冷房使用が睡眠の質に及ぼす影響
－住環境性能と入眠・睡眠維持因子及び疲労回復因子－
Air-Conditioner Use Effects on Sleep Quality in Summer
-Residential Performance and Sleep Maintenance and Fatigue Recovery Factors-

○中山 裕介（大阪市立大学） 梅宮 典子（大阪市立大学） 坂根 達也（大阪市立大学）
新井 潤一郎（ダイキン工業） 小林 知広（大阪市立大学） 橘 良樹（大阪市立大学）

Yusuke NAKAYAMA*[1] Noriko UMEMIYA*[1] Tatsuya SAKANE*[1]
Jun-ichiro ARAI*[2] Tomohiro KOBAYASHI*[1] Yoshiki TACHIBANA*[1]
*[1] Osaka City University *[2] Daikin Industries, Ltd

A questionnaire survey was administered to assess the effect of living environment and cooling use on sleep quality. 1) Sleep quality is affected by the Thermal performance evaluation; it consists of “Residential heating performance” “Residential cooling performance” and “Sunlight and solar radiation heat from windows” 2) In Factor II (Sleep Maintenance), the “un-Use Side” is affected by the Thermal performance evaluation. For the “Use Side,” the effect is mitigated. 3) In Factor IV (Fatigue recovery), the “un-Use Side” is not affected by Thermal performance evaluation. However, the “Use Side” is affected by the Thermal performance evaluation.

1. はじめに

坂根ら[文1)]は大阪市の集合住宅居住者を対象に夏季の居住環境や冷房使用、睡眠の質に関するアンケート調査を行い、有職者の睡眠の質が自宅の冷房の効き、暖房の効き、窓の日差し・日射熱などの住戸の熱的性能や、自宅における昼間の冷房使用にも関係があることを明らかにした。本研究は同じ調査データを用いて、主婦や退職者を中心とした在宅時間の長い側の回答者の睡眠について分析したので報告する。

睡眠の質は OSA 睡眠調査によって定量化する。本報では、睡眠に関する OSA 調査の 5 因子のうち、温熱環境や冷房使用の影響を受けやすいと考えられる入眠・睡眠維持因子と疲労回復因子を中心に、因子と住戸性能の関係に睡眠時冷房使用がもたらす影響として、1)因子得点分布の変化、2)因子回答分布の変化を明らかにする。

2. 方法

2.1 2012 年調査の概要 調査方法は既報[文1)]と同じで、2012 年 9 月に大阪の集合住宅を対象に、住環境属性や冷房使用、通風利用や 8 月の睡眠状況などに関する調査票を 3031 通配布し 362 通を回収した。睡眠状況は 4 段階 5 因子 16 尺度の OSA 得点[文2)]で評価する。得点が高いほど睡眠の質が高い。本報は因子Ⅱ(入眠・睡眠維持)の熟睡度、入眠までウトウトした頻度(「ウトウト」と略)、寝付き、中途覚醒、睡眠深度の 5 尺度、因子Ⅳ(疲労回復)の疲労、身体のだるさ、気分の 3 尺度を中心に分析する。

2.2 分析対象 **Fig.1** に示す平日在宅時間 12 時間以上の 256 名を対象とする。平均在宅時間 16.3 時間、平均年齢 52.8 歳、女性 59.8%、因子Ⅱ平均 43.0±8.8 点、因子Ⅳ平均 45.1±8.2 点、睡眠時冷房使用頻度は **Table1** に示す。以降、冷房を「非常によく使う」「よく使う」を使用側、「たまに使う」「ほとんど使わない」「冷房がない」を不使用側とする。

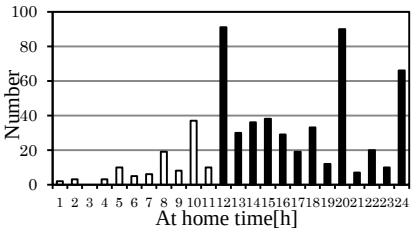


Fig.1 At home time of all answer

Table1 Frequency of cooling

	Numbar
Very frequently	88
Frequently	87
Occasionally	31
Little use	44
Don't have aircon	1

3. 住戸性能と因子得点

各住戸性能は「お宅の住環境についてどうお考えですか」という質問に対し 3 または 4 段階で回答させた。**Table2** に住戸性能の各段階における OSA 及び因子得点の多重比較検定の有意確立を示す。OSA 得点差が有意で、かつ因子得点差も有意差であるのは「暖房の効き」「冷房の効き」「窓の日差しや日射熱」「蚊やハエなどの虫」である。本報では直接温熱環境に影響を及ぼさないと考えられる「蚊やハエなどの虫」を除く、「暖房の効き」「冷房の効き」「窓の日射しや日射熱（「日射し」と略）」の住戸の熱的性能の評価に着目し分析する。

Table2　p-value of Multiple comparisons

	OSA	Factor Ⅱ	FactorⅣ
Ventilation	0.1526	0.2571	0.3572
Exposure to the sun	0.857	0.7942	0.8759
Vista from verandah	0.2021	0.2864	0.1374
Outside air	0.3947	0.495	0.1108
Residential heating performance	0.0445	0.4393	0.0215
Residential cooling performance	0.0971	0.0865	0.0143
Sunlight and solar radiation from window	0.0559	0.0096	0.2559
Insects such as mosquitoes and flies	0.0908	0.2171	0.0087
Outside noise	0.4783	0.16	0.1636
Noise from around the room	0.5777	0.0665	0.506
Line of sight from the outside	0.3911	0.8676	0.1485

3.1 **住戸の熱的性能評価**　「暖房の効き」は「効きやすい」154 名、「普通」89 名、「効きにくい」9 名、「冷房の効き」は「効きやすい」116 名、「普通」115 名、「効きにくい」17 名、「日射し」は「煩わしい」64 名、「普通」147 名、「煩わしくない」41 名である。「暖房の効き」と「冷房の効き」は「効きにくい」が少数であるため、以降は「普通」と統合し 2 段階とする。「暖房の効き」と「冷房の効き」と「日射し」の関係は一様性検定の結果それぞれ従属関係にあるが**(Table3)**、度数分布は完全には一致しない**(Fig.2)**。

「暖房の効き」「冷房の効き」「日射し」の各段階における因子得点の多重比較検定の有意確率を冷房不使用側と使用側別に **Table4** に示す。

3.2 **熱的性能段階別の因子Ⅱ(入眠・睡眠維持)の得点**

Table4 に示すように、因子Ⅱ得点は、冷房不使用側、使用側ともに、「暖房の効き」による差はなく、「冷房の効き」による差もない。「日射し」については **Fig.2** に示すように、冷房不使用側は「日射し」が煩わしくないと 20%有意で因子Ⅱ得点が高い(p=0.1590)。一方冷房使用側は「日射し」によって因子Ⅱの得点差はない。

3.3 住戸性能段階別の因子Ⅳ(疲労回復)の得点

Fig.3 に示すように、冷房不使用側は「暖房の効き」によって因子Ⅳの得点差がない。一方使用側は「暖房」が効きやすいと有意に因子Ⅳ得点が高い(p=0.0313)。**Fig.4** に示すように、冷房不使用側は「冷房」が効きやすいと 20%有意で因子Ⅳが高い(p=0.1810)。使用側も同様の傾向だが不使用側よりも関係が強い(p= 0.0869)。「日差し」による因子Ⅳの得点差は、冷房不使用側使用側ともにない。

4. 住戸性能と OSA 因子の回答分布

4.1　因子Ⅱ(入眠・睡眠維持)　**Table5** に住戸の熱的性能と因子Ⅱの回答分布の一様性検定結果を冷房不使用側使用側別に示す。**Fig.5** と **Fig.6** に示すように、「暖房の効き」によって、冷房不使用側では「ウトウト」、「寝付き」の分布が異なり(p=0.0055, 0.0423)、効きやすいほど「ウトウト」せず、「寝付き」が良い。冷房使用側でも同じ傾向があるが弱い(p=0.1281, 0.2539)。「熟睡度」「中途覚醒」「睡眠深度」の分布は、冷房不使用側使用側ともに、「暖房の効き」と関係がない。

Table3　p-value of Uniformity test

	Residential heating performance	Residential cooling performance	Sunlight and solar radiation from window
Residential heating performance		<0.0001	0.0976
Residential cooling performance	<0.0001		0.0056
Sunlight and solar radiation from window	0.0976	0.0056	

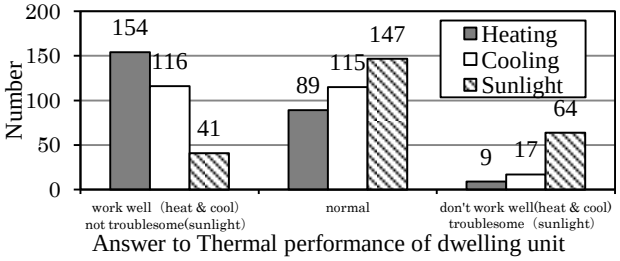


Fig.2 Numbar of Answer to Thermal performance

Table4 *p*-values of multiple comparisons of OSA scores

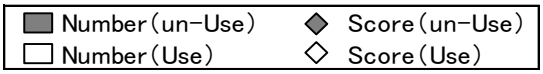
un-Use side

	Factor Ⅱ	FactorⅣ
Residential heating performance	0.9854	0.2515
Residential cooling performance	0.4337	0.181
Sunlight and solar radiation from window	0.159	0.2772

Use side

	Factor Ⅱ	FactorⅣ
Residential heating performance	0.2255	0.0313
Residential cooling performance	0.4727	0.0869
Sunlight and solar radiation from window	0.4432	0.4425

Legend of Figure.2～4



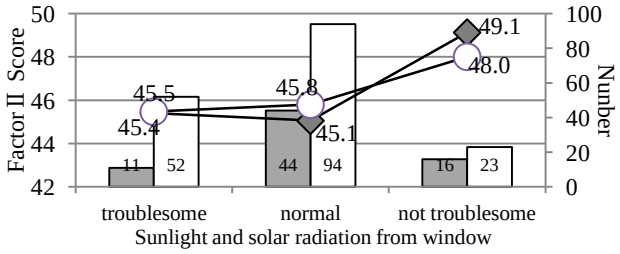


Fig.2　Factor Ⅱ　scores by sunlight evaluation

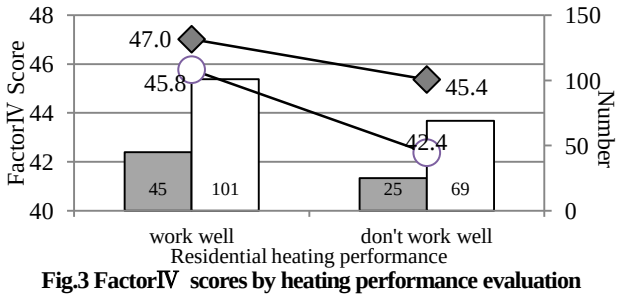


Fig.3 FactorⅣ　scores by heating performance evaluation

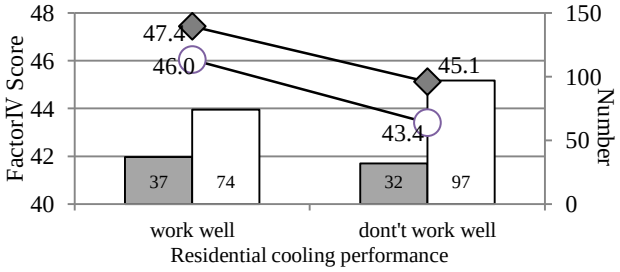


Fig.4 FactorⅣ　scores by cooling performance evaluation

Table5　p-values of uniformity tests on FactorⅡscores

un-Use

	Degree of sound sleep	Degree of dozing off	Quality of getting to sleep	Waking up during sleep	Depth of sleep
Residential heating performance	0.6106	0.0055	0.0423	0.8301	0.5905
Residential cooling performance	0.1383	0.0918	0.0709	0.2959	0.8549
Sunlight and solar radiation from window	0.0373	0.1418	0.0615	0.4056	0.1245

Use

	Degree of sound sleep	Degree of dozing off	Quality of getting to sleep	Waking up during sleep	Depth of sleep
Residential heating performance	0.8225	0.1281	0.2539	0.8696	0.667
Residential cooling performance	0.1658	0.105	0.5831	0.2558	0.985
Sunlight and solar radiation from window	0.5304	0.7263	0.1802	0.8649	0.2841

また **Fig.7～ 9** に示すように､｢冷房の効き｣によって、冷房不使用側では「熟睡度」「ウトウト」「寝付き」の分布が異なり(*p*=0.1383, 0.0918, 0.0709)､効きやすいほど｢熟睡度｣が良く､｢ウトウト｣が少なく､｢寝付き｣が良い。冷房使用側でも同じ傾向があるが弱い(*p*=0.1658,0.105, 0.5831)。「中途覚醒」「睡眠深度」の分布は、冷房不使用側使用側ともに「冷房の効き」と関係がない。

また **Fig.10～13** に示すように、「日射し」によって、冷房不使用側では「熟睡度」「ウトウト」「寝付き」「睡眠深度」の分布が異なり(*p*=0.0373, 0.1418, 0.0615, 0.1245)､「日射し」が煩わしいほど「熟睡度」が低く、「ウトウト」が多く、「寝付き」が悪く、「睡眠深度」が浅い。使用側も同じ傾向があるが弱い(*p*=0.5304, 0.7263, 0.1802, 0.2841)。「中途覚醒」は、冷房不使用側使用側ともに「冷房の効き」と関係がない。

冷房不使用側が熱的性能により回答分布が異なるのに対し、冷房使用側ではその傾向が弱い。睡眠時の冷房使用が、熱的性能が睡眠の因子Ⅱに与える影響を緩和すると考えられる。特に「日射し」による影響は因子得点でも同様の傾向が見られ顕著である。

4.2　**因子Ⅳ(疲労回復因子)**　**Table6** に住戸の熱的性能と因子Ⅳの回答分布の一様性検定結果を冷房使用側不使用側別に示す。**Fig.14** に示すように、不使用側では「気分」の分布は｢暖房の効き｣によらず一様である(*p*=0.417)。一方使用側では、｢暖房の効き｣によって「気分」の分布が異なる(*p*=0.0174)。｢疲れ｣｢身体のだるさ｣は不使用側、使用側ともに「暖房の効き」と関係がない。また、**Fig.15** と **16** に示すように「冷房の効き」によって、不使用側では「疲れ」「気分」の分布は一様であり関係は見られない(*p*=0.3163, 0.5474)。一方使用側では、「冷房の効き」によって分布が異なる(*p*=0.0125, 0.1274)。「身体のだるさ」は冷房不使用側使用側ともに｢冷房の効き｣と関係がない。Ⅳの３項目全てと「日射し」において冷房不使用側、使用側ともに関係がない。

冷房不使用側が熱的性能によって因子Ⅳ(疲労回復)各項目の分布に差がないのに対し、使用側は熱的性能によって因子Ⅳの分布が異なる。睡眠時の冷房使用頻度が高い方が因子Ⅳが熱的性能に影響を受けると考えられる。特に｢冷房の効き｣｢暖房の効き｣による影響は因子得点でも同様の傾向が見られ顕著である。

Table6　p-values of uniformity tests on FactorⅣ scores

un-Use

	Fatigue	Degree of languorous	Feeling
Residential heating performance	0.3266	0.274	0.417
Residential cooling performance	0.3163	0.726	0.5474
Sunlight and solar radiation from window	0.596	0.3022	0.2344

Use

	Degree of sound sleep	Degree of dozing off	Quality of getting to sleep
Residential heating performance	0.6041	0.206	0.0174
Residential cooling performance	0.0125	0.2005	0.1274
Sunlight and solar radiation from window	0.8186	0.8307	0.6722

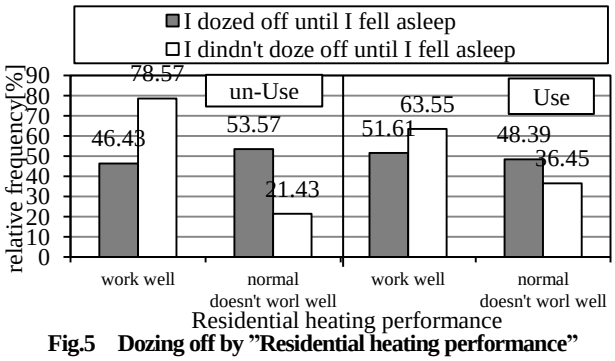


Fig.5　Dozing off by ”Residential heating performance”

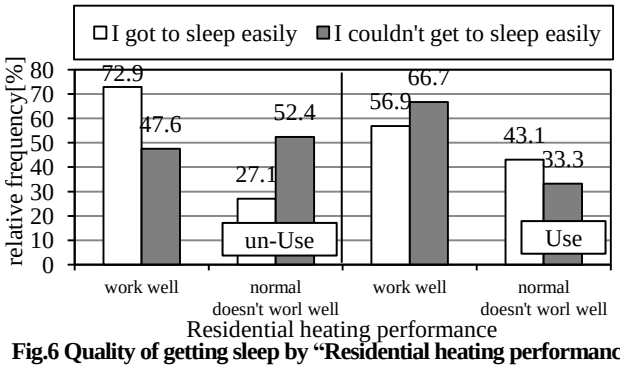


Fig.6 Quality of getting sleep by “Residential heating performance”

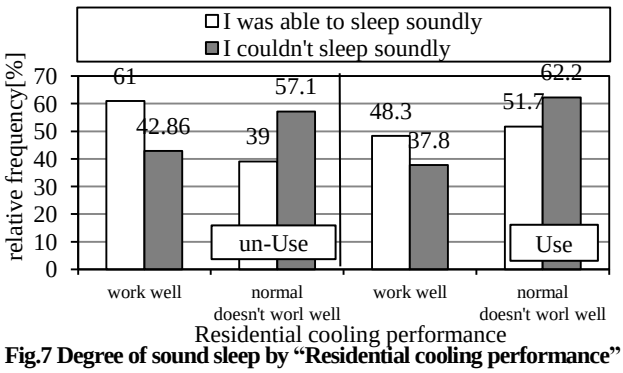


Fig.7 Degree of sound sleep by “Residential cooling performance”

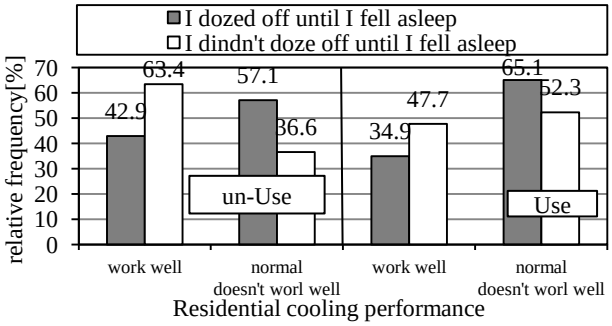


Fig.8 Dozing off compared by cooling performance evaluation

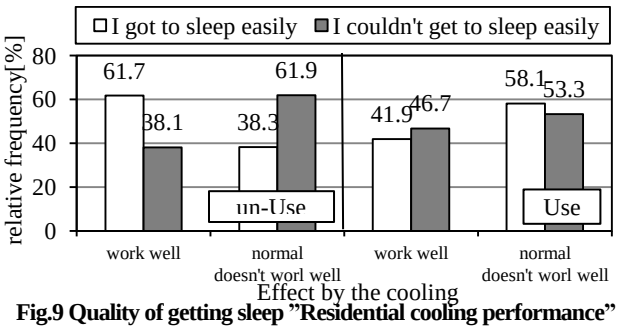


Fig.9 Quality of getting sleep "Residential cooling performance"

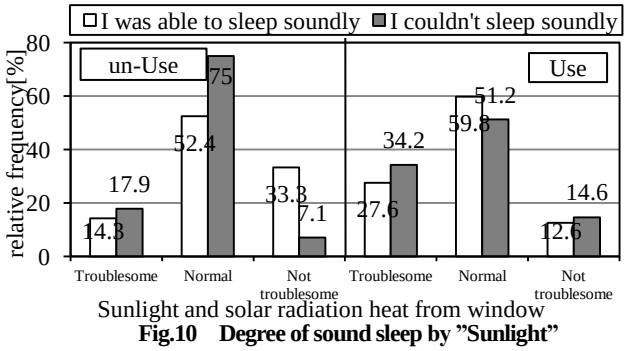


Fig.10 Degree of sound sleep by "Sunlight"

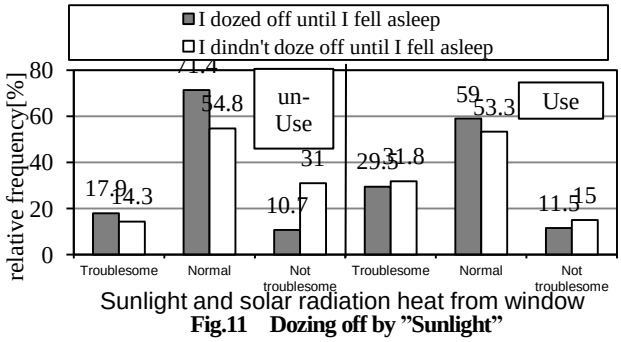


Fig.11 Dozing off by "Sunlight"

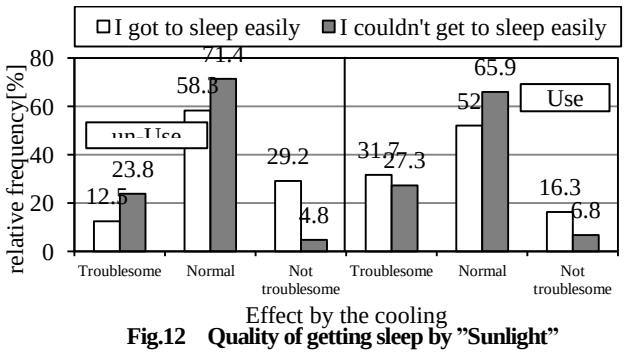


Fig.12 Quality of getting sleep by "Sunlight"

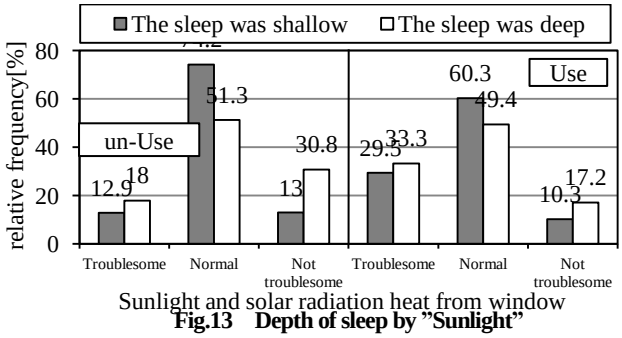


Fig.13 Depth of sleep by "Sunlight"

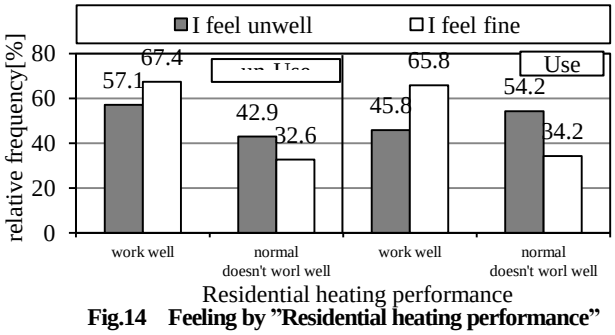


Fig.14 Feeling by "Residential heating performance"

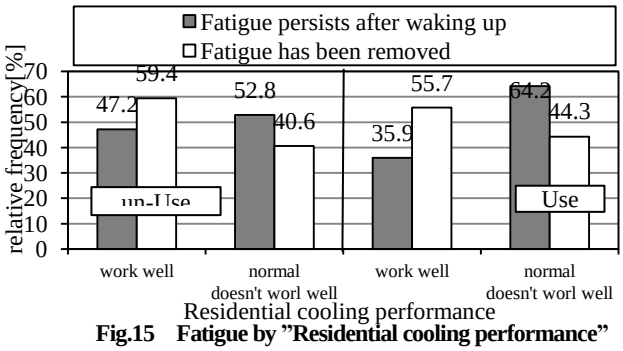


Fig.15 Fatigue by "Residential cooling performance"

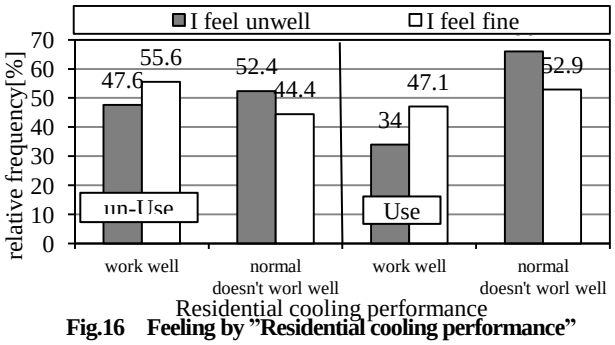


Fig.16 Feeling by "Residential cooling performance"

5. おわりに

在宅 12 時間以上の集合住宅居住者 256 名を対象に、OSA の入眠・睡眠維持因子Ⅱ及び疲労回復因子Ⅳと、住戸性能や冷房使用との関係を分析した結果、1)住戸の「暖房の効き」「冷房の効き」「窓からの日射しの煩わしさ」は入眠・睡眠維持因子に関係があるが、2)冷房使用頻度が高い側の居住者は上記 1)の関係、特に「日差し」との関係が弱い、3) 住戸の「暖房の効き」「冷房の効き」は疲労回復因子に関係がある、4)睡眠時に冷房使用頻度が高い側の居住者は上記 3)の関係が強い、などを明らかにした。OSA を構成する因子ⅡとⅣの間で住戸の熱的性能と冷房使用との関係は異なり、それぞれの視点から適切な冷房使用を検討する必要がある。

参 考 文 献

1) 坂根ら：夏季における睡眠の質に影響する居住環境因子，空・衛近畿論文集，43，pp. 261-264，2014 年

2) 山本ら：中高年・高齢者を対象とした OSA 睡眠調査票(MA 版)の開発と標準化，脳と精神の医学，10，pp. 401-409，1999 年

3) 橘ら：夏季における寝室の温熱環境と睡眠の質に及ぼす冷房使用の影響，空・衛近畿論文集，44，2015 年，投稿中