

夏季における温熱環境調節行為の時間帯別類型に関する研究

建築環境工学分野 猶塚 敏貴

Abstract

夏季の温熱環境調節行為を活動時(昼間, 夜間), 睡眠時の時間帯別に類型化し, その要因について分析した. 結果として, 1) 温熱環境調節行為はいずれの時間帯においても冷房型, 冷房・扇風機併用型, 通風・扇風機併用型, 特殊型の4類型にできる. 2) 冷房型と冷房・扇風機併用型に分かれる要因は, 窓の向き(昼間, 夜間), 湿気(昼間, 夜間), 冷暖房の効き(睡眠時)といった居住環境と性別, 着衣調節であり, 節約意識ではない. 3) 冷房・扇風機併用型と通風・扇風機併用型に分かれる要因は, 睡眠時には節約意識等の生活スタイルが大きく, 居住環境ではない. 4) 冷房型と通風・扇風機併用型に分かれる要因は, 節約意識・環境意識と「居住環境の暑さ」が大きく, 着衣や照明の調節行為も関係がある. 5) 温熱環境調節行為類型は夏季のエネルギー消費形態と関係があるが, 中間期のエネルギー消費形態とは関係がない.

1 背景と目的

我が国におけるエアコンの普及率は平成 23 年現在 89.2%であり¹⁾, 関西においては一世帯当たり 2 台~3 台所有しているのが一般的である. また経済成長を続ける東南アジアでは冷房が急速に普及している. しかし, この地球環境時代において限られた資源を考えると, また 2011 年の震災を契機とした今後の電力不足の状況を考えると, 冷房に全面的に依存する生活が果たして妥当であるのかについては検討の余地がある.

約 30 年前はエアコンの普及率は 40%程度であり, 通風や扇風機で暑さをしのぐ生活がごく普通に行われていた. 空気調和技術は欧米における暖房から発達したが, 欧米の気候では本格的な冷房が必要とされないことが多く, 冷房に関する技術は暖房に比べて遅れて開発された. 製品としてのエアコンは技術的に成熟段階とされているが, 我が国において冷房はこの 30 年の間に急速に普及したため, まだ十分な使いこなしが出来ていないと想像される. 単にエネルギー消費の観点だけでなく快適性や健康への影響の観点からもその使用法についての研究が必要である.

夏季の温熱環境調節行為(以降, 調節行為)に関しては, 生活行為・室温²⁾, 経済力・節約意識³⁾, 地域性⁴⁾⁵⁾, 住戸の断熱性能・通風環境・温冷感⁶⁾, 意識・生活習慣・体質⁷⁾, 価値観⁸⁾, 屋外空間の微気候⁹⁾, 周辺環境¹⁰⁾との関係について研究されており, これらの研究の特徴として, 調節行為として冷房利用のみまたは通風のみを対象としていること, 行為の生起する場所として家庭の居間等のパブリックな居室を主に対象としていること, 行為の要因を限定的に捉えていることが挙げられる.

以上を踏まえ本研究は, 夏季の調節行為が冷房だけでなく扇風機や通風も含めて在室者が自主的に選択できる条件の下で, どのような選択が行われ, その選択理由がどのような要因によるものかについて明らかにするため, 冷房, 扇風機, 通風の活動時(昼間, 夜間), 睡眠時の自室における利用頻度を基に, 調節行為を時間帯別に類型化し, 調節行為の時間帯別類型に関係のある要因について総合的に分析を行う.

2 調査概要

2.1 調査内容

関西の大学生を対象に, パーソナルな居室として自室(個人で大部分を占有している居室)における調節行為とその他居住環境, 生活スタイル等についてのアンケート調査を, 配布回収法により, 2010 年 8 月下旬から 9 月下旬にかけて実施し, 結果 1673 通の配布に対し, 322 通の回収(回収率 19.2%)であった.

2.2 調査項目

調査項目は回答者基本属性, 体質, 健康状態, 住戸属性, 自室属性, 居住環境の主観評価, 生活リズム, 生活内容, 意識と行動, 自室における冷房・扇風機・通風・着衣・寝具・照明の実施状況に関する全 178 項目に加え, 5 月と 8 月の電気料金を任意回答とした(表 1).

自室における冷房, 扇風機, 通風の利用頻度は, 「非常によく」, 「よく」, 「ときどき」, 「たまに」, 「全くない」の 5 段階の主観的な評価とする. 時間帯としての昼間, 夜間, 睡眠時は回答者の判断による.

2.3 分析対象

本研究では, 回収したデータのうち, a) 年齢が学年年齢から 3 歳上の範囲内, b) 自宅生は自室をもつ(複数人共

表1 調査項目

調査項目
回答者属性 【回答者基本属性】性別 / 年齢 / 大学 / 学部 / 学年 / 出身地 【 体質 】暑さの耐性 ₃ / 寒さの耐性 ₃ / 暑さ寒さの感覚 ₄ / 発汗の程度 ₃ / 冷え性の傾向 ₄ / 風邪の耐性 ₃ 【 健康状態 】健康状態 ^{*1+2} / 精神状態 ^{*3} (心配&気が張り詰める&気持ちが暗い&イライラ&憤慨&生き生き&陽気&疲れた&考えがまとまらない) / 睡眠状態 ^{*2} / 寝付けられない頻度 ₃ ^{*1+2} / 眠れない理由 ^{*2} (暑さ&明るさ&うるささ&生活リズムの乱れ&屋裏&疲れてない&体調不良&不眠症&ストレス&考え事)
居住環境属性 【 住戸属性 】居住人数 / 住宅形態 ^① / 居住年数 / 築年数 / 建物の構造 / 建物の階数 / 間取り / 便所と風呂の形式 / 給湯器種類 / オール電化の採否 / 夜間電気料金設定 / 大規模道路への接道 / 最寄り駅への距離 / 通学時間 / 住戸の賃料 ^② 【 自室属性 】自室の共用人数 ^③ / 自室の階数 / 自室の床面積 / 自室の床の仕様 / 自室の主な窓の方位 / 自室のその他の窓の方位 / 自室の設備(エアコン&扇風機&網戸&カーテン&遮光カーテン&ブラインド&簾&蛍光灯&白熱灯&机上スタンド&ベッド) 【 居住環境の主観評価 】夏の暑さ ₃ / 夏の日射熱の煩わしさ ₃ / 通風の良さ ₃ / 隙間風の程度 ₃ / 日当たりの良さ ₃ / 日射しの眩しさ ₃ / 朝日の眩しさ ^{*6} / 外の照明光 ^{*6} / 近隣の騒音 ₃ / 上下隣戸の騒音 ₃ / 湿気のこもりやすさ ₃ / 結露の発生程度 ₃ / 外気の清浄さ ₃ / カビの発生程度 ₃ / 虫の発生程度 ₃ / 眺望の良さ ₃ / 室外の視線の程度 ₃ / 買い物の利便性 ₃ / 近所付き合いの活発さ ₃ / 夏の冷房の効き ₃ / 冬の暖房の効き ₃ / エアコンの冷房性能の満足度 ₃ ^{*8} / 住戸の総合的満足度 ₅
生活スタイル 【 生活リズム 】起床時刻 ^{*1+2} / 就寝時刻 ^{*1+2} / 深夜時刻 / 夜更かしの頻度 ^{*1+2} / 徹夜の頻度 ^{*1+2} / 生活時間のタイプ ^{*1+2} / 生活時間の規則性 ^{*1+2} 【 生活内容 】食事の時間の規則性 ^{*1+2} / 朝食の摂取状況 ^{*1+2} / 運動の頻度 ^{*1+2} / 調理の頻度 ^{*1+2} / 喫煙の習慣 / 入浴方法 ^{*1+2} / 在宅日数 ^{*2} / 在宅時間 ^{*2} / 自室入室率 ^④ / アルバイト頻度 / アルバイト時間帯 / 外出時の冷房曝露の頻度 ^{*2} / 夜間活動頻度 ^{*5} (食事&飲酒&来客) / 一時外出の頻度 ^{*5} / 夜間活動 ^{*5} (パソコン(勉強&趣味)&読書(勉強&趣味)&筆記勉強&テレビゲーム&楽器演奏&歌唱&運動&家事&深夜テレビ&DVDやテレビの録画番組&音楽鑑賞&深夜ラジオ&入浴&考え事&電話やメール&何もしない) 【 意識と行動 】自然通風での生活の願望 ₄ / 自然光での生活の願望 ₄ / 自然の中での生活の憧れ ₄ / 室外との繋がり ₄ の願望 ₄ / 冷房利用に関する意識 ₃ ^{*8} / 冷房費に関する節約の意識 ₃ ^{*8} / 節電の心がけ ₄ / 節水の心がけ ₄ / 生活費の余裕 ₄ / 防犯意識 ₃ / 環境問題への関心 ₄ / 都市高温化の実感 ₄ / 環境配慮商品の利用の心がけ ₄ / 24時間営業店の増加願望 ₄ / 明るい夜間街路の願望 ₄ / 夜間生活に関する意識(積極的にやりたい&楽しい&勉強に必要&趣味に必要&単身者の特権&学生の特権&体に悪い&心に悪い&環境に悪い&エネルギーの無駄&周囲に迷惑) / 夜間生活の理由(一人になれる&静か&暑い時期に涼しい&集中できる&眠れない&昼だけでは時間が足りない&翌日が暇&夜中に用事がある&気が付いたら夜更)
自室における居住環境調節行為の実施状況 【 冷房 】冷房利用頻度 ₅ ^{*4+5+6} / タイマー機能の利用頻度 ₃ ^{*8} / ドライ機能の利用頻度 ₃ ^{*8} / 冷房設定温度(上限&下限) ^{*8} / 冷房利用時間 【 扇風機 】扇風機利用頻度 ₅ ^{*4+5+6} 【 通風 】通風利用頻度 ₅ ^{*4+5+6} 【 着衣・寝具 】着衣や寝具による温度調節頻度 ₄ / 上半身着衣 ₄ ^{*5+6} / 下半身着衣 ₄ ^{*5+6} / 寝具 【 照明 】照明の利用状況 ₃ ^{*4+5+6}

自室におけるエネルギー消費 電気料金(5月&8月)
 *1: 授業期間(春季) *2: 8月(夏季) *3: 最近1週間 *4: 昼間 *5: 夜間 *6: 睡眠時
 自: 自宅生のみ 下: 下宿生のみ 冷: 自室にエアコンがある回答者のみ
 下付き文字: 順序尺度項目のカテゴリー数

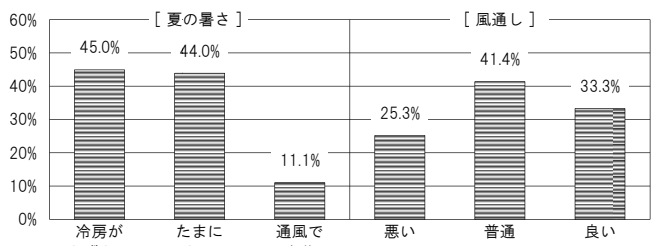


図1 自室に対する夏の暑さと風通しの主観評価

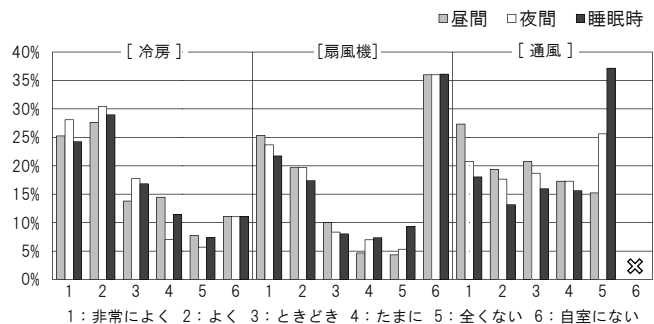


図2 冷房、扇風機、通風の時間帯別利用頻度

用も可), c) 下宿生は単身居住, d) 生育地が日本, e) 無記入の項目が少ないの5条件を満たす学部・大学院生300人を分析対象とする。以下に分析対象の特性を示す。

通学形態は自宅生が64.7%, 下宿生が35.3%である。男が69.0%, 女が31.0%である。年齢は22.05±1.68歳である。学年(修士1・2回生を5・6回生とする)は4.15±1.41回生である。専攻は理系が84.7%, 文系が15.3%である。また、自宅生は在宅中の58.8±25.7%を自室で過ごす。

図1より、「自室の夏の暑さ」について88.9%が冷房は「必ず必要」または「たまたま必要」と評価し、「風通し」については41.4%が「普通」と評価している。

図2より、自室のエアコン設置率は89.0%(自宅生83.0%・下宿生100%), 扇風機所有率は64.0%である。エアコンと扇風機は設置している限り高頻度利用される傾向があり、それらの利用頻度の時間帯による変化は小さい。既往研究では居間における冷房利用は昼間に控えられ、夜間、睡眠時に活発になる傾向を示している³⁾⁶⁾が、自室は異なる傾向を示す。一方、通風の利用頻度は昼間に高頻度であるが、睡眠時になると低頻度になる。

3 調節行為の時間帯別類型

昼間、夜間、睡眠時のそれぞれの時間帯において、冷房、扇風機、通風の利用頻度^{注1)}を基に階層的クラスタ分析(Ward法)を行う(図3)。昼間の調節行為類型は図3の切断線により4クラスターに分類し、冷房、扇風機、通風の利用頻度の相対的な関係から、a) 主に冷房のみを利用する「冷房型(以降、冷型)」, b) 主に冷房、扇風機を利用する「冷房・扇風機併用型(以降、冷扇型)」, c) 主に通風、扇風機を利用する「通風・扇風機併用型(以降、通扇型)」, d) 冷型、冷扇型、通扇型と類似しない調節行為(冷房・通風併用、扇風機のみ、通風のみ、非調節)の集合である「特殊型(以降、特型)」の4類型とする(図4)。夜間、睡眠時も同様な特性の4類型となる。ただし睡眠時の冷扇型は、昼間、夜間では特型に含まれる扇風機のみ調節を含んでいる。自室における通風利用は扇風機を併用する調節行為が主流であり、自室の開放的な生活におけ

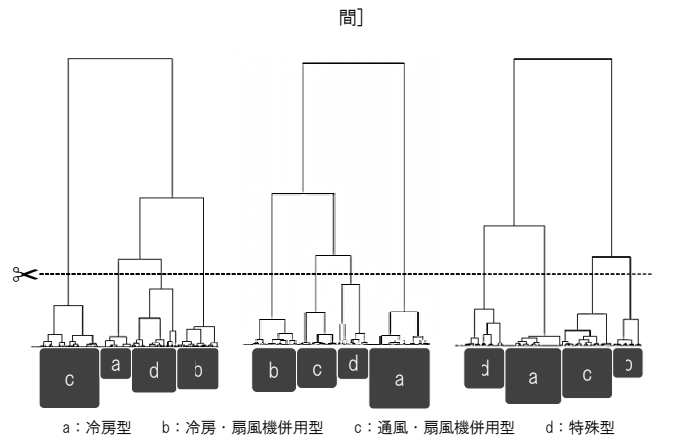


図3 各時間帯における調節行為類型のデンドログラム

る扇風機の必要性を示している。

図 5 より、調節行為類型の出現頻度は、昼間において通扇型が 32.9%で多く、次いで特型 25.5%、冷扇型 23.4%、冷型 18.2%である。夜間において冷型が 35.4%で多く、次いで冷扇型 25.7%、通扇型 22.2%、特型 17.7%である。睡眠時において冷型が 32.2%で多く、通扇型 28.7%、冷扇型 17.1%である。

4 調節行為類型の要因

調節行為類型は昼間、夜間、睡眠時において、冷型、冷扇型、通扇型、特型の 4 類型としたが、特型は少数調節行為の集合であり、個々の少数調節行為の要因が多様であることを考慮すると、他の調節行為類型と同様に要因を分析するのは適切ではない。そこで調節行為類型の要因は主要な 3 類型について明らかにする。4.1 に調節行為類型の要因の分析方法、4.2 に調節行為類型の要因の分析結果と考察を示す。

4.1 調節行為類型の要因の分析方法

1) 調節行為類型の間に有意差がある項目と傾向

表 1 の電気料金を除く各項目^{注2)}に対して Kruskal-Wallis 検定(多群間における順位和平均の有意差検定)を行い、3 類型の間に有意差がある項目を昼間、夜間、睡眠時のそれぞれにおいて明らかにする(有意水準は $p < 0.05$, $p < 0.01$, $p < 0.001$ の 3 段階)。また有意差がある項目については、どの調節行為類型の間に有意差があるかを、各調節行為類型の順位和平均の比較により決定する^{注3)}。

例) 回答者基本属性に対する検定と順位和平均の比較を表 2 に示す。調節行為類型の間に有意差がある項目は性別のみである。昼間と夜間は、冷扇型▲・通扇型□と冷型●の間に有意差があるので(「<<」の前後の順位和平均の差が大)、冷扇型・通扇型は男性、冷型は女性の傾向がある。睡眠時は通扇型□と冷型●の間にのみ有意差があるので(「<<」がない)、通扇型は男性、冷型は女性の傾向がある、と解釈できる。

冷型と冷扇型の間に有意差がある項目を、「冷型と冷扇型に分かれる要因(分離要因)」、同様に冷扇型と通扇型、冷型と通扇型の分離要因とする(図 6)。

2) 調節行為類型の分離要因に対する因子分析

昼間、夜間、睡眠時の分離要因(3 要因×3 時間帯)のそれぞれに対して探索的因子分析^{注4)}を行い、類似する分離要因と、因子を内包する分離要因を明らかにする^{注5)}。

4.2 調節行為類型の要因の分析結果と考察

4.1 の分析結果を表 3 に示す。表 3 は昼間、夜間、睡眠時の分離要因のそれぞれを探索的因子分析のまとめにより並べ、Kruskal-Wallis 検定による有意確率、調節行為類型の傾向、因子を内包する分離要因について示す。ここで分離要因の因子は、a) 冷房因子、b) 扇風機因子、c) 通風因子、d) 下半身の着衣因子、e) 儉約意識因子、f) 環境意識因子、g) 居住環境意識因子、h) 夜間生活意識因子、i) 窓の向き因子、j) 湿気因子、k) 冷暖房の効き因子、l) 就寝時刻因子、m) 眠れない理由因子とした。以上から、

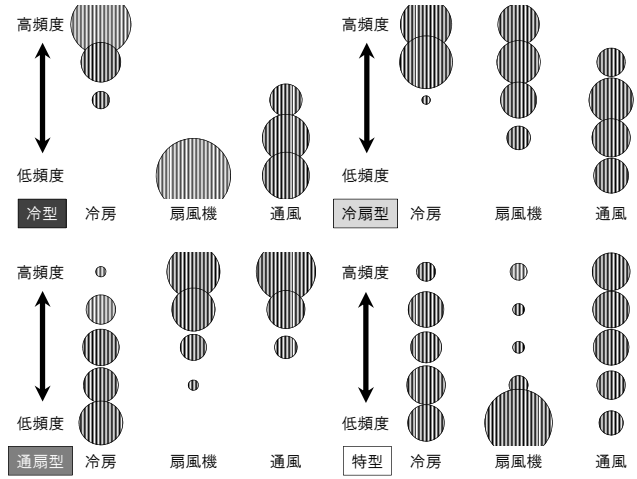


図 4 各調節行為類型における調節行為の利用頻度の分布(昼間)

■冷房型 □冷房・扇風機併用型 ■通風・扇風機併用型 □特殊型

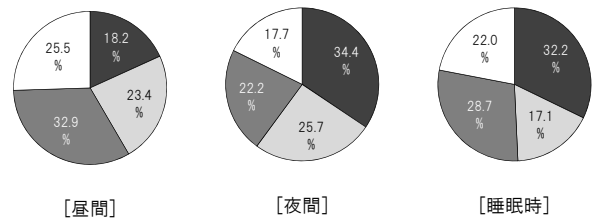


図 5 各時間帯における調節行為類型の出現頻度

表 2 各時間帯における調節行為類型の間の

有意差検定と順位和平均の比較(回答者基本属性)

項目	低 <<< 高	Kruskal-Wallis 検定 p 値			順位和平均 (低 <<< 高)		
		昼間	夜間	睡眠時	昼間	夜間	睡眠時
通学形態	自宅生 <<< 下宿生	□ < ● < ▲	□ < ● < ▲	● < □ < ▲			
性別	男性 <<< 女性	** ▲ < □ < ●	*** ● < ▲ < □	*** □ < ▲ < ●			
年齢	高い <<< 低い	▲ < □ < ●	▲ < □ < ●	● = □ << ▲			
大学の所在地	大阪 <<< 京都	▲ < □ < ●	● < ▲ < □	● < ▲ < □			
専門領域	理系 <<< 文系	▲ < □ < ●	▲ <<< ● < □	▲ < □ << ●			
学年	高い <<< 低い	▲ <<< □ < ●	▲ <<< □ < ●	□ << ▲ < ●			
出身地	関西 <<< 関西以外	□ < ▲ < ●	□ << ▲ < ●	□ << ▲ < ●			

* : $p < 0.05$ ** : $p < 0.01$ *** : $p < 0.001$

● : 冷房型 ▲ : 冷房・扇風機併用型 □ : 通風・扇風機併用型

= : 前後(の順位和平均)が等しい < : 前後の差が両端の差の 1/8 より小さい

< : 前後の差が両端の差の 1/8 以上 2/3 以下 << : 前後の差が両端の差の 2/3 より大きい

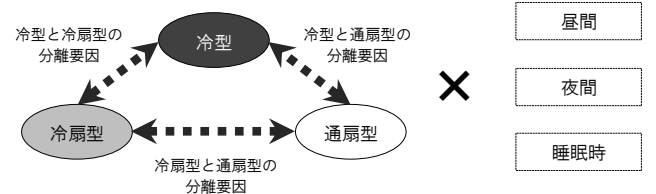


図 6 調節行為類型の要因の概念図

調節行為類型の分離要因について総合的に考察を行う。個々の分離要因の説明は割愛する。

1) 冷型と冷扇型の分離要因

冷型と冷扇型の分離要因が他の分離要因と比べ全時間帯において少ないことから、冷型と冷扇型は近い調節行為類型であると考えられる。分離要因は、窓の向き因子(主な窓の向き(南向き, 東向き), 自室の南向きの窓の有

表3 調節行為類型の時間帯別分離要因と調節行為類型の傾向

昼間		夜間		睡眠時	
1) 冷房型と冷房・扇風機併用型との分離要因				●冷房型の傾向 / ▲冷房・扇風機併用型の傾向	
I *** 扇風機利用頻度 ⁵ *** 扇風機利用頻度 ⁶ *** 扇風機利用頻度 ⁴ *** 自室の扇風機の有無	●低い / ▲高い (b)	I *** 扇風機利用頻度 ⁵ *** 扇風機利用頻度 ⁶ *** 扇風機利用頻度 ⁴ *** 自室の扇風機の有無	●低い / ▲高い (b)	I *** 扇風機利用頻度 ⁵ *** 扇風機利用頻度 ⁶ *** 扇風機利用頻度 ⁴ *** 自室の扇風機の有無	●低い / ▲高い (b)
II ** 主な窓の向きが南向き ** 自室の南向きの窓の有無 * 主な窓の向きが東向き	●南向き以外 / ▲南向き (i) ●ない / ▲ある (i) ●東向き / ▲東向き以外 (i)	II ** 喫煙の習慣 *** 性別 * 着衣や寝具による温度調節頻度	●ない / ▲ある (i) ●女性 / ▲男性 (i) ●低い / ▲高い (b)	II * 冬の暖房の効き * 夏の冷房の効き	●効きやすい / ▲効きにくい (k) ●効きやすい / ▲効きにくい (k)
III * 就寝時刻 ¹ * 就寝時刻 ²	●早い / ▲遅い (i) ●早い / ▲遅い (i)	III ** 結露の発生程度 ** 住戸の総合的満足度	●少ない / ▲多い (i) ●満足 / ▲不満 (i)	III * 深夜活動時間 ² ** 眠れない理由は生活リズムの乱れ ² * 眠れない理由は暑さ ²	●短い / ▲長い (i) ●ない / ▲ある (m) ●ない / ▲ある (m)
IV * 一時外出の頻度 ⁵ * 朝食の摂取状況 ²	●低い / ▲高い (i) ●食べる / ▲食べない (i)	IV ** 主な窓の向きが南向き	●南向き以外 / ▲南向き (i)	IV * 築年数 * 給湯器種類	●短い / ▲長い (i) ●電気温水器 / ▲電気温水器以外 (i)
V ** 湿気のもりやすさ *** 結露の発生程度	●こもりにくい / ▲こもりやすい (j) ●少ない / ▲多い (i)			V * 生活時間のタイプの時期による変化 * 着衣や寝具による温度調節頻度	●朝型 / ▲夜型になる (i) ●低い / ▲高い (b)
VI ** 眠れない理由はストレス ² * 眠れない理由は体調不良 ²	●ない / ▲ある (m) ●ない / ▲ある (m)				
VII ** 自室の遮光カーテンの有無 ** 性別	●ない / ▲ある (i) ●女性 / ▲男性 (i)				
VIII ** 上下隣戸の騒音 ** 着衣や寝具による温度調節頻度	●静か / ▲うるさい (i) ●低い / ▲高い (b)				
				* : p<0.05 ** : p<0.01 *** : p<0.001 *1 : 授業期間(春季) *2 : 8月(夏季) *3 : 最近1週間 *4 : 昼間 *5 : 夜間 *6 : 睡眠時	
2) 冷房・扇風機併用型と通風・扇風機併用型との分離要因				▲冷房・扇風機併用型の傾向 / □通風・扇風機併用型の傾向	
I *** 冷房利用頻度 ⁵ *** 冷房利用頻度 ⁶ *** 冷房利用頻度 ⁴ *** 冷房利用時間 *** 通風利用頻度 ⁴	▲高い / □低い (a) ▲高い / □低い (a) ▲高い / □低い (a) ▲長い / □短い (a) ▲低い / □高い (c)	I *** 冷房利用頻度 ⁵ *** 冷房利用頻度 ⁶ *** 冷房利用頻度 ⁴ *** 冷房利用時間 *** 通風利用頻度 ⁵ *** 通風利用頻度 ⁶ *** 通風利用頻度 ⁴	▲高い / □低い (a) ▲高い / □低い (a) ▲高い / □低い (a) ▲積極的 / □消極的 (a) ▲低い / □高い (c) ▲高い / □低い (c) ▲低い / □高い (c)	I *** 通風利用頻度 ⁵ *** 通風利用頻度 ⁶ *** 通風利用頻度 ⁴ *** 冷房利用に関する意識 *** 冷房利用に関する意識	▲低い / □高い (c) ▲低い / □高い (c) ▲低い / □高い (c) ▲積極的 / □消極的 (a) ▲長い / □短い (a) ▲ある / □ない (a) ▲積極的 / □消極的 (a)
II *** 節電の心がけ *** 節水の心がけ *** 冷房費に関する節約の意識	▲ない / □ある (e) ▲ない / □ある (e) ▲節約しない / □節約する (e)	II *** 節電の心がけ *** 節水の心がけ * 就寝時刻 ² * 自然光での生活の願望	▲ない / □ある (e) ▲ない / □ある (e) ▲遅い / □早い (i) ▲ない / □ある (g)	II *** 冷房利用時間 * 家事 ⁵ III ** 節電の心がけ *** 冷房費に関する節約の意識	▲長い / □短い (a) ▲ある / □ない (a) ▲ない / □ある (e) ▲節約しない / □節約する (e)
III ** 自室の南向きの窓の有無 ** 主な窓の向きが南向き * 自室の北向きの窓の有無	▲ある / □ない (i) ▲南向き / ▲南向き以外 (i) ●ない / □ある (i)	III ** 節電の心がけ *** 節水の心がけ * 就寝時刻 ² * 自然光での生活の願望	▲ない / □ある (e) ▲ない / □ある (e) ▲遅い / □早い (i) ▲ない / □ある (g)	IV ** 眠れない理由は生活リズムの乱れ ² * 深夜活動時間 ²	▲ある / □ない (m) ▲長い / □短い (i)
IV * 就寝時刻 ¹ * 就寝時刻 ²	▲遅くなる / □早くなる (i) ●遅い / □早い (i)	IV ** 主な窓の向きが南向き *** 自室のベッドの有無 * 楽器演奏 ⁵	▲南向き / ▲南向き以外 (i) ▲ある / □ない (i) ▲ない / □ある (i)	V ** タイマー機能の利用頻度 ** 照明の利用状況 ⁴	▲高い / □低い (i) ▲照明する / □照明しない (i)
V ** 眠れない理由は生活リズムの乱れ ² ** 眠れない理由はストレス ² * 眠れない理由は体調不良 ²	▲ある / □ない (m) ▲ある / □ない (m) ▲ある / □ない (m)	V ** 喫煙の習慣 ** 眠れない理由は生活リズムの乱れ ²	▲ある / □ない (i) ▲ある / □ない (m)		
VI ** 照明の利用状況 ⁴ *** 寝具の厚さ	▲照明する / □照明しない (i) ▲厚い / □薄い (i)	VI * 読書(趣味) ⁵ ** 照明の利用状況 ⁴	▲ない / □ある (i) ▲照明する / □照明しない (i)		
VII * 居住者数 * 一時外出の頻度 ⁵	▲少ない / □多い (i) ▲高い / □低い (i)	VII * タイマー機能の利用頻度 ** 住戸の総合的満足度	▲高い / □低い (i) ▲不満 / □満足 (i)		
VIII * タイマー機能の利用頻度 *** 自室のベッドの有無	▲高い / □低い (i) ▲ある / □ない (i)				
IX * 自室の遮光カーテンの有無 * 暑さの耐性	▲ある / □ない (i) ▲弱い / □強い (i)				
X * 防犯意識 * 室外との繋がり * 睡眠状態 ² ** 外出時の冷房曝露の頻度	▲弱い / □強い (i) ▲ない / □ある (g) ▲悪い / □良い (i) ▲高い / □低い (i)				
				* : p<0.05 ** : p<0.01 *** : p<0.001 *1 : 授業期間(春季) *2 : 8月(夏季) *3 : 最近1週間 *4 : 昼間 *5 : 夜間 *6 : 睡眠時	
3) 冷房型と通風・扇風機併用型との分離要因				●冷房型の傾向 / □通風・扇風機併用型の傾向	
I *** 冷房利用頻度 ⁵ *** 冷房利用頻度 ⁶ *** 冷房利用時間 *** 冷房利用頻度 ⁴ *** 冷房利用に関する意識 *** 通風利用頻度 ⁵ *** 通風利用頻度 ⁴ *** 通風利用頻度 ⁶	●高い / □低い (a) ●高い / □低い (a) ●長い / □短い (a) ●高い / □低い (a) ●積極的 / □消極的 (a) ●低い / □高い (c) ●低い / □高い (c) ●低い / □高い (c)	I *** 扇風機利用頻度 ⁵ *** 扇風機利用頻度 ⁶ *** 扇風機利用頻度 ⁴ *** 自室の扇風機の有無 II *** 冷房利用頻度 ⁵ *** 冷房利用頻度 ⁶ *** 冷房利用頻度 ⁴ *** 冷房利用時間 *** 夏の暑さ *** 冷房利用に関する意識	●低い / □高い (b) ●低い / □高い (b) ●低い / □高い (b) ●ない / □ある (b) ●高い / □低い (a) ●高い / □低い (a) ●高い / □低い (a) ●長い / □短い (a) ●暑い / □暑くない (i) ●積極的 / □消極的 (a)	I *** 扇風機利用頻度 ⁵ *** 扇風機利用頻度 ⁶ *** 扇風機利用頻度 ⁴ *** 自室の扇風機の有無 II *** 冷房利用頻度 ⁵ *** 冷房利用頻度 ⁶ *** 冷房利用時間 *** 夏の暑さ *** 冷房利用に関する意識	●低い / □高い (b) ●低い / □高い (b) ●低い / □高い (b) ●ない / □ある (b) ●高い / □低い (a) ●高い / □低い (a) ●高い / □低い (a) ●長い / □短い (a) ●暑い / □暑くない (i) ●積極的 / □消極的 (a)
II *** 扇風機利用頻度 ⁵ *** 扇風機利用頻度 ⁶ *** 扇風機利用頻度 ⁴ *** 自室の扇風機の有無	●低い / □高い (b) ●低い / □高い (b) ●低い / □高い (b) ●ない / □ある (b)	II *** 冷房利用時間 *** 夏の暑さ *** 冷房利用に関する意識	●長い / □短い (a) ●暑い / □暑くない (i) ●積極的 / □消極的 (a)	II *** 冷房利用時間 *** 夏の暑さ *** 冷房利用に関する意識	●長い / □短い (a) ●暑い / □暑くない (i) ●積極的 / □消極的 (a)
III *** 節電の心がけ *** 節水の心がけ *** 冷房費に関する節約の意識 * 防犯意識 ** 環境問題への関心	●ない / □ある (e) ●ない / □ある (e) ●節約しない / □節約する (e) ●弱い / □強い (i) ●ない / □ある (f)	III ** 節電の心がけ * 節水の心がけ * 自然光での生活の願望 ** 自然通風の生活の願望 *** 冷房費に関する節約の意識	●ない / □ある (e) ●ない / □ある (e) ●ない / □ある (g) ●ない / □ある (g) ●節約しない / □節約する (e)	III ** 節電の心がけ * 節水の心がけ * 環境配慮商品の利用の心がけ * 自然通風の生活の願望 *** 冷房費に関する節約の意識	●ない / □ある (e) ●ない / □ある (e) ●ない / □ある (f) ●ない / □ある (g) ●節約しない / □節約する (e)
IV ** 夜間生活は環境に悪い *** 夜間生活の理由は暑い時期に涼しい ** 夜間生活は周囲に迷惑	●ない / □ある (h) ●ない / □ある (h) ●ない / □ある (h)	IV *** 通風利用頻度 ⁵ *** 通風利用頻度 ⁶ *** 通風利用頻度 ⁴ * 下半身の着衣 ⁵	●低い / □高い (c) ●低い / □高い (c) ●低い / □高い (c) ●長い / □短い (d)	IV *** 通風利用頻度 ⁵ *** 通風利用頻度 ⁶ *** 通風利用頻度 ⁴ ** 照明の利用状況 ⁴	●低い / □高い (c) ●低い / □高い (c) ●低い / □高い (c) ●照明する / □照明しない (i)
V ** 自然光での生活の願望 * 室外との繋がり *** 自然通風の生活の願望 * 暑さの耐性	●ない / □ある (g) ●ない / □ある (g) ●ない / □ある (g) ●弱い / □強い (i)	V ** 読書 ⁵ ** 読書(趣味) ⁵ *** 夜間生活の理由は暑い時期に涼しい *** 夜間生活は周囲に迷惑	●ない / □ある (i) ●ない / □ある (i) ●ない / □ある (h) ●ない / □ある (h)	V * 着衣や寝具による温度調節頻度 ** 下半身の着衣 ⁶ ** 下半身の着衣 ⁵ ** 性別	●低い / □高い (i) ●長い / □短い (d) ●長い / □短い (d) ●女性 / □男性 (i)
VI ** 性別 * 就寝時刻の時期による変化 ** 着衣や寝具による温度調節頻度	●女性 / □男性 (i) ●遅くなる / □早くなる (i) ●低い / □高い (b)	VI *** 自室のベッドの有無 * 楽器演奏 ⁵	●ある / □ない (i) ●ない / □ある (i)	VII *** 夜間生活の理由は暑い時期に涼しい *** 夜間生活は周囲に迷惑	●長い / □短い (d) ●女性 / □男性 (i) ●ない / □ある (h) ●ない / □ある (h)
VII *** 寝具の厚さ ** 照明の利用状況 ⁴	●厚い / □薄い (i) ●照明する / □照明しない (i)	VII *** 読書(趣味) ⁵ * 着衣や寝具による温度調節頻度	●ない / □ある (i) ●低い / □高い (b)		
VIII * 夏の冷房の効き *** 夏の暑さ	●効きやすい / □効きにくい (k) ●暑い / □暑くない (i)	VIII *** 夏の冷房の効き	●効きやすい / □効きにくい (k)		
				* : p<0.05 ** : p<0.01 *** : p<0.001 *1 : 授業期間(春季) *2 : 8月(夏季) *3 : 最近1週間 *4 : 昼間 *5 : 夜間 *6 : 睡眠時	
調節行為類型の分離要因の因子					
(a) : 冷房因子 (b) : 扇風機因子 (c) : 通風因子 (d) : 下半身の着衣因子 (e) : 候約意識因子 (f) : 環境意識因子 (g) : 居住環境願望因子 (h) : 夜間生活意識因子 (i) : 窓の向き因子 (j) : 湿気因子 (k) : 冷暖房の効き因子 (l) : 就寝時刻因子 (m) : 眠れない理由因子					

無)), 湿気因子(湿気のこもりやすさ, 結露の発生状況), 自室の遮光カーテンの有無, 上下隣戸の騒音, 住戸の総合的満足度, 冷暖房の効き因子(夏の冷房の効き, 冬の暖房の効き), 築年数, 給湯器種類といった居住環境に関する分離要因が多く, 儉約意識や環境意識などの意識に関する分離要因がない。またその他として, 着衣や寝具による温度調節頻度は全時間帯における分離要因であり, 性別は昼間と夜間における分離要因である。

2) 冷扇型と通扇型の分離要因

冷扇型と通扇型の分離要因は, 昼間に多く, 夜間, 睡眠時になるにつれ少なくなる。昼間は居住環境(窓の向き因子, 居住者数等)から生活スタイル(就寝時刻因子, 外出時の冷房曝露の頻度, 室外との繋がり(願望等), 体質(暑さの耐性)まで多様な分離要因があり複雑である。しかし睡眠時は居住環境に関する分離要因がなく, 儉約意識因子(節電の心がけ, 節水の心がけ, 冷房費に関する節約の意識), タイマー機能の利用頻度, 眠れない理由は生活リズムの乱れ, 照明の利用状況[昼間]といった居住者の生活スタイルのみによって冷扇型と通扇型は決定されている。睡眠時においては意識の変更により, 冷扇型を通扇型に変えられる可能性がある。

3) 冷型と通扇型の分離要因

冷型と通扇型の分離要因が他の分離要因と比べ全時間帯において多いことから, 冷型と通扇型は大きく異なる調節行為類型であることが考えられる。分離要因には時間帯による変化があまりなく, 夏の暑さや冷房の効きといった温熱環境に関する分離要因と, 儉約意識因子(節電の心がけ, 節水の心がけ, 冷房費に関する節約の意識), 環境意識因子(環境問題への関心, 環境配慮商品の利用の心がけ), 居住環境願望因子(自然通風での生活の願望, 自然光での生活の願望, 室外との繋がり(願望)等)といった意識と行動に関する分離要因が多くを占めている。また着衣や寝具による温度調節頻度, 下半身の着衣, 照明の利用状況[昼間]といったその他調節行為に関する分離要因も多い。その他には, 性別が全時間帯における分離要因である。

4) 個々の分離要因の考察

a) 居住環境に関する冷型と冷扇型の分離要因のうち, Kruskal-Wallis 検定で唯一 $p < 0.001$ である結露の発生状況は, 昼間と夜間において冷型は結露が少ない傾向, 冷扇型は多い傾向がある。ここで結露の発生状況が建物の断熱性能を反映している可能性を考えると, その他の分離要因には湿気のこもりやすさ, 上下隣戸の騒音, 冷暖房の効き, 築年数, 給湯器種類があり, これらの要因は気密性, 遮音性, 新築性といった共通の背景がみられる。また湿気のこもりやすさと結露の発生状況に内包する因子である湿気因子に着目すると, 冷型は湿気がこもりにくい・結露が少ない傾向, 冷扇型は湿気がこもりやすい・

結露が多い傾向がある。これは湿気を感じる環境ほど, 冷房利用時に扇風機を併用することを示しており, 扇風機の役割は湿気を飛ばすことにあると考えられる。

b) 性別は, 冷型と冷扇型の分離要因として昼間と夜間において冷型は女性の傾向, 冷扇型は男性の傾向がある。冷型と通扇型の分離要因としても全時間帯において冷型は女性の傾向, 通扇型は男性の傾向がある。これは女性が扇風機を利用せず, 冷房のみの調節を行う傾向があることを示す。同様に着衣や寝具による温度調節頻度は, 冷型と冷扇型の分離要因として全時間帯において冷型は調節頻度が高い傾向, 冷扇型は低い傾向があり, 冷型と通扇型の分離要因としても全時間帯において冷型は調節頻度が高い傾向, 通扇型は低い傾向がある。これは着衣等による調節頻度が低い場合, 扇風機を利用せず, 冷房のみの調節を行う傾向があることを示す。また性別は, 着衣や寝具による温度調節頻度や下半身の着衣と同じ因子にまとまることもあり, 男性の方が着衣変更の自由度が高いことが考えられる。

c) 意識に関する分離要因は, 儉約意識因子(節電の心がけ, 節水の心がけ, 冷房費に関する節約の意識), 環境意識因子(環境問題への関心, 環境配慮商品の利用の心がけ), 居住環境願望因子(自然通風での生活の願望, 自然光での生活の願望, 室外との繋がり(願望)等)があり, 全て冷扇型と通扇型, または冷型と通扇型の分離要因であることから, 意識に関する分離要因は冷房利用と通風利用の分離要因と言い換えることができる。特に儉約意識は, 環境意識や居住環境願望の意識より分離要因が多いため, 意識に関する分離要因の中で最も重要であると考えられる。また環境意識は, 分離要因である場合必ず儉約意識と同じ因子にまとまることから, 儉約意識と類似したものと考えられる。居住環境願望は, 昼間ほど分離要因出現率が高い傾向がある。

5) 調節行為類型の分離要因ではない項目

調節行為類型の分離要因ではない項目のうち特徴的な項目として, 通学形態, 発汗の程度, 冷え性の傾向, 健康状態(体・心), 建物の構造, 居住環境の評価として通風の良さや日当たりの良さ, 在宅時間, 自室在室率, 生活費の余裕, 冷房設定温度, 上半身の着衣が挙げられる。

5 調節行為類型と電気料金

各調節行為類型パターンにおける 1 人当たりの電気料金より, 調節行為類型の電気料金への影響を示す。

ここで調節行為類型パターン(以降, パターン)とは, 昼間, 夜間, 睡眠時の調節行為類型による総合的な分類(4×4×4=64 分類)とする。出現しないパターンもあり, 特に昼間に冷型である場合, 夜間に冷扇型または通扇型にならず, 夜間に冷型である場合も, 睡眠時に冷扇型または通扇型にならない傾向がある(他は図 7 参照)。

電気料金は任意回答により, 回答率が 30.6%と低く,

各パターンにおける電気料金データ数は 1~15 または 0 と少ないため、1 人当たりには換算した電気料金を使用する(以降、1 人当たりを省略)。家族世帯と単身世帯は電気料金に有意差がないため、それらを合計して分析を行う。本研究では、5 月を中間期、8 月を夏季、8 月の電気料金から 5 月の電気料金を差し引いたものをエアコンと扇風機の利用による電気料金(以降、冷房費)と定義する。

図 7 に各パターンにおける 1 人当たりの電気料金の平均値の比較を示す。左から冷房費が高い順にパターンが並んでいる。冷房費が高いほど 8 月の電気料金は高い傾向があり、一方 5 月の電気料金は冷房費による傾向がみられない。また冷房費が高いほど冷房型や冷扇型、低いほど通扇型や特型を含むパターンの傾向がある。

6 結論

夏季における温熱環境調節行為として冷房だけでなく扇風機や通風も含めて在室者が自主的に選択できる条件の下で、昼間、夜間、睡眠時の温熱環境調節行為の実態とその要因を明らかにすることを目的として、関西の大学生 300 人を対象としたアンケートの結果より、以下を明らかにした。

- 1) 温熱環境調節行為はいずれの時間帯においても冷房型、冷房・扇風機併用型、通風・扇風機併用型、特殊型の 4 類型にできる。
- 2) 冷房型と冷房・扇風機併用型の分離要因は、窓の向き(昼間、夜間)、湿気(昼間、夜間)、冷暖房の効き(睡眠)といった居住環境と性別、着衣調節であり、節約意識ではない。
- 3) 冷房・扇風機併用型と通風・扇風機併用型の分離要因は、睡眠時には節約意識等の生活スタイルが大きく、居住環境ではない。
- 4) 冷房型と通風・扇風機併用型の分離要因は、節約意識・環境意識と居住環境の暑さが大きく、その他着衣や照明の調節行為も関係がある。
- 5) 調節行為類型は夏季のエネルギー消費形態と関係があるが、中間期のエネルギー消費形態とは関係がない。

注

注1) 冷房、扇風機、通風の利用頻度の 5 カテゴリー「非常によく」、「よく」、「ときどき」、「たまに」、「全くない」の間隔は等しい(間隔尺度)とする。また自室にエアコン・扇風機がない場合、冷房・扇風機の利用頻度は「全くない」に分類する。

注2) カテゴリカルな項目はダミー変数を与える。名義尺度の場合、3 カテゴリー以上は 2 カテゴリーに分類し(例:建物の構造を「木造」と「木造以外(S 造・RC 造)」に分類、例えば性別・有無・建物の構造は 1:男性・あり・木造、2:女性・なし・木造以外となる。順序尺度の場合、順序を考慮し、例えば暑さの耐性は、1:強い、2:普通、3:弱いとなる。

注3) Kruskal-Wallis 検定で有意な項目において、調節行為類型を順位と平均が高い順に[高],[中],[低]とし、[高]と[低]の順位と平均の差を A, [高]([低])と[中]の順位と平均の差を B(C)とすると、本研究における調節行為類型の間の有意差の定義は以下とする。

a) $BA \geq 2/3$: [高]と[低],[高]と[中]の間に有意差がある。

b) $CA \geq 2/3$: [低]と[高],[低]と[中]の間に有意差がある。

c) その他:[高]と[低]の間にのみ有意差がある([中]は不明)。

注4) 探索的因子分析において、対象とする項目は順位データに換算し、因子抽出法は主成分分解主因子法、因子数決定法は Guttman-Kaiser 基準、因子軸回転法は Varimax 回転を採用する。

注5) 因子を内包する分離要因の条件は以下とする。

a) 複数の要因が必ず同じ因子にまとまる。

b) その因子の解釈が容易である。

参考文献

- 1) 内閣府:消費動向調査(全国・月次), <http://www.esri.cao.go.jp/stat/shouhi/2011/1112shouhi.html>, 2012 年 2 月閲覧
- 2) 澤地ほか:建・計・論文集 382, 48-58, 1987 年
- 3) 足立ほか:建・計・論文集 465, 49-59, 1994 年
- 4) 鈴木ほか:建・計・論文集 475, 17-24, 1995 年
- 5) 坊垣ほか:建・計・論文集 509, 41-47, 1998 年
- 6) 垂水ほか:建・計・論文集 488, 25-34, 1996 年
- 7) 梅宮ほか:建・計・論文集 543, 101-108, 2001 年
- 8) 澤島ほか:建・環・論文集 578, 9-15, 2004 年
- 9) 浅輪ほか:建・環・論文集 593, 87-94, 2005 年
- 10) 小林ほか:建・環・論文集 631, 1147-1153, 2008 年

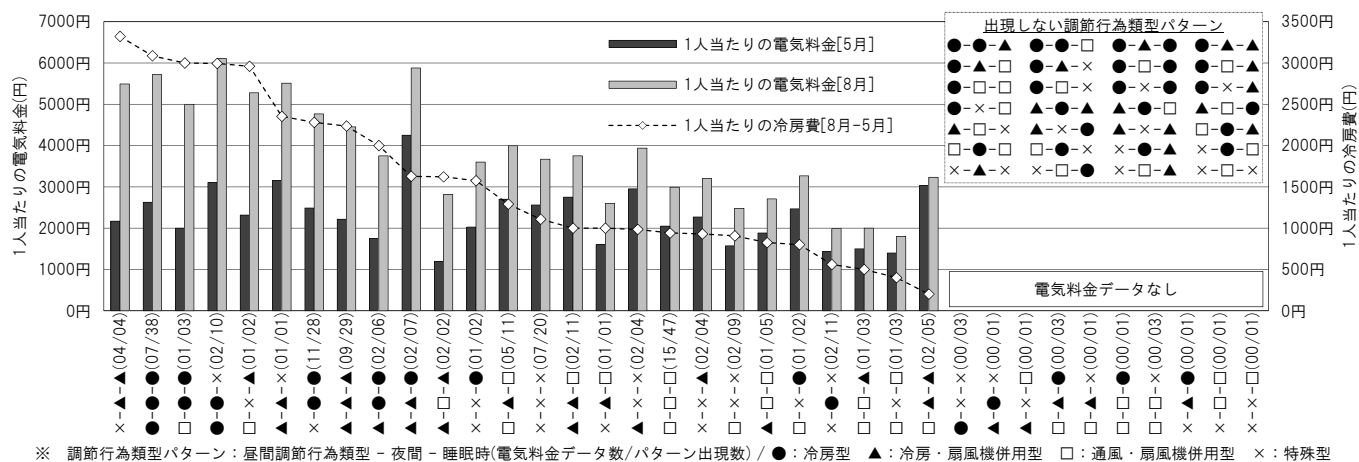


図 7 各調節行為類型パターンにおける 1 人当たりの電気料金の平均値の比較

討 議 等

◆討議 [鍋島先生]

対象を大学生に限定したことにより、年齢層や性別が偏ったため、研究目的として達成出来なかったことはあるのか？

◆回答：単身居住の老人が増えている社会において、パーソナルな調節行為の調査に若年の大学生のみを対象としたことは不十分な面があったと思います。例えば本研究では、健康状態が調節行為類型の分離要因ではないとしたが、既往研究¹⁾²⁾において、健康状態と調節行為の関連性は示されており、これは本研究の対象である大学生が健康的な属性であったためとも考えられます。今後の課題として、対象を広げることも可能です。

◆討議 [横山先生]

省エネ行動を誘発させる条件を明らかにする研究であるが、明らかにしたのは因果関係ではなく、相関関係である。この結果から本当に省エネ行動を誘発させる条件を導き出せるのか？相関関係を因果関係に置き換えられるように考える必要があるのではないのか？

◆回答：私も厳密には相関関係からは省エネ行動を誘発させる条件を導き出せないと思います。ただし居住環境に関しては固定的前提的なものであると想定できるため、居住環境によって調節行為が誘発されたと考えるのが自然であると考えます。また相関関係であっても関係があることに変わらないので、省エネ行動を誘発させる条件となる十分な可能性を秘めていると考えます。当研究室では、このようなアンケート調査の結果を基に実測調査等も行っており、以降の研究によって因果関係は明らかにされると思います。

◆討議 [鍋島先生]

単身世帯と家族世帯を考慮すると、電気料金を1人当たりに換算して比較するのは無理があるのでは？1人当たりの電気料金が単身世帯と家族世帯で変わらないのはなぜか？

◆回答：電気料金のデータ数が少ないため、単身世帯と家族世帯を合わせ、1人当たりに換算して比較する必要があるという理由もありますが、単身世帯と家族世帯の1人当たりの電気料金が有意差がないことを確認しており、この分析方法に問題はないと考えています。既往研

究³⁾⁴⁾において、住宅における1人当たりのエネルギー消費量は、居住者が少ないほど大きくなるが、大学生の単身世帯は一般的な単身世帯より小さくなるとされています。以上を考慮すると、大学生の1人当たりの電気料金が単身世帯と家族世帯で有意差がない結果は妥当なものだと考えられます。

◆討議 [中尾先生]

外気温等の情報を研究に対応させることは可能か？

◆回答：本研究のデータは主に主観的な評価であるため、外気温等から調節行為を予測することは現段階では難しいです。

◆討議 [梅宮先生]

時間帯による調節行為類型の特徴は？

◆回答：昼間は調節行為類型の分離要因が多く、多様な要因から調節行為が行われています。一方睡眠時は調節行為類型の分離要因が少なく、また在宅時間で最も多くを占める時間でもあるので、睡眠時において省エネに向けた改善を行うことを提案します。

参考文献

- 1) 足立ほか：建・計・論文集 465, 49-59, 1994年
- 2) 鈴木ほか：建・計・論文集 475, 17-24, 1995年
- 3) 長谷川ほか：建・環・論文集 583, 23-28, 2004年
- 4) 源城ほか：建・環・論文集 671, 11-18, 2012年