長野市を中心とした一戸建て住宅の室内温熱環境に関するデータベースの構築と活用に関する研究

THE STUDY OF FRAMING AND APPLICATION OF DATABASE ON THE INDOOR THERMAL ENVIRONMENT OF DETACHED HOUSES IN NAGANO CITY

山岸明浩 ———*1
河路友也 ———*2
手塚光晴 ———*3
山下恭弘 ———*4

Akihiro YAMAGISHI
Tomoya KAWAJI
Mitsuharu TEZUKA
Yasuhiro YAMASHITA

This study report the framing and the application of the database on the indoor thermal environment of the detached houses in Nagano city. The number of the subjects is 290 in total. The items of the framed database are grouped into four classes: property of the investigated houses, result of the indoor thermal environmental measurement, capacity of the heat insulation and the airtightness and plan of the investigated houses. The application of database was able to care and accumulate our valuable data, and realized rational management. The knowledge that is obtained by analysis is useful for study and design of the indoor thermal environment.

キーワード:
データベース, 室内温熱環境, 一戸建て住宅, 長野市

Keywords:
Database, Indoor thermal environment, Detached house, Nagano city

1 はじめに

近年, 住宅の室内温熱に関する研究は, 地球環境問題を背景に, 多くの研究者により様々な地域で数多くの調査が実施されている。これらの多くは, それぞれの研究の目的に応じて収集されたデータを用い検討が行われている。全国で実施されている住宅の室内温熱環境に関する研究は, 気象条件や住様式などの地域特有の諸条件に関連が深く, 研究者の住宅に対する思想も包含されながら, 独自の展開がなされている。地域に適応した住宅を計画, 設計する場合, 地域特性の把握や位置づけ, あるいは建物の意匠やそこに形成された室内環境についての情報が必要である。住宅の室内温熱環境に関わるデータに対して, 各地域の研究成果をまとめ調査データの比較検討を行った研究には, 村上, 吉野の研究¹⁾, 長谷川, 吉野の研究²⁾があり, 最近では鈴木, 松原³⁾の研究がある。しかしながら, 全国各地で実施されている独立した個々の住宅測定データを有機的に蓄積し, 必要に応じてデータを利用可能とすることはまだこれから段階であり, 今後重要な課題であると考えられる。

これまでに筆者らは, 長野市を中心とした地域における一戸建て住宅の室内温熱環境について考察を行ってきた⁴⁾。これら一連の研究により収集される調査データは年々増加する状況であり, 筆者らはデータの管理や利用方法について検討を重ねてきた。この様な中,

現在の著しい情報技術の発達による高速・大容量のパーソナルコンピュータ機器の低価格化により, 手軽に膨大なデータを蓄積し, 解析・検討を行うことが可能となりつつある。以上のような背景に基づき, 本論は筆者らにより収集された長野市を中心とした一戸建て住宅の室内温熱環境に関するデータを用い, 基礎的な段階ではあるがパーソナルコンピュータを利用したデータベースの構築内容とその活用事例について報告を行う。

2 データベースの構築内容

2.1 構築したシステムの使用環境について

構築を行った室内温熱環境に関するデータベースの使用環境を, 図1に示す。データベースは, 研究室の14台のコンピュータより構成されるLAN (Local Area Network) 内にある, パーソナルコンピュータの1ギガの容量を持つハードディスク内に保管することとした。データベースの破損などの事態に備え, データのバックアップ用に2ギガのハードディスクを併設した。データベースは研究室内で共有化し, LAN上のコンピュータよりアクセスを可能とした。LAN構築には, 研究室内の各種のOS (Operating System) に対応可能となるような市販のサーバー用アプリケーションを検討し導入した。これにより, 研究室内のパーソナルコンピュータのグ

*1 信州大学工学部社会開発工学科 助手・工修
(〒380 長野市若里500番地)

*2 (株)トーエネックFS研究所 研究員・博士 (工学)

*3 (株)科学技術開発センター

*4 信州大学工学部社会開発工学科 教授・工博

*1 Research Assoc., Dept. of Architecture and Civil Engineering, Shinshu Univ., M. Eng.

*2 Research Engineer, Toenec Corporation FS Laboratory, Dr. Eng.

*3 KGK Corporation

*4 Prof., Dept. of Architecture and Civil Engineering, Shinshu Univ., Dr. Eng.

ループ化が行われ、データの管理体制が構築された。

詳細なデータベースの内容については次節に述べるが、入力データは大きく2分類され、測定結果や工法などの数値・文字データと平面図の図形データであった。データベース構築には市販のアプリケーションを利用し、数値・文字データには表計算ソフトを、図形データにはC A D (Computer Aided Design) ソフトを用いた。アプリケーションの選択には、以下の点を考慮した。

- 1) 数値・文字データでは、入力データの検索や加工ができ、各種のグラフ表示や統計解析が可能であること。
- 2) 図形データでは、平面上の指定した範囲の面積や周長の算出が可能であること。
- 3) 数値・文字データと図形データの入力を行うアプリケーションは同一のOS上で動作し、アプリケーション間でのデータのリンクが可能であること。

2.2 データベースの内容について

データベースの入力項目の一覧を表1に示す。入力項目は、①住宅概要データ、②温熱環境測定データ、③断熱・気密性能データ、④図面データに分類した。

住宅概要データは、住宅名、施工業者、所在地、建築年代などのデータの他に、延べ床面積や窓面積、壁面積、気積といった図面から読み取れる数値データの入力も行った。また、筆者らはこれまでに住宅の居間を中心とした室内温熱環境の検討⁹⁾を行ってきたために、居間の床面積や窓面積、方位などのデータの入力も行った。

温熱環境測定データは、冬季の居間における室内温熱環境測定の

表1 データ項目一覧表

住宅概要データ	温熱環境測定データ
住宅名	温熱環境測定の有無
施工業者	温熱環境測定開始日時
所在地	温熱環境測定終了日時
建築年代	気密測定の有無
建築工法	気密測定実施日時
暖房方式	温熱と気密測定の有無
凹凸度	外気温の平均値
平面型	居間温度の平均値
和室数	他室温度の平均値
洋室数	時間帯別外気温の平均値
総2階	時間帯別居間床上1.5m平均乾球温度
冬季アンケートの有無	時間帯別居間床上1.5m平均 ϕ - ϕ 温度
延べ床面積	外気明け方最低温度
実質延べ床面積	居間明け方最低乾球温度
1F床面積	他室明け方最低乾球温度
2F床面積	外気温度変動幅
3F床面積	居間1.5m乾球温度変動幅
地下室床面積	他室1.5m乾球温度変動幅
居間の種類	居間団らん時室内外温度差
居間外壁数	他室団らん時室内外温度差
居間位置	乾球温度と ϕ - ϕ 温度との温度差
居間面積	居間団らん時平均相対湿度
居間窓面積	居間団らん時上下温度差
居間窓積率	作用温度(O.T)
居間窓面積率	断熱・気密測定データ
住宅全体の窓面積率	壁熱貫流率
住宅の外被窓面積率	窓熱貫流率
東側窓面積	床熱貫流率
西側窓面積	天井熱貫流率
南側窓面積	相当隙間面積
北側窓面積	総隙間相当面積
東側壁面積	気密グレード
西側壁面積	換気回数
南側壁面積	貫流成分の熱損失係数
北側壁面積	換気成分の熱損失係数
公居室面積	隙間特性値
非公居室面積	通気率
押入面積	漏気箇所の有無
納戸面積	漏気箇所の総数
通路面積	漏気箇所名
設備室面積	熱損失係数
ハルコ-面積	図面データ
気積	各階平面図

図1 データベース使用環境

結果について整理を行った。入力を行ったデータは、各住宅の測定期間（3日～1週間程度）の平均値とした。測定結果は、団らん時（19:00～22:00）の居間および他室の室内外温度差、上下温度差など、明け方（4:00～6:00）の居間および他室の最低気温などの時間帯別のデータと、外気温、居間、他室における1日の1時間毎の平均気温の経時データについて整理を行った。

断熱・気密性能データは、設計図書および気密測定より得られたデータの入力を行った。断熱性能では、新省エネルギー基準⁷⁾に基づき算出を行った各部位の実質熱貫流率および貫流成分の熱損失係数を入力した。気密性能では、測定により得られた隙間特性値、通気率、総隙間相当面積、相当隙間面積の他に、村上、吉野⁸⁾の気密グレードおよび石田、鎌田⁹⁾の手法を用いて算出した換気回数を入力した。また、これらの値を使用し算出した熱損失係数の入力も行った。

図面データは、調査を行った住宅の内、設計図書の得られた住宅の各階の平面図を入力した。平面図の入力を行う際に考慮した点は、開口部と壁面、部屋や廊下などの位置関係を正確に表現することであった。これは、開口部の位置や間取りなどの住宅形態と室内温熱環境の関係についての考察を可能とするためによる。また、CADソフトの求積機能を用いて各種空間の面積の算出を行い、住宅概要における数値データの入力を行った。

実際に入力を行った文字・数値データの一例を図2に、図形データの例を図3に示す。文字・数値データは、（データベースの入力項目）×（測定を行った住宅毎のデータ）のマトリクス形式とした。これらのデータは、必要に応じて並び替えが可能であり、テキスト形式で保存することで他のアプリケーションでの利用も可能である。文字・数値データの追加・削除などの変更は、このマトリクス上で行い、図形データにおいては住宅別に作成されたファイルを用いて行うこととした。各住宅の文字・数値データ入力の際、測定の内容によりデータを得ていない場合は、欠損値（ブランク）とした。

3 データベースに入力された住宅の内容

データベースに入力した住宅の概要について述べる。室内温熱環境測定（冬季）結果、気密測定結果および平面図のデータを入力した住宅戸数についての集計を表2に示す。データベースに入力を行

った住宅の総数は290戸となった。この内、温熱環境の測定を実施した住宅は74戸、気密測定を実施した住宅は283戸、平面図の入力を行った住宅は158戸であり、温熱環境測定と気密測定の両方を行った住宅は66戸であった。

図4に、温熱環境測定と気密測定を行った住宅別に延べ床面積を集計した結果を示す。温熱環境測定を行った住宅においては、延べ床面積が150～200㎡の住宅が最も多く、次いで100～150㎡の住宅が多くなっていた。気密測定を行った住宅においては、延べ床面積

T邸2階平面図

T邸1階平面図

図3 図面データの一例

住宅名	施工業者名	所在地	建築年代	建築工法	暖房方式	外気明け方 最低温度	居間明け方 最低温度	他室明け方 最低温度	外気温度 変動幅	他室温度 変動幅	居間団座時 室内外温度差
T1邸	S社	長野市	1974	在来木造	石油ストーブ、こたつ	-1	5.7	3.4	4.1	2.3	11.2
F邸	S社	長野市	1975	在来木造	石油ストーブ、こたつ	-1.6	5.4	3.1	3.8	2	12.5
Y1邸	S社	長野市	1976	在来木造	ガスストーブ、こたつ	-1.8	5	3.8	3.9	2.5	10.1
S1邸	S社	長野市	1993	在来外断熱	床暖房	1.9	14.2	5.2	3.6	1.9	22.5
S2邸	S社	長野市	1991	在来木造	温風暖房	-2	15.2	12.7	2.7	1.5	17.4
I1邸	S社	飯綱	1990	在来木造	パネルヒーター	-5.2	19.3	18.6	2.6	1.4	27.4
M1邸	S社	飯綱	1991	在来外断熱	パネルヒーター	-3.3	12.9	16.4	5.5	2	18.4
S3邸	S社	長野市	1994	在来木造	石油ファンヒーター、こたつ	-5.2	4.4	3.2	4.1	2.8	16.8
S4邸	S社	長野市	1992	在来木造	ファンヒーター、床暖、こたつ	-2.9	7.8	5.5	3.4	1.7	13.9
S5邸	S社	長野市	1988	在来外断熱	温風暖房	1	12.8	13	1.9	3.5	12.8
T2邸	S社	長野市	1993	在来外断熱	F F ファンヒーター (ガス)	-4.8	12.6	10.7	1.9	1.6	23
S6邸	S社	長野市	1982	在来木造	石油ストーブ、こたつ	-3.7	5.2	4.3	3.9	1	11
Y2邸	S社	飯綱	1988	在来外断熱	パネルヒーター	-7	17.2	17	3.1	1.3	28
T3邸	S社	長野市	1977	在来木造	石油ファンヒーター、こたつ	0.2	7.2	5.2	4.5	2.1	9
O邸	S社	長野市	1988	在来木造	石油ファンヒーター	-5.4	7.7	5.7	2.1	0.5	13
N1邸	S社	長野市	1993	パネル	温風暖房	-4.7	13.7	12.1	3.8	1.9	23.8
T4邸	A社	長野市	1990	新在来木造	F F ファンヒーター	-2.5	10.8	10.5	3	1.7	16.6
N2邸	A社	長野市	1990	新在来木造	石油ファンヒーター	-2	12.1	10.9	3	1.9	17.4
S7邸	A社	長野市	1990	新在来木造	F F ファンヒーター	-3.6	19.5	14.8	2.7	1	22.5
T5邸	C社	上田市	1992	パネル	石油ファンヒーター	-5	9.7	6.3	2.9	3.1	23.8
M2邸	C社	上田市	1993	パネル	F F ストーブ	-4.5	9.8	6.4	2.8	2.1	24.5

図2 数値・文字データのマトリクス（一部）

表 2 測定内容別のデータベース入力を行った住宅数

データベース入力総戸数	2 9 0 戸
温熱環境測定入力戸数	7 2 戸
気密測定入力戸数	2 8 3 戸
温熱 + 気密測定入力戸数	6 6 戸
図面データ入力戸数	1 5 8 戸

図 4 測定内容別の延べ床面積の内訳

図 5 測定内容別の建築年の内訳

図 6 熱損失係数と明け方居間最低気温及び外気温の関係

図 7 熱損失係数と窓面積率の関係

が100～150㎡の住宅が最も多く、次いで150～200㎡の住宅が多くなっていた。温熱環境を行った住宅の延べ床面積の平均値は162.03㎡であり、気密測定を行った住宅の158.96㎡に比べるとやや大きな値を示していた。

図5に、温熱環境測定と気密測定を行った住宅別に建築年を集計した結果を示す。温熱環境測定においては、1990年～1993年に建築された住宅が最も多く全体の約半数を占め、次いで1980年～1990年に建築された住宅が多くなっていた。気密測定においては、1993年～1996年に建築された住宅が全体の約58%を占めており、次いで1990年～1993年に建築された住宅が多くなっていた。気密測定を行った住宅は、温熱環境測定を行った住宅に比べ建築年が最近の住宅が多くなっていた。

以上のように、現在までにデータベースに入力した住宅の内容を比較すると、温熱環境の測定を行った住宅と気密測定を行った住宅の間には建築年に違いが認められた。気密測定を行った住宅では、建築年が最近の住宅が多くなっていた。データベースの構築により、このような個々に実施した住宅データの比較が可能となる。また、データを集計しグラフ化するという過程においては、統一したフォーマットでデータを保管することにより、表計算ソフトの分析機能が利用でき、従来に比べ合理的なデータ処理が実現されたと考えられる。

4 データベースの活用事例

構築を行ったデータベースの具体的な活用方法について明らかにするために、データベースを利用したいくつかの室内温熱環境に関する解析結果を示す。

図6に、熱損失係数と明け方居間の最低気温および明け方外気の最低気温との関係を示す。図より、温熱環境測定を行った住宅の明け方居間の最低気温は、熱損失係数が大きくなるにつれ外気温に近い値となる傾向が認められた。

図7に、熱損失係数と窓面積率（窓面積／延べ床面積）の関係を示す。図より、熱損失係数が小さくなるにつれ窓面積率が低くなる傾向が認められた。これより、住宅の断熱気密化は単なる熱的性能の向上だけではなく、断熱気密性能を向上させた結果として住宅の窓面積率にも影響を与えていることが推察される。

図8に、気密測定を行った住宅139棟において漏気箇所の確認を行った結果の集計を示す。漏気箇所の確認には、四塩化チタンと水蒸気の化学反応により白煙を生じる北川式ガス検知管（発煙管）を用い、気密測定の減圧時に開口部やコンセントなどの部位周辺で白煙を発生させ、白煙の流れが認められた部位を隙間箇所として集計した。気密測定を行った住宅の多くは、図5で示したように最近建築された住宅であり、相当隙間面積の平均値は2.23 cm²/m²であることから、ある程度気密化された住宅が多いと考えられる。このような住宅において、気密測定の際、漏気が確認された部位の総数は736箇所となり、玄関ドア、ダウンライト、引き違い窓といった順となっていた。

以上のような事例から分かるように、データベースの構築は研究の目的に応じて行われる一連の解析のみならず、多様な面からの検討に対し有用な手法であると考えられる。また、これまでに測定された個々のデータの有機的な活用も可能となり、これにより蓄積

図8 気密測定時に漏気が確認された部位別の頻度

れたデータの全体像が把握され、今後の研究や設計方針の検討にも活用可能であると考ええる。

5 まとめ

本論では、筆者らがこれまでに実施した長野市を中心とした一戸建て住宅の室内温熱環境に関する調査データを用いて構築を行ったデータベースの内容とその活用方法の事例について述べた。データベースの構築は、経時的に増加するデータの保管、活用が可能であり、蓄積されたデータ全体の内容の把握や検討を通して、今後の研究や設計方針の検討にも有用な知見が得られると考える。

今後の課題としては、構築を行ったデータベースはまだ基礎的な段階であり、データ項目やファイル構造、ファイル管理システムなどについて検討を重ねる必要があると考える。また、データの蓄積も継続的に行い、データの充足が必要であると考ええる。

以上のような中、データベースの活用は現在のところ研究室のみであるが、将来的にはコンピュータネットワークを介してより広範な地域におけるデータベースの構築についての検討も必要であると考ええる。

謝辞

本研究の調査にあたり、長野県内の建設業者および居住者の皆様には多大なるご協力を頂いた。調査データの収集・整理には、信州大学博士前期課程の吉竹秋宣、当時信州大学学生の岸美宏、大谷真弘、鈴木祐樹、シム・イン・カン、長谷川克己、長江謙二、大西敏、金沢宣幸、野口吉正、佐々木武信、佐藤友紀、須原公人、服部真治、脇坂英二、和田淳、桑木雅行、塩谷恒善、中島龍の諸氏にご協力を頂いた。記して深謝の意を表わす。

参考文献

- 1) 村上周三, 吉野博: 住宅の気密性能に関する調査研究, 日本建築学会論文報告集, 第325号, pp. 104-115, 1983.3
- 2) 長谷川房雄, 吉野博: 東北地方の各種住宅における冬の室温に関する調査研究, 日本建築学会論文報告集, 第371号, pp. 18-26, 1987.1
- 3) 鈴木憲三, 松原斎樹, 森田大, 澤地孝男, 坊垣和明: 札幌, 京都, 那覇の公営集合住宅における暖冷房環境の比較分析 暖冷房使用に関する意識と住まい方の地域特性と省エネルギー対策の研究 その1, 日本建築学会論文報告集, 第475号, pp. 17-24, 1995.9
- 4) 加藤友也, 山岸明浩, 山下恭弘: 長野市を中心とした一戸建て住宅の冬季室内環境に関する調査研究—熱損失係数から見た室内温熱環境と居住者意識の違いについて—, 日本建築学会論文報告集, 第470号, pp. 19-27, 1995.4
- 5) 加藤友也, 山岸明浩, 山下恭弘: 長野市を中心とした一戸建て住宅の室内温熱環境と居住者意識の冬季と夏季の差, 日本建築学会論文報告集, 第481号, pp. 23-31, 1996.3
- 6) 加藤友也, 山岸明浩, 山下恭弘: 一戸建て住宅の窓仕様と冬季室内温熱環境の関係—長野市を中心とした一戸建て住宅の場合—, 日本生気象学会誌, 第32巻, 第4号, pp. 143-150, 1995.12
- 7) 住宅新基準解説書編集委員会編: 住宅の新省エネルギー基準と指針, 財団法人住宅・建築省エネルギー機構, 1992
- 8) 石田建一, 鎌田元康, 千田善孝, 星川邦彦, 林基哉: 建物の気密性を用いた換気量の簡易計算法, 日本建築学会論文報告集, 第438号, pp. 23-31, 1992.8

[1996年6月28日原稿受理 1996年9月10日採用決定]