

# 冷房終了期における温熱環境調節行為の生起に関する研究 — 生起時刻、行為継続時間、および生起時の内外気温 — Occurrence of Thermal Control Use the during Late Cooling Season — Time, Duration and Temperature Indoor and Outdoor of Occurrence—

○谷口 友浩 (大阪市立大学)

梅宮 典子 (大阪市立大学)

Tomohiro TANIGUCHI\*<sup>1</sup> Noriko UMEMIYA\*<sup>1</sup>

\*<sup>1</sup> Osaka City University

We recorded thermal control use during late cooling for 10 multifamily housing units in Osaka city. Regarding the occurrence of thermal control acts, 1) the times of acts differ according to usage determined by the window shape. 2) The duration of window opening or air-conditioner use is much less than 10 min and 6 hr from 3. Durations greater than 6 hr include much window opening but less air-conditioner use. Doors are also used for thermal control. 3) The room temperature influences thermal control use. The outside temperature influences window opening and closing but does not control it directly.

## 1. 背景と目的

井上<sup>文1)</sup>谷口<sup>文2)</sup>は、夏季の集合住宅を対象に内外温湿度と温熱環境調節行為の生起について実測にもとづいて温熱環境に対する行為の選択率を主として分析し、室内外温熱環境と窓開放率、冷房使用率との関係を明らかにした。本研究は同じデータを用いて行為が生起する瞬間に着目し、冷房と通風がともに選択され得る冷房終了期について分析する。目的は具体的には 1)窓別の行為が生起する時刻、2)継続時間、3)生起時の室温と外気温について明らかにすることである。

## 2. 方法

大阪市内南部の賃貸集合住宅(11階建)において間取りが同じエアコン1台の住戸(Fig 1)10戸を対象した。10戸すべての開口部の開・閉と冷房使用および室内気温を20秒間隔で8月下旬から12月上旬まで記録した。

Fig 2 に冷房使用率、窓開放率の日推移を示す。冷房使用率の推移に基づき、9月22日~10月13日を冷房終了期と定義する。測定項目は、主に床上0.6mの気温(熱電対)、湿度(小型簡易温湿度計)、エアコン給気温度、窓や玄関扉の開閉状況(20秒間隔)、照度である。これ

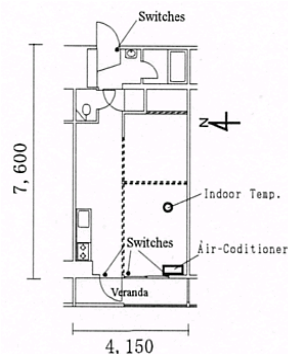


Figure 1 An object house plan

らの測定位置には、生活に支障のない範囲で室温を代表すると思われる位置を選んでおり、住戸によって異なる。

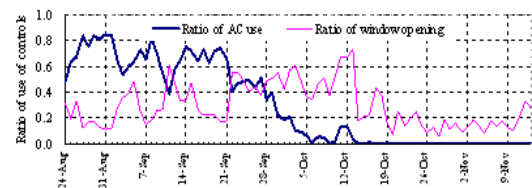


Figure 2 A change of an air conditioner use rate and window opening rate

冷房の使用・不使用はエアコン給気温度から在・不在は玄関扉の開閉記録、照度、居住者の申告をもとに判断した。本研究は温熱環境調節行為を対象とすることから、在宅時のみを対象とする。また本研究で述べる瞬間とは、測定間隔が20秒であるため、行動生起の瞬間と最大で20秒の差がある。

## 3. 温熱環境調節行為の生起時刻

### 3.1 在宅率

Fig 3 に住戸平均日平均時刻別在宅率を示す。在宅率は7時台から下がり始め、13時台が最も低く0.5に近く、16時台から上がり始める。23時台から朝6時台までは0.90~0.91でほぼ一定である。全ての時刻で0.5は超えていることがわかる。

### 3.2 窓、ドアの開閉生起時刻

Fig 4 に窓の時刻別開放・閉鎖生起回数(在宅率調整後)を示す。窓の開放生起は、8時台、15時台、23時台をピークにもつ。8時台、23時台は起床と就寝に対応すると

みなせる。閉鎖生起は、6時台、17時台、23時台をピークにもつ。17～22時台まで生起数が多い。また生起回数自体が8～15時台は開放の方が多く、16～22時台は19時台を除いて閉鎖の方が多くなることもわかる。19時台に行われる何らかの生活行為が関係すると想像される。

次にベランダに出るドア（ドア）の開閉行為について述べる。ここで言うベランダに出るドアとは、窓と違い、各住戸に1つある片開きドアで（Fig 1）、主にベランダに出る用途として使われていると想像されるもので、窓とは別に分析する。

Fig 5 にドアの時刻別開放・閉鎖生起回数（在宅率）を示す。ドアの開放生起は9時台、14時台、22時台をピークにもつ。13～15時台と開放生起が多く、午後に洗濯物を乾かすためやゴミ出し、休憩のためにベランダに出ていると考えられる。また深夜1～4時台は、窓と比べると度数が少ない。すなわち深夜は就寝してベランダに出る行為が少ないと想像される。閉鎖生起については開放生起の分布と似ている。

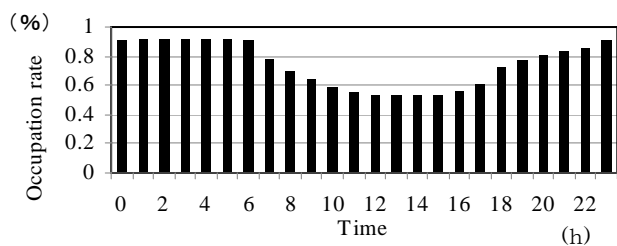


Figure 3 Occupation rate

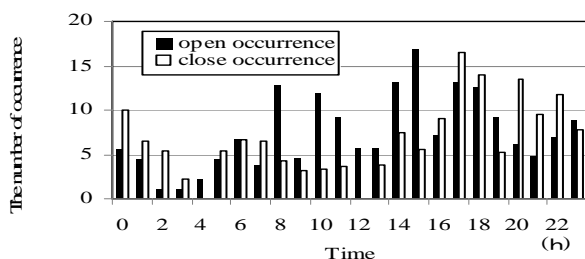


Figure 4 Frequency distribution of window opening and closing (modified by occupation rate)

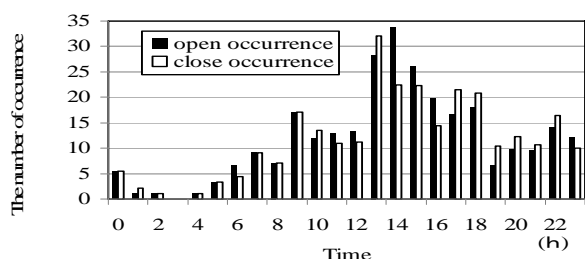


Figure 5 Frequency distribution of door opening and closing (modified by occupation rate)

### 3.3 冷房の発停生起時刻

Fig 6 に冷房の時刻別使用・停止生起回数を示す。冷房開始の生起は、0時台、5時台、9時台、16時台、18時台にピークをもつ。0時台のピークは就寝中の寝苦しさに

に関連すると想像される。冷房停止の生起は、6時台、13時台、16時台、20時台にピークをもつ。18時台、19時台は使用が停止を上回り、13時台、20時台は停止が上回る。

冷房の発停は14～17時台、窓の開閉は17～18時台に多く、居住者がそれぞれの時間帯で効果的な調節行為を使い分けられていることがわかる。

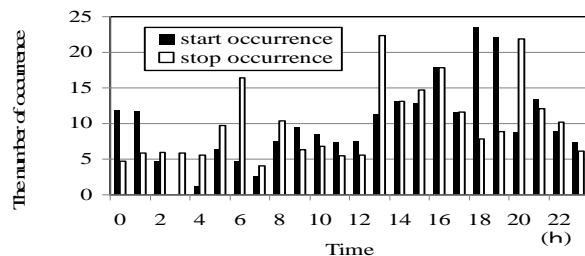


Figure 6 Frequency distribution of AC starting and stopping (modified by occupation rate)

## 4. 温熱環境調節行為の継続時間

### 4.1 開放・閉鎖の継続時間

Fig 7 に窓開・閉の継続時間を示す。窓の開放は、約10分（0～675秒）以内と約3～6時間（10801～21600秒）の継続時間が多い。24時間以上の開放が多いことも注目される。閉鎖は12～24時間が特に多い。在・不在との関係が推測される。

Fig 8 にドア開・閉の継続時間を示す。ドアの開放は約10分以内の継続時間が非常に多い。しかし約1時間半～6時間（5401～21600秒）までの継続時間もあることから、通風を得るために温熱環境調節行為として開放して使用されることもあると想像されるが、特定の住戸での行動が反映されている（図略）。閉鎖については約12～24時間（43201～86400秒）や24時間（86401秒）以上が多い。すなわち窓同様在・不在との関係が推測される。ドアは主にベランダに出る用途として使用されているが、温熱環境調節行為としての用途もあると想像される。またFig 5とFig 8起時と閉鎖生起時の分布が似ているのは継続時間が短いためと推定される。

### 4.2 冷房使用・停止の継続時間

Fig 9 に冷房発・停の継続時間を示す。冷房使用は、約10分以内と約3～6時間が多い。10分以内の運転使用も見られ、頻繁な冷房使用もおこなわれていることがわかる。冷房停止は、使用に比べ、際立ったピークがなくほぼ一様に分布している。

窓開放と冷房使用は共に約10分と約3～6時間に継続時間のピークをもつ。しかし開放は6時間以上の継続時間の生起も同様に多いのに対して、冷房使用は6時間以上の継続時間があまり生起しないという点で異なる。

ドア開放と冷房使用は約10分の継続時間のピークをもつ共通点がある。しかし窓とは違い、関係が強くなると考えられる。

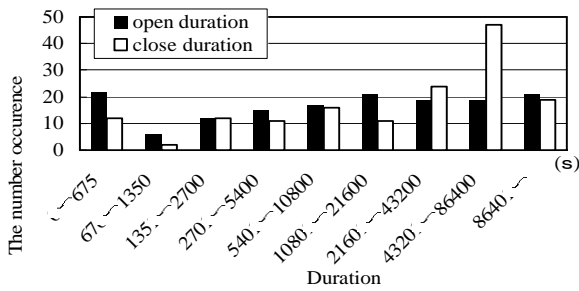


Figure 7 Window opening and closing duration

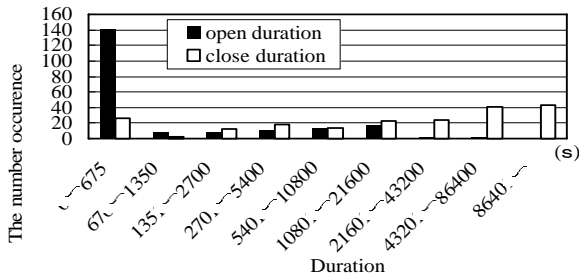


Figure 8 Door opening and closing duration

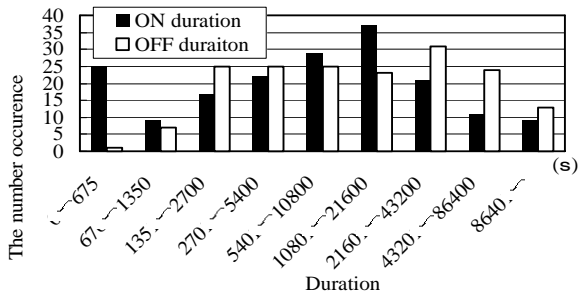


Figure 9 AC use duration

## 5. 窓開閉、冷房発停行為生起時の内外気温

### 5.1 窓、ドア開閉生起時室温

Fig 10 に窓開閉生起時室温を示す。期間全体の在宅時室温も示す。開放行為は室温 26.2°C、26.9°C、28.4°C、28.7°C、29.5°C をピークにもつ。閉鎖行為は開放行為より低い室温でよく生起する。29°C 以上で閉鎖行為の度数が高いことから 29°C で閉鎖して冷房を開始したと推定される。

Fig 11 にドア開閉生起時室温を示す。ドアの開放行為は 28°C をピークにもつ。期間全体の在宅時室温のピークと重なるが、それより高い室温での生起も見られることから、室温に反応して開放していると考えられる。閉鎖行為は 27.1°C をピークにもつ。開放時と比べ生起する瞬間の室温が約 1K 低い。開放によって室内の温度が下がっていることを表していると考えられる。

### 5.2 冷房発停生起時室温

Fig 12 に冷房発停生起時室温を示す。冷房開始は 28.8°C、28.9°C がもっとも頻繁で、高い室温で開始する傾向がある。一方、冷房停止は 25~28°C に一様に分布し、室温に関わらず停止するといえる。

### 5.3 室温別の窓開放率、冷房使用率との比較

井上ら<sup>文1)</sup>による窓開放率とは、複数ある開口部のうち 1 つでも開放されている場合を「開放」、全閉の場合を「閉鎖」と定義し、ある日付や室温、外気温等を満たす実測記録のうち、開放と判定した時の割合である。また冷房使用率も同様に、冷房使用と判定した時のある条件を満たす実測記録の割合である。

全ての住戸平均の室温別窓開放率を見ると 28°C での開放率が最も低い。(Fig 13) そして窓閉鎖行為も 28°C でピークを迎える。冷房使用率は 22~28°C の間で 0.1~0.3 の間にある。一方冷房開始は 28.8°C が最も頻繁である。(Fig 14)

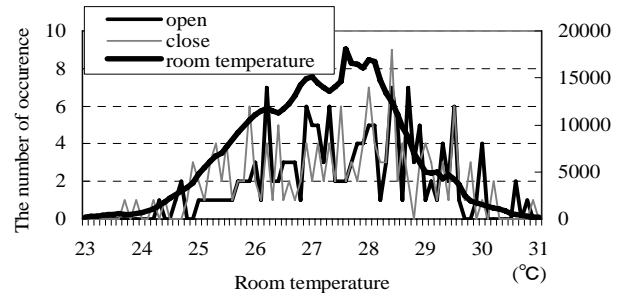


Figure 10 Room temperature of window opening and closing time

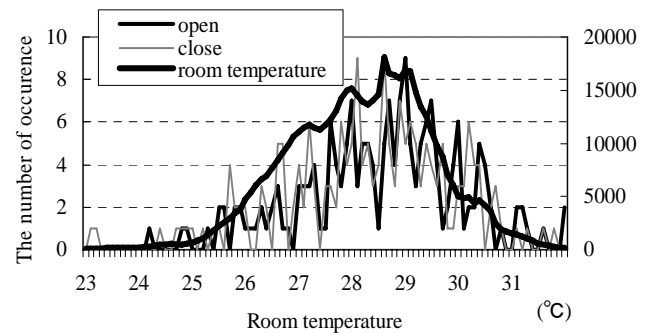


Figure 11 Room temperature of door opening and closing time

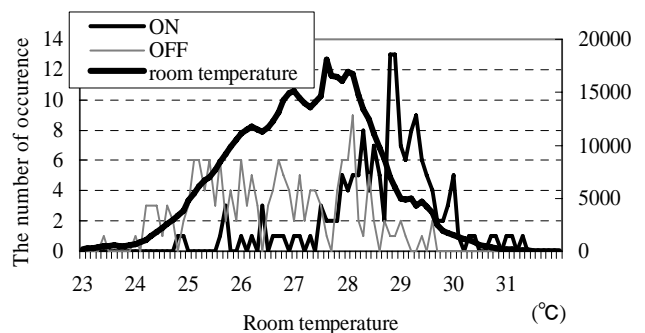


Figure 12 Room temperature of AC use time

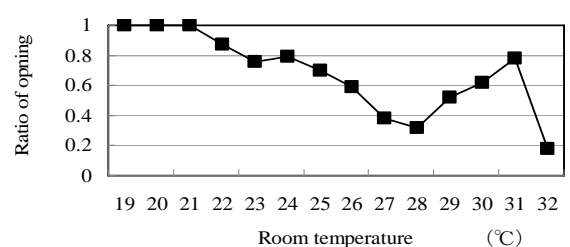


Figure 13 Room temperature and window opening rate

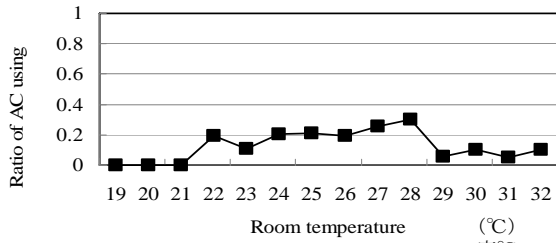


Figure 14 Room temperature and AC use rate

#### 5.4 窓、ドア開閉生起時外気温

Fig 15 に窓開閉生起時外気温を示す。窓の開放行為は、23°Cをピークにもつ。閉鎖行為も 23°Cをピークにもち、外気温の変動と似た傾向を示す。開放行為は閉鎖行為に比べて外気温に反応して生起していると推定される。

Fig 16 にドア開閉生起時外気温を示す。ドアの開放行為は 22.8°Cをピークにもち、在宅時外気温のピークより低い。また閉鎖行為に関しては開放行為の分布とほぼ同様である。ドアは開放継続時間が短いと考えられる。

#### 5.5 冷房発停生起時外気温

Fig 17 に冷房発停生起時外気温を示す。冷房発停行為は 26°C~27°Cにピークがあるが、それ以上は度数が少ない。

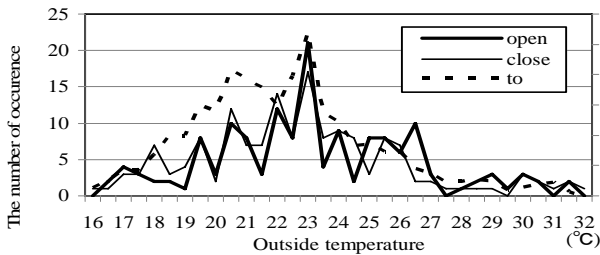


Figure 15 Outside temperature of window opening and closing time

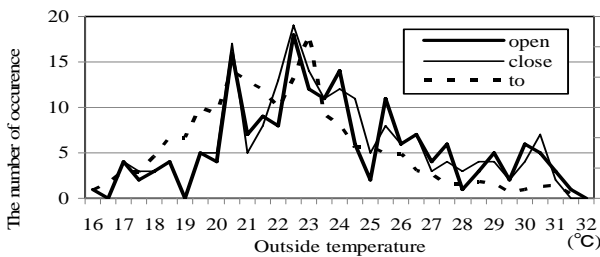


Figure 16 Outside temperature of door opening and closing time

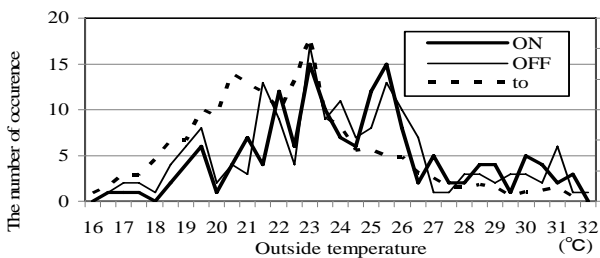


Figure 17 Outside temperature of AC use time

#### 5.6 外気温別の窓開放率、冷房使用率との比較

窓開放率は外気温 28°C以下では大きな違いはなく、窓開放率 0.4~0.6 の間である。(Fig 18) 外気温による違

いがないことから開放生起同様、外気温との関係が小さいと考えられる。また冷房使用率は外気温が高くなれば冷房使用率が高くなり、最高で 0.6 を下回るが、外気温と関係している (Fig 19)。一方、冷房使用生起は 27°Cでピークをもつ。

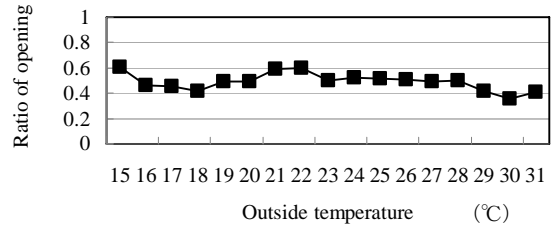


Figure 18 Outside temperature and window opening rate

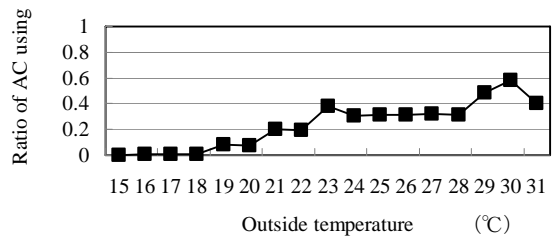


Figure 19 Outside temperature and AC use rate

#### 6. 結論

大阪市内の集合住宅 10 戸を対象に、冷房終了期における窓開閉と冷房発停を記録した。行為の生起に関して、  
1) 窓開閉生起時刻には、起床、就寝、食事などの生活行為に関係すると思われるものとそうでないものがある。

しかし一方でドア開閉生起時刻は 13~15 時台が最も多く、洗濯物やゴミ出し、休憩などでベランダに出る際に関係すると思われる。窓とドアで使用方法が異なり、また使用方法により生起時刻が異なる事がわかる。

2) 行為継続時間は、開放、冷房使用とも約 10 分以内と 3~6 時間が多い。6 時間以上の継続時間は、開放は同様に多いが、冷房使用は少ない。ドア開放は約 10 分以内に集中しており、ベランダに出るために使用されている。

しかし約 1 時間半~6 時間までの継続時間もあることから温熱環境調節行為としても使用されている。

3) 室温は窓、ドアともに開閉、冷房使用の生起の両方に関連する。外気温は窓の開閉の生起には関連するが、ドアの開閉生起、冷房使用の生起にはあまり関連しない。つまり外気温の影響は窓とドアで異なっている。

#### 参考文献

- 井上銀次郎, 林小勇, 梅宮典子, 西岡利晃, 大倉良司: 集合住宅における冷房使用率と窓開放率のモデル化 - 夏季から秋季を対象として -, 平成 17 年度 (第 35 回) 空気調和・衛生工学会近畿支部学術研究発表会論文集, pp. 243-246, 2006 年
- 谷口浩一ほか: 住宅における冷房使用・窓開閉行為の生起と室内外温湿度との関係に関する研究, 空衛学会近畿支部学術研究発表会論文集 pp.17-20, 2009 年 3 月