夏季から秋季にかけての窓開閉行為の要因に関する研究

大学キャンパスにおける学生を対象とした調査

STRUCTURE OF THE CAUSES OF WINDOW OPENING AND CLOSING BEHAVIOR
FROM SUMMER TO AUTUMN

Survey on the students in study rooms in university campus

鈴木玉美*, 梅宮典子**, 吉田治典***

Tamami SUZUKI, Noriko UMEMIYA and Harunori YOSHIDA

Structure of the causes of window opening and closing behaviour from summer to autumn were analyzed for students in university rooms by means of rating scale method and factor analysis. 1) The primary cause of opening lies in ventilation, the secondary in warm discomfort, and the third in air contaminance. 2) The primary cause correlates with psychological reasons such as desire for outdoors. 3) The primary cause of keeping windows closed is to use air-conditioners and to avoid the invasion of rain, wind, insects and birds. 4) Noise is a cause of keeping closed only for the group of frequently open(FO), while lack of custom of opening is only for the group of not frequently open(NO). 5) The primary cause of closing is to use air-conditioners. 6) Windows are closed on the basis of behaviours such as going home or leaving. 7) Cold discomfort is a cause of closing for NO.

Keywords: Window-Opening, Behaviour, Natural ventilation, Factor analysis

窓開放, 行為, 自然換気, 因子分析

1. はじめに

1.1 研究の背景

近年, 自然換気と機械換気の併用によるハイブリッド換気や, 夜間換気など, 換気によって環境負荷低減をはかろうという動きが注目を集めている。一方, 高断熱・高気密化の流れのなかで, 温熱・空気環境基準をより効率的に達成するためには開口面積が小さいほうがよいという考えから, 居住者の窓開閉による環境調節の自由度は縮小すべきであるとの考え方も一部で存在する¹⁾。しかし Humphreys (1995)²⁾は, 行動的体温調節を無視した実験室実験に基づく現行の温熱環境基準に疑問を呈し, de Dear ら (1998)³⁾は Adaptive model において, 着衣量調節, 代謝量調節や窓開閉など居住者による温熱環境適応行為を考慮すれば, 室温の快適域は外気温に応じて変化させようと主張している。Raja ら (2001)⁴⁾は, 自然換気をおこなうオフィスビル居住者の不快発生率が窓開閉や扇風機使用などの局所気候調節行為の生起率と高い相関があったことから, 局所気候調節が居住者の環境適応にとって重要であると述べている。こうした立場からは, 窓の開閉は居住者による温熱環境調節行為として積極的に導入すべきものであり, 環境負荷低減につながると同時に快適性にも寄与する。

ところで, 窓開閉行為には温熱環境以外にもさまざまな要因が考

えられ, 実際にはこれらが複雑に絡み合って行為を誘発しているものと想像される。たとえば, 起床時や天気がよく日に外気温にかかわらず窓を開放する, 風に当たって気分転換をはかる, などの行為には, 物理的要因だけではなく心理的要因の影響を無視することができない。澤地ら (1987)⁵⁾は行動基準の許容室温範囲が温熱環境基準の許容室温範囲より広いことから, 空調行為の生起は温熱環境以外に生活行動の状況や意識にも依存すると考えた。窓の開閉はまた, 物理的, 心理的要因だけでなく生活習慣から説明することも可能と思われる。窓開放の障害要因として鈴木憲三ら (1995)⁶⁾の調査結果において「虫」「室内が見える」「防犯」があげられたように, プライバシーや防犯も重要である。本研究は, 窓開閉行為にかかわるこうした要因を分析し, 窓の開閉においてはどのような要因が重視され, 要因相互にはどのような関係があるか, すなわち要因の構造を明らかにすることによって, 自然エネルギーの有効利用や快適な室内環境の形成を考慮した窓の計画に知見を提供することを目指している。

1.2 既往の研究

窓が室内に及ぼす心理的效果に関しては, 乾らの開放感に関する一連の研究⁷⁾, 武井らの圧迫感に関する一連の研究⁸⁾など, 視環境の側面から分析がおこなわれている。武藤ら (1995)⁹⁾は地下オフィスの

* 菰野町役場 工修

** 大阪市立大学工学研究科都市系専攻 講師・工博

*** 京都大学工学研究科環境地球工学 教授・工博

Komono Town Office, M. Eng.

Lecturer, Dept. of Urban Engineering, Osaka City University, Dr. Eng.

Prof., Dept. of Global Environment Eng., Faculty of Eng., Kyoto University, Dr. Eng.

環境改善に関する研究において、窓の心理的効果として、疲労回復、変化の演出、雰囲気改善からなる気分的な心地よさと、外界との連続感とがあげられることを因子分析によって明らかにしている。しかしこれらは窓の開閉による内外の交流には触れていない。

より包括的な窓の効果に関しては、松原ら(2000)¹⁰⁾が大学生を対象に、心理的効果以外の機能性、デザイン性、まぶしさなども含めて、下宿の窓に関する28評価項目について重要度に関する因子分析をおこない、「外界との心理的つながり」の固有値が圧倒的に大きいものの重要度は低いという結果を得ている。佐藤ら(1999)¹¹⁾は戸建住宅に対する要求として、広さ、安全性、夏の風通し、採光、断熱性など17項目の重みづけ調査をおこない、窓に関する項目として、夏の風通しは第6位であるが眺望、窓の大きさは下から第3、4位であることを見だしている。

窓開放の要因を分析した研究には、以下のものがある。松井ら(1995)¹²⁾は、窓開放を通風確保のための行為と位置付け、通風を目的に窓開放をおこなう場合の理由として温熱環境、汚染物除去、湿気除去、心理的効果の4項目をあげてその重要度を回答者に順位づけさせ、汚染、湿気、温熱の順であることを示したが、通風目的以外の開放についてはふれていない。森田ら(1998)¹³⁾、榎本(1998)¹⁴⁾は高層集合住宅における通風利用の調査において、開放する目的を尋ね、「暑さをしのぐ」「換気」「クーラー、扇風機を使いたくない」の項目が重要であるという結果を得ている。開放そのものではないが足立ら(1994)¹⁵⁾は、冷房を控える理由についてアンケートをおこなって「健康上よくない」「電気代」が第1、2位であったと報告している。鈴木ら(1995)⁶⁾も同様の調査をおこなっている。しかしこれらは選択肢が換気や温熱環境調節に限定されて習慣や経済、騒音に関する選択肢がないなど、すべての要因を網羅した調査とはいえない。選択回答形式によるもので結果が要因間の順位付けにとどまっていたりするため、開閉行為にはどのような要因があり、どの要因がどの程度関わっているか、要因相互がどのように関係しているかについて、すなわち要因の構造については明らかにしたものではない。

1.3 本研究の目的

そこで本研究では、換気、熱、騒音、心理、習慣、経済など、開閉行為に影響すると思われるあらゆる要因項目をあげて、すべての項目について、開閉行為をおこなうに際しての理由の強さの程度を評定させる、という方法を導入する。因子分析によってこれらの項目を因子分類し、要因としてまとめ、その構造を明らかにする。すなわち、(1)分類されたそれぞれの因子が開閉行為の要因としてどの程度関わっているのか、(2)要因相互にはどのような関連があるのか、について数量化する。また、窓を開けた理由、閉めた理由、開けなかった理由を区別して質問し、それによって開放行為と閉鎖行為の要因のちがいを明らかにする。さらに、窓を頻繁に開ける人とそうでない人で要因がどのように異なるかについて、比較する。

2. 方法

2.1 調査対象

調査は京都市内K大学の学生を対象とした。アンケートでは夏季から秋季にかけての窓開放について質問した。この季節は、窓開放行為が環境負荷低減や快適性に最も寄与する時期であると思われた

図1 キャンパス内棟配置図

ことから選んだ^{注1)}。調査対象として、①事務職員や教官ではなく学生が主体的に使用、②室内での作業強度はパソコン、デスクワークなどの椅座位軽作業程度、③窓がキャンパス外の交通量の多い道路に面しておらず外部騒音の影響が少ない、④窓が家具などで塞がれておらず、開閉可能な状況である、⑤クーラーが設置されている、という要件を満たす研究室に限定して調査票を配布した。図1に対象とした棟の配置を示す。これらの棟はすべて4階建のRC造建物であり、周辺建物も大半が4階建または4階以下である。建物平面は全て中廊下型で、各室の片側に外気に面した窓を有している。調査対象室の窓はすべて同じ大きさ・構造の窓を有し、虫除けの網戸はない^{注2)}。調査対象室の窓立面を図2に示す。中段窓は鉄枠の3枚引き違い透明ガラス戸である。室の床面積はほとんどが40～57㎡、最大で86㎡であり、1室の最大在室人数は数名から10名程度で、日中に不在になることはほとんどない。アンケートは1999年11月に留置式で記入を依頼し回収した。配布総数は73室222名、うち回収は69室163名(回収率73.4%)であった。

窓に関する従来の研究では住宅を対象としたものが多いのに対し、本研究は大学の居室を対象としている。同じ室において同時期に、窓開閉状況の観察調査、および一部の室において室内温熱環境実測¹⁷⁾と窓開閉センサーによる窓開閉記録をおこなっていて、これら調査をもとに温熱環境と窓開閉行動との関係について別途詳しく発表する予定であるが、本研究は温熱環境以外の物理的、心理的、社会的

図2 調査対象室の窓

表1 分析対象とその人数

	質問項目	質問2「窓を開けた理由」	質問3「窓を開けなかった理由」	質問4「窓を閉めた理由」
	採用データ	研究室の窓を「開けたこと」がある人(=I0のみ)	全員	研究室の窓を「閉めたこと」がある人(=IC(117人)の内)
検討対象	研究室の窓を「毎日、時々開けたこと」がある人(I0=90人)	○	○	○(ICかつI0=87人)
内訳	研究室の窓を「めったに、一度も開けたことがない人(N0=73人)」	—	○	○(ICかつN0=30人)

条件と窓開閉行為の総合的な関係について考察することを目的としていることから、これらと同じ室を対象に実施する必要があったためである。

学生居室における在室者の行動への拘束は比較的ゆるやかで、使用状況はオフィスなどの執務空間よりはどちらかといえば住宅に近い。学生居室は出入りが24時間自由である。主として勉学のための空間であるが、雑談や休息、食事などもおこなえるようになっており、ソファなどで仮眠をとる学生もある。住宅でおこなわれるほとんどの生活行為がおこなわれているといえる。夜型の生活習慣をもつ学生も多く、調査対象室のうち19窓につけた開閉センサー、エアコン吹き出し温度の連続記録(10分間隔)によって、窓開閉行為、冷暖房行為の生起が終日にわたっていることが確認されている。

2.2 アンケートの調査項目

アンケートは研究室の①窓を開けた理由、②窓を開けなかった理由、③窓を閉めた理由、の3つについて、回答者自身が行為を起こした場合の理由を尋ねた。「窓を開けなかった理由」は窓が閉ざされた状態における意識であり、「閉めた理由」は窓を閉める行為を起こした状態での意識であるとして、両者を区別して尋ねた。他に回答者が窓開閉を行なった頻度、生活習慣や暑さ・寒さへの感受性、体質についても調査した。

2.3 質問と回答の形式

回答は、理由をあらわす項目の用意された全てについて、理由としての強さの程度を回答する形式とした。理由としての強さの程度は、「理由でない」「少し理由である」「理由である」「かなり理由である」の4選択肢から1つを選ぶ多肢選択回答形式とした。理由としての項目には、換気、熱以外に、騒音、心理、習慣、経済に関する理由も挙げ、順不同に並べた。「掃除の為」と「掃除が終わったから」のように、同じ理由であっても「開けた」「開けなかった」「閉めた」の質問間で表現を変えた項目もある。項目数は「開けた」「開けなかった」「閉めた」についてそれぞれ、29、22、27である。窓を開けた頻度は「毎日開けた」「時々開けた」「めったに開けなかった」「一度も開けなかった」の4選択肢から、窓を閉めた頻度は「あった」「なかった」「覚えていない」の3選択肢から、選択してもらった。

3. 分析方法

3.1 分析対象と分析手法

「窓を開けた理由」は、自分で研究室の窓を頻繁に開けた人、すなわち「毎日」「時々」開けたと回答した人(=Intensionally Open; I0)のみを対象とした。「開けなかった理由」は全員を対象としたが、I0と「めったに」「一度も」開けなかった人(=Not intensionally Open; N0)で別に分析した。I0は90人、N0は73人であった。「閉め

た理由」は自分で研究室の窓を開めたことがあったと回答した人(=Intensionally Close; IC)のみを対象とし、さらにICをI0とN0に分けて分析した。ICは117人、うちI0は87人、N0は30人であった。表1に分析対象と人数構成を示す。分析においては2.3で述べた理由としての強さの程度を示す4カテゴリーの等間隔性を仮定し、「理由でない」から「かなり理由である」までに対して、この順に(+1)～(+4)の数字を当てはめ、その項目の理由としての重要度をあらわす得点とした。

3.2 因子分析

因子分析は得点の平均が2.0以上の項目を評定尺度として選び、主因子法により因子を抽出した後バリマックス回転を行った。因子数は3～5とし、要因がうまく分類できるよう探索的に指定した。

4. 結果と考察

4.1 項目による比較

図3、図4、図5に、窓を「開けた」「開けなかった」「閉めた」理由における各項目の得点の平均値を高い順に左から右へ示す。

4.1.1 窓を開けた理由

窓を開けた理由は、自分で頻繁に開けた人(I0)の90人のみに尋ねた。図3に示すように「空気を入れ替える」「風通しを得る」「室内が暑い」の項目の得点が高く、3.0を超えている。ついで「にこい」「むしむしする」が、ついで「天気がいい」「外気にふれたい」の心理に関する項目が高い。一方、「外を見たい」「外の音を聞きたい」など、外界への視覚・聴覚的欲求に関する心理項目の得点は低い。周囲への遠慮、「朝来たら窓を開けることに決めている」などの習慣、「閉鎖的な感じがする」「人工的な室内環境を好まない」の心理、「電気代」の経済に関する項目の得点は低い。

4.1.2 窓を開けなかった理由

窓を開けなかった理由は全員に尋ねた。図4に示すように「クーラーをつけているから」のみが3.0を超え、ついで「雨が降っていたから」「窓を開けるとあつくなる」「閉めていても暑くない」「虫や鳥が入ってくる」の得点が高い。「窓を開けると風で物が飛散する」も高い。室外からの物理的な侵入が重視されているといえる。N0では「習慣がない」「面倒だ」の得点が高くI0との差が有意であった。また「外の湿気が気になる」の得点はN0よりI0が有意に高かった。「窓を開けると気が散る」の心理に関する項目や「自分の出す音が漏れると迷惑」の自分が騒音源となることを気遣う項目、プライバシーや防犯に関する項目の得点は低い。

4.1.3 窓を閉めた理由

窓を閉めた理由は閉めたことがある人(IC)の117人のみに尋ねた。図5に示すように、開けなかった理由と比較して、「虫や鳥」の得点がやや高く「騒音が気になる」がやや低いほかは、ほぼ同じである。I0とN0を比較すると、N0は「掃除が終わった」の他に「外の湿気」「外のにおい」「外のほこり」の外界の状況に関する項目でI0より低く、「雨が降ってきた」や「風で飛散」でI0より高い。すなわち、N0は外界の状況(湿気、におい、ほこり)に関する想像を経ずに直接、雨や風といった事象の発生を要因として、窓を閉鎖する傾向があったといえる。

以上から、項目別にみると、開けた要因としては「空気を入れ替

図3 「窓を開けた理由」

図4 「窓を開けなかった理由」

図5 「窓を閉めた理由」

表2 「窓を開けた理由」の因子分析

因子	評定尺度	I	II	III	IV	V
I	健康的に暮らしたいから	0.43	0.14	0.08	0.03	0.08
	天気がいいから	0.78	0.13	0.02	0.29	0.14
	外気にふれたいから	0.75	0.15	-0.08	0.30	0.11
	風にあたりたいから	0.73	0.13	0.30	0.13	-0.23
II	気分をかえたいから	0.71	0.47	0.01	-0.06	0.03
	掃除の為	0.16	0.77	0.02	0.04	0.08
	部屋のにおいが気になるから	0.12	0.74	0.00	0.28	-0.26
	部屋のほこりが気になるから	0.26	0.73	0.08	0.08	0.16
III	むしむしするから	-0.02	0.05	0.89	0.03	-0.02
	部屋の湿気が気になるから	0.22	0.23	0.73	-0.20	-0.15
	室内が暑いので	0.02	-0.19	0.68	0.31	0.20
	風通しを得る為	0.28	0.07	0.32	0.78	0.01
IV	空気を入れ替える為	0.16	0.23	-0.13	0.73	0.02
	クーラーだと寒すぎるから	0.11	0.05	0.00	0.03	0.92
	寄与率(%)	32.2	13.7	9.9	8.2	7.2
	累積寄与率(%)	32.2	45.9	55.8	64.0	71.2
V	因子別平均	2.27	2.39	2.65	3.36	2.22

(平均が2.0以上の項目を対象)

図6 「窓を開けた理由」の因子別得点

表3 「窓を開けた理由」の第IV因子項目と各項目との相関

(a)「風通しを得る為」との相関

評定尺度	相関係数
風にあたりたいから	0.44*
外気にふれたいから	0.44*
天気がいいから	0.43*
空気を入れ替える為	0.41*
室内が暑いので	0.26*
部屋のにおいが気になるから	0.30**
部屋のほこりが気になるから	0.26**
健康的に暮らしたいから	0.25***
掃除の為	0.19
部屋のほこりが気になるから	0.18
部屋の湿気が気になるから	0.16
気分をかえたいから	0.16
クーラーだと寒すぎるから	0.10

(b)「空気を入れ替える為」との相関

評定尺度	相関係数
風通しを得る為	0.41*
天気がいいから	0.25*
外気にふれたいから	0.28**
部屋のにおいが気になるから	0.24***
気分をかえたいから	0.24***
部屋のほこりが気になるから	0.24***
風にあたりたいから	0.20
健康的に暮らしたいから	0.20
掃除の為	0.18
クーラーだと寒すぎるから	0.10
むしむしするから	-0.01
部屋の湿気が気になるから	-0.02
室内が暑いので	-0.02

*** $p < 0.05$ ** $p < 0.01$ * $p < 0.001$ で有意

える「風通し」「室内が暑い」が強く、周囲への配慮、習慣は弱い。開けなかった要因としては「クーラーをつけている」が重要度が最も高く、「雨」「虫や鳥」「風で飛散」も高い。閉めた要因も同様である。心理に関する項目は開閉いずれの要因としても弱い。

4.2 因子分析と因子別得点の比較

4.2.1 「窓を開けた理由」の因子分析

表2に窓を開けた理由の因子分析結果を示す。抽出された因子を

表4 「窓を開けなかった理由」の因子分析

(10=頻繁に開けた人)

因子	評定尺度	I	II	III	IV
I	雨が降っていたから	0.48	-0.03	0.11	0.15
	窓を開けると風で物が飛散するから	0.64	0.09	0.15	-0.06
	虫・鳥が入ってくるから	0.61	0.18	0.53	0.01
II	窓を開けるとあつくなるから	0.05	0.93	0.05	-0.01
	クーラーをつけているから	0.08	0.59	0.00	0.56
III	騒音が気になるから	0.19	0.00	0.94	-0.01
IV	閉めていても暑くないから	0.03	0.01	0.00	0.93
寄与率(%)		35.3	20.7	13.0	10.3
累積寄与率(%)		35.3	56.0	69.0	79.3
因子別平均		2.58	3.05	2.03	2.70

注) 網掛け項目以外は(10)と(0)で共通して要因と考えられている項目

表5 「窓を開けなかった理由」の因子分析

(0=あまり開けなかった人)

因子	評定尺度	I	II	III	IV
I	窓を開けると風で物が飛散するから	0.23	0.16	0.10	-0.04
	雨が降っていたから	0.74	0.28	-0.10	0.03
	虫・鳥が入ってくるから	0.62	-0.04	0.29	0.42
II	窓を開けるとあつくなるから	0.17	0.85	-0.05	0.10
	クーラーをつけているから	0.19	0.64	0.14	0.15
III	窓を開けることが面倒だから	-0.02	0.23	0.87	-0.23
	窓を開ける習慣がないから	0.16	-0.15	0.73	0.38
IV	閉めていても暑くないから	0.03	0.26	-0.03	0.89
寄与率(%)		32.9	17.0	13.4	12.4
累積寄与率(%)		32.9	49.9	63.3	75.7
因子別平均		2.54	2.51	2.32	2.73

注) 網掛け項目以外は(10)と(0)で共通して要因と考えられている項目

因子負荷量の順に第I～第V因子と呼ぶ。なお以下では、項目を「」で、因子を『』で示す。第I因子は「健康的に暮らしたい」「天気がいい」「外気にふれたい」「風にあたりたい」「気分をかえたい」の5項目からなり『外界との心理的つながり』因子と命名した。以下同様に、第II因子は「部屋のにおい」「ほこり」「掃除」からなり『室内空気環境』因子、第III因子は「むしむしする」「部屋の湿気が気になる」「室内が暑い」からなり『室内温熱環境の不快さ』因子、第IV因子は「風通しを得る」「空気を入れ替える」からなり『風通し』因子、と命名した。第V因子は「クーラーだと寒すぎる」の1項目からなる。

図6に窓を開けた理由の因子別の得点の平均値を示す。これは各因子に分類された項目の得点を因子ごとに平均したもので、各因子の要因としての強さを表す。『風通し』が第1位で得点は3.36であり、第2位『室内温熱環境』の2.65、第3位『空気環境』の2.39とは差がある。『外界とのつながり』は第4位である。4.1.1で項目別に見ても、「天気がいい」「外気にふれたい」は第6、7位をしめる。

因子寄与率でみると、『風通し』因子は得点は第1位であるが因子寄与率は8.2%にすぎない。一方、『外界とのつながり』因子は、得点は第4位であるが因子寄与率は32.2%である。表3は、『風通し』因子に分類された2項目、「風通しを得る」「空気を入れ替える」と他の項目との相関である。2項目とも『外界とのつながり』因子の「天気がいい」「外気にふれたい」と $p < 0.01$ の相関を示している。すなわち、要因として最も強い『風通し』因子には、外界とのつながり

図7 IOとNOで有意差がある項目(a), (b)の度数分布

への心理的欲求の影響が無視できない。窓を開ける要因として心理的要因が重要であることは項目による比較だけでは明らかではなかったが、因子分析によって明らかになったといえる。

4.2.2 「窓を開けなかった理由」の因子分析

窓を開けなかった理由の因子分析結果をIOは表4に、NOは表5に示す。表の網掛け部分はIOとNOで独自に抽出された因子である。第Ⅲ因子を除くと、IOとNOの因子はほぼ同じである。第Ⅰ因子は「雨」「風で飛散」「虫や鳥」の3項目からなり『室外からの物理的侵入』因子、第Ⅱ因子は「窓を開けるとあつくなる」「クーラーをつけている」の2項目からなり『室内温熱環境維持』因子、と命名した。第Ⅳ因子は、「閉めていても暑くない」の1項目のみからなる。

第Ⅲ因子はIOとNOで異なる。IOでは「騒音が気になる」の1項目からなり『騒音』因子であるのに対して、NOでは「面倒だ」「習慣がない」の2項目からなり『習慣』因子である。これらの因子はIOとNOで独自に抽出される。すなわち、IOは外界の騒音に敏感であり、外界認識においてNOと差がある。また、NOは『習慣』によって窓を開けなかった理由が特徴付けられる。各項目の各カテゴリーへの回答数にIOとNOで有意な差がある項目は、「習慣(有意差0.1%)」「面倒(1%)」「外の湿気が気になる(5%)」の3項目であった。図7に「習慣」「面倒」への回答の相対度数分布を示す。「習慣」「面倒」が窓を開けなかった理由でないとする割合が、IOはNOより高い。

図8に因子別の得点の平均値を示す。NOでは因子間の得点差が小さい。IO、NOともに、「開けるとあつくなる」「クーラーをつけている」からなり『室内温熱環境維持』因子と、「閉めていても暑くない」

図8 「窓を開けなかった理由」の因子別得点

の因子の得点が高いが、IOでは『室内温熱環境維持』のほうが、NOでは「閉めていても暑くない」のほうが高い。すなわちIOは、NOとは異なって外界の暑さに敏感であり、開放した場合の室内温熱環境の変化を予想して判断し、開けないことを選択している。ここでも、騒音に対すると同様に、IOとNOの外界認識の違いが表れている。また、IO、NOともに、『室外からの物理的侵入』因子の得点が2.58、2.54と同程度に高い。室内温熱環境の維持とともに、雨、風、虫や鳥の侵入防止も、窓を開けないことの要因であるといえる。

4.2.3 「窓を閉めた理由」の因子分析

窓を閉めた理由の因子分析結果をIOは表6に、NOは表7に示す。開けなかった理由ではIOとNOの因子分析結果は似ていたが、閉めた理由ではかなり異なる。IOでは、第Ⅰ因子は風、雨、虫や鳥の『室外からの物理的侵入』因子、第Ⅱ因子は「むしむし」「クーラーをつける」からなり『室内温熱環境』因子、第Ⅲ因子は「帰る」「外出する」からなり『生活行動』因子、と命名した。第Ⅳ因子は「騒音」と「寒くなってきた」からなり、意味のまとまりに欠ける。第Ⅴ因子は「新鮮な空気を導入できた」の1項目からなり『換気』因子と命名した。

NOでは、IOで『室外からの物理的侵入』として同じ因子に分類された項目「風」「雨」「虫や鳥」が、第Ⅱ～第Ⅳ因子にばらばらに分類される。この傾向は因子数を変えても変わらなかった。因子数を5と

表6 IOの「窓を閉めた理由」の因子分析
(IO=頻繁に開けた人)

因子	評定尺度	I	II	III	IV	V
I	風で物が飛散するから	0.82	0.04	0.20	0.07	0.07
	雨が降ってきたから	0.76	0.03	0.23	0.07	-0.23
	虫や鳥が入ってくるから	0.68	0.05	0.04	0.42	0.31
II	むしむしてきたから	0.26	0.80	-0.15	0.02	0.13
	クーラーをつける為	-0.10	0.79	0.16	0.07	-0.07
III	帰る時は閉めることに決めているから	0.14	-0.08	0.82	0.30	-0.14
	外出するから	0.33	0.10	0.81	-0.13	0.15
IV	騒音が気になるから	0.14	0.31	0.05	0.78	0.05
	寒くなってきたから	0.12	-0.45	0.13	0.56	0.07
V	新鮮な空気を導入できたので	-0.01	0.01	0.00	0.09	0.95
寄与率(%)		28.0	16.0	12.9	9.1	8.8
累積寄与率(%)		28.0	44.0	56.9	66.0	74.8
因子別平均		2.81	2.85	2.57	2.33	2.47

表7 NOの「窓を閉めた理由」の因子分析
(NO=あまり開けなかった人)

因子	評定尺度	I	II	III	IV	V
I	寒くなってきたから	0.82	0.03	0.09	0.04	0.27
	外の湿気が気になるから	0.82	0.09	0.27	0.04	-0.01
	雨が降ってきたから	0.87	0.56	-0.33	0.05	0.04
II	帰る時は閉めることに決めている	0.12	0.82	0.36	0.05	-0.15
	風で物が飛散するから	0.02	0.74	-0.15	0.01	0.44
III	新鮮な空気を導入できたので	0.03	-0.07	0.83	0.12	0.27
	外出するから	0.37	0.29	0.87	0.28	-0.02
IV	クーラーをつける為	0.44	-0.03	0.05	0.6	0.02
	虫や鳥が入ってくるから	0.32	-0.11	-0.30	-0.73	-0.17
V	掃除が終わったから	0.19	0.08	0.24	0.12	0.86
寄与率(%)		32.4	17.5	12.4	9.1	8.5
累積寄与率(%)		32.4	50.0	62.4	71.5	80.0
因子別平均		2.53	2.50	2.33	3.00	2.30

注) 網掛け項目以外は(IO)と(NO)で共通して要因と考えられている項目

図9 「窓を閉めた理由」の因子別得点

した場合、「帰宅」が「風で飛散」と、「外出」が「換気」と、「クーラーをつける」が「虫や鳥」と同じ因子に分類される。NOは帰宅、外出、クーラー使用などの生活行動をそれぞれ、「風」「雨」「虫や鳥」の侵入と結びつけて窓を閉めた、と解釈できる。

NOでは、因子数を変えても第一因子には必ず、「寒くなってきた」の項目が入った。開閉理由と併せて行った、暑さ・寒さへの感受性に関する調査では、NOはI0より有意(5%)に「寒さに弱い」、NOはI0より有意(1%)に「暑さ・寒さに敏感」と申告した。寒さに弱く、暑さ寒さに敏感というNOの特徴が、I0とNOの閉めた要因の構造の違いとなって表れている。

図9に因子別の得点の平均値を示す。I0では因子間の得点の差は小さい。『室内温熱環境』が2.85、『物理的侵入』が2.81と同程度で最も高く、ついで『生活行動』が第3位で2.57である。NOでは、「クーラーをつける」「虫や鳥」からなる因子の得点が特に高く3.00で、他の因子の得点は2.30～2.53と同程度である。

「クーラーをつける」は、4.1.3で項目別にみても閉めた理由の第1位であるが、因子分析の結果においてもI0、NOともに最も得点の高い因子に「クーラーをつける」が入っており、閉める行為の要因としてI0、NOともクーラー使用が最も強いといえる。

「寒くなってきた」は、I0では因子得点が最も低い因子に分類され、NOでは要因得点が第2位の因子に分類されている。得点はそれぞれ2.33と2.53でありあまり差はないが、窓を閉める要因としてNOはI0より寒さが強く、NOとI0の寒さへの感受性の違いを反映している。

開けなかった理由と閉めた理由を比較すると、ともにクーラー使用が要因として最も強く、雨、風、虫や鳥の侵入防止も強い。開けなかった理由ではNOで『習慣』の因子が、閉めた理由ではI0で『生活行動』(帰宅、外出)の因子が抽出された。また寒さへの感受性の違いは閉めた理由のみにみられた。

5. まとめ

夏季から秋季にかけて、大学の研究室で過ごす学生を対象に、研究室において回答者自身が窓を開閉した理由についてアンケート調査

をおこなった。換気、熱、騒音、心理、習慣、経済に関して用意された22～29の項目すべてについて、理由の強さの程度を4段階評価するという形式で得られた回答に基づき、等間隔尺度を仮定して因子分析法により分析した結果、開閉行為の要因について、以下のよう結論を得た。

(1) 窓を開ける要因としては、「風通しを得る」「空気を入れ替える」からなる『風通し』因子が特に強く理由の強さ(因子得点)が3.36、ついで「むしむしする」「部屋の湿気が気になる」「室内が暑い」からなる『室内温熱環境』因子が2.65、「掃除」「部屋のにおい」「部屋のほこり」からなる『室内空気環境』因子が2.39の順である。『風通し』因子には、「天気がいい」「外気にふれたい」からなる『外界とのつながり』因子(寄与率32.2%)が影響を与える。窓を開ける要因として、物理的条件だけでなく外界とのつながりへの欲求という心理的条件も重要であることを示している。

(2) 窓を開けない要因としては、a)「クーラーをつけている」「開けると暑くなる」からなる『室内温熱環境維持』因子と、雨、風、虫や鳥の侵入防止の因子が強い。b) 暑さと騒音において、頻繁に開ける人とあまり開けない人の外界認識の違いがあらわれる。c)「習慣がない」「面倒だ」からなる『習慣』因子は、あまり開けない人のみに抽出される。

(3) 窓を閉める要因としては、a)クーラーの使用が最も強く、「クーラーをつける」を含む因子の得点が頻繁に開ける人で2.85、あまり開けない人で3.00と、ともに第1位をしめる。b)頻繁に開ける人では、雨、風、虫や鳥の侵入防止も要因として同程度に強い。c)頻繁に開ける人では、閉める要因として「帰る」「外出する」からなる『生活行動』因子が抽出される。c)あまり開けない人では「寒くなってきた」を含む因子の因子寄与率が第1位で32.4%であり、寒さが閉める行為に影響を与える。

本研究は大学生の研究室における要因の分析ではあるが、開放行為と閉鎖行為の要因の違いを明らかにすることができた。すなわち、夏季から秋季にかけて、窓を閉めるという行為は、クーラーの使用や雨、風、虫や鳥の侵入防止を生起要因とすることが多く、帰宅や外出などの生活行動にあわせて行われる傾向のあることが明らかになった。一方で、窓を開けるという行為に対しては、行為者は居住性改善の積極的な意味を見込んでいる。行為者が風通しや、室内の熱的・空気の環境の不快解消に対する高い期待を持って、単なる習慣からではなく、またそのときの生活行動にかかわらず開放行為を行っている実態が、明らかになったといえる。

居住者に開放行為の自由度を残すことは外部とのつながりなど居住者の心理的欲求を満足させて心理的に快適な室内環境を形成するうえで重要といえた。しかし閉める行為は習慣に依存する度合いが高いといえたことから、閉鎖を自動制御することは開放の制御ほど心理的負担はないといえる。例えば、窓の開放は居住者の自発的調節に委せながら閉鎖は省エネルギーの立場から判断して自動的に制御する窓への応用も考えられる。

<謝辞>

本研究をおこなうにあたり、財団法人トステム建材産業振興財団より助成を受けたこと、ならびに、京都大学建築学科4回生伏美津彦君の援助を得たことに謝意を表す。

<注>

注1) 後述の開閉状況観察調査と室内温熱環境実測および開閉センサーによる記録

調査は、中間期だけでなく暖房期、冷房期についてもおこなっている。

注2) 開放することを前提とした窓や開口部には、とりわけ住宅では、網戸を設置するのが一般的である。しかし本研究で調査対象とした大学キャンパスでは、窓開閉行為は日常的に観察されたが、網戸を設置した窓はほとんどなかった。本研究は網戸のないことを前提に分析をすすめることとした。

<参考文献>

- 1) 南雄三: 開口部対策, 建築技術編, 高断熱・高気密住宅の実践マニュアル, p. 70, 建築技術, 1997年.
- 2) M. A. Humphreys: Thermal comfort temperature and the habits of hobits-Comfort temperatures and climate, in F. Nicol, M. Humphreys, O. Sykes, and S. Roaf eds., Standards for thermal comfort - Indoor air temperature standards for the 21st century, Chapman & Hall, London, 1995.
- 3) R. J. de Dear, G. S. Brager: Developing an adaptive model of thermal comfort and preference, ASHRAE Trans., 1998, pp. 145-167.
- 4) I. A. Raja, J. F. Nicol, Kathryn J. McCartney, M. A. Humphreys: Thermal comfort: use of controls in naturally ventilated buildings, Energy and Buildings 33, 2001, pp. 235-244.
- 5) 澤地孝男, 松尾 陽, 羽田野 健, 福島弘幸: 暖冷房行為生起の決定要因と許容室温範囲に関する検討-住宅の室内気候形成に寄与する居住者の行動に関する研究 その1, 日本建築学会計画系論文集 第382号, 1987, pp. 48-59.
- 6) 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, 日本建築学会計画系論文集 第475号, 1995年9月, pp. 17-24.
- 7) 例えば, 乾正雄, 宮田紀元, 渡辺圭子: 開放感に関する研究・1(視環境における開放感の位置づけ, 予備実験), 日本建築学会計画系論文集 第192号, 1972年,

pp. 49-54.

- 8) 例えば, 武井正昭, 大原昌樹: 圧迫感の計測に関する研究・1(圧迫感の意味と実験装置), 日本建築学会計画系論文集 第261号, 1977年, pp. 105-114.
- 9) 武藤浩, 宇治川正人, 安岡正人, 平手小太郎, 山川昭次, 土田義郎: 窓の心理的効果とその代替可能性-地下オフィスの環境改善に関する実証的研究-, 日本建築学会計画系論文集 第474号, 1995年8月, pp. 57-63.
- 10) 松原斎樹, 蔵澄美仁, 西田優花, 磯野千都, 下村孝: 京都市内の大学の学生を対象とした窓の心理的効果に関する調査研究, 日本建築学会技術報告集 第10号, 2000年6月, pp. 169-172.
- 11) 佐藤豊, 郡公子: 栃木県における住宅の熱環境と住まい方に関する研究-冬期の暖房室・非暖房室の熱環境と意識・住まい方, 日本建築学会計画系論文集 第522号, 1999年8月, pp. 7-14.
- 12) 松井静子, 佐藤隆二, 山中俊夫: 住宅における通風に関する調査研究-(その1) 風通しに対する意識, 日本建築学会近畿支部研究報告集 第35号・計画系, 1995年, pp. 177-180.
- 13) 森田安紀, 吉田治典: 居住者の窓開閉による通風利用に関する研究(その2), 日本建築学会近畿支部研究報告集 第38号・環境系, 1998年, pp. 69-72.
- 14) 榎本丈二: 居住者の窓開閉による通風利用に関する研究-集合住宅とオフィスビルの調査・研究-京都大学修士論文, 1998年.
- 15) 足立直之, 赤林伸一, 吉野博, 真保聡裕, 坊垣和明, 澤地孝男: 住宅におけるエネルギー消費量と住まい方に関する実態調査-新潟市におけるエネルギー使用構造に関する研究 その1, 日本建築学会計画系論文集 第465号, 1994年11月, pp. 49-59.
- 16) A. L. コムリー著, 芝 祐順訳: 因子分析入門, サイエンス社, 1982年.
- 17) 鈴木玉美, 吉田治典, 梅宮典子: 観察調査に基づく窓開放率と外気温の関係, 日本建築学会大会学術講演梗概集 計画系 D2環境工学II, 2001年9月, pp. 589-592.

(2001年6月10日原稿受理, 2002年2月22日採用決定)