居住者の環境調整行動を考慮した温熱性能評価方法

THERMAL PERFORMANCE EVALUATION METHOD CONSIDERING RESIDENTS' ADJUSTMENT ACTIONS TO THE THERMAL ENVIRONMENT

深澤 たまき*, 須永 修通**

Tamaki FUKAZAWA and Nobuyuki SUNAGA

In the evaluation method for houses, especially for passive and low energy house, should be considered the residents' behaviors and the adjustment actions, such as the resident's movement between rooms, changing clothes and opening or closing windows.

In this paper a thermal performance evaluation method considering the residents' behaviors and actions is proposed. First, the fluctuation comfort zones are illustrated, then the flow of the thermal performance evaluation method using the fluctuation comfort zones is mentioned, and finally, the validity of this evaluation method is shown by the concrete evaluation examples.

Keywords : *Passive and low energy house, evaluation method, comfort range, adjustment action, natural air temperature*

環境共生住宅、評価法、快適範囲、環境調整行動、自然室温

1. はじめに

近年、環境共生建築のさらなる性能向上をめざし、環境共生手法の開発、温熱環境性能の実測評価およびシミュレーション解析など、多くの研究がなされている。これらの性能を吟味する際に、一般的に室内温熱環境とエネルギー消費量の両面から評価されているが、何を主眼にして評価するかが重要である。

最近の空調設備を用いた場合の性能評価研究では、人間の温冷感、生理反応を用いて詳細に評価することが提案されている。例えば、小林ら¹⁾による室内温熱感(PMV_s)分布を考慮したペリメータゾーンの快適性と省エネルギー評価方法、加藤ら²⁾による室内空調システム制御を組み込んだCFDを用いて、人体に作用する作用温度を一定としながら異なる空調システムを比較・評価する方法、山室ら³⁾による65MNモデルとCFDを連成し、空調設備による人体冷却効果を評価する方法、大森ら⁴⁾⁵⁾によるJOSモデルとCFDを連成し、人体温熱生理反応によって暖房システムを評価する方法などがある。

一方、住宅に関しては人間の温冷感を用いて評価された例は少なく、一般的に空調負荷やエネルギー消費量により評価されている。しかし、空調設備を使用しないでも建築手法を適切に組合せることで快適に暮らすことのできる住宅を目指すべき環境共生住宅においては、居住者の温熱環境面から評価する必要があると考えられる。

この観点から、佐藤ら⁶⁾はPMVを指標とした許容環境条件(夏季・冬季×朝・夜)を設定し、自然室温が許容域を満たす時間を許容時間率として日本各地のRC造戸建住宅の熱性能を評価した。夜間断熱戸、換気等による建物性能の変更を含めて、居間を主とした室の熱環境の違いを評価している。

筆者らは、温熱環境面から環境共生住宅を評価する場合には、①居住者のとる環境調整行動の違い、②居住者のライフスタイル(空間移動・室の使用時間)の違い、などを含める必要があると考える。すなわち、居住者の在室時間にその室が居住者の要求をどの程度満たす温熱環境であるかを評価することがより的確であると考えた。また、環境共生住宅の普及のためには、住宅を作る設計者・住宅で過ごす居住者に解りやすい指標(空気温度、快適時間)を用いた評価結果で示すことも重要であると考えた。そこで本研究では、居住者の生活スケジュール(室の移動)をもとに各室の環境から居住者の曝露環境を合成し、合成した曝露環境を居住者の条件(代謝量、着衣量許容幅、許容気流速度)に合わせて評価する方法を提案する。本評価方法は、住宅以外の一般的な建物、既存建物にも適用できるが、基本設計段階において、建築的手法の組合せを居住者の条件、生活を考慮しながら評価、検討に用いることも意図している。

本報ではまず、居住者の条件(生活スケジュール、着衣量許容範囲、

本研究は'05年度に日本建築学会学術講演会における既発表論文¹⁹⁾²⁰⁾を基に加筆・修正し、まとめたものである。

* 首都大学東京工学研究科建築学専攻 博士課程・工修

** 首都大学東京都市環境科学研究科建築学専攻 教授・工博

Grad. Student, Dept. of Architecture and Building Engineering, Grad. School of Urban Environmental Sciences, Tokyo Metropolitan University, M. Eng.
Prof., Dept. of Architecture and Building Engineering, Grad. School of Urban Environmental Sciences, Tokyo Metropolitan University, Dr. Eng.

図 3. ET*快適域→SET*快適域

表 4. 生活行為と代謝量の関係

年齢 (歳)	身長[cm]		体重[kg]		体表面積[m ²]		基礎代謝量[W/m ²]		SET*			
	男	女	男	女	男	女	男	女	下限	上限	下限	上限
標準			70.0		1.8		58.2		21.58	25.23		
1-2	83.6		11.5		0.5		68.6	67.1	21.58	25.15	21.59	25.16
3-5	102.3		16.4		0.7		65.7	62.6	21.59	25.17	21.60	25.19
6-8	121.9	120.8	24.6	23.9	0.9	0.9	59.2	55.4	21.59	25.21	21.57	25.23
9-11	139.0	138.4	34.6	33.8	1.1	1.1	55.4	51.0	21.57	25.23	21.56	25.25
12-14	158.3	153.4	47.9	45.3	1.4	1.4	50.5	47.7	21.56	25.25	21.55	25.26
15-17	169.3	157.8	59.8	51.4	1.6	1.5	47.6	42.9	21.54	25.27	21.53	25.29
18-29	171.3	158.1	64.7	51.2	1.7	1.5	43.8	39.9	21.53	25.28	21.52	25.30
30-49	169.1	156.0	67.0	54.2	1.7	1.5	41.9	38.2	21.53	25.29	21.52	25.31
50-69	163.9	151.4	62.5	53.8	1.6	1.5	39.7	37.0	21.52	25.30	21.52	25.32
70-	159.4	145.6	56.7	48.7	1.5	1.4	38.3	36.0	21.52	25.31	21.52	25.32

図 4. SET*快適域→空気温度快適域
 相対湿度: 50[%]
 代謝量: 1.0・1.6・2.2[Met]
 気流速度: 0.1 [m/s]
 着衣量: 0.6[clo]

2.3.3. SET*快適域から空気温度快適域への変換

図 4 に相対湿度: 50[%]、代謝量: 1.0[Met]・1.6[Met]・2.2[Met]、気流速度: 0.1 [m/s]、着衣量: 0.6[clo]の場合を例として、表 2 の計算条件で算出した SET*/空気温度の散布図とその近似直線を示す。近似直線が SET*快適域の範囲内となる空気温度を空気温度快適域とした。同様に変動パラメータごとに表 2 に示す計算範囲と計算間隔で空気温度快適域への変換を行った。

2.3.4. 空気温度快適域から変動快適範囲への変換

図 4 で求めた空気温度快適域に表 1 に示した湿度条件を付加し、変動快適範囲を作成した。図 5 の a) b)は代謝量、着衣量は同じ条件であるが、気流速度が a) 1.0[m/s]、b) 0.1[m/s]と異なる。b) 1.2[clo]と c)は着衣量、気流速度は同じ条件であるが、b)は 1.0[MET]であり、c)は 0.8[MET]と 2.2[MET]を示す。d)には変動快適範囲の可動域と冬季(1~3月、10~12月)睡眠時の下限を示す。表 2 に示すように、冬季の睡眠時は布団を考慮して着衣量 3.0[clo]とするため、変動快適範囲の可動域より下限が広がる。これらの図から、変動快適範囲をクリモグラフ上に示すことで、居住者の条件(代謝量、気流速度、着衣量)による変化が明快になることがわかる。

図 5. 変動快適範囲の例

3. 温熱性能評価方法

図 6 に本研究で提案する温熱性能評価方法のフロー図を示す。本評価方法では建物の温熱性能を評価するために、まずシミュレーション・実測によって室環境(空気温度、相対湿度、気流速度)を算出する。算出した各室環境を各居住者の生活スケジュールをもとに時間軸に沿って合成し、各居住者の曝露環境(空気温度、相対湿度、気流速度)を合成する。合成した時間軸を持つ曝露環境を各居住者の生活スケジュールによる代謝量と、環境調整行動(着衣量許容範囲・許容気流速度)をパラメータとした前章で作成した居住者の条件による変動快適範囲により評価する。評価は、在宅時間中にどの程度快適な時間があるか、どの程度曝露環境が変動快適範囲から離れているかにより行う。各居住者の曝露環境が快適範囲内の場合は在宅時間中の快適時間率(以後 CH)、快適範囲外の場合は快適範囲と曝露環境との温度差(以後 TD)を算出する。月ごとに各時間について平均 CH、TD を算出し、12 ヶ月分時間軸に沿って並べる。これを各月時間平均 CH、TD とし、居住者の条件、生活スケジュールと比較しながら年間の曝露環境評価の変動を詳細にみる事が可能となる。評価条件の違いによる比較を行う場合には、年平均 CH、月平均 CH の変動、年最大、最小、月平均 TD の変動を示す。

図 6. 温熱性能評価方法のフロー図

4. 温熱性能評価事例

4.1. 計算概要

4.1.1. 対象地点と気象データ

対象地点は、次世代省エネルギー基準¹⁴⁾ IV地域で、暖房デグリーデーが平均値に近く、人口の多い府中市とした。気象データにはMETEONORM ver.5.0¹⁵⁾による府中市データ(1時間間隔)を使用した。

4.1.2. 対象建物

日本建築学会標準問題の戸建住宅モデル¹⁶⁾を対象とした。図7に対象住宅の平面図、表5に各部位の構成を示す。断熱性能は次世代基準¹⁴⁾の気候区分による木造充填工法に準ずる。表6にIV地域における断熱分類C(グラスウール32Kを想定)の厚さを示す。

4.1.3. 計算方法

シミュレーションプログラムは多数室動的熱負荷計算プログラムTRNSYSと多数室換気量計算プログラムCOMISを連成させ、全居室の非空調状態で室内温熱環境を1時間間隔で計算した。居住者の環境調整行動を考慮した温熱性能評価をするためには室内気流速度を算出する必要がある。しかし、TRNSYS-COMISでは室内気流速度は直接計算されず、室換気量と外気導入量が算出される。そこで、図8に示すように、各室換気量と外気導入量から室内空気流量を算出し、開口部開放面積の最も多い壁面に平行な室断面積の1/2で除したもの¹⁸⁾を室内気流速度として換算した。家族構成は勤め人、家庭婦人、中学生、小学生の4人とし、熱発生スケジュールは空気調和・衛生工学会の住宅用標準スケジュール¹⁰⁾¹¹⁾(15分間隔)を用いた。

4.1.4. 計算条件

表7に計算モードと評価条件を示した。環境調整行動(開口部開閉の有無)の違いを検討するため、計算モードは窓と室内の扉も含む開口部の自然換気(外気温度20℃以上の時開口部開放¹⁷⁾)の有無による開口部常時閉鎖と開口部開閉の2モードとした。評価対象人は在宅時間の短い勤め人と長い家庭婦人とした。また、評価条件は、着衣量許容範囲が0.5~0.9[clo]の場合と0.3~1.2[clo]の場合の評価、いずれも許容気流速度は上限1.0[m/s]とした。計算2モードと4条件を合わせて、計8条件の評価を行った。

4.2. 居住者曝露環境の作成

図9に開口部開閉モードにおける室環境の例として左図に居間の室温/相対湿度の散布図とクリモグラフ、右図に室内気流速度の時変動を示す。図10に勤め人の生活スケジュール(1日の活動代謝量と居室)を、図11に家庭婦人の生活スケジュールを示す。図10、11の

図7. 日本建築学会標準問題の戸建住宅モデル平面図

表5. 対象建物各部位の構成

部位	構成
外壁	モルタル(30mm)/合板(9mm)/空気層/断熱材/石膏ボード(12mm)
内壁	石膏ボード(12mm)/空気層/石膏ボード(12mm)
屋根	スレート(12mm)/合板(12mm)/空気層/断熱材/石膏ボード(12mm)
1F床	床板(10mm)/合板(12mm)/断熱材
2F床	カーペット(15mm)/合板(12mm)/空気層/断熱材/石膏ボード(12mm)
窓	複層ガラス [板ガラス(2.5mm)+中空層(12.7mm)+板ガラス(2.5mm)]※1

※1 PREBID An Interface for creating the building description of TYPE 56 (multi-zone building) Version 4.0, TRANSSOLAR Energietechnik GmbHによる

表6. 断熱厚さ (IV地域)

部位	厚さ [mm]
屋根	160
天井	160
壁	90
床	90

$$\text{空気流量}[\text{m}^3/\text{h}] = \frac{\sum \text{室間移動空気量}[\text{kg}/\text{h}] / 1.2[\text{kg}/\text{m}^3] + \sum \text{外気導入量}[\text{ach}/\text{h}] \times \text{室体積}[\text{m}^3]}{\text{室断面積}[\text{m}^2] / 2} \times 3600[\text{s}]$$

$$\text{室内風速}[\text{m}/\text{s}] = \frac{\text{空気流量}[\text{m}^3/\text{h}]}{\text{室断面積}[\text{m}^2] / 2} \times 3600[\text{s}]$$

※1) 室断面積は開口の最も多い壁面に水平のものとした
※2) 既往論文¹⁸⁾による

図8. 室内気流速度の計算方法

表7. 計算モードと評価条件

条件	A	B	C	D	E	F	G	H	
計算モード	開口部常時閉鎖				開口部開閉 (開:外気温度20[°C]以上)				
対象人	勤め人		家庭婦人		勤め人		家庭婦人		
評価条件	着衣量[clo] 下限	0.5	0.3	0.5	0.3	0.5	0.3	0.5	0.3
	許容範囲 上限	0.9	1.2	0.9	1.2	0.9	1.2	0.9	1.2
条件	許容気流速度[m/s]				~1.0

図9. (左) 室温/相対湿度散布図とクリモグラフ
(右) 室内気流速度時変動 [居間] (開口部開閉モード)

図10. 勤め人の生活スケジュール(1日の活動代謝量と居室)

図12. (左) 曝露環境空気温度/相対湿度散布図とクリモグラフ
(右) 曝露環境風速時変動 [勤め人] (開口部開閉モード)

図11. 家庭婦人の生活スケジュール(1日の活動代謝量と居室)

図13. (左) 曝露環境空気温度/相対湿度散布図とクリモグラフ
(右) 曝露環境風速時変動 [家庭婦人] (開口部開閉モード)

図 14. 条件 E の各月時間平均快適時間率 (CH) [勤め人]
(開口部開閉モード・着衣許容範囲 0.5~0.9[clo]・許容気流速度 1.0[m/s])

図 15. 条件 E の各月時間平均温度差 (TD) [勤め人]
(開口部開閉モード・着衣許容範囲 0.5~0.9[clo]・許容気流速度 1.0[m/s])

ような各居住者の生活スケジュールに沿って、各人が過ごす室の室環境(室温・相対湿度・気流速度)を合成し、時間軸を持つ曝露環境(15分間隔)を作成する。ただし、入浴時はスケジュールから除外し、不在時間扱いとする。図 12 に開口部開閉モードのときの勤め人の曝露環境として、左図に曝露環境空気温度/相対湿度の散布図とクリモグラフ、右図に曝露環境風速の時変動を示す。同様に図 13 に家庭婦人の曝露環境を示す。家庭婦人の曝露環境空気温度に比べ、昼間不在の勤め人の曝露環境空気温度は低くなり、勤め人の曝露環境風速の方が小さい。このような各居住者の曝露環境を各条件による変動快適範囲で評価することで、居住者自身の過ごす環境を評価できる。

4.3. 温熱性能評価結果

4.3.1 詳細評価例

図 14 に条件 E(開口部開閉モード | 勤め人 | 着衣許容範囲 0.5~0.9[clo]・許容気流速度 1.0[m/s])の各月時間平均快適時間率(CH)、図 15 に各月時間平均温度差(TD)を示す。起床時間中では 5 月 22 時(TV)の CH が 83.9[%]と最も高く、6・9・10 月の 22 時、6・10 月の 6 時(起床→洗顔→着替え)も CH が 50[%]以上と高い。しかし、8 月 19~21 時(帰宅→食事→新聞(→入浴)→TV)の CH は 0[%]となる。また、冬季 6 時の TD は起床時に布団から出るため着衣量の変化が大きく、1 月 6 時の TD は -12.3[°C]と非常に低い。夏季最高 TD は 3.3[°C]であるが、冬季最低 TD は -12.3[°C]であり、寒さ対策がより必要であるといえる。特に 1・2 月の CH は 0[%]で、常に TD -5[°C]以下となる。

次に、図 16 に条件 H(開口部開閉モード | 家庭婦人 | 着衣許容範囲 0.3~1.2[clo]・許容気流速度 1.0[m/s])の各月時間平均 CH、図 17 に各月時間平均 TD を示す。家庭婦人は着衣量許容範囲も広く昼間在宅するため、冬季にも快適時間が現れる。4 月昼前~夜、5・6・10 月は CH が 50[%]以上と高い。特に 4 月昼過ぎ~夕方、5 月昼前~夕方、5・6 月就寝前、10 月夕方は CH が 80[%]以上である。一方、夏季の昼間、特に 8 月は CH が 0[%]となる。朝 9 時(掃除)は代謝量が高いため、夏季はその前後の時間より CH が低く、冬季は高い。TD をみると、8 月昼過ぎから夕方にかけたの TD が 3[°C]以上と高く、最高 TD は 14 時(趣味)の 4.1[°C]となった。冬季 6 時(起床→洗顔→炊事)は布団から出るために TD が急に低くなるが、条件 E の勤め人と同じ部屋で過ごしているにもかかわらず、着衣量許容範囲の広い家庭婦人(条

図 16. 条件 H の各月時間平均快適時間率 (CH) [家庭婦人]
(開口部開閉モード・着衣許容範囲 0.3~1.2[clo]・許容気流速度 1.0[m/s])

図 17. 条件 H の各月時間平均温度差 (TD) [家庭婦人]
(開口部開閉モード・着衣許容範囲 0.3~1.2[clo]・許容気流速度 1.0[m/s])

件 H)の TD は -11.1[°C]と勤め人の TD より 1.2[°C]高くなる。これは冬季起床時に 1 枚羽織る効果がみられているといえるが、条件 E の勤め人と同様、冬季の寒さ対策がさらに必要であることがわかる。

4.3.2 評価条件の違いによる温熱性能評価の違い

図 18 に勤め人の環境調整行動による温熱性能評価(年平均 CH・月平均 CH 変動・年最大 TD・年最小 TD・月平均 TD 変動)を示す。まず年平均 CH は、大きい方から順に F(開口部開閉・着衣量許容範囲 0.3~1.2[clo]) : 33.6[%]、B(開口部閉鎖・着衣量許容範囲 0.3~1.2[clo]) : 28.86[%]、E(開口部開閉・着衣量許容範囲 0.5~0.9[clo]) : 27.4[%]、A(開口部閉鎖・着衣量許容範囲 0.5~0.9[clo]) : 23.6[%]と、開口部の開閉よりも着衣量許容範囲を増やすことの方が効果的であることがわかる。月平均 CH 変動をみると、昼間不在の勤め人の場合、4・5 月は着衣量許容範囲を広げた方が、7~9 月は開口部の開閉を行う方がより効果的である。年最大 TD では、開口部閉鎖モード A : 5.7[°C]、B : 4.7[°C]であり、開口部開閉モード E : 0.8[°C]、F : 0.4[°C]となり、開口部開閉による明確な差がみられる。年最小 TD に関しては詳細評価例で示したように、冬季起床時が影響するため、着衣量許容範囲の狭い A・C の TD が小さくなる。月平均 TD 変動をみると、開口部開閉モードの E・F の方が夏季の TD が明らかに低い。

同様に、図 19 に家庭婦人の環境調整行動による温熱性能評価を示す。年平均 CH は大きい方から順に、H(開口部開閉・着衣量許容範囲 0.3~1.2[clo]) : 34.8[%]、G(開口部開閉・着衣量許容範囲 0.5~0.9[clo]) : 28.7[%]、D(開口部閉鎖・着衣量許容範囲 0.3~1.2[clo]) : 25.4[%]、C(開口部閉鎖・着衣量許容範囲 0.5~0.9[clo]) : 19.9[%]と、環境調整行動の多い G は、環境調整行動の少ない C より倍近くの快適時間を得られることがわかる。また月平均 CH 変動をみても、開口部開閉モードの G・H が開口部閉鎖モードの C・D より常に CH が高い。環境調整行動の多い G は、5・6・10 月には 80[%]近く快適な時間である。さらに、年最大 TD、月平均 TD 変動をみても、常に開口部開閉モードの TD の絶対値が小さいことがわかる。ただ、年最小 TD に関しては詳細評価例で示したように、冬季起床時が影響するため、着衣量許容範囲の狭い D・F の TD が小さくなる。

温熱性能評価は勤め人、家庭婦人同様に、環境調整行動の多い F・H が最も CH が高く、TD の絶対値が小さい。特に夏季において開口

評価条件		着衣量		計算 モデル 通風	CH		TD	
		下限	上限		年 平均	年 最大	年 最小	
勤め人	-◇- A	0.5	0.9	×	23.6	5.7	-9.5	
	-◇- B	0.3	1.2		28.8	4.7	-8.9	
	-○- E	0.5	0.9	○	27.4	0.8	-9.5	
	-○- F	0.3	1.2		33.6	0.4	-8.9

図 18. 勤め人の環境調整行動による温熱性能評価(年平均 CH・月平均 CH 変動・年最大 TD・年最小 TD・月平均 TD 変動)

評価条件		着衣量		計算 モデル 通風	CH		TD	
		下限	上限		年 平均	年 最大	年 最小	
家庭婦人	-◇- C	0.5	0.9	×	19.9	7.6	-9.0	
	-◇- D	0.3	1.2		25.4	6.4	-8.2	
	-○- G	0.5	0.9	○	28.7	2.1	-9.0	
	-○- H	0.3	1.2		34.8	1.4	-8.2

図 19. 家庭婦人の環境調整行動による温熱性能評価(年平均 CH・月平均 CH 変動・年最大 TD・年最小 TD・月平均 TD 変動)

部の開閉をする効果が TD にみられ、CH は低い快適範囲に近い温熱環境となっていることがわかる。冬季の寒さに対しては、建築手法の増加、環境調整行動の増加により補う必要がある。

5. まとめ

本研究では、居住者の条件により変動する快適範囲を示し、この変動する快適範囲を使用した温熱性能評価方法を提案した。また、戸建モデルを例に評価する居住者の条件を変えて温熱性能評価を行い、提案した温熱性能評価方法の有効性を示した。以下に本研究により得られた主な成果を示す。

- 1) ASHRAE の快適範囲から ET*快適域、SET*快適域、空気温度快適域と変換し、条件を付加することで居住者の条件(代謝量・着衣量許容範囲・許容気流速度)による変動快適範囲を作成した。ただし、変動快適範囲は空気温度=放射温度としており、また非正常条件で使用するため、今後、被験者実験を行い、実際の温熱感評価と比較・検証する必要がある。
- 2) 上記の居住者の条件による変動快適範囲を用いて、被験者の環境調整行動(開口部の開閉、着衣量による調整)を考慮しながら評価する方法を提案した。
- 3) 居住者の生活スケジュールをもとに、多数室環境から時間軸に沿って居住者の曝露環境を合成し、居住者ごとに作成した曝露環境を評価することで、居住者自身の過ごす環境を評価できるようにした。
- 4) 各居住者の曝露環境が快適範囲内の場合には在宅時間中にどの程度快適な時間があるかを示す CH、快適範囲外の場合にはどの程度曝露環境が変動快適範囲から離れているかを示す TD を算出した。各月時間平均 CH、TD で示すことで居住者の条件生活スケジュールと比較しながら年間の曝露環境評価の変動をみることを可能とした。
- 5) 評価条件の違いによる比較を年平均 CH・月平均 CH 変動・年最大 TD・年最小 TD・月平均 TD 変動 TD で示した。今回の評価条件での評価は、環境調整行動の多い方がより CH が高く、TD の絶対値が小さくなったが、勤め人と家庭婦人それぞれの環境調整行動による効果の違いが評価に現れた。

謝辞 本研究を進めるにあたり、SET*プログラムについては高田暁先生(神戸大学)、TRNSYS-COMIS 計算については長谷川兼一先生(秋田県立大学)にご指導いただきました。ここに記して深謝いたします。

参考文献

- 1) 小林昌弘, 中村卓司: 室内温熱感分布を考慮したペリメータゾーンの快適性と省エネルギー評価方法の提案, 日本建築学会計画系論文報告集, NO.510, pp.69-75, 1998.8
- 2) 加藤信介, 金泰延, 村上周三: 対流・放射・湿度輸送と空調システム制御の連成シミュレーション 第1報-作用温度一定条件での空調負荷の評価, 空気調和・衛生工学会論文集, NO.74, pp.81-88, 1999.7
- 3) 山室寿行, 藤永隆史, 白石靖幸, 田辺新一, 木村建一: スポット空調の熱的快適性に関する研究 (その3) 65MN モデルとCFD の連成解析による人体冷却効果の評価, 日本建築学会大会学術講演梗概集, D-2 分冊, pp.489-489, 2006
- 4) 大森敏明, 田辺新一: 対流・放射連成シミュレーションによる室内温熱環境の総合評価(その2) 人体温熱生理モデル JOS との連成, 日本建築学会大会学術講演梗概集, D-2 分冊, pp.491-492, 2006
- 5) 鍵屋慎一, 大森敏明, 田辺新一: 対流・放射連成シミュレーションによる室内温熱環境の総合評価(その3) 人体温熱生理モデル JOS による床暖房とエアコンの比較, 日本建築学会大会学術講演梗概集, D-2 分冊, pp.493-494, 2006
- 6) 佐藤豊, 郡公子, 石野久彌: 自然室温による日本各地の戸建住宅の熱性能評価に関する研究, 日本建築学会計画系論文報告集, NO.573, P41-46, 2003.11
- 7) ASHRAE : ASHRAE STANDARD, Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy, 55a-1995
- 8) 土川忠浩ほか: 快適な温熱環境のメカニズム 豊かな生活環境をめざして, 社団法人空気調和・衛生工学会, 1997
- 9) 三浦豊彦ほか: 衣服と住まいの健康学 衣服と住まいの健康学 健康科学ライブラリー3, 大修館書店, 1997
- 10) 住宅用エネルギーシミュレーション小委員会: 空気・調和・衛生工学会シンポジウム「住宅における生活スケジュールとエネルギー消費」: 社団法人空気調和・衛生工学会, 2000.3
- 11) 住宅用エネルギーシミュレーション小委員会: 生活スケジュール自動作成プログラム SCHEDULE ver.2.0, 社団法人空気調和・衛生工学会, 2000.3
- 12) 厚生保健医療局生活習慣病対策室: 第6次改定日本人の栄養所要量について-食事摂取基準-, 2000
- 13) 藤本薫喜ほか: 栄養学雑誌第28巻6号, 日本栄養改善学会, 1968
- 14) 次世代省エネルギー基準解説書編集委員会: 住宅の次世代省エネルギー基準と指針, 財団法人建築環境・省エネルギー機構, 1999
- 15) METEOTEST : METEONORM ver.5.0 Global Meteorological Database for Engineers, Planners and Education, METEOTEST, 2003
- 16) 宇多川光弘: 第15回熱シンポジウム「電熱解析の現状と課題」標準問題の提案 住宅用標準問題, 日本建築学会環境工学委員会, pp.23-33, 1985
- 17) 佐々木寛, 浦野良美, 山崎均, 石井昭夫, 渡辺俊行, 林徹夫, 龍有, 中田聡: 住宅設計におけるパッシブクーリング性能予測, 日本建築学会大会学術講演梗概集, D, pp.837-838, 1989
- 18) 宮本麻理子, 須永修通, 細井昭憲, 権田努: O 郵便局における通風を利用した室内気候調整システムに関する研究 その4 省エネルギー効果の検討, 日本建築学会大会学術講演梗概集, D-2 分冊, pp.595-596, 2004
- 19) 深澤たまき, 須永修通: 居住者の環境調整行動を考慮した温熱性能評価方法-その1 温熱性能評価方法の提案, 日本建築学会大会学術講演梗概集, D-2 分冊, pp.559-560, 2005
- 20) 須永修通, 深澤たまき: 居住者の環境調整行動を考慮した温熱性能評価方法-その2 建築学会標準問題を事例とした評価結果, 日本建築学会大会学術講演梗概集, D-2 分冊, pp.561-562, 2005

(2006年10月10日原稿受理, 2007年3月5日採用決定)