of evaluated results
in "Diagnosis system for residence"



図-16 「住まいの簡易診断システム」の評価結果画面例 3
example 3 of evaluated results
in "Diagnosis system for residence"



図-17 「住まいの簡易診断システム」の評価結果画面例 2
example 2 of evaluated results
in "Diagnosis system for residence"

条件毎にCFD解析が行えるように検討をしていく予定である。

「住まいの簡易診断システム」における計算手順を、整理して下記に示す。

「住まいの問診票」で診断の場合、問診結果を確認。
 部屋の大きさを選定。
 部屋の内装仕上材を選定。
 部屋の設備（換気、暖房、空気清浄機）を選定。
 住まい方（換気状態、喫煙状況、家具）を選定。
 室内状況を設定後、計算を行い室内濃度を表示。
 計算した室内濃度に対する問題の改善策を表示。
 改善策に関係する の画面へ戻って設定した条件を変更し、 の画面で室内濃度を再計算した結果が問題なければ終了。問題があれば の画面で改善策を確認し、 の手順を問題が解決するまで繰り返すことが可能。

なお、「住まいの簡易診断システム」では、「住まいの問診票」と同様に、今後の研究成果をふまえて、随時内容の変更、更新などを行う予定である。

3. まとめ

総合情報発信・評価システムの一環として、筆者らが開発した室内化学汚染対策ソフト「住まいの簡易診断2001」を中心に紹介した。

このソフトは、次の2つの項目で構成されている。主な特長は下記のとおりである。

「住まいの問診票」

住まいの状況を、問診によって自分自身でチェックし、どこに問題があるかを簡便に知ることができる。

「住まいの簡易診断システム」

内装材、設備、住まい方等を任意に設定し、想定した室内の化学物質濃度を算出し、問題がある場合の改善アドバイスによって、自分自身で室内汚染状況を改善する方法を学習できる。その結果、筆者らは、このソフトによって、室内化学汚染による健康被害の削減に寄与できると考えている。

なお、このソフトは、現在（平成14年5月現在）、(社)日本建築学会のホームページの室内化学物質空気汚染調査研究委員会(IAPOC) (<http://news-sv.aij.or.jp/iapoc/IAPOC.htm>) で無料のダウンロードが可能である。動作環境の確認が済んでいるOSは、Windows95、Windows98、WindowsNT、WindowsMeである。

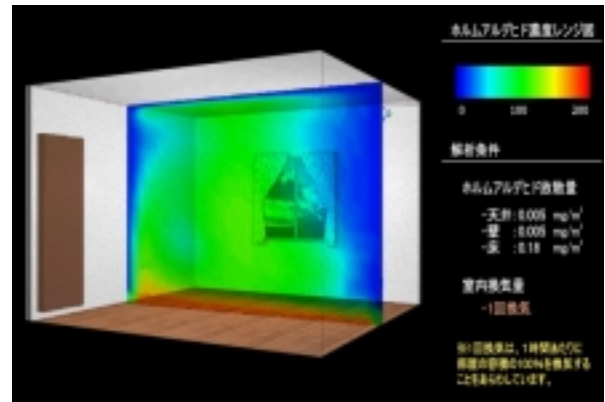


図-18 CFD解析の例
example of Computational Fluid Dynamics

参考文献

- 1) (社)日本建築学会編,「シックハウス事典」,技報堂出版(株),2001年9月
- 2) 寺西佳子他:室内化学物質空気汚染対策のための問診票作成に関する研究,日本建築学会大会学術講演梗概集(中国), pp.823~824, 1999.9
- 3) 森川泰成他:室内化学物質空気汚染に係わる総合的情報発信・評価システムの開発に関する研究,空気調和・衛生工学会学術講演会講演論文集, pp.17~20, 1999.9
- 4) 洞田浩文他:室内化学物質空気汚染対策のための問診票の作成とその適用方法に関する研究,空気調和・衛生工学会学術講演会講演論文集, pp.21~24, 1999.9
- 5) Horata et al.:Development and Application of Questionnaires for Investigating Indoor Air Chemical Pollution,Denmark-Japan Workshop on IACP,1999.10
- 6) 洞田浩文他:室内化学物質空気汚染対策のための問診票作成に関する研究(その2)問診票の試行による改良と情報提供・発信システムへの展開,日本建築学会学術講演梗概集(東北), pp.819~820, 2000.9
- 7) Horata et al.:Development of Diagnostic Questionnaire Sheet and Prediction System for Sick Houses,Japan-Denmark Workshop on Indoor Air Chemical Pollution and Indoor Environment,pp.81~86,2000.10

注)本システムは、科学技術庁(現文部科学省)科学技術振興調整費の助成を得て、(社)日本建築学会の室内化学物質空気汚染調査研究委員会で推進してきた研究課題「室内化学物質空気汚染の解明と健康・衛生居住環境の開発」の3年間(平成10~12年度)の研究成果に基づき、筆者らが開発を担当した室内化学汚染対策ソフト「住まいの簡易診断2001」を、さらに発展させたものであり、(社)日本建築学会のホームページでダウンロード可能なソフトの内容と一部異なっている。