住宅の熱環境設計のためのデータベースの活用に関する考察

—長野市を中心とした戸建住宅における
室内温熱環境データベースを用いて—

APPLICATION OF THE DATABASE FOR INDOOR THERMAL ENVIRONMENTAL DESIGN OF HOUSES

—In case of the database on indoor thermal
environment of houses in Nagano city area—

長谷川兼一 —*1 山岸明浩 —*2
山下恭弘 —*3 黒柳博晃 —*4

Ken-ichi HASEGAWA —*1 Akihiro YAMAGISHI —*2
Yasuhiro YAMASHITA —*3 Hiroaki KUROYANAGI —*4

キーワード：
データベース, 熱環境設計, 戸建住宅, 長野市

Keywords:
Database, Indoor thermal environmental design, Detached house, Nagano city area

Authors already showed that the framing and application of the database on indoor thermal environment of detached houses in Nagano city area. In this study, it was considered that the database will be able to be the design tool of indoor thermal environment. This paper describes (1) placing the database among the indoor thermal environmental design, (2) the process of using the database for indoor thermal environmental design and (3) pointing out some problems in this process.

1 はじめに

住宅の室内温熱環境に関する研究においては、数多くの研究者により調査が実施されており、それぞれの研究目的に応じてデータの収集が行われている。これら、全国各地で実施されている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にすることは、これからの段階であり、今後重要な課題であると考えられる。

筆者らは、これまでに長野市を中心とした地域における戸建住宅の室内温熱環境について調査研究^{1,2)}を実施してきたが、得られる調査データは年々増加する状況にあるため、データを整理・管理し有効に活用するためにデータベースを作成した。その基本的な構築内容については既に報告³⁾している。筆者らが構築しているデータベースは、住宅の居住環境評価のための有力なツールとなる可能性を秘めており、その活用を通じてフィードバックを重ねながらデータの充実を図っている。また、一方で、建築環境工学分野の研究者の中で住宅環境設計のためのデータベースを構築する動き⁴⁾があり、筆者らもその活動に参加している。しかし、現段階ではそれらのデータベースの有効活用にまでは至っていないのが現状である。そこで本論文では、既報³⁾にて示したデータベースをもとにして、データベースの活用の観点から、①住宅の熱環境設計におけるデータベースの位置づけ。②データベース活用のためのプロセス。③データベース活用における問題点。に関して考察を行うことにより、データベースの可能性について検討を行ったので報告する。

2 長野県内の住宅を対象としたデータベースの概要

長野県内の戸建住宅を対象に、過去15年間にわたり実施してき

た室内環境に関する調査データを有効に活用するために、基礎的な段階ではあるがデータベースの構築を行っている。データベースは、研究室内の20台のコンピュータより構成されるLAN(Local Area Network)環境におけるサーバ用コンピュータのハードディスク内に保管されている。データベースは研究室内で共有化され、LAN環境上のクライアントコンピュータよりアクセス可能である。

図1にデータベースの構成図を示す。データベースの内容^{1,2)}は、①住宅概要データ、②温熱環境データ、③断熱気密性能データ、④エネルギー消費量データ、⑤図面データ、⑥写真データの6つに分類できる。①~④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)のマトリクスを作成し市販の表計算ソフトに入力している。これらのデータは、表計算ソフト上にて並び替えや検索が可能であるとともに、研究室にて作成している検索用ソフトにおいても検索が可能となっている。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、測定の内容によりデータが得られない場合は欠損値として扱い、空白欄としている。②温熱環境データは、基本的に冬期と夏期の1週間程度の連続測定したデータに基づいて作成し、③断熱気密性能データは、定期的の実施している気密性能測定により得られたデータと、図面から算出した熱損失係数に係わるデータに基づいている。④エネルギー消費量データは年間の各月毎の電気、ガス、灯油の使用量データを基本とし、これらを基に差し引き法⁷⁾を用いて暖房消費量を推定している。⑤はCADソフトを用いて入力し、⑥は写真をスキャナによるデジタルカメラにより画像データとして入力している。

現在、データベース内のサンプルは約600件である。

*1 信州大学工学部社会開発工学科 助手・博士(工学)

(〒380-8553 長野県長野市若里500番地)

*2 県立新潟女子短期大学生活科学科 講師・博士(工学)

*3 信州大学工学部社会開発工学科 教授・工博

*4 信州大学工学部社会開発工学科 大学院生

*1 Research Assoc., Dept. of Archi. and Civil Eng., Faculty of Eng., Shinshu University, Dr. Eng.

*2 Lecturer, Dept. of Human Life and Environmental Science, Niigata Women's College, Dr. Eng.

*3 Prof., Dept. of Archi. and Civil Eng., Faculty of Eng., Shinshu University, Dr. Eng.

*4 Graduate Student, Shinshu University

※1 住宅平面形の複雑度を見るために提案されている指標。1階平面を構成する外周壁線の数によって次のように算出する。(文献 6)

凹凸度 = $(x-2)/2$ x : 外周壁線の本数

※2 1階平面の種類を、文献 6) における「LDK 中心型」「廊下縁中心型」「廊下ホール中心型」の 3 種類に分類。

※3 明け方(4:00~6:00)と団らん時(19:00~22:00)。 ※4 床上 5cm と 1.5m における温度差。

図 1 データベース項目の概要³⁾

3 住宅の熱環境設計におけるデータベースの位置づけ

住宅における室内熱環境は図2に示すように、シェルター性能、住宅設備、住まい方、外部環境、エネルギー消費量などの関連要素により形成されるもの⁴⁾と考えられる。住宅の熱環境設計の目標は、求められる室内熱環境を実現することにあるといえ、住宅の設計段階において、図2に示す室内熱環境に関連する個々の要素について評価指標を定め、それらのグレードを設定し、要求された環境が実現できるように各々の性能グレードを選択し組み合わせるというプロセスが導入されれば、良好な環境の実現につながるものと考えられる。しかしながら、現時点では、各要素に関する評価指標には研究段階のものを含まれており、各要素間の関連についても研究段階なものが多い。

一方で、住宅に関わる性能評価には設計当初に計画された通りのシェルター性能、設備性能が確保されているか否かの確認が必要であるとともに、入居後に居住者が実際に生活している状態において、例えば、室内温熱環境が良好か、暖房用に用いられているエネルギーがどの程度消費されているかを把握することは、住宅の省エネルギー性能を評価するためには必要不可欠なことである。このように、住宅の熱環境を良好に保つためには、入居前の評価のみならず入居後の環境評価が重要であるといえる。

データベース内のデータは、設計段階あるいは竣工直後において実施された性能評価データのみならず、入居後の実際に使用されている状態における様々な環境測定データが含まれている。従って、図3に示すように、熱環境設計を行う場合に、目標としている環境グレードと同等の事例をデータベースより参照することが可能となる。また、設計段階にて設定した性能を有する事例と比較検討を行うことにより、事前に入居後の環境グレードをある程度予測することができる。この予測は、環境工学分野における環境予測シミュレーション手法を用いても可能であるが、データベースにおいては検索のみで容易に情報が入手できるため、環境予測シミュレーションにて行うデータ入力やパラメータ設定は必要ない。また、住宅の入居後における評価においては、図3のように、比較対象としてデータベース内のデータを利用することができ、入居後の評価により、常に設計へのフィードバックが可能となる。設計段階および環境評価を行う際にデータベースへの参照を行った場合、必要な項目の追加が可能であり、図3のように常にデータベースへのフィードバックを繰り返すことにより、データの充実が図られる。

データベースは環境設計のみならず様々な用途に適用することが可能であり、

図2 室内熱空気環境と関連する居住環境構成要素⁴⁾

図3 データベースの活用に関する概念図

研究者あるいは居住者の目的に応じた利用が可能といえる。データベースの活用段階でデータ項目の追加が必要ならば、新たに付加することができる。筆者らが構築しているデータベースは研究用としての性格が強いものの、随時、必要なデータ項目の追加・データの補充を行っており、その適用範囲は広がるものと考えられる。

4 データベース活用のためのプロセス

データベース活用において、要求される重要な機能は情報の検索である。多くのデータの中から如何に早く必要な情報にたどり着けるかが求められる。図4は、筆者らが構築しているデータベースにおいて、検索ソフトを用いて検索を行った結果を示す。例えば、住宅の設計段階において、その設計条件に見合う条件のもとで検索を行えば、図4のように具体的な事例として情報が取得できる。さらに、入居後の環境データ(この場合、室内熱環境、居住者の評価、エネルギー消費量データなど)も参照できるために、ある程度の環境レベルが把握できる。図5は室内温熱環境の測定結果の一例を示しており、このような情報をもとに、あらかじめ環境グレードに基づいたメニューを用意しておけば、設計段階において目標が立て易くなる⁹⁾。ただし、環境グレードとして適切な評価指標が何かを十分に検討することは必要である。

また、データベース上のデータは、検索条件を決定すれば容易に目的としている情報を取得できるが、データベースを住宅の熱環境設計に適用するためには、設計者が要求している情報を迅速に見つけることが出来るよう、検索項目のメニューをあらかじめ準備することが必要といえる。

筆者らはこれまでに、窓仕様と冬期温熱環境との関係¹⁰⁾、住宅の平面構成の違いが暖房負荷に与える影響¹¹⁾、断熱気密住宅のエネルギー消費量の実態¹²⁾について、実際にデータベース上のデータを用いて検討を行ってきた。これらの検討を行う場合においても、情報の検索はデータベースを使用する上でのプロセスの一つであり、必要な項目データが揃っている住宅サンプルを抽出する上で欠かすことができない。例えば、「熱損失係数」が入力されている住宅サンプルの抽出(図6)を行うと、図7のように、表計算ソフト上のシートに抽出できる。これらのデータを用いれば図8の結果が得られ、長野県内における戸建住宅の現状として、建築年代が新しくなるにつれ、熱損失係数が向上している傾向が見てとれる。また、「熱損失係数」「室温」「居住者の温冷感」などのデータ項目をもとに検索を行うことにより、図9、図10のような結果を得る。これらは、住宅の断熱気密化の有効性を表現するために用いることが多く、断熱性能が高い住宅ほど住宅内において極端に温度が低いところはなく、快適な温熱環境が形成されているものと判断できる。また、それにより居住者の温熱環境に対する評価も向上している。以上のような結果は、住宅の熱環境設計を行う際の基礎資料となり、環境測定による結果を設計にフィードバックさせることが可能である。

Figure 4 shows a screenshot of a database search interface. The interface includes a search form with various filters and a table of search results. The search form has fields for location (長野市), building type (住宅), and search criteria. The table of search results lists various metrics such as area, volume, and other building characteristics. A small photo of a house is also visible in the bottom right corner of the interface.

図4 データベースからの検索結果の例

図5 室内温熱環境の測定結果の例

Figure 6 shows a screenshot of a search condition setting interface. The interface includes a search form with fields for search criteria (検索条件1, 検索条件2, etc.) and a table of search results. The search form has fields for search criteria and a table of search results. The search form has fields for search criteria and a table of search results.

図6 検索条件の設定の例

検索番号	DBID	建築年代	壁熱貫流率	窓熱貫流率	床熱貫流率	熱損失係数	延べ床面積
1	9	1992	0.48	4.00	0.73	2.6	114.5
2	10	1988	0.38	2.60	0.53	2.4	162.4
3	11	1993	0.55	2.60	0.36	1.9	128.3
4	15	1988	0.34	2.60	0.53	1.8	154.1
5	17	1990	0.30	2.60	0.30	1.6	164.9
6	18	1990	0.30	2.60	0.29	2.0	127.8
7	23	1994	0.44	2.60	0.32	1.6	178.9
8	24	1990	0.30	2.60	0.64	1.7	130.6
9	25	1990	0.30	2.60	0.64	1.7	138.4
10	27	1992	0.40	2.60	0.80	2.6	165.2
11	28	1992	0.41	4.00	0.51	2.4	188.0
12	30	1988	0.35	2.60	0.32	2.5	157.5
13	35	1987	0.30	2.60	0.52	1.6	114.4

図7 条件に見合う住宅サンプルの検索結果の例

図8 建築年代と熱損失係数の関係

図9 団らん時における居間と他室における室内外温度差の関係^{注3}

図10 団らん時における室間温度差係数と居住者の温冷感の関係

5 データベース活用に関する問題点及び今後の課題

データベースを熱環境設計に適用するには、目標とすべき環境グレードとしてどのような環境評価指標を用いれば良いか検討する必要がある。また、本論文にて示したデータ項目がデータベース活用において十分とは言いがたく、図3に示した通りフィードバックを重ねながらデータ項目を付加していく必要がある。

データベース内のデータ項目は数多くあるため、全ての住宅サンプルについてデータが満たされている訳ではない。よって、このような欠測データをどのように補うかが問題となる。筆者らの場合、居住者や関連企業の協力のもとで、積極的なデータの収集が可能と

なっている。他機関にて測定されたデータを有機的に蓄積していくことは今後の課題であり、システムの管理・運用、データの収集方法、データの所有権など、検討すべき課題は多いといえる。

6 おわりに

長野市内を中心として建設された戸建住宅の室内温熱環境に関するデータベースを用いて、住宅の熱環境設計への活用プロセスについて考察を行った。今後は、さらにデータの充実を図るとともに、データベースのあり方に関して検討を加え、データベースの活用の観点から有効性を高めることとする。

あとがき

本研究における調査を進めるに当たり、長野県内の建設業者および居住者の皆様にご協力頂いた。調査の実施・データ整理に関しては、信州大学山下研究室の卒業生・学生諸氏の協力を得ている。また、本研究を進めるにあたり、「高断熱高気密住宅の居住性とエネルギー消費に関するデータベースの作成」(文部省科学研究費補助金・基盤研究(A), 研究代表者: 吉野 博, 平成7年~平成9年)ならびに、日本建築学会・環境設計小委員会・環境設計データベース小委員会(主査: 吉野 博, 平成6年~平成10年)における議論がたいへん役立っている。ここに記して深甚なる謝意を表する次第である。

注

- 例えば、日本建築学会・環境設計小委員会・環境設計データベース小委員会(主査: 吉野 博)^{4), 5)}
- データベース内容の詳細は文献3)を参照されたい。
- 図中の r' 値は室間温度差係数¹²⁾(他室と居間の外気温基準温度の比)であり、1に近いほど両室の温度差が小さい。また、I-IV分類は新省エネルギー基準における熱損失係数の区分に対応させて分類しており、図中の楕円は測定結果についての90%の信頼楕円¹³⁾である。これらは図10も同じ。

参考文献

- 加藤友也, 山岸明浩, 山下恭弘: 長野市を中心とした一戸建住宅の冬季室内温熱環境に関する調査研究, 日本建築学会計画系論文報告集, 第470号, 1995年4月。
- 加藤友也, 山岸明浩, 山下恭弘: 長野市を中心とした一戸建住宅の室内温熱環境と居住者意識の冬季と夏季の差, 日本建築学会計画系論文報告集, 第481号, 1996年5月。
- 山岸明浩, 河路友也, 手塚光晴, 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に関するデータベースの構築と活用に関する研究, 日本建築学会技術報告集, 第3号, 1996年12月。
- 環境設計データベースの構築, 日本建築学会学術講演梗概集, 1997年9月。
- 住宅環境設計データベース小委員会, 平成9年度 活動報告書, 1998年3月。
- 野口孝博, 足達富士夫: 北海道における独立住宅の空間構成 積雪寒冷地の住戸計画に関する研究(2), 日本建築学会計画系論文報告集, 第317号, 1982年7月。
- 長谷川兼一, 吉竹秋宣, 黒柳博見, 山岸明浩, 河路友也, 山下恭弘: 長野市を中心とした戸建住宅の居住環境データベースの活用—断熱気密住宅におけるエネルギー消費量の実態—, 日本建築学会計画系論文報告集, 第521号, 1999年7月。
- 吉野 博: 寒冷地住宅の熱・空気環境設計 —現状の問題点と今後の課題—, 東北大学建築学報 第29号, 1990年3月。
- 吉野 博: 快適性と熱環境設計: 住宅における快適性と健康, 第25回熱シンポジウム, 1995年9月。
- 加藤友也, 山岸明浩, 山下恭弘: 一戸建住宅の窓仕様と冬期室内温熱環境の関係—長野市を中心とした一戸建住宅の場合—, 日本生気象雑誌 第32巻, 第4号, 1995年12月。
- 手塚光晴, 吉竹秋宣, 河路友也, 山岸明浩, 山下恭弘: 住宅の平面構成の違いが暖房負荷に与える影響—長野市の一戸建て住宅を中心としたデータベースの構築と解析—, 日本建築学会北陸支部報告集 第39号, 1996年7月。
- 長谷川房雄, 吉野 博: 東北地方の各種住宅における冬期の室温に関する調査研究, 日本建築学会計画系論文報告集, 第371号, 1987年1月。

[1998年10月20日原稿受理 1999年2月8日採用決定]