

4 住宅における居住者の通風・冷房行為に関する実態把握と行為モデルの構築

4.1 調査の目的

住宅のエネルギー消費は、建物や所有機器の仕様のみならず、生活行動や機器使用などの居住者行動により大きく影響される。居住者行為のうち夏期の採涼に関しては、状況に応じて居住者が通風とエアコンとを使い分けることが一般的である。このため、そうした使い分けを伴う通風・冷房行為を如何に再現するかが、冷房エネルギー消費の予測・評価を行う上で重要な課題となる。

住宅の省エネルギー基準^{xiii}においては、通風措置の有無によらず、室内温度が設定温度（起居時 27℃、就寝時 28℃）を超えた場合に冷房が使用されるものとしている。しかしながら、設定温度を冷房使用室温とする考え方は、連続運転を前提とするものであり、間欠運転かつ通風利用を基本とする住宅にはマッチしない可能性がある。

5.8 負荷計算における通風量一定の仮定について（文献 xiii pp.662 より一部抜粋して引用）

- 在室時に、通風を利用し（換気回数で 5 回/h、又は 20 回/h にあたる外気量を導入し）冷房を停止したままで室温を 27℃（就寝時 28℃）以下に保つことができる場合は、通風を利用し冷房運転を停止した条件で対象居室の温度等を計算する（冷房負荷は発生しない）。
- 在室時に、通風を利用し（換気回数で 5 回/h、又は 20 回/h にあたる外気量を導入し）冷房を停止したままでは室温が 27℃（就寝時 28℃）を上回る場合には、通風利用を停止し、冷房により対象居室の温度を 27℃（就寝時 28℃）、相対湿度を 60%に制御して、冷房顕熱負荷、冷房潜熱負荷の算定を行う。

そこで、本章では各種調査を通じて住宅における通風と冷房の使用実態に関するデータを収集・整理し、以下の検討を行った。

- WEB アンケート調査に基づく通風・冷房行為のパターンとその決定要因の整理（4.2 節）
関西地域を対象とした WEB アンケートを通じて居住者が選択した通風・冷房行為を生活時間ごとに聴取し、通風・冷房行為のパターンを整理した。さらに、季節、世帯属性、住宅建物、住居環境および周辺環境と通風・冷房行為との関係性を分析した。分析結果から、行為選択と関連性の強い要素を生活時間別に抽出し、要素による行為選択の相違を整理した。加えて、行為選択の相違を説明する上での要素の重要度を示した。
- フィールド実測調査に基づく窓・エアコン操作の生起条件の分析（4.3 節）
関西地域に住まう 11 世帯を対象として、外気温度、室内温度・相対湿度、エアコン・窓の状態に関するデータを収集した。収集したデータを各種統計的手法により分析し、エアコン発/停、窓開/閉に関する行為の生起要因を時間区分ごとに探究した。
- 通風・冷房行為に関するモデルの考案（4.4 節）
調査結果に基づいて、エアコンの on/off 操作および窓の open/close 操作を生起させるトリガーとその閾値を設定し、通風・冷房行為に関するモデルを考案した。

4.2 WEB アンケート調査に基づく通風・冷房行為のパターンとその決定要因の整理

4.2.1 関連研究の動向と本調査の目的

通風・冷房行為のモデリングについては、行為決定の要因や特定の要因をパラメータとして行為遷移が起こる閾値あるいは確率を実態調査結果から抽出することで試みられている^{xiv, xv, xvi, xvii, xviii, xix, xx, xxi, xxii}。ただし、国外の既往研究では冷房を必要としない地域を対象とするものが多く、通風行為のみを対象としたモデルが提案されている。最近では、外気温や室温といった環境要素だけでなく、在室パターン等の居住者の生活行動に関連する要素や住宅形式や換気設備の種類等の建物仕様に関連する要素をも考慮することや、さらには世帯差を表現することが試みられるようになった^{xxiii, xxiv}。

これまでに、筆者は実測調査結果に基づいて通風・冷房行為のモデル化に取り組んできた^{xxv, xxvi}。構築したモデルは、室温を主な入力パラメータとして、行為を確率的に与えるものである。しかし、既往研究により室温などの環境要素以外にも様々な要素が行為選択に作用することが明らかにされている^{xxvi, xxvii, xxviii, xxix, xxx, xxxi, xxxii, xxxiii, xxxiv, xxxv, xxxvi}。具体的には、冷房の仕方や窓開放には居住者の価値観や意識以外にも物理的・社会的な外的要因が様々な形で影響を与えることが指摘されている^{xxxvii, xxxviii}。外的要因には、騒音、大気汚染、臭気といった周辺の物理環境、防犯やプライバシーなどがあり、これらの要因は窓開放を阻害すると考えられている^{xxxiv, xxxv}。さらに、これらの要素は住宅の形式（集合/戸建）や仕様（伝統/新興）、住戸位置によって影響の程度が異なることが報告されている^{xxvii, xxxiv, xxxv}。また、居住者のライフスタイルとの関連性も強く、例えば朝の時間帯に窓開放を行うなど、通風・冷房行為に対しては時間帯によって世帯ごとに異なる方針が存在することが示されている^{xxx, xxxii}。

前段のように、これまでの研究により通風・冷房行為の選択は周辺環境（騒音、治安など）、建物条件（住宅形式、住戸位置など）、世帯特性（生活時間、価値観など）といった様々な要素が作用することが明らかにされた。しかし、これらの多岐にわたる要素を包括して扱い、行為選択との関連性を定量的に示した事例は少ない。そこで、本検討では、関西地域を対象としたWEB アンケートを通じて居住者が選択した通風・冷房行為を不在時・外出時を含めて生活時間ごとに聴取した結果から、統計的手法により行為選択と関連性の強い要素を生活時間別に抽出し、要素による行為選択の相違を整理する。さらに、行為選択の相違を説明する上での要素の重要度を明らかにする。

4.2.2 調査概要

調査概要を表 116 に示す。調査は、インターネット調査会社を通じて WEB アンケートにより実施した。対象は、近畿2府4県（大阪府、京都府、兵庫県、和歌山県、奈良県、滋賀県）に住まう2世代同居の3～5人世帯（夫婦とその子より成る世帯）とし、第1回から第3回まで同一の世帯に対してアンケートへの協力を依頼した。ただし、事前にスクリーニングを行い、該当する世帯を対象を限定した。

表 116 調査概要

方法	WEBアンケート調査
対象地域	近畿2府4県（大阪府、京都府、兵庫県、和歌山県、奈良県、滋賀県）
対象世帯	以下の項目を満たす世帯 <ul style="list-style-type: none"> ・2世代（夫婦とその子より成る）が同居する3～5人世帯 ・室内飼ペットがいない ・家族に要介護者がいない ・夫婦の年齢がいずれも60歳以下である ・居間と主寝室のそれぞれにエアコンが1台以上設置されている
対象居室	居間、主寝室（夫婦の寝室）
調査期間	2013/8/9～8/19（第1回）、9/13～9/17（第2回）、10/23～10/25（第3回）

設問は、居間と主寝室（夫婦の寝室）における回答日から過去1週間の通風・冷房行為に関する項目に加え、回答者の基本情報として世帯属性（居住地域、家族構成、年齢、職業、世帯年収）、入居中の住宅建物に関する情報（建築年、住宅形式、住戸位置）、住居環境（風通し、日当たり）、住宅周辺の環境（騒音、大気汚染、臭気、人通り、車通り、治安）に関する項目を設けた。設問項目の一覧を表 117 に示す。なお、設問項目は、通風・冷房行為に影響すると考えられ、かつ物理的計測や統計資料により客観的な情報が入手可能である要素を中心に設定した。また、通風・冷房行為の選択は、就寝時、朝起床直後などといった生活時間により異なることが予想されたため、居住者の生活時間を「夜間、別室で寝ており、対象居室には誰もいない時（以下、夜間不在時と記す）」、「夜間、対象居室で寝ている時（以下、夜間就寝時と記す）」、「朝、起床した直後の時間帯（以下、朝起床直後と記す）」、「日中～就寝前の時間帯で、睡眠以外の目的で対象居室に在室している時（以下、起居在室時と記す）」、「日中～就寝前の時間帯で、対象居室には誰もいないが、別室で過ごしている時（以下、別室在室時と記す）」、「日中、誰も家にいない時（以下、日中外出時と記す）」の6つに区分し、時間区分ごとに回答を得た。

表 117 設問項目の一覧

質問項目	回答方法	入力値/選択肢
世帯属性	居住地域	入力 市町村
	性別	選択 男性、女性
	年齢	入力 数値
	職業	選択 勤め人、自営業者、農林水産業者、アルバイト・パート、専業主婦・主夫、小学生、中学生、高校生、その他
	世帯年収	選択 200万円未満、200～400万円未満、400～600万円未満、600～800万円未満、800～1000万円未満、1000～1200万円未満、1200～1500万円未満、1500万円以上、分からない/答えたくない
住宅建物	建築年	入力 数値
	住宅形式	選択 戸建、集合
	総階数	入力 数値
	居間/主寝室のある階	入力 数値
	住戸の位置	選択 中住戸、角住戸
住居環境に対する印象	風通し	選択 良い、やや良い、どちらとも言えない、やや悪い、悪い
	日当たり	選択 良い、やや良い、どちらとも言えない、やや悪い、悪い
周辺環境に対する印象	騒音	選択 気にならない、あまり気にならない、どちらとも言えない、やや気になる、非常に気になる
	大気汚染、砂ぼこり	選択 気にならない、あまり気にならない、どちらとも言えない、やや気になる、非常に気になる
	臭気	選択 気にならない、あまり気にならない、どちらとも言えない、やや気になる、非常に気になる
	人通り(日中・夜間)	選択 少ない、やや少ない、どちらとも言えない、やや多い、多い
	車通り(日中・夜間)	選択 少ない、やや少ない、どちらとも言えない、やや多い、多い
	治安	選択 良い、やや良い、どちらとも言えない、やや悪い、悪い
回答日から過去1週間における通風・冷房行為	夜間就寝の頻度※1	選択 週0～3回、週4～7回
	時間区分毎※2	選択 常にエアコンを使用、エアコンと窓開けのどちらかを選んで使用、エアコンは使用せず常に窓を開放、エアコンは使用せず適宜窓を開放、エアコンは使用せず常に窓を閉鎖、そのような場面はない、いずれでもない

※1 「週0～3回」である場合は「夜間不在時」、「週4～7回」である場合は「夜間就寝時」を回答

※2 時間区分は「夜間不在時」、「夜間就寝時」、「朝起床直後」、「起居在室時」、「別室在室時」、「日中外出時」の6区分

実施期間は、気象庁の天気予報を日々確認することで外気温度の異なる3期間を選定し、2013年8月9日～19日(第1回)、同年9月13日～17日(第2回)、同年10月23日～10月25日(第3回)とした。この時、第1回は盛夏、第2回は晩夏、第3回は秋を想定して、日平均気温の大よその目安をそれぞれ30℃前後、25℃前後、20℃前後とした。また、雨や台風による通風・冷房行為への影響が小さくなるように可能な範囲で配慮した。

調査終了後に設問間における回答の不整合を確認することによりデータクリーニングを行ったところ、それぞれの調査期間における有効回答数は表118のようになった。なお、アンケートの分析は統計解析ソフトSPSS Statistics 20 for Windows (IBM) を使用して行った。

表 118 解析対象世帯数

期間	回答者数	有効回答数 (回答者の男女比)
第1回	3599	1753 (51:49)
第2回	3090	1573 (51:49)
第3回	2472	1197 (52:48)

いずれかの期間の回答が有効:
2571
(51:49)
全期間の回答が有効:
487
(52:48)

4.2.3 解析対象世帯の基本属性

4.2.3.1 世帯属性

アンケート対象世帯のうち、有効な回答が得られた世帯（以下、解析対象世帯と記す）の居住地域割合は大阪府 43.4%、兵庫県 26.4%、京都府 13.1%、奈良県 7.7%、滋賀県 6.3%、和歌山県 3.0% であった。これは、近畿 2 府 4 県における 3 人～5 人世帯の世帯数^{xxxvii}の比率に近い。世帯人員数別には、3 人世帯 21.9%、4 人世帯が 60.6%、5 人世帯が 17.5% であった。

世帯属性として、世帯人員の年齢を図 270 に、職業を図 271 に、世帯年収を図 272 に示す。なお、() 内の数値は、カテゴリーごとのサンプル数を示している。世帯人員の属性は、夫と妻については全体の 6 割程度が 40 歳代であり、夫は 9 割程度が「勤め人」、妻は約半分が「専業主婦」であった。子については 4 割程度が「小学生」であった。また、世帯年収は、「400 万～600 万円」および「600 万円～800 万円」が多かった。なお、以上の世帯属性については、住宅形式（戸建住宅/集合住宅）による違いは顕著ではなかった。

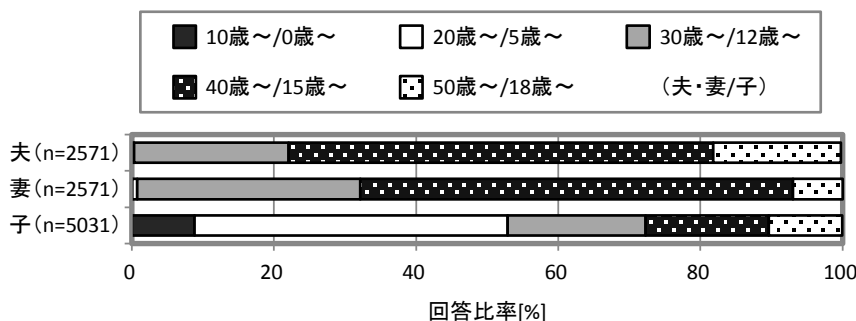


図 270 世帯人員の年齢

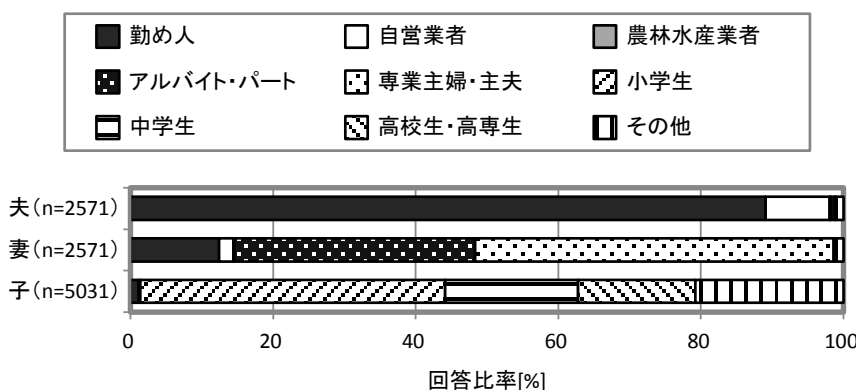


図 271 世帯人員の職業

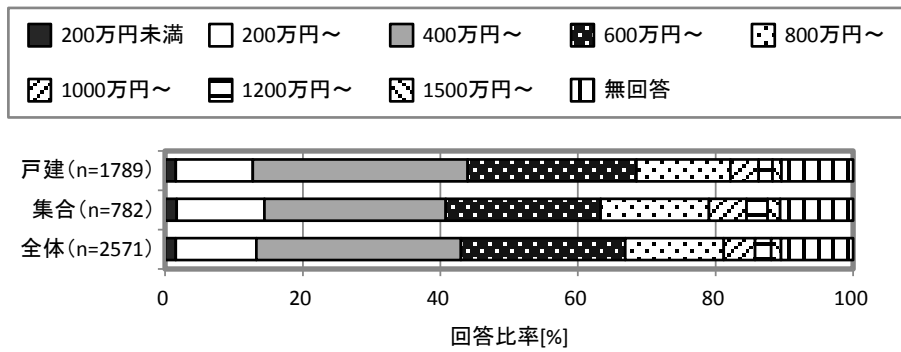


図 272 世帯年収

4.2.3.2 入居中の住宅建物

住宅形式別・住戸位置別の解析対象世帯数を表 119 に示す。ここで、住戸位置のうち階層については、1~2 階を低層階、3~5 階を中層階、6~19 階を高層階、20 階以上を超高層階と定義した。

住宅形式は、戸建住宅の方が集合住宅より多く、戸建住宅：集合住宅が大よそ 7 : 3 であった。住戸位置は、超高層階に該当する世帯が極めて少なかった。超高層階に分類された世帯は、21 階、23 階、28 階に位置し、高層階に比較的近いことから、以降の解析では超高層階に区分された世帯を高層階に含めて解析を行うこととした。

床面積は、居間については戸建住宅で「15~30 m²」、集合住宅で「15~25 m²」の回答が多く、主寝室については戸建住宅、集合住宅ともに「0~20 m²」の回答が多かった。住宅形式による床面積の差異については両居室ともに戸建住宅の方が集合住宅より大きかった。

表 119 住宅形式別・住戸位置別の解析対象世帯数

住宅形式と住戸位置			解析対象世帯数		
戸建住宅			1789		
集合住宅			782		
低層階 (1~2階)	中間階	中住戸	82	180	210
		角住戸	98		
	最上階	中住戸	10	30	
		角住戸	20		
中層階 (3~5階)	中間階	中住戸	130	243	302
		角住戸	113		
	最上階	中住戸	25	59	
		角住戸	34		
高層階 (6~19階)	中間階	中住戸	120	202	263
		角住戸	82		
	最上階	中住戸	32	61	
		角住戸	29		
超高層階 (20階~)	中間階	中住戸	2	5	7
		角住戸	3		
	最上階	中住戸	1	2	
		角住戸	1		

4.2.3.3 住居環境に関する印象

居間および主寝室の住居環境に対する印象に関する回答結果として、風通しを図 273 に、日当たりを図 274 に示す。なお、集合住宅については、住戸位置別に整理した結果を合わせて示す。

風通しについては、居間、主寝室ともに「良い」、「やや良い」が半数以上を占めたことから、大半の世帯は比較的良い通風環境にあるという印象を有していると言える。住宅形式による差異については、居間では集合住宅の方が戸建住宅よりも肯定的な回答が多かった。また、集合住宅の住戸位置による違いについては、中住戸よりも角住戸で、また階層が上がるほど肯定的な回答が占める割合が高かった。

日当たりについては、居間では「良い」、「やや良い」が半数以上を占めた。一方、主寝室では、戸建住宅については肯定的な回答が大多数であったが、集合住宅においては「どちらとも言えない」～「悪い」といった中間的・否定的な回答が半数強を占めた。また、集合住宅の中住戸/角住戸による違いについては、居間では差異はなかったが、主寝室では角住戸の方が肯定的な回答が多かった。階層による違いについては、居間においては階層が上がるほど「良い」と回答する世帯が多かったが、主寝室では差異は小さかった。

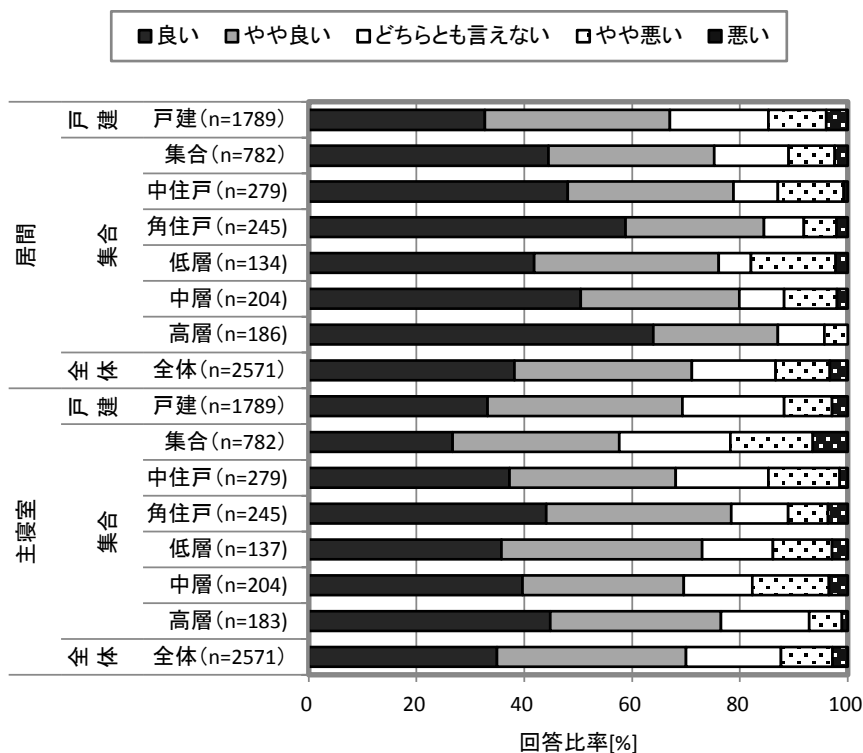


図 273 風通しに対する印象

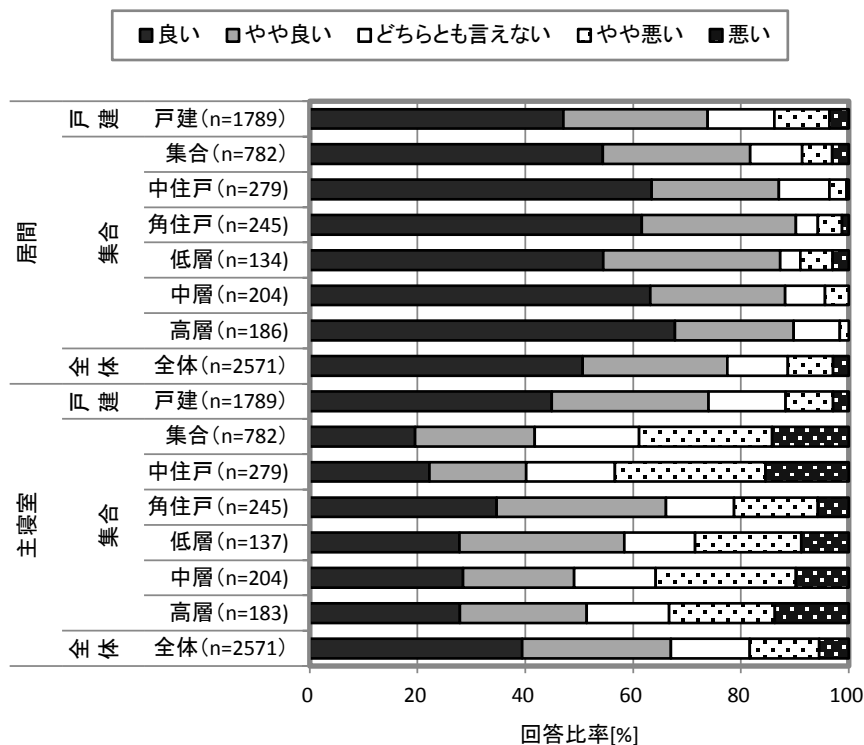


図 274 日当たりに対する印象

4.2.3.4 周辺環境に対する印象

周辺環境に対する印象に関する回答結果として、騒音・大気汚染・臭気を図 275 に、日中および夜間の人通り・車通りを図 276 に、治安を図 277 に示す。

騒音、大気汚染、臭気に対する印象については、「気にならない」、「あまり気にならない」という回答が半数以上を占めていた。人通りや車通りについては、戸建住宅の方が集合住宅よりも「少ない」、「やや少ない」という回答が多く、特に夜間にその割合が大きかった。また、治安に対しては「良い」、「やや良い」という回答が多かった。

以上のことから、解析対象世帯は、窓を開けることを阻害する心的要因は比較的少ない環境にあると考えられる。また、これらの項目については、戸建住宅の方が集合住宅よりも肯定的な回答が多いことから、戸建住宅の方が通風利用に有利な周辺環境にあると言える。

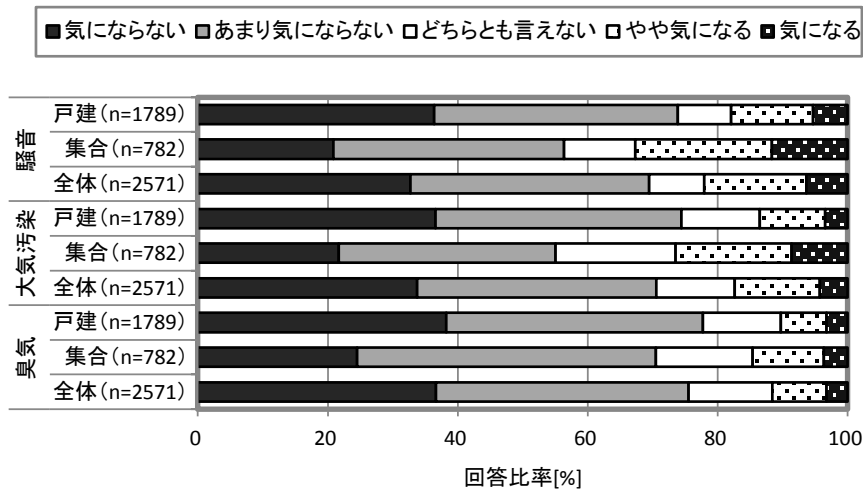


図 275 騒音・大気汚染・臭気に対する印象

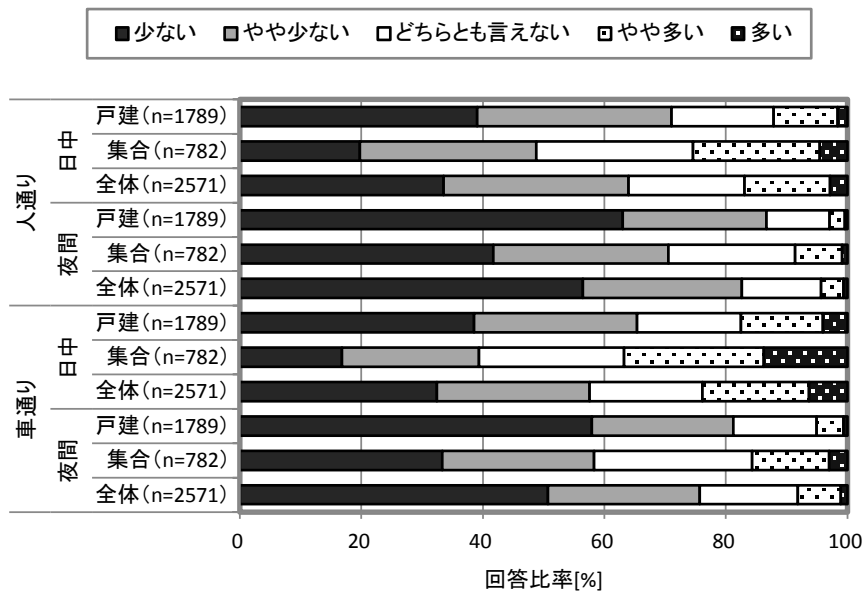


図 276 人通り・車通りに対する印象

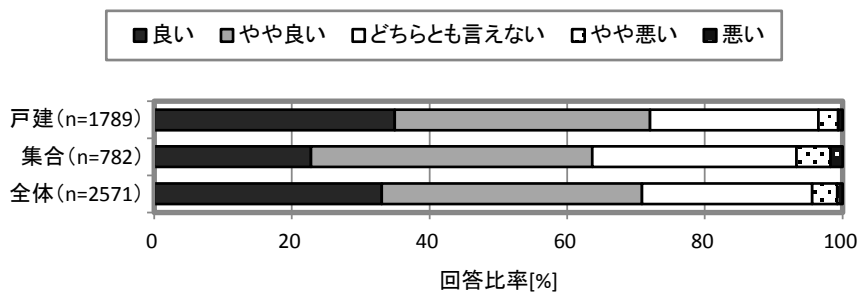


図 277 治安に対する印象

4.2.4 通風・冷房行為の選択に関するアンケートの単純集計結果

居住者が選択した通風・冷房行為を生活時間ごとに聴取した結果を調査期間別に整理して図 278 および図 279 に示す。ただし、居室の用途を鑑みて、生活時間のうち「夜間不在時」については居間のみを、「夜間就寝時」については主寝室のみを示した。なお、調査期間による相違を比較するため、全期間の回答が有効であった世帯（487 世帯）を分析対象として第 1 回から第 3 回までの解析対象世帯を統一した。また、通風・冷房行為に対する回答が「そのような場面はない」、「いずれでもない」であるものを除いた。

「朝起床直後」については、「常に窓を開放」の回答比率が他の時間区分に比べて高く、盛夏（第 1 回）であっても居間では 43.1%、主寝室では 39.2%であることから、季節を問わず、窓開けへの習慣性が強いことがうかがえる。一方で、「夜間不在時」、「夜間就寝時」および「日中外出時」においては、「常にエアコンを使用」あるいは「常に窓を閉鎖」という回答が大きな割合を占めた。これに対し、「別室在室時」は「常に窓を開放」あるいは「適宜窓を開放」を合わせると全体の半数以上となり、「常に窓を閉鎖」を大きく上回った。これは、在宅者がいる場合は在室していない室であっても窓を開放して通風利用を行う世帯が多く存在することを示している。

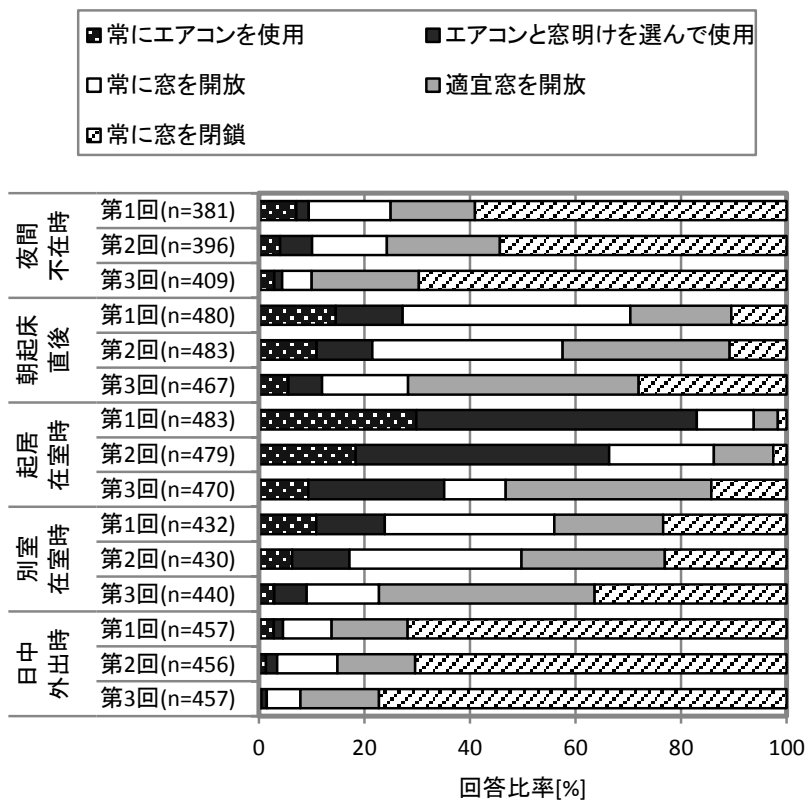


図 278 居間における通風・冷房行為の選択

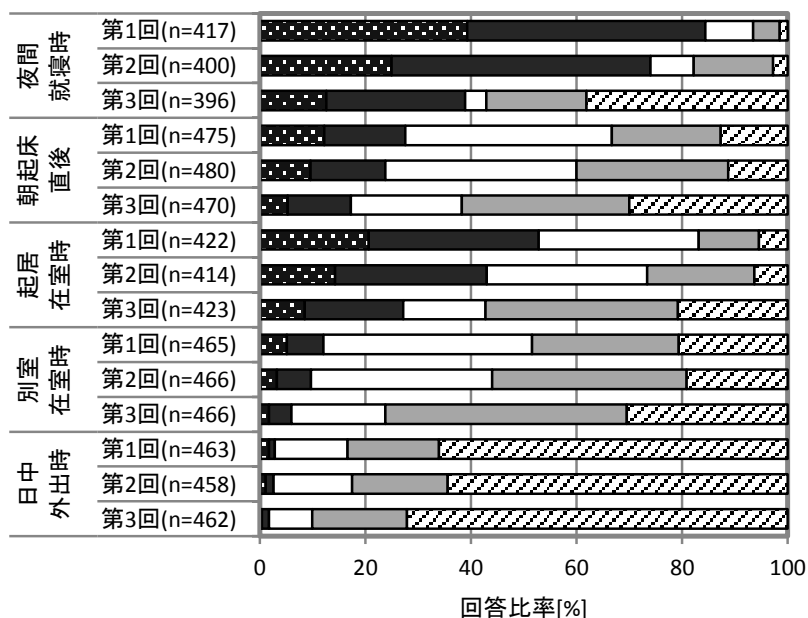
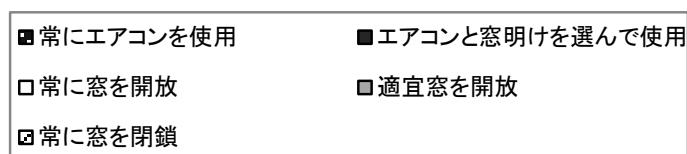


図 279 主寝室における通風・冷房行為の選択

調査期間による行為選択の相違について、同等性の検定 (χ^2 検定) および残差分析を行った結果を表 120 および表 121 に示す¹。居間、主寝室ともに「日中外出時」では 5%水準で、その他の時間区分では 1%水準で調査期間による相違に有意性が認められた。また、残差分析の結果から、盛夏(第1回)と比べて暑さが緩む晩夏(第2回)ではエアコン使用を含む回答が少なくなり、窓開けを含む回答が多くなるが、十分に涼しくなった秋(第3回)では窓開けから窓閉鎖に移行する傾向が「日中外出時」を除くすべての時間区分においてみられた。これらの結果は、「朝起床直後」といった行為選択に対する習慣性が強いことが予想される時間区分や、「別室在室時」といった居住者の熱的快適性と直接的な関係がない時間区分においても、外気温度や室内温度などの季節変化を伴う環境要素が行為選択に影響を与えていることを示唆している。

¹ 調整済み残差とは、 χ^2 検定の結果が有意であった場合にどの項目が有意性に貢献したかを判断する数値である。残差の絶対値が 2.58 より大きければ 1%水準で、1.96 より大きければ 5%水準で項目(ここでは調査期間)により有意な差があることを示す。また、残差が正(負)値の場合は他の項目に比べて有意に多い(少ない)ことを意味する。

表 120 調査期間による行為選択の相違に関する残差分析（居間）

時間区分	調査期間	調整済み残差					有意確率
		常にエアコンを使用	エアコンと窓明けを選んで使用	常に窓を開放	適宜窓を開放	常に窓を閉鎖	
夜間不在時	第1回	2.76	-1.23	2.84	-1.98	-1.01	0.000
	第2回	-0.69	3.79	1.91	1.33	-3.42	
	第3回	-2.02	-2.55	-4.68	0.62	4.38	
朝起床直後	第1回	3.66	2.50	6.44	-7.08	-4.28	0.000
	第2回	0.49	0.57	2.36	0.16	-4.04	
	第3回	-4.18	-3.09	-8.86	6.97	8.38	
起居在室時	第1回	7.21	5.87	-2.59	-9.49	-4.99	0.000
	第2回	-0.61	3.02	4.41	-4.75	-4.01	
	第3回	-6.65	-8.94	-1.83	14.33	9.06	
別室在室時	第1回	4.27	2.53	3.56	-5.04	-2.43	0.000
	第2回	-0.41	0.80	3.77	-1.35	-2.62	
	第3回	-3.85	-3.31	-7.28	6.36	5.02	
日中外出時	第1回	2.80	0.15	0.19	-0.17	-0.81	0.016
	第2回	-0.46	1.05	2.22	0.02	-1.62	
	第3回	-2.33	-1.19	-2.41	0.15	2.42	

1%水準

表 121 調査期間による行為選択の相違に関する残差分析（主寝室）

時間区分	調査期間	調整済み残差					有意確率
		常にエアコンを使用	エアコンと窓明けを選んで使用	常に窓を開放	適宜窓を開放	常に窓を閉鎖	
夜間就寝時	第1回	7.74	2.49	1.90	-5.89	-9.06	0.000
	第2回	-0.49	4.37	1.02	1.56	-7.85	
	第3回	-7.34	-6.91	-2.94	4.40	17.04	
朝起床直後	第1回	2.94	1.19	3.97	-3.84	-3.67	0.000
	第2回	0.50	0.27	2.33	1.05	-4.66	
	第3回	-3.45	-1.47	-6.32	2.79	8.36	
起居在室時	第1回	4.41	3.25	2.84	-6.82	-4.39	0.000
	第2回	-0.14	1.25	2.86	-1.44	-3.67	
	第3回	-4.27	-4.49	-5.69	8.25	8.04	
別室在室時	第1回	2.63	1.14	5.16	-4.96	-1.72	0.000
	第2回	-0.21	0.64	2.16	0.06	-2.69	
	第3回	-2.42	-1.78	-7.32	4.89	4.41	
日中外出時	第1回	1.64	-0.52	1.23	-0.35	-0.81	0.046
	第2回	0.02	0.52	2.04	0.23	-1.75	
	第3回	-1.66	-0.01	-3.26	0.12	2.56	

1%水準

4.2.5 諸要素による通風・冷房行為の選択への影響

4.2.5.1 クロス集計に基づく行為選択に影響を与える要素の抽出

前項の検討により、いずれの時間区分においても通風・冷房行為の選択に季節（調査期間）により相違があることが示された。本項では、季節以外の要素について通風・冷房行為の選択との関連性を分析した。ここでは、第1回から第3回までの調査期間のうち、回答が中間的であった第2回の結果を示す。

検討した要素は、世帯属性、住宅建物、住居環境、周辺環境に大別され、それぞれ以下の要素を検討した。すなわち、世帯属性は、「世帯年収」、「子職業」「妻職業」の3要素とした。住宅建物は、「建築年」、「住宅形式」、「階層」、「最上階」、「角住戸」の5要素とした。住居環境は居間および主寝室の「風通し」、「日当たり」に対する印象の2要素とした。周辺環境は、「騒音」、「大気汚染」、「臭気」、「人通り」、「車通り」、「治安」に対する印象の6要素とした。ここで、「子職業」とは小学生以下の子供が構成員に含まれるか否かであり、年齢が低いために行為選択の主体でないことや、親と同室で就寝することなどの影響を検討するために設けた。また、「妻職業」とは専業主婦であるか否かであり、日中不在時間の長短を代替する要素として含めた。「建築年」は、住宅建物が1992年の新基準の施行以降に建築されたか否かであり、大よその断熱性能を表す要素として設定した。

通風・冷房行為の選択に関する要素別のクロス集計に対し、同等性の検定（ χ^2 検定）を行った。ただし、「住宅形式」では住戸位置による影響を排除するため、集合住宅については低層階（1～2階）の世帯に限定した。また、「階層」、「最上階」、「角住戸」については住宅形式を集合住宅に限定した。「人通り」と「車通り」に関しては、「夜間不在時」「夜間就寝時」について夜間に対する回答を、その他の時間区分については日中に対する回答を用いた。なお、いくつかの要素については、表122に示すようにアンケートの回答により統合した新たな区分を設けることでクロス集計を行った。

表 122 アンケート回答と集計時の区分との対応

	世帯年収	アンケート回答	200万円未満	200～400万円未満	400～600万円未満	600～800万円未満	800～1000万円未満	1000～1200万円未満	1200～1500万円未満	1500万円以上	
世帯属性	世帯年収	アンケート回答	「低所得」		「中所得」			「高所得」			
		集計時の区分	「低所得」		「中所得」			「高所得」			
	妻職業	アンケート回答	勤め人	自営業者	農林水産業者	アルバイト・パート	専業主婦・主夫	その他			
		集計時の区分	「専業主婦以外」				「専業主婦」		「専業主婦以外」		
子職業	アンケート回答	勤め人	アルバイト・パート	小学生	中学生	高校生・高専生	その他				
	集計時の区分	「中学生以上」		「小学生以下」		「中学生以上」		「小学生以下」			
住宅建物	建築年	アンケート回答	数値入力								
		集計時の区分	「1991年以前」			「1992年以降」					
	住宅形式	アンケート回答	戸建		集合						
		集計時の区分	「戸建」		「集合」						
	階層	アンケート回答	数値入力(居室の位置)								
		集計時の区分	「低層階」			「中層階」			「高層階」		
	最上階	アンケート回答	数値入力(住棟の総階数)								
		集計時の区分	「中間階」			「最上階」					
	角住戸	アンケート回答	中住戸		角住戸						
		集計時の区分	「中住戸」		「角住戸」						
居住環境	風通し	アンケート回答	良い	やや良い	どちらとも言えない		やや悪い	悪い			
	日当たり	集計時の区分	「良い」				「悪い」				
周辺環境	騒音	アンケート回答	気にならない	あまり気にならない	どちらとも言えない		やや気になる	気になる			
		集計時の区分	「気にならない」				「気になる」				
	人通り	アンケート回答	少ない	やや少ない	どちらとも言えない		やや多い	多い			
		集計時の区分	「少ない」				「多い」				
車通り	アンケート回答	良い	やや良い	どちらとも言えない		やや悪い	悪い				
	集計時の区分	「良い」				「悪い」					

検定により得られた有意確率を表123に示す。ただし、居室の用途を鑑みて、生活時間のうち「夜間不在時」については居間のみを、「夜間就寝時」については主寝室のみを示した。いずれかの時間区分において行為選択の相違に1%水準で有意性が認められた要素は、居間では「建築年」、「住宅形式」、「階層」、「風通し」、「騒音」、「人通り」、「車通り」であった。行為選択に有意性が認められた時間区分は、「風通し」については「朝起床直後」、「起居在室時」、「別室在室時」といった日中～就寝前の間で在宅者がある時間区分、その他の要素については「夜間不在時」、「別室在室時」、「日中外出時」といった在室者がいない時間区分であった。一方、主寝室についてはいずれかの時間区分において行為選

択の相違に 1%水準で有意性が認められた要素は、「住宅形式」、「風通し」、「臭気」、「車通り」、「治安」であった。このうち「風通し」、「臭気」、「治安」については、主寝室における主な在室時間帯である「夜間就寝時」に有意性が認められた。

表 123 同等性の検定 (X² 検定) により得られた有意確率

調査 期間	時間区分	世帯属性			住宅建物					住居環境			周辺環境				
		世帯 年収	妻職業	子職業	建築年	住宅 形式	階層	最上階	角住戸	風通し	日当 たり	騒音	大気 汚染	臭気	人通り	車通り	治安
居間	夜間不在時	0.084	0.308	0.012	0.244	0.002	0.000	0.096	0.570	0.090	0.080	0.010	0.023	0.146	0.027	0.001	0.157
	朝起床直後	0.048	0.846	0.126	0.668	0.116	0.119	0.091	0.160	0.000	0.037	0.723	0.258	0.153	0.071	0.127	0.120
	起居在室時	0.914	0.592	0.052	0.369	0.106	0.337	0.427	0.427	0.000	0.022	0.153	0.105	0.323	0.165	0.433	0.075
	別室在室時	0.195	0.718	0.447	0.716	0.007	0.161	0.618	0.645	0.000	0.052	0.290	0.020	0.124	0.018	0.013	0.052
	日中外出時	0.409	0.876	0.033	0.006	0.001	0.000	0.476	0.038	0.196	0.115	0.101	0.378	0.066	0.002	0.013	0.199
主寝室	夜間就寝時	0.212	0.621	0.021	0.623	0.649	0.800	0.069	0.203	0.000	0.076	0.940	0.055	0.008	0.179	0.115	0.004
	朝起床直後	0.025	0.903	0.103	0.487	0.008	0.270	0.039	0.017	0.000	0.087	0.321	0.133	0.123	0.023	0.050	0.150
	起居在室時	0.433	0.912	0.165	0.951	0.002	0.066	0.149	0.789	0.037	0.732	0.872	0.231	0.078	0.207	0.007	0.541
	別室在室時	0.228	0.349	0.252	0.470	0.147	0.861	0.043	0.221	0.000	0.023	0.744	0.251	0.188	0.118	0.016	0.141
	日中外出時	0.257	0.953	0.077	0.111	0.142	0.057	0.527	0.056	0.275	0.055	0.271	0.194	0.720	0.157	0.091	0.074

1%水準

行為選択の相違に 1%水準で有意性が認められた要素・時間区分に関するクロス集計結果を居室別に図 280 および図 281 に示す。ただし、通風・冷房行為に対する回答が「そのような場面はない」「いずれでもない」であるものを除いた。

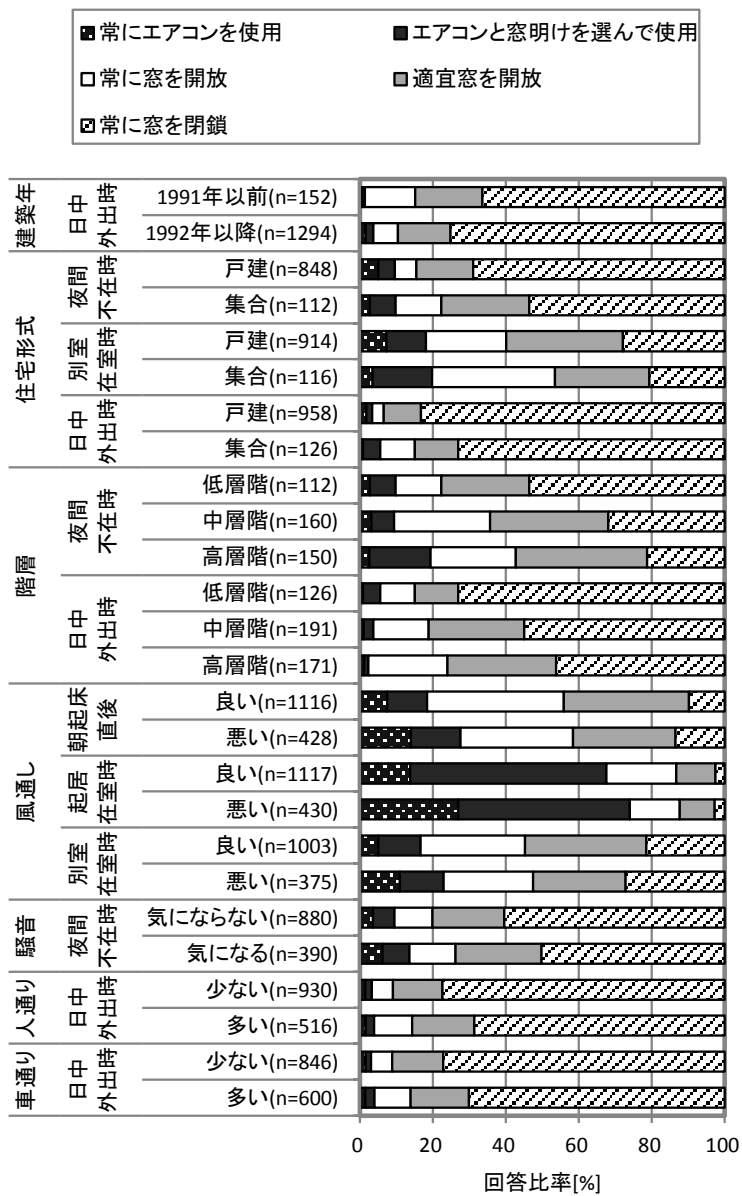


図 280 諸要素による行為選択の相違 (居間)

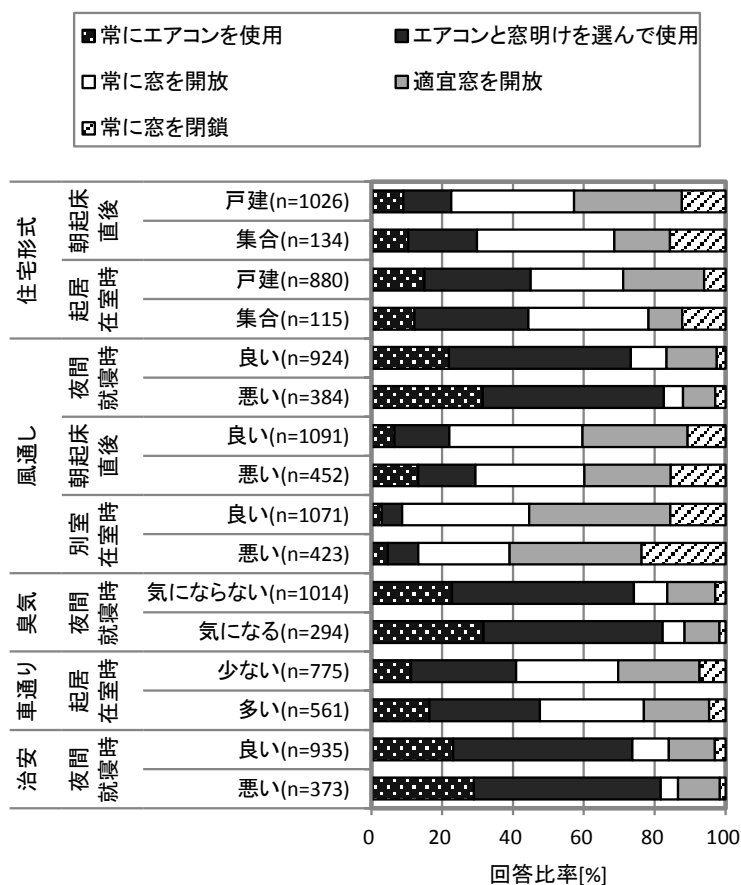


図 281 諸要素による行為選択の相違（主寝室）

「建築年」は、居間の「日中外出時」で有意性が認められた。ただし、本調査では大半が 1992 年以降に建築された住宅であり、このうち 3 分の 2 が戸建住宅であった。従って、「1992 年以降」の結果が住宅形式の違いによる影響を受けている可能性が否めず、建築年により相違があるとは断言し難い。

「住宅形式」は、居間では「戸建」において、主寝室では「集合」において他方の住宅形式に比べて窓開けを含む回答が少なく、窓閉鎖を含む回答が多かった。「住宅形式」と同じ時間区分において行為選択の相違に 5%水準で有意性が認められた要素を表 123 から探索すると、居間については「人通り」や「車通り」、主寝室については「風通し」や「車通り」であった。このうち、主寝室の風通しに対する印象は図 273 に示すように住宅形式により差がなかった。これに対し、「人通り」と「車通り」に対する印象は、図 276 に示すように戸建住宅に比べて集合住宅では「少ない」や「やや少ない」と回答した世帯が多かった。そこで、図 280 および図 281 で「人通り」と「車通り」の区分のうち「少ない」に着目すると、「日中外出時」といった在室者がいない時間区分においては窓開放が少なく窓閉鎖が多い傾向があり、一方で「起居在室時」といった在室者がある時間区分においては、エアコン使用が少なく窓閉鎖が多い傾向があった。なお、図 280 および図 281 には示していないが、居間の「夜間不在時」、「別室在室時」、主寝室の「朝起床直後」においても同様の結果を示した。同様の傾向が「住宅形式」にもみられることから、住宅形式による行為選択の相違は、人通りや車通りに対する印象に起因していると推察される。

「階層」は、居間の「夜間不在時」や「日中外出時」に対して行為選択の相違に有意性が認められた。「夜間不在時」においては、「低層階」では「常に窓を閉鎖」という回答が半数程度を占めているのに対し、「中層階」および「高層階」では「エアコンと窓開けを選んで使用」、「常に窓を開放」、「適

宜窓を開放」といった窓開放を含む回答が6割程度を占めた。同様に「日中外出時」においても、「低層階」では窓閉鎖が、上階では窓開放を含む回答が多い傾向があった。他の時間区分に比べて「夜間不在時」や「日中外出時」では防犯に対する意識が高まると考えられるが、階層が上がるほど意識が低下し、窓開放が行われやすいと考えられる。

「風通し」は、居間の「朝起床直後」、「起居在室時」、「別室在室時」、主寝室の「夜間就寝時」、「朝起床直後」、「別室在室時」において行為選択の相違に有意性が認められた。これらの時間区分においては風通しに対する印象が良い世帯は印象が悪い世帯に比べて、「常にエアコンを使用」の回答が少なく、また、「常に窓を開放」の回答が多い傾向があった。従って、居住者の風通しに対する印象が通風利用に対する積極性に影響を与えていると考えられる。

周辺環境のうち「騒音」は居間の「夜間不在時」、「臭気」は主寝室の「夜間就寝時」において1%水準で行為選択の相違に有意性が認められた。加えて「大気汚染」は居間の「夜間就寝時」において5%水準で有意性が認められた。これらの周辺環境に関する要素に対して「気になる」に区分された世帯では、居間では窓閉鎖が、主寝室ではエアコン使用が多い傾向があった。「治安」は、主寝室の「夜間就寝時」においてのみ有意性が確認された。この時間区分においては、治安に対する印象が良い世帯では「常に窓を開放」の回答が多く、「常にエアコンを使用」の回答が少なかった。以上のことから、周辺環境に関するこれらの要素は夜間における行為選択に影響をあたえようと考えられる。

4.2.5.2 回帰分析に基づく行為選択に対する諸要素の重要度の検討

前項の検討では、通風・冷房行為の選択に影響を与える要素を明らかにした。本項では、それらの要素が通風・冷房行為の選択における世帯による相違の説明にどの程度寄与するかを分析した。具体的には、各時間区分における通風・冷房行為を目的変数、季節、世帯属性、住宅建物、住居環境、周辺環境といった諸要素を説明変数としてカテゴリカル回帰分析を行った。ここで、ダミー変数とカテゴリとの対応は表124のように設定した。回帰の際に説明変数として使用する要素は、前項の同等性の検定(χ^2 検定)によりいずれかの調査期間において5%水準で有意性が認められた要素とした。なお、便宜上、戸建住宅は角住戸として扱った。また、人通りと車通りに関しては、「夜間不在時」、「夜間就寝時」については夜間に対する回答を、その他の時間区分については日中に対する回答を用いた。カテゴリカル回帰分析の結果、標準化係数に5%水準で有意性が認められた要素のうち、Prattの相対重要度²が高かった3つの要素を表125に、回帰式の決定係数を表126に示す。

表 124 ダミー変数とカテゴリとの対応

ダミー変数	目的変数	説明変数																
		季節	世帯属性			住宅建物			住居環境		周辺環境							
	通風・冷房行為	調査期間	世帯年収 (単位:万円)	妻職業	子職業	建築年	住宅形式	階層	最上階	角住戸	風通し	日当たり	騒音	大気汚染	臭気	人通り	車通り	治安
1	常にエアコンを使用	第1回 (盛夏)	~200	専業主婦	小学生以下	1991年以前	戸建	低層 (1~2階)	中間階	中住戸	良い		気にならない		少ない		良い	
2	エアコンと窓開けを選んで使用	第2回 (晩夏)	200~400	専業主婦以外	中学生以上	1992年以降	集合	中層 (3~5階)	最上階	角住戸	やや良い		あまり気にならない		やや少ない		やや良い	
3	エアコンは使用せず、常に窓を開放	第3回 (秋)	400~600					高層 (6階~)			どちらとも言えない		どちらとも言えない		どちらとも言えない		どちらとも言えない	
4	エアコンは使用せず、適宜窓を開放		600~800								やや悪い		やや気になる		やや多い		やや悪い	
5	エアコンは使用せず、常に窓を閉鎖		800~1000								悪い		気になる		多い		悪い	
6			1000~1200															
7			1200~1500															
8			1500~															

² 相対重要度とは、回帰に対する説明変数の寄与率を表しており、回帰に用いた全ての説明変数のそれを積算すると1となる。具体的には、標準化係数に0次相関係数を乗じたものを回帰式の決定係数で除した値である。すなわち、世帯による行為選択の相違に関して回帰式が有する説明力に対する各要素の絶対的な重要度を表すのではなく、本研究で扱った要素の中での相対的な重要度を意味することに留意されたい。

表 125 通風冷房行為の選択に対する各要素の相対重要度

居室名称	ランク	夜間不在時		夜間就寝時		朝起床直後		起居在室時		別室在室時		日中外出時	
		要素名	重要度	要素名	重要度	要素名	重要度	要素名	重要度	要素名	重要度	要素名	重要度
居間	1	階層	■ 0.49			調査期間	☆ 0.89	調査期間	☆ 0.98	調査期間	☆ 0.54	調査期間	☆ 0.56
	2	住宅形式	■ 0.29			住宅形式	■ 0.07	風通し	▲ 0.02	住宅形式	■ 0.23	子職業	※ 0.12
	3	調査期間	☆ 0.17			治安	● 0.02			階層	■ 0.16		
主寝室	1			調査期間	☆ 0.98	調査期間	☆ 0.88	調査期間	☆ 0.92	調査期間	☆ 0.80	調査期間	☆ 0.48
	2					住宅形式	■ 0.07	住宅形式	■ 0.02	風通し	▲ 0.12		
	3					世帯年収	※ 0.01	治安	● 0.02	世帯年収	※ 0.06		

☆:「季節」、※:「世帯属性」、■:「住宅建物」、▲:「住居環境」、●:「周辺環境」

表 126 回帰式の決定係数 R²

居室名称	夜間不在時	夜間就寝時	朝起床直後	起居在室時	別室在室時	日中外出時
居間	0.16		0.15	0.25	0.10	0.01
主寝室		0.30	0.10	0.14	0.06	0.01

回帰式の決定係数は、いずれの居室・時間区分においても低い値を示した。このことは、本検討で扱った要素により表現される世帯の特徴は、世帯による通風・冷房行為の相違を説明するには十分ではないことを示している。言い換えれば、例えば「エアコンは全く使用しない」、「朝は必ず窓を開ける」といった世帯独自のルールは、本検討で扱ったような要素以外の要素により決定される部分が大いことを意味している。特に「日中外出時」は決定係数が極めて低いことから、この影響が顕著に表れている時間区分であると言える。澤島ら^{xxxvi}は『価値観は暖冷房意識を介して暖冷房の仕方に影響を与えている』と考察しているが、世帯により価値判断が大きく異なることが行為選択の相違を生じさせる大きな要因となっていると考えられる。一方で、「起居在室時」や「夜間就寝時」は、他の時間区分に比べて決定係数が比較的高かった。これらの時間区分においては、「調査期間」の重要度が0.92~0.98と極めて高いことから、居住者の熱的快適性との関連が強く、外気温度や室内温度などの環境要素により影響されやすいと考えられる。前ら^{xxx}は『住民が冷房を行う際には単に室内温度に反応するだけでなく、冷房を行う時間帯についての住戸ごとの方針が存在している』と推察しているが、本研究においても同様の結果が示された。すなわち、「起居在室時」や「夜間就寝時」では、世帯のルールを根底に外気温度や室内温度などの環境要素を加味して行為選択が行われると考えられる。「調査期間」はほとんどの時間区分において重要度が最も高い要素であったが、「夜間不在時」では「調査期間」よりも「階層」や「住宅形式」といった住宅建物に関する要素の重要度が高いという特徴がみられた。「夜間不在時」に対する回帰式の決定係数は十分に高いというわけではないが、この時間区分においては行為選択に対する世帯のルールは「階層」や「住宅形式」と関係して決定される部分があることが示唆された。

4.2.6 まとめ

本研究では、関西地域を対象としたWEBアンケートを通じて居住者が選択した通風・冷房行為を生活時間ごとに聴取し、季節、世帯属性、住宅建物、住居環境および周辺環境と通風・冷房行為との関係性を分析した。分析結果から、行為選択と関連性の強い要素を生活時間別に抽出し、要素による行為選択の相違を整理した。さらに、行為選択の相違を説明する上での要素の重要度を示した。一連の検討により得られた知見を以下に示す。

- (ア) 「朝起床直後」においては、季節を問わず、窓開けへの習慣性が強いことがうかがえた。一方で、「夜間不在時」、「夜間就寝時」および「日中外出時」においては、窓を開放することを控える傾向があった。これに対し、「別室在室時」は窓を開放して通風利用を行う世帯が多く存在した。
- (イ) 季節（盛夏、晩夏、秋の3つの調査期間）による行為選択の相違について、同等性の検定および残差分析を行った結果、居間、主寝室ともに「日中外出時」では5%水準で、その他の時間区分では1%水準で有意性が認められた。また、「朝起床直後」といった行為選択に対する習慣性が強いことが予想される時間区分や、「別室在室時」といった居住者の熱的快適性と直接的な関係がない時間区分においても、外気温度や室内温度などの季節変化を伴う環境要素が行為選択に影響を与えていることが示唆された。
- (ウ) 調査期間以外の要素でいずれかの時間区分において行為選択の相違に1%水準で有意性が認められたのは、居間では「建築年」、「住宅形式」、「階層」、「風通し」、「騒音」、「人通り」、「車通り」であった。行為選択に有意性が認められた時間区分は、「風通し」については「朝起床直後」、「起居在室時」、「別室在室時」といった日中～就寝前の中で在宅者がある時間区分、その他の要素については「夜間不在時」、「別室在室時」、「日中在室時」といった在室者がいない時間区分であった。一方、主寝室についてはいずれかの時間区分において行為選択の相違に1%水準で有意性が認められた要素は、「住宅形式」、「風通し」、「臭気」、「車通り」、「治安」であった。このうち「風通し」、「臭気」、「治安」については主寝室における主な在室時間帯である「夜間就寝時」に有意性が認められた。
- (エ) 通風・冷房行為の選択と諸要素の関係についてカテゴリカル回帰分析を行った結果、回帰式の決定係数はいずれの居室・時間区分においても低い値を示した。このことから、行為選択に対する世帯独自のルールは、本検討で扱ったような要素以外の要素により決定される部分が多いと考えられた。また、世帯による行為選択の相違を説明する上で最も重要度の高い要素は「夜間不在時」以外の時間区分においては「調査期間」であった。これに対し、「夜間不在時」では「調査期間」よりも「階層」や「住宅形式」といった住宅建物に関する要素の重要度が高かった。

本検討により、通風・冷房行為の選択に影響を与える要素や、行為選択の相違を説明する上での各要素の重要度は生活時間により異なることが示された。また、一部の生活時間区分では行為選択に対するルールに本検討で扱った要素により説明される部分があることが明らかとなった。同時に、通風・冷房行為の選択には本検討で扱った要素以外の要素が介在していることが示唆された。本検討では、物理的計測や統計資料により客観的な情報が入手可能である要素を中心に検討を行ったが、世帯により通風・冷房行為に相違が生じる要因をさらに究明するためには、主義・嗜好に関わる主観性の強い要素を含めた検討が必要である。

4.3 フィールド実測調査に基づく窓・エアコン操作の生起条件の分析

4.3.1 関連研究の動向と本調査の目的

通風・冷房行為の実態については、アンケート調査や実測調査を通じて知見の集積が行われてきた。国内では、多くの調査研究により、冷房使用や窓開放の生起率について、時間変化^{xxvi, xxvii, xxviii, xxx, xxxii, xxxiv, xxxv, xxxviii, xxxix, xl, xli}、あるいは室温や外気温等の物理量との関係性^{xxi, xxvi, xxvii, xxxix, xlii}が図示されている。さらに、一部の既往研究では、室温もしくは外気温のいずれかを変数として冷房使用の生起確率に関する予測式が示されている^{xxi, xxii, xlii}。これに対し、諸外国では実測調査データに対してロジスティック回帰分析を行うことで、冷房発停や窓開閉といった行為の生起要因を究明することが試みられている^{xv, xvii, xviii, xx, xxiii, xxiv, xliii, xliv, xlv, xlvi}。回帰分析の説明変数には、室温、外気温、相対湿度といった物理量に加え、在室時間や入室までの不在時間といった在室行為や、窓の開閉状態などが含まれており、多様なパラメータによる検討が行われている。さらに、シチュエーション別（住宅であれば、就寝、起床、入室、退室など）に回帰分析を行っている事例^{xvi, xvii, xlvii}もみられる。ただし、諸外国（例えば、イギリス^{xv, xvii, xx, xlv}、スイス^{xviii, xxiii, xliii, xliv}、中国^{xliv}、ドイツ^{xvi}ではオフィスの窓開放が関心の中心であったことから、住宅の窓開放^{xxiv}や冷房使用^{xlvi}に関する研究事例は未だ少ない。さらに、冷房使用と窓開放を同時に調査した事例^{xli}となれば、国内外を問わず極めて少ない。

以上のことから、通風・冷房行為のモデリングを検討する第一段階として、両行為を同時に調査した実態データを収集した上で、物理量以外の要因を含めて行為生起と要因との関係性を分析する必要があると考える。そこで、本研究では、関西地域に住まう11世帯を対象として居間と夫婦の寝室（以下、主寝室と称す）における通風・冷房行為に関する実態調査を実施した結果を各種統計的手法により分析することで、冷房発/停、窓開/閉に関する操作の生起要因を探究した³。この時、生活時間や在室行為との関係から5つの時間区分を設定し、時間区分別に分析を行うこととした。本章は、調査対象とした居室のうち、居間の分析結果について報告する。

4.3.2 調査対象および調査方法

調査概要を表127に、分析対象世帯の概略を表128に示す。本調査は、2012年7月中旬から同年10月中旬までの間で5期間に分けて実施した。分析対象世帯は、関西地域に住まう11世帯であり、一般的なファミリー世帯の構成を想定して2世代同居の3~4人世帯とした。対象居室は、居間と主寝室とした。

³ 本調査では、所有する計測機器の数量の制約により、世帯により異なる期間での調査となった。また、1調査期間あたりの日数は10日間であるが、「朝起床時_入室」や「夜間就寝前_退室」といった1日1回のみ出現する時間区分については、1世帯当たりのデータ数が少ない。以上の理由から、本調査の結果から世帯による相違について言及することは難しく、本検討では全世界帯のデータを合わせて使用し、全体的な傾向を分析することとした。

表 127 調査概要

方法	環境およびエアコン・窓のステータスデータの自動収集 ならびに記入式の在室記録
分析対象世帯	<p><u>調査対象の要件</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ・2世代(夫婦とその子より成る)が同居する3~4人世帯 ・室内飼ペットがいない ・家族に要介護者がいない ・居間と主寝室のそれぞれにエアコンが1台以上設置されている ・エアコンと通風の両方を涼を採る手段として使う <p><u>分析対象の要件</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ・分析が可能な期間が3期間以上である ・夏の期間(期間1・期間2・期間3)と秋の期間(期間4・期間5)からそれぞれ1期間を少なくとも含む ・入室時刻・退室時刻が1分単位で記入されている ・計測した温度データに異常な高温値が含まれない ・居間を夜間就寝のために使用していない
対象居室	居間、主寝室(夫婦の寝室)
調査期間	2012/7/17~7/26(第1回)、8/7~8/16(第2回)、 8/28~9/6(第3回)、9/18~9/27(第4回)、10/9~10/18(第5回)

表 128 分析対象世帯の概略

世帯 No	調査期間					所在	住宅 形式	建築 年	世帯主 年齢	家族構成
	1	2	3	4	5					
1	○	○		○		大阪府大阪市	戸建	2000	35	夫、妻、未就学
2	○	○	○	○	○	大阪府箕面市	集合	1975	35	夫、妻、未就学、未就学
3	○	○		○		兵庫県神戸市	戸建	2011	44	夫、妻、学生、学生
4	○	○	○	○		大阪府大阪市	戸建	1970	33	夫、妻、未就学
5	○		○		○	京都府城陽市	戸建	2006	38	夫、妻、学生、未就学
6	○		○		○	兵庫県神戸市	集合	2009	41	夫、妻、無職
7	○		○		○	大阪府大阪市	戸建	2011	38	夫、妻、未就学、未就学
8		○	○	○	○	奈良県大和高田市	戸建	1991	53	夫、妻、学生、学生
9		○		○	○	大阪府大阪市	集合	1980	46	夫、妻、学生、学生
10		○	○	○	○	奈良県大和高田市	戸建	1984	51	夫、妻、学生
11			○	○	○	京都府京都市	集合	1975	43	夫、妻、学生、学生

※学生:小~高校生

調査項目は、外気温度、室内温度、室内湿度、エアコンの稼働状況、窓の開閉状況、在室状況とした。このうち、外気温度、室内温度、室内湿度、エアコンの稼働状況、窓の開閉状況については各種計測機器により自動でデータを収集した。計測概要を表 129 に、設置例を写真 23 に示す。外気温度の計測は、ロガー付き小型温度計 (T&D TR-52i または T&D TR-52) を用いて軒下もしくはベランダで行った。室内温度および室内湿度の計測は、ロガー付き小型温湿度計 (GRAPHTEC GL10-TH、T&D TR-77Ui、T&D TR-72U のいずれか) により行った。エアコンの稼働状況は、エアコン吹き出し口にロガー付き小型温湿度計 (GRAPHTEC GL10-TK) を設置して吹出し空気温度を計測し、後の解析においてその変化により判断した)。窓の開閉状況は、磁気形接近センサー (オムロン GLS-S1) とロガー付き小型電流計 (GRAPHTEC GL10-A) により自作した記録計によりデータを収集した。計測間隔は1分を基本としたが、室内温度および室内湿度の一部は機器の記憶容量の制約から2分とした。2分値データの1分値データへの変換は、一時刻前の値により補完することで行った。なお、

機器の設置は居住者に依頼しており、外気温度、室内温度および室内湿度⁴については、直射日光やエアコン室外機・室内機およびその他家電機器からの影響ができるだけ小さい場所に設置するように依頼した⁵。一方、在室状況は、調査対象世帯に記録用紙を配布し、世帯人員別に居間または主寝室への入室/退室時刻を可能な範囲で詳細に記入するように依頼した。なお、参照する時計は時報などにより時刻を合わせるようお願いした。記入例を図 282 に示す。

表 129 計測の概要

計測項目	機器名称	センサー種別	計測箇所数	計測 間隔
外気温度	T&D TR-52i	サーミスタ	各世帯1点	1分
	T&D TR-52	サーミスタ		
室内温度 /室内湿度	T&D TR-77Ui	白金測温抵抗体 /静電容量式	各室1点	2分
	T&D TR-72	サーミスタ /高分子		2分
	GRAPHTEC GL10-TH	サーミスタ /高分子		1分
エアコンの稼働状況	GRAPHTEC GL10-TK	K型熱電対	エアコン1台につき1点	1分
窓の開閉状況	GRAPHTEC GL10-A	磁気形接近センサ	開閉箇所1つにつき1点	1分



(a) エアコン稼働状況 (b) 窓開閉状況

写真 23 計測器の設置例

⁴ 室内温度および室内湿度を計測する高さは、居住域を考慮して床上 90～120cm 程度とした。これを満たす計測場所に家具の上があるが、家具は部屋の壁際に置かれることが多く、室内環境の計測場所として必ずしも適切ではない。また、居住者の滞在場所付近に置かれるテーブル等の家具では、人体等からの発熱による影響を受ける可能性がある。以上のように、実生活環境において室内環境を適正に計測することには困難さが存在する。

⁵ 設置状況の確認は、対象世帯から提出された間取り図により行った。ここで、間取り図には対象居室の方位、エアコン・窓・ドアの位置に加え、外気温度、室内温度・湿度の計測位置が記入されている。また、設置状況を撮影した写真を提供いただいた世帯については、間取り図と合わせて確認に用いた。さらに、温度データについては、データ回収後、計測値に異常値が含まれないかを精査した。

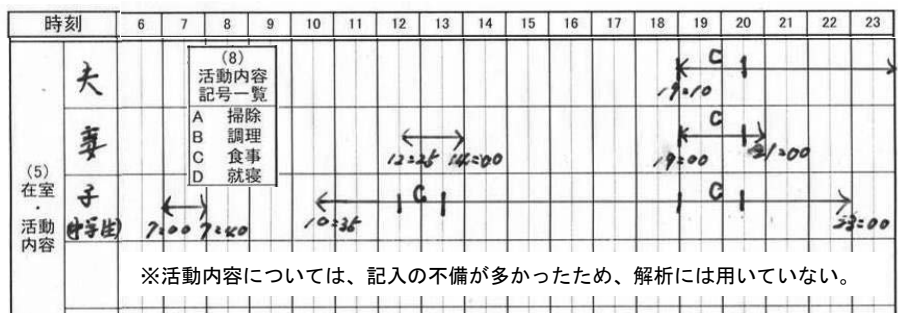


図 282 入室時刻および退室時刻の記入例

4.3.3 分析方法

4.3.3.1 時間区分の定義

本研究では、生活時間を「朝起床時」、「起居在室時」、「夜間就寝前（主に居間）」、「夜間就寝時（主に主寝室）」の4つのシチュエーションに区分した。また、在室行為を「入室」、「滞在」、「退室」の3段階に分割した。すなわち、居間を対象とした場合の時間区分は「朝起床時_入室」、「起居在室時_入室」、「起居在室時_滞在」、「起居在室時_退室」、「夜間就寝前_退室」の計5区分である。

ここで、在室行為については「入室」、「滞在」、「退室」の時間範囲を以下の方法により設定した。入室後の経過時間、退室後の経過時間、入室までの残り時間および退室までの残り時間に対する操作の累積度数を図 283 に、入退室前後における経過時間・残り時間の定義を図 284 に示す。なお、入室前および退室後の操作は現実には発生しないが、本調査では在室状況については居住者が記録用紙に記入する方法でデータを収集したため、操作と入室および退室との間にタイムラグが存在することから、入室前および退室後についても時間範囲を設定した。ここで、操作とは、エアコンを起動する操作（以下、エアコン on 操作と記す）、エアコンを停止する操作（以下、エアコン off 操作と記す）、窓を開放する操作（以下、窓 open 操作と記す）、窓を閉鎖する操作（以下、窓 close 操作と記す）の4種類である。操作の観測度数を精査したところ、入室あるいは退室の前後 10 分以内において増加率が大きかった。そこで、本検討では入室時刻および退室時刻の前後 10 分間をそれぞれ「入室」および「退室」の時間範囲とした。

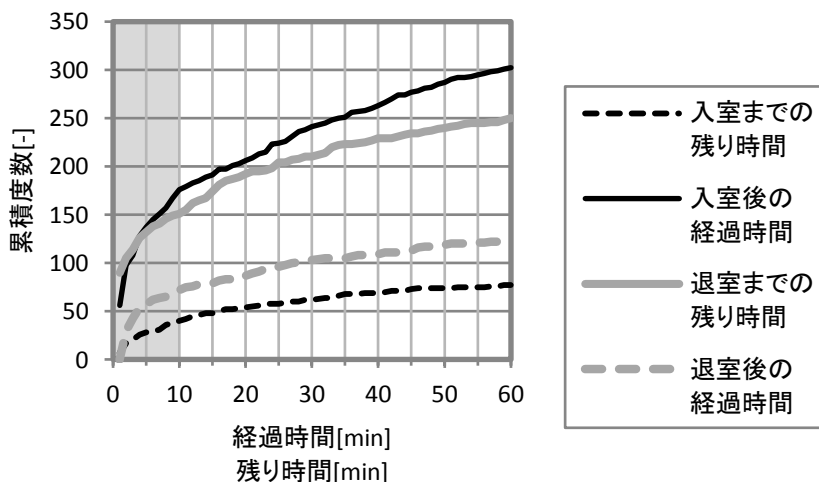


図 283 入室・退室前後において生じた操作の経過時間・残り時間に対する累積度数分布

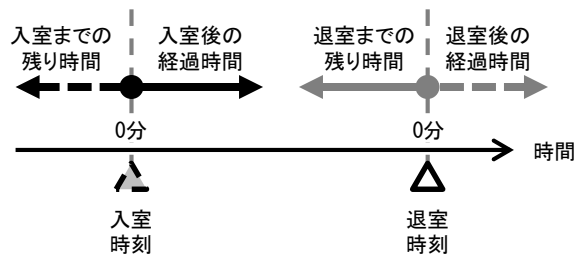


図 284 入退室前後における経過時間・残り時間の定義

4.3.3.2 統計的手法による分析方法

本検討では、統計的手法として二項ロジスティック回帰分析を適用する。二項ロジスティック回帰では、操作の生起確率 p と説明変数 x_n との間に以下のような関係を想定する。

$$\log \frac{p}{1-p} = b_0 + b_1 x_1 + \dots + b_n x_n$$

式 201

b_n : 偏回帰係数
 p : 次の 10 分間で操作が生起する確率
 x_n : 説明変数

ここで、「入室」および「退室」の時間範囲を入室時刻および退室時刻の前後 10 分間と定めたことに合わせて、「滞在」に対しては入室時刻を起点として 10 分毎のデータを用いた。このため、操作の生起確率は“次の 10 分間で操作が生起する確率”となる。

説明変数としては、表 130 に示すパラメータを候補とした。説明変数は、大別すると環境要素、在室行為、在室者、操作前の窓の状態である。環境要素に関するパラメータには、外気温度、室内温度、室内相対湿度の瞬時値に加え、瞬時データより算出した室内絶対湿度、室内空気比エンタルピー、前日の外気温度の平均値（以下、前日の平均気温と記す）、当日の外気温度の最低値（以下、当日の最低気温と記す）、前日の外気温度の最高値（以下、前日の最高気温と記す）を用いた。在室行為に関するパラメータは、入室から現在までの経過時間（以下、在室の経過時間と記す）、退室までの残り時間（以下、在室の残り時間と記す）、入室から退室までの時間（以下、在室の継続時間と記す）、一つ前の在室行為において退室してから現在の在室行為において入室するまでの時間（以下、直前の不在の継続時間と記す）、現在の在室行為において退室してから次の在室行為において入室するまでの時間（以下、直後の不在の継続時間と記す）とした。在室行為に関するパラメータの定義を図 285 に示す。ただし、在室行為の段階に応じて異なるパラメータを説明変数として採用した。すなわち、「入室」に対しては直前の不在の継続時間と在室の継続時間、「滞在」に対しては在室の経過時間と在室の残り時間、「退室」に対しては在室の継続時間と直後の不在の継続時間を用いた。在室者はその組み合わせに関するパラメータであり、該当する場合を 1、該当しない場合を 0 とするダミー変数とした。操作前の窓の状態は、エアコン操作が生起する直前の窓の状態であり、open の場合を 1、close の場合を 0 とするダミー変数とした。

以上のパラメータから回帰分析に用いる説明変数を選定するため、パラメータと操作の生起/不生起との関連性やパラメータ間の相関性を検証した。具体的には、数値変数（環境要素、在室行為）に対しては、操作の生起/不生起による母平均の差の検定（t 検定）を行い、5%水準で有意性が認められたパラメータを抽出した。さらに、相関分析により得られた相関係数の絶対値が 0.8 以上のパラメータは、強相関の関係にあるとみなして除外した。カテゴリー変数（在室者、操作前の窓の状態）に対し

ては、クロス集計の結果に対して独立性の検定（ χ^2 検定、もしくは Fisher の直接法）を行い⁶、5% 水準で有意性が認められたパラメータを抽出した。

表 130 分析に用いたパラメータ

大項目	小項目	備考	
環境要素	外気温度	瞬時値	
	室内温度		
	室内相対湿度		
	環境要素	室内絶対湿度	瞬時データより算出
		室内空気比エンタルピー	
		前日の平均気温	
		当日の最低気温	
		前日の最高気温	
在室行為	在室の経過時間	詳細は図4を参照	
	在室の残り時間		
	在室の継続時間		
	直前の不在の継続時間		
	直後の不在の継続時間		
在室者	夫	在室者の組み合わせに関するパラメータ。該当する場合を1、該当しない場合を0とするダミー変数。	
	妻		
	子		
	夫妻		
	父子		
	妻子		
	夫妻子		
操作前の状態	窓	エアコン操作が生起する直前の窓の状態。openの場合を1、closeの場合を0とするダミー変数。	

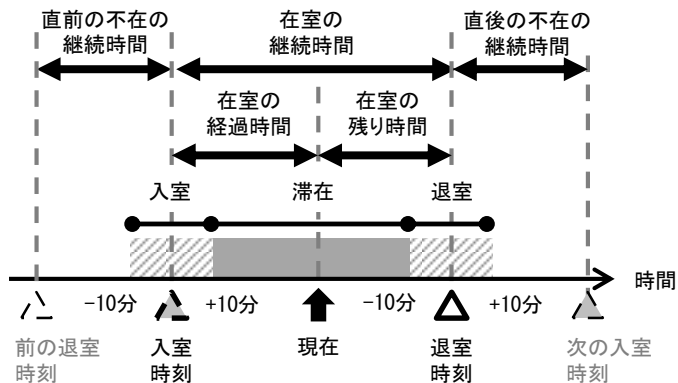


図 285 在室行為に関するパラメータの定義

以上の手順により選定した説明変数に対して回帰分析を行った。回帰分析における変数選択には、尤度比によるステップワイズ法を採用した⁷。この時、変数投入の基準は有意確率で 0.05、変数削除

⁶ 期待度数が 5 未満のセルがある場合に対して χ^2 検定を用いることは適切ではないとされている。そこで、独立性の検定は、クロス集計表のセル度数に 5 未満の値がある場合には Fisher の直接法により、それ以外の場合には χ^2 検定により行った。

⁷ 説明変数が複数あるとき、説明変数が目的変数を予測する上で重要な変数であるとは限らず、重要な変数を選択することが望ましい。本検討では、変数選択の方法としてステップワイズ法を用いた。ステップワイズ法では、まず目的変数に単独で最も寄与している変数が選択され、次に変数の追加と除去が逐次繰り返されることで変数の選択が行われる。この際、追加や除去の基準となる統計量

の基準は有意確率で 0.10 とした。ただし、窓 open 操作および窓 close 操作の解析は、窓の状態が「close」かつエアコンの状態が「on」である時のデータを除外して行った⁸。また、環境要素に係るパラメータについては、データ値が（平均値－標準偏差×2）～（平均値＋標準偏差×2）の範囲にならない場合、在室行為に係るパラメータについてはデータ値が平均値＋標準偏差を超える場合は外れ値として分析から除外した⁹。

なお、一連の分析は統計解析ソフト SPSS Statistics 20 for Windows (IBM) を使用して行った。

4.3.4 操作の生起度数と時間区分との関連性に関する分析

本節では、操作の生起と時間区分との関連性を分析した結果から、次節以降の分析を行う時間区分を選定する。操作の生起/不生起と時間区分の関連性について、クロス集計結果および独立性の検定の結果を表 131 に示す。なお、本節の時間区分に関する分析に限り、「起居在室時_滞在」の「不生起」に対しては、終始、操作が生起せず、エアコンまたは窓がある特定の状態に保持された場合を 1 カウントとした。

いずれの操作も有意水準 1% で時間区分との間に関連性が認められ、次節以降の分析を時間区分別に行う意義が確認された。操作と時間区分の関連性について全体的な傾向をみると、エアコン on 操作および窓 open 操作は「入室」と「滞在」、エアコン off 操作と窓 close 操作は「滞在」と「退室」に付随して生起した。注目すべきは、「入室」に付随して生起するエアコン on 操作と窓 open 操作であり、「朝起床時」では窓 open 操作の方が、「起居在室時」ではエアコン on 操作の方が生起度数は大きかった。このことは、「朝起床時」は窓開放に対する習慣性が存在する時間帯であることを裏付けている。

なお、生起/不生起のいずれかのデータ数が少ない時間区分が存在するため、次節以降の分析では表 131 に示すように分析対象を設定した。

（具体的には P 値）を求める方法として尤度比を用いた。なお、ステップワイズ法については回帰分析や多変量解析を扱う書籍の多くで解説されている。

⁸ エアコンの on 操作が生起する場合もしくはエアコンが on の状態にある場合は、窓の状態が一意に close と決まるため、窓の状態を判断する必要がない。また、窓の open 操作が生起する場合、エアコンが on の状態からの遷移であれば先にエアコンの off 操作を行うという判断が下された後に窓操作の判断が行われる。このことから、窓 open 操作および窓 close 操作の解析は、窓の状態が「close」かつエアコンの状態が「on」である時のデータを除外して行った。

⁹ 検討の過程において、外れ値を含む全データを使用した回帰分析を行った。しかし、外れ値による影響を受けて解釈が困難となるケースが存在した。この理由は、操作の不生起に関するデータは 10 分毎のデータであり、外れ値を含むとその値が連続的に出現することになるためである。とりわけ在室に関するパラメータ（特に継続時間に関するもの）は値そのものが大きいと、回帰分析の結果に影響を与えやすい。このため、標準偏差を用いて基準を設定し、外れ値を除外した解析を行った。

表 131 時間区分に関するクロス集計の結果

操作	生起/ 不生起 の別	上段:度数					合計	有意 確率
		下段:行%						
		朝起床時_入室	起居在室 時_入室	起居在室 時_滞在	起居在室 時_退室	夜間就寝 前_退室		
エアコン on	生起	15	98	138	2	0	253	0.000
	off→on	5.9%	38.7%	54.5%	0.8%	0.0%	100.0%	
	不生起	339	545	152	571	271	1878	
	off→off	18.1%	29.0%	8.1%	30.4%	14.4%	100.0%	
エアコン off	生起	2	1	103	75	69	250	0.000
	on→off	0.8%	0.4%	41.2%	30.0%	27.6%	100.0%	
	不生起	16	42	111	43	21	233	
	on→on	6.9%	18.0%	47.6%	18.5%	9.0%	100.0%	
窓open	生起	57	35	134	26	11	263	0.000
	close→open	21.7%	13.3%	51.0%	9.9%	4.2%	100.0%	
	不生起	177	170	48	175	143	713	
	close→close	24.8%	23.8%	6.7%	24.5%	20.1%	100.0%	
窓close	生起	4	5	80	41	18	148	0.000
	open→close	2.7%	3.4%	54.1%	27.7%	12.2%	100.0%	
	不生起	103	335	181	343	107	1069	
	open→open	9.6%	31.3%	16.9%	32.1%	10.0%	100.0%	

※塗りつぶしのセルは、5節以降の解析から除外した時間区分

4.3.5 操作の生起と各パラメータとの関連性に関する分析

環境要素および在室行為について、統計量および操作の生起/不生起による母平均の差の検定の結果を表 132 および表 133 に示す。また、在室者、操作前の窓の状態について、クロス集計に対する独立性の検定の結果、および残差分析の結果を表 134、表 135、表 136 に示す。

表 132 環境要素に関する統計量および母平均の差の検定の結果

操作	時間区分	統計量	外気温度 [°C]		室内温度 [°C]		室内相対湿度 [%]		室内絶対湿度 [g/kg(DA)]		室内空気比エンタルピー [kJ/kg(DA)]		前日の平均気温 [°C]		当日の最低気温 [°C]		前日の最高気温 [°C]	
			生起	不生起	生起	不生起	生起	不生起	生起	不生起	生起	不生起	生起	不生起	生起	不生起	生起	不生起
エアコン on	起居室在室時入室	度数	98	510	98	510	98	510	98	510	98	510	90	454	98	510	90	454
		平均値	30.7	26.9	30.1	27.5	63.9	63.2	17.2	14.8	74.0	65.2	29.3	25.4	25.5	21.5	35.5	30.8
		標準偏差	3.42	4.30	1.41	2.83	5.33	8.51	1.67	3.42	5.22	11.17	1.77	3.88	1.72	4.56	2.53	4.22
		標準誤差	0.3	0.2	0.1	0.1	0.5	0.4	0.2	0.2	0.5	0.5	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.2
		有意確率	0.000	**	0.000	**	0.267		0.000	**	0.000	**	0.000	**	0.000	**	0.000	**
エアコン on	起居室在室時滞在	度数	138	10087	138	10087	138	10087	138	10087	138	10087	122	9442	138	10087	122	9442
		平均値	29.7	26.1	30.0	27.8	66.0	64.8	17.7	15.5	75.2	67.2	28.9	25.7	25.2	21.6	34.4	31.7
		標準偏差	2.70	4.31	1.29	2.38	6.33	8.20	1.85	3.28	5.45	10.44	1.83	3.46	1.81	4.15	2.54	3.70
		標準誤差	0.2	0.0	0.1	0.0	0.5	0.1	0.2	0.0	0.5	0.1	0.2	0.0	0.2	0.0	0.2	0.0
		有意確率	0.000	**	0.000	**	0.033	*	0.000	**	0.000	**	0.000	**	0.000	**	0.000	**
エアコン off	起居室在室時滞在	度数	103	7155	103	7155	103	7155	103	7155	103	7155	93	6468	103	7155	93	6468
		平均値	29.1	30.2	27.7	28.0	61.8	58.6	14.4	13.9	64.5	63.5	29.2	28.9	25.3	25.2	34.8	34.9
		標準偏差	3.16	3.41	1.79	1.30	6.58	6.20	2.03	1.71	6.55	5.16	2.12	1.93	1.95	1.80	2.81	2.72
		標準誤差	0.3	0.0	0.2	0.0	0.6	0.1	0.2	0.0	0.6	0.1	0.2	0.0	0.2	0.0	0.3	0.0
		有意確率	0.001	**	0.055		0.000	**	0.011	*	0.134		0.191		0.572		0.702	
エアコン off	起居室在室時退室	度数	75	41	75	41	75	41	75	41	75	41	68	33	75	41	68	33
		平均値	30.8	30.4	28.0	27.8	59.0	59.5	14.0	13.9	63.8	63.4	29.1	29.5	25.5	25.2	35.2	35.4
		標準偏差	2.77	3.91	1.04	0.93	5.65	6.17	1.61	1.44	4.73	4.01	1.69	2.18	1.62	1.85	2.52	2.44
		標準誤差	0.3	0.6	0.1	0.1	0.7	1.0	0.2	0.2	0.5	0.6	0.2	0.4	0.2	0.3	0.3	0.4
		有意確率	0.587		0.224		0.611		0.779		0.598		0.371		0.296		0.696	
窓 open	朝起床時入室	度数	57	183	57	183	57	183	57	183	57	183	52	167	57	183	52	167
		平均値	24.8	21.9	28.6	26.0	65.5	66.4	16.2	14.3	70.0	62.5	27.2	24.9	23.6	20.5	32.4	31.1
		標準偏差	2.15	4.91	1.54	3.16	6.30	5.43	2.12	2.93	6.59	10.48	2.11	4.12	2.11	4.74	2.53	4.70
		標準誤差	0.3	0.4	0.2	0.2	0.8	0.4	0.3	0.2	0.9	0.8	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4
		有意確率	0.000	**	0.000	**	0.278		0.000	**	0.000	**	0.000	**	0.000	**	0.000	**
窓 open	起居室在室時入室	度数	35	152	35	152	35	152	35	152	35	152	30	136	35	152	30	136
		平均値	29.0	25.7	28.6	26.5	64.8	65.1	16.2	14.4	69.9	63.3	26.6	24.4	22.2	20.0	32.8	30.8
		標準偏差	4.07	4.58	2.20	3.14	7.89	7.12	3.12	3.34	9.86	11.39	2.93	4.48	3.49	5.30	3.45	4.62
		標準誤差	0.7	0.4	0.4	0.3	1.3	0.6	0.5	0.3	1.7	0.9	0.5	0.4	0.6	0.4	0.6	0.4
		有意確率	0.000	**	0.000	**	0.821		0.005	**	0.002	**	0.001	**	0.003	**	0.008	**
窓 open	起居室在室時滞在	度数	134	2992	134	2992	134	2992	134	2992	134	2992	127	2923	134	2992	127	2923
		平均値	25.5	24.0	27.6	26.6	65.1	65.8	15.3	14.6	66.6	64.0	26.1	24.8	22.0	20.3	31.9	31.1
		標準偏差	4.66	4.68	2.08	2.60	7.41	6.90	2.84	3.27	9.02	10.76	3.68	3.99	4.20	4.85	4.11	3.87
		標準誤差	0.4	0.1	0.2	0.0	0.6	0.1	0.2	0.1	0.8	0.2	0.3	0.1	0.4	0.1	0.4	0.1
		有意確率	0.000	**	0.000	**	0.278		0.014	*	0.001	**	0.000	**	0.000	**	0.011	*
窓 close	起居室在室時滞在	度数	80	7081	80	7081	80	7081	80	7081	80	7081	72	6506	80	7081	72	6506
		平均値	24.7	26.9	27.4	28.3	64.0	64.4	15.0	15.8	65.7	68.6	24.8	26.1	20.8	22.2	30.6	32.0
		標準偏差	4.44	3.83	2.48	2.07	9.74	8.66	3.81	3.23	11.94	9.99	3.08	3.09	4.07	3.68	3.45	3.59
		標準誤差	0.5	0.0	0.3	0.0	1.1	0.1	0.4	0.0	1.3	0.1	0.4	0.0	0.5	0.0	0.4	0.0
		有意確率	0.000	**	0.002	**	0.746		0.067		0.030	*	0.000	**	0.001	**	0.001	**
窓 close	起居室在室時退室	度数	41	322	41	322	41	322	41	322	41	322	37	288	41	322	37	288
		平均値	28.7	27.0	28.9	27.8	65.8	63.0	16.7	15.0	71.6	66.2	27.1	25.9	23.0	22.4	32.4	30.9
		標準偏差	2.95	3.99	1.81	2.56	7.33	8.69	2.97	3.40	9.21	10.86	2.74	3.56	3.28	4.11	3.33	4.05
		標準誤差	0.5	0.2	0.3	0.1	1.1	0.5	0.5	0.2	1.4	0.6	0.5	0.2	0.5	0.2	0.5	0.2
		有意確率	0.002	**	0.001	**	0.051		0.002	**	0.001	**	0.024	*	0.274		0.034	*

表 133 在室行為に関する統計量および母平均の差の検定の結果

操作	時間区分	統計量	在室の経過時間[min]		在室の残り時間[min]		在室の継続時間[min]		直前の不在の継続時間[min]		直後の不在の継続時間[min]	
			生起	不生起	生起	不生起	生起	不生起	生起	不生起	生起	不生起
エアコンon	起居在室時_入室	度数					98	510	98	510		
		平均値					280	227	173	191		
		標準偏差					194.6	211.8	227.6	221.2		
		標準誤差					20	9	23	10		
		有意確率					0.016 *		0.473			
	起居在室時_滞在	度数	138	10087	138	10087						
		平均値	226	236	314	268						
		標準偏差	246.3	213.9	228.0	244.9						
		標準誤差	21	2	19	2						
		有意確率	0.631		0.029 *							
エアコンoff	起居在室時_滞在	度数	103	7155	103	7155						
		平均値	379	304	135	252						
		標準偏差	274.9	235.0	177.0	201.9						
		標準誤差	27	3	17	2						
		有意確率	0.007 **		0.000 **							
	起居在室時_退室	度数					75	41			74	40
		平均値					309	261			153	95
		標準偏差					216.5	170.2			131.3	107.7
		標準誤差					25	27			15	17
		有意確率					0.226				0.018 *	
窓open	朝起床時_入室	度数					56	182	53	168		
		平均値					417	251	422	407		
		標準偏差					336.5	318.7	92.2	142.5		
		標準誤差					45	24	13	11		
		有意確率					0.001 **		0.457			
	起居在室時_入室	度数					35	152	35	152		
		平均値					273	260	257	182		
		標準偏差					203.2	231.5	161.8	200.5		
		標準誤差					34	19	27	16		
		有意確率					0.761		0.043 *			
起居在室時_滞在	度数	134	2992	134	2992							
	平均値	127	233	283	202							
	標準偏差	153.6	228.2	254.2	205.9							
	標準誤差	13	4	22	4							
	有意確率	0.000 **		0.000 **								
窓close	起居在室時_滞在	度数	80	7081	80	7081						
		平均値	284	238	166	296						
		標準偏差	228.6	207.6	191.6	254.7						
		標準誤差	26	2	21	3						
		有意確率	0.048 *		0.000 **							
	起居在室時_退室	度数					41	322			41	322
		平均値					220	153			263	161
		標準偏差					92.4	155.0			147.6	167.5
		標準誤差					14	9			23	9
		有意確率					0.000 **				0.000 **	

表 134 在室者に関するクロス集計および独立性の検定の結果

操作	時間区分	生起/不生起の別	度数	相対度数[%]							上段:有意確率 下段:Cramer 連関係数
				夫	妻	子	夫妻	夫子	妻子	夫妻子	
エアコンon	起居在室時_入室	生起	98	2.0	21.4	13.3	0.0	2.0	42.9	18.4	0.000
		不生起	510	13.7	38.2	24.5	1.0	0.6	19.6	2.4	0.37 **
	起居在室時_滞在	生起	138	3.6	11.6	8.7	7.2	2.9	39.1	26.8	0.005
		不生起	10087	8.8	18.8	13.0	6.7	3.7	30.2	18.7	0.04 **
エアコンoff	起居在室時_滞在	生起	103	21.4	8.7	8.7	9.7	7.8	19.4	24.3	0.000
		不生起	7155	5.5	10.6	5.3	6.4	3.4	38.9	29.8	0.09 **
	起居在室時_退室	生起	75	5.3	17.3	6.7	1.3	0.0	57.3	12.0	0.141
		不生起	41	2.4	29.3	12.2	7.3	0.0	43.9	4.9	0.27
窓open	朝起床時_入室	生起	57	14.0	49.1	12.3	5.3	3.5	7.0	8.8	0.002
		不生起	181	28.2	21.0	24.9	4.4	5.5	9.9	6.1	0.29 **
	起居在室時_入室	生起	35	2.9	62.9	14.3	0.0	0.0	20.0	0.0	0.051
		不生起	152	9.2	37.5	33.6	2.0	0.7	13.2	3.9	0.26
起居在室時_滞在	生起	134	6.0	18.7	9.7	11.2	3.7	30.6	20.1	0.001	
	不生起	2992	16.4	17.0	14.7	8.0	7.6	19.6	16.6	0.09 **	
窓close	起居在室時_滞在	生起	80	11.3	21.3	7.5	5.0	5.0	40.0	10.0	0.032
		不生起	7081	5.6	19.5	12.4	6.1	2.1	34.7	19.6	0.04 *
	起居在室時_退室	生起	41	17.1	46.3	2.4	2.4	0.0	22.0	9.8	0.010
		不生起	322	17.7	27.3	14.9	0.6	0.0	35.7	3.7	0.20 **

表 135 在室者に関する残差分析の結果¹⁰

操作	時間区分	調整済み残差[-]						
		夫	妻	子	夫妻	夫子	妻子	夫妻子
エアコンon	起居在室時_入室	-3.28	-3.18	-2.43	-0.98	1.46	4.98	6.70
	起居在室時_滞在	-2.14	-2.16	-1.51	0.24	-0.51	2.27	2.42
エアコンoff	起居在室時_滞在	6.84	-0.63	1.53	1.34	2.42	-4.03	-1.22
	起居在室時_退室							
窓open	朝起床時_入室	-2.16	4.14	-2.00	0.26	-0.61	-0.67	0.71
	起居在室時_入室							
	起居在室時_滞在	-3.22	0.49	-1.61	1.31	-1.68	3.10	1.06
窓close	起居在室時_滞在	2.18	0.38	-1.32	-0.42	1.80	0.99	-2.15
	起居在室時_退室	-0.10	2.51	-2.20	1.21	0.00	-1.75	1.77

多い(5%水準)	少ない(5%水準)
----------	-----------

¹⁰ 調整済み残差とは、独立性の検定結果が有意であった場合にどの項目が有意性に貢献したかを判断する数値である。残差の絶対値が2.58より大きければ1%水準で、1.96より大きければ5%水準で項目により有意な差があることを示す。また、残差が正(負)値の場合は他の項目に比べて有意に多い(少ない)ことを意味する。

表 136 エアコン on 操作前の窓の状態に関するクロス集計および独立性の検定の結果

操作	時間区分	生起/不生起の別	度数	操作前の窓の状態[%]		有意確率 (χ^2 検定)	Φ 係数
				close	open		
エアコン on	起居在室時_入室	生起	98	69.4	30.6	0.000	-0.26 **
		不生起	510	34.7	65.3		
	起居在室時_滞在	生起	138	39.1	60.9	0.021	-0.02 *
		不生起	10087	29.7	70.3		

環境要素については、エアコン off 操作の「起居在室時_退室」ではいずれのパラメータとの関連性も認められなかった。エアコン off 操作の「起居在室時_退室」を除くと、環境要素のうち外気温度や室内温度等の温度環境に関連する要素はいずれの操作・時間区分においても生起/不生起による相違が認められた。一方で、室内相対湿度に相違が認められたのは、エアコン on 操作の「起居在室時_滞在」およびエアコン off 操作の「起居在室時_滞在」であった。

在室行為については、エアコン on 操作の「起居在室時_入室」および窓 open 操作の「朝起床時_入室」では在室の継続時間、エアコン on 操作の「起居在室時_滞在」では在室の残り時間、エアコン off 操作の「起居在室時_退室」では直後の不在の継続時間に生起/不生起による相違が認められた。これらの操作・時間区分では、各パラメータの平均値は「生起」の方が「不生起」に比べて大きかった。従って、居住者は操作以降の在室の継続時間や不在の継続時間を予想して、操作を行うか否かを判断しているものと考えられる。窓 open 操作の「起居在室時_入室」では、直前の不在の継続時間に生起/不生起による相違が認められた。その平均値は「生起」の方が「不生起」に比べて大きいことから、入室前の不在時間が長い場合には窓を開けて空気の入れ換えが行われていると推測できる。エアコン off 操作、窓 open 操作および窓 close 操作の「起居在室時_滞在」では在室の経過時間および在室の残り時間の両パラメータに生起/不生起による相違が認められた。経過時間は「生起」の方が「不生起」に比べて、窓 open 操作では短く、エアコン off 操作および窓 close 操作では長かった。一方で、残り時間は「生起」の方が「不生起」に比べて、窓 open 操作では長く、エアコン off 操作および窓 close 操作では短かった。これらを考え合わせると、窓 open 操作は「滞在」の比較的早い段階で、エアコン off 操作および窓 close 操作は比較的遅い段階で生起すると言える。窓 close 操作の「起居在室時_退室」では在室の継続時間および直後の不在の継続時間の両パラメータに生起/不生起による相違が認められた。いずれのパラメータも「生起」の方が「不生起」に比べて長いことから、短時間での頻繁な窓操作は起こりにくいと考えられる。

在室者については、エアコン off 操作の「起居在室時_退室」、窓 open 操作の「起居在室時_入室」以外の操作・時間区分において生起/不生起による相違が認められた。残差分析の結果から、エアコン on 操作では、夫、妻、子がそれぞれ単独で在室する場合には操作が起こりにくく、妻子を含む場合には操作が起こりやすい¹¹ことが示唆された。エアコン off 操作の「起居在室時_滞在」では、在室者の組み合わせが夫のみもしくは夫と子の場合に操作が生起することが多い傾向にあった。また、窓 open 操作の「朝起床時_入室」、窓 close 操作の「起居在室時_退室」では妻が単独で在室する場合に操作が起こることが多かった。

エアコン on 操作前の窓の状態については、生起/不生起による相違が認められた。クロス集計の結果から、「起居在室時_滞在」で生起するエアコン on 操作の 60.9%は窓が開いた状態から生起した。これは、暑さへの対応として、まずは窓開放が優先的に行われ、暑さを凌ぐことが難しくなればエアコン使用に遷るという順番が存在することを裏付ける結果である。

¹¹ 低年齢の子を含む世帯では、子が大人の居住者（特に妻）と行動を共にする傾向にあった。残差分析において「妻子」および「夫妻」で有意性が認められたが、こうした対象世帯の属性が影響した可能性は否定できない。

4.3.6 回帰分析による操作の生起に対する各変数の影響度の検討

環境要素および在室行為に関するパラメータについては、さらに相関分析を行い、前項の母平均の差の検定の結果と合わせて、回帰分析に用いる説明変数を選定した。なお、相関分析において外気温度と室内温度が強相関の関係にある場合には、室内温度を優先的に選択した。相関分析の詳細は割愛するが、説明変数の選定結果をその過程を含めて表 137 に整理する。

表 137 回帰分析に用いる説明変数の選定結果

操作	時間区分	環境要素							在室行為					在室者	操作前の窓の状態	
		外気温度	室内温度	室内相対湿度	室内絶対湿度	室内空気比エンタルピー	前日の平均気温	当日の最低気温	前日の最高気温	現在室の経過時間	現在室の残り時間	現在室の継続時間	直前の不在の継続時間			直後の不在の継続時間
エアコンon	起居在室時_入室	○	●		○	○	○	○	●			●			●	●
	起居在室時_滞在	●	●	●	○	○	○	○	●		●				●	●
エアコンoff	起居在室時_滞在	●		●	●					●	●				●	
	起居在室時_退室													●		
窓open	朝起床時_入室	○	●		○	○	○	○	●			●			●	
	起居在室時_入室	○	●		○	○	○	○	●			●			●	
	起居在室時_滞在	●	●		○	○	○	○	●	●	●				●	
窓close	起居在室時_滞在	●	●			○	○	●	●	●	●				●	
	起居在室時_退室	●	●		○	○	○		●					●	●	





-  分析対象から除外した変数
-  検定により操作との関連性が示唆されなかった変数
-  検定により操作との関連性が示唆された変数のうち、相関分析により除外された変数
-  検定により操作との関連性が示唆された変数のうち、回帰分析に用いた変数

表 139 回帰式による生起確率の予測における各パラメータの設定値

パラメータ	標準値
外気温度	28 °C
前日の最高気温	32 °C
在室の経過時間	180 min
在室の残り時間	
在室の継続時間	360 min
直前の不在の継続時間	300 min
直後の不在の継続時間	
在室者	妻子
操作前の窓の状態	close

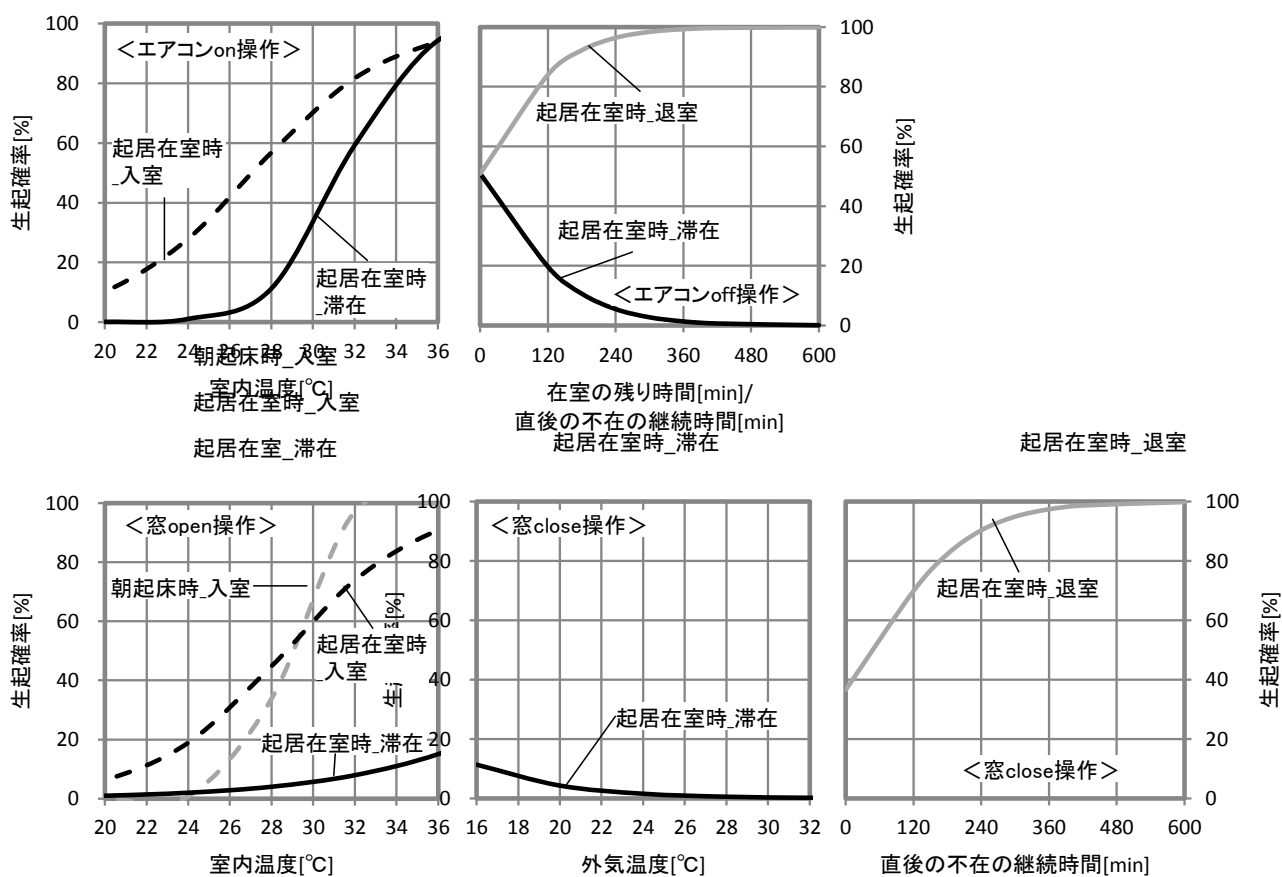


図 286 回帰式による生起確率の予測の一例

エアコン on 操作について、「起居在室時_入室」では在室者の標準化偏回帰係数が大きく、操作生起に対する影響度は環境要素よりも高かった。在室者の偏回帰係数は、妻子および夫妻で正の値であることから、妻子を含む在室者の組み合わせでは入室に伴うエアコン on 操作の生起確率が高まると言える。また、前日の最高気温に対する標準化偏回帰係数は比較的大きく、また偏回帰係数は正の値であった。このことは、前日の最高気温が高いほど、入室に伴う on 操作の生起確率が高いことを示している。従って、入室時には前日の最高気温を参考に入室以降の温熱環境の状況を予想してエアコン使用を行うと考えられる。一方で、「起居在室時_滞在」では室内温度の標準化偏回帰係数が他の変数に比べて大きく、室内温度は滞在中のエアコン on 操作の生起に対して重要な要素と言える。また、在室者については、妻および夫の偏回帰係数は負の値、夫妻のそれは正の値であったことから、大人の居住者は在室者が少ない場合にエアコン使用を控える傾向があることや、在室人数が多いにはエアコン使用が行われやすい傾向があることがうかがえる。「起居在室時_入室」と「起居在室時_滞在」の間で共通する傾向として、エアコン操作前の窓の状態に対する標準化偏回帰係数が比較的大きく、その偏回帰係数は正の値であった。このことは、操作前の窓の状態が「open」である場合は「close」である場合に比べてエアコン on 操作の生起確率が低くなることを示している。

エアコン off 操作の「起居在室時_滞在」では在室の残り時間が説明変数として選択され、偏回帰係数は負の値であった。「起居在室時_退室」では、直後の不在の継続時間が説明変数として選択され、偏回帰係数は正の値であった。このことは、在室の残り時間が短いほど、また直後の不在の継続時間が長いほどエアコン off 操作が行われやすいことを意味している。

窓 open 操作は、いずれの時間区分においても室内温度に対する標準化偏回帰係数が大きく、とりわけ「朝起床時_入室」の値が大きかった。「朝起床時_入室」では、前日の最高気温に対する標準化偏回帰係数が大きいことから、入室に伴うエアコン on 操作と同様に入室以降の温熱環境の状況を予想して通風利用を行うと考えられる。一方で、「起居在室時_滞在」では在室者の夫に対する標準化偏回帰係数が大きく、負の値であった。このことから、夫は窓が閉まっているならその状態を保持する傾向にあると考えられる。

窓 close 操作については、「起居在室時_滞在」では外気温度に対する標準化偏回帰係数が最も大きかった。ただし、本調査で観察された温度範囲では操作生起に対する外気温度の影響は小さかった。一方、「起居在室時_退室」では在室の継続時間および直後の不在の継続時間が説明変数として選択され、操作に対する影響力は同程度であった。また、偏回帰係数はともに正の値であることから、在室や不在の継続時間がある程度短い場合には窓閉鎖は生起しにくく、窓開放が継続される傾向にあると言える。

4.3.7 まとめ

本研究では、関西地域に住まう 11 世帯を対象として、通風・冷房行為に関する実態調査のうち居間の調査結果について各種統計的手法により分析した。分析では 5 つの時間区分を設定し、エアコン発/停、窓開/閉に関する行為の生起要因を時間区分ごとに探究した。一連の検討により得られた知見を以下に示す。

- (ア) 生活時間と在室行為との組み合わせにより、5 つの時間区分（「朝起床時_入室」、「起居在室時_入室」、「起居在室時_滞在」、「起居在室時_退室」、「夜間就寝前_退室」）を設定し、操作の生起/不生起との関連性について独立性の検定を行った。その結果、いずれの操作も有意水準 1% で時間区分との間に関係性が認められ、回帰分析を時間区分別に行う意義が確認された。また、エアコン on 操作および窓 open 操作は「入室」と「滞在」、エアコン off 操作と窓 close 操作は「滞在」と「退室」に付随して生起した。
- (イ) 環境要素、在室行為、在室者、操作前の窓の状態に関するパラメータに対し、操作の生起/不生起との関連性に関して検定や相関分析を行い、ロジスティック回帰分析に使用するパラメータを選定した。
- (ウ) 回帰分析の結果、エアコン on 操作について、「起居在室時_入室」では在室者の標準化偏回帰係数が大きく、操作生起に対する影響度は環境要素よりも高かった。「起居在室時_滞在」では室内温度の標準化偏回帰係数が最も大きかった。「起居在室時_入室」と「起居在室時_滞在」の間で共通する傾向として、操作前の窓の状態に対する標準化偏回帰係数が比較的大きく、操作前の窓の状態が「close」の方が「open」よりも生起確率は高かった。
- (エ) エアコン off 操作の「起居在室時_滞在」では在室の残り時間が説明変数として選択され、偏回帰係数は負の値であった。また、「起居在室時_退室」では、直後の不在の継続時間が説明変数として選択され、偏回帰係数は正の値であった。
- (オ) 窓 open 操作は、いずれの時間区分においても室内温度に対する標準化偏回帰係数が大きく、とりわけ「朝起床時_入室」の値が大きかった。室内温度以外のパラメータでは、「朝起床時_入室」では前日の最高気温、「起居在室時_滞在」では在室者の夫に対する標準化偏回帰係数が大きかった。
- (カ) 窓 close 操作については、「起居在室時_滞在」では外気温度に対する標準化偏回帰係数が最も大きかった。一方、「起居在室時_退室」では在室の継続時間および直後の不在の継続時間が説明変数として選択され、操作に対する影響力は同程度であった。

本報では、多様なパラメータに対して統計的手法により分析を行うことで、環境要素以外のパラメータがエアコン操作および窓操作の生起に寄与していることを示した。なお、本分析は 11 世帯を対象として実施したものであり、結果の一般性を担保しているとは言い難い。しかしながら、統計的な手法を適用することにより、多様なパラメータから通風・冷房行為の要因を特定した事例はこれまでにはなく、本検討は通風・冷房行為のモデリングに対して有用な知見を示せたと考える。

4.4 通風・冷房行為に関するモデルの考案

4.2 節のWEBアンケート調査結果から、「起居在室時」や「夜間就寝時」のみならず、「朝起床直後」といった行為選択に対する習慣性が強いことが予想される時間区分や、「別室在室時」といった居住者の熱的快適性と直接的な関係がない時間区分においても、外気温度や室内温度などの季節変化を伴う環境要素が行為選択に影響を与えていることが示唆された。これに対し、「別室在室時」は「常に窓を開放」あるいは「適宜窓を開放」を合わせると全体の半数以上となり、「常に窓を閉鎖」を大きく上回った。以上のことから、通風・冷房行為のパターンとして、「夜間不在時」および「日中外出時」においては「常に窓を閉鎖」、それ以外の生活時間帯では何かしらのトリガーによりエアコンと窓の操作が生起すると仮定できる。

4.3 節の調査結果に基づき、各操作の生起に対するトリガーとその閾値を検討した。なお、モデルの検討においては単純化のため、標準化回帰係数の絶対値が大きな値をとることが多かった外気温度および室内温度に要素を限定して検討した。検討結果を整理して表 140 に示す。エアコンの on 操作は入室時と滞在時に生起することが多く、室内温度の影響が大きいことが示唆された。エアコンの on 操作が生起した時の室内温度の平均値は、窓閉鎖状態から生起する場合は 29.8℃、窓開放状態から生起する場合は 30.1℃であった。また、両者の間の差異は有意水準 5%で有意であり、その差の 95%信頼区間は 0.02~0.61℃であった。エアコンの off 操作は、環境要素との関連が見られず、退室に伴い生起するものと考えられた。窓の open 操作は入室時と滞在時に生起することが多く、室内温度の影響が大きいことが示唆された。窓の close 操作は、滞在時と退室時に生起し、滞在時に生起する場合は外気温度の影響が大きいことが示唆された。窓の open 操作が生起した時の室温条件は窓開放時（通風時）の室内温度から検討することとし、その平均値は 28.1℃であった。滞在時に窓の close 操作が生起した時の外気温度の平均値は、24.2℃であった。

表 140 各操作の生起に対するトリガーとその閾値

操作	エアコン		窓		
	on	off	open	close	
操作が生起する 在室行為	滞在・入室		滞在 入室	滞在	退室
操作が生起する トリガー	室内 温度		室内 温度	外気 温度	退室
操作が生起する 直前の窓の状態	閉	開			
サンプル数	118	104	7326	76	
平均値	29.8	30.1	28.1	24.2	
標準偏差	1.0	1.2	1.9	3.9	
平均値の標準誤差	0.09	0.12	0.13	0.44	
有意確率	0.038 *				
差の 95% 信頼区間	0.02 ~ 0.61				

以上を踏まえて、図 287 に示す状態遷移図に従うモデルの構築を行った。ただし、本結果は 11 世帯の調査データより検討したものであるため、今後も継続してデータの蓄積を行い、精査する必要がある。

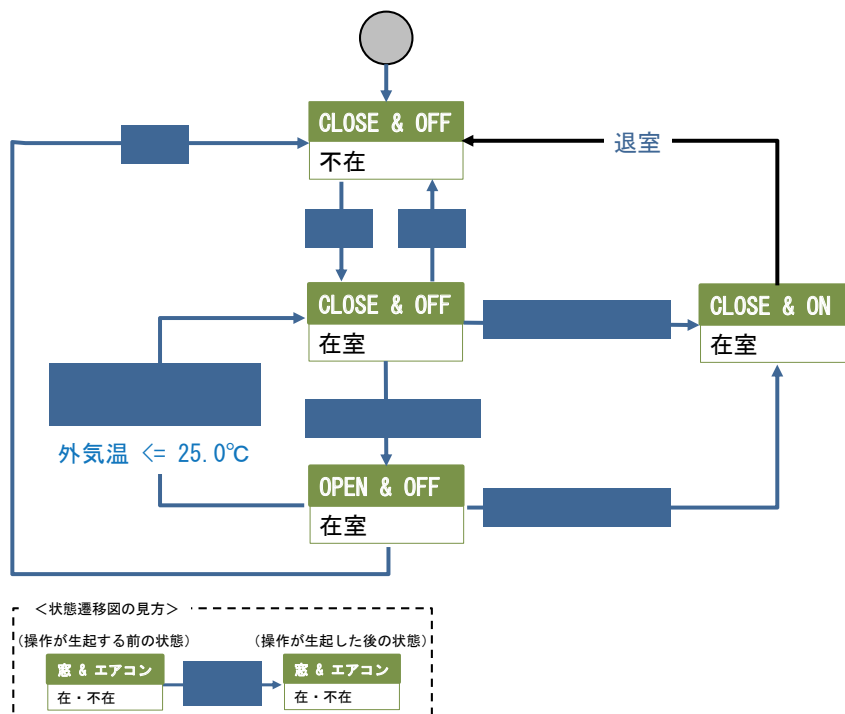


図 287 状態遷移図

4.5 まとめ

本章では、関西地域を対象とした WEB アンケートを通じて居住者が選択した通風・冷房行為を生活時間ごとに聴取し、季節、建物条件、住居環境および周辺環境と通風・冷房行為との関係性を分析することで、諸要素の行為選択への影響について生活時間による相違を把握した。検討の結果、行為選択に対する世帯独自のルールは、本検討で扱った客観的な要素以外の要素により決定される部分が大きいと考えられた。本検討では、物理的計測や統計資料により客観的な情報が入手可能である要素を中心に検討を行ったが、世帯により通風・冷房行為に相違が生じる要因をさらに究明するためには、主義・嗜好に関わる主観性の強い要素を含めた検討が必要である。また、世帯による行為選択の相違を説明する上で最も重要度の高い要素は「夜間不在時」以外の時間区分においては「調査期間」であった。これに対し、「夜間不在時」では「調査期間」よりも「階層」や「住宅形式」といった住宅建物に関する要素の重要度が高かった。

また、関西地域に住まう 11 世帯を対象として、通風・冷房行為に関する実態調査のうち居間の調査結果について各種統計的手法により分析した。分析では 5 つの時間区分を設定し、エアコン発/停、窓開/閉に関する行為の生起要因を時間区分ごとに探究した。検討の結果、エアコン on 操作に対しては、「起居在室時_入室」では在室者の組合せが、「起居在室時_滞在」では操作が生起する直前の窓の状態が強く影響した。エアコン off 操作に対しては、「起居在室時_滞在」では在室の残り時間が、「起居在室時_退室」では直後の不在の継続時間が説明変数として選択された。窓 open 操作の「朝起床時_入室」、「起居在室時_入室」、「起居在室時_滞在」では室内温度の影響度が大きかった。窓 close 操作に対しては、「起居在室時_滞在」では外気温度が、「起居在室時_滞在」では在室の継続時間および直後の不在の継続時間が説明変数として選択された。

以上の調査結果に基づいて、エアコンの on/off 操作および窓の open/close 操作を生起させるトリガーとその閾値を設定し、通風・冷房行為に関するモデルを考案した。

