

論文 / 著書情報
Article / Book Information

論題(和文)	住宅内温熱環境が早朝高血圧に及ぼす影響に関する冬季実測
Title(English)	
著者(和文)	海塩 渉, 伊香賀 俊治, 大塚 邦明, 安藤 真太郎
Authors(English)	Wataru Umishio, Toshiharu Ikaga, Kuniaki Otsuka, Shintaro Ando
出典 / Citation	日本建築学会関東支部研究報告集, Vol. 84, , pp. 69-72
Citation(English)	, Vol. 84, , pp. 69-72
発行日 / Pub. date	2014, 2

住宅内温熱環境が早朝高血圧に及ぼす影響に関する冬季実測

4. 環境工学—1. 環境心理・生理

正会員 海塩 渉^{*1}
〃 大塚邦明^{*3}正会員 伊香賀 俊治^{*2}
〃 安藤 真太郎^{*4}断熱性能 室内温熱環境 家庭血圧
血圧変動性 実測調査 個人属性

1. 背景と目的

高血圧を主要因とする循環器疾患の住宅内での死亡者数は、冬季に集中することが明らかにされている^{*)}。この背景を鑑みて、筆者ら^{*)}は、冬季実測調査に基づき室温が家庭血圧に及ぼす影響を定量的に評価し、その影響は高齢者ほど、動脈硬化が進行している者ほど大きいことを示した。一方で近年、血圧変動が増大すると循環器疾患の発症リスクが増加するとの報告^{*)}から、高血圧とともに血圧変動性に注目が集まっている。中でも、家庭血圧測定^{*)}から得られる高血圧の指標「ME^{*)}平均」(起床時と就寝前の収縮期血圧の平均値)、血圧変動性の指標「ME 差」(起床時と就寝前の収縮期血圧の差)は、各々が循環器疾患発症に影響を及ぼすとされている^{*)}。従って本研究では、室内温熱環境、断熱性能が ME 平均、ME 差の双方に及ぼす影響を明確にすることを目的とする。

2. 実測調査

2.1 実測調査の概要

本研究では、上記の目的を達するため、表 1, 2 に示す期間、20 歳以上の男女を対象に実測調査、及びアンケート調査を実施した。調査対象地としては、次世代省エネ

ルギー基準の地域区分においてⅣ地域に属する高知県土佐町、山口県長門市等、高知県梶原町を選定し、実測期間は冬季とした。尚、調査開始前に対象者を参集し、温湿度計の設置方法や血圧計の使用方法等に関する説明会を実施している。

2.2 調査項目

2.2.1 実測調査概要 (表 1)

対象者は表 1 に示した期間、家庭血圧測定を行った。測定条件は「家庭血圧測定の指針^{*)}」に則り^{*)}、起床時と就寝前の 1 日 2 回測定とした。また家庭血圧測定と併せて、対象者の住宅において温湿度、温度の実測調査を実施した。温湿度計は居間・寝室、温度計はトイレ・脱衣所の床上 1.1m の高さへの設置を依頼し^{*)}、10 分間隔で連続測定した。

2.2.2 アンケート調査概要 (表 2)

実測調査と同一の対象者を含む居住者に対し、表 2 に示す期間にアンケート調査を実施した。血圧は年齢、性別等の個人属性や食事、運動、飲酒等の生活習慣による影響を多大に受けるため、調査票は「個人因子」、「住宅」の 2 部門で構成した。

表 1 実測調査の概要^{*)}

調査 ID	対象地	サンプル数	有効サンプル数	家庭血圧			住宅内の温湿度		
				測定期間	測定方法	測定機器	測定期間	測定方法	測定機器
調査 A1	土佐町	14 名 (13 世帯)	14 名 (13 世帯)	2012 年 1 月 20 日～2 月 17 日	起床時/就寝前の 1 日 2 回 「家庭血圧測定の指針」 ²⁰⁾ に従い測定	通信機能付血圧計 UA767-PC (A&D 社)	2012 年 1 月 13 日～2 月 17 日	居間・寝室・トイレ の床上 1.1m の高さに設置 10 分間隔の連続測定	温湿度 データロガー RTR-53A (T&D 社)
		15 名 (12 世帯)	15 名 (12 世帯)	2012 年 2 月 3 日～3 月 2 日			2012 年 1 月 27 日～3 月 2 日		
調査 A2	土佐町	24 名 (15 世帯)	24 名 (15 世帯)	2013 年 1 月 18 日～1 月 30 日		自動血圧計 HEM-7420 (OMRON 社)	2013 年 1 月 17 日～1 月 30 日	温湿度計を居間・寝室、 温度計をトイレ・脱衣所 の床上 1.1m の高さに設置 10 分間隔の連続測定	温湿度 データロガー TR-72Ui/72U RTR-503 温度 データロガー TR-51i (T&D 社)
		35 名 (18 世帯)	35 名 (18 世帯)	2013 年 2 月 3 日～2 月 13 日			2013 年 2 月 2 日～2 月 14 日		
調査 B	長門市等	115 名 (56 世帯)	104 名 (52 世帯)	2012 年 11 月 30 日～12 月 14 日			2012 年 11 月 14 日～12 月 15 日		
		36 名 (23 世帯)	36 名 (23 世帯)	2013 年 2 月 17 日～3 月 7 日			2013 年 2 月 15 日～3 月 8 日		

表 2 アンケート調査の概要^{*)}

調査 ID	対象地	アンケート調査				サンプル	
		調査期間	調査方法	配布方法	回収方法	配布数	有効回答数（百分率）
調査 A1	土佐町	2012 年 1 月 20 日～3 月 2 日	紙面配布による アンケート調査	直接配布	直接回収	27 名	27 名 (100%)
調査 A2	土佐町	2013 年 1 月 18 日～2 月 13 日		調査協力員を 経由した間接配布	調査協力員を 経由した間接回収	483 名	387 名 (80.1%)
調査 B	長門市等	2012 年 11 月 15 日～12 月 11 日		調査協力員を 経由した間接配布	調査協力員を 経由した間接回収	161 名	138 名 (85.7%)
調査 C	梶原町	2013 年		直接配布	直接回収	38 名	38 名 (100%)
		2 月 17 日～3 月 7 日					

3. アンケート集計結果 (表 3)

3.1 個人因子に関するアンケート

本節では、個人因子に関するアンケートの集計結果を示す。対象者のうち起床時と就寝前の血圧測定を 5 日以上[※]実施した 228 名を有効サンプルとした。平均年齢は 56.3 歳であり、日本の平均年齢 44.9 歳 (2011 年時点) より高めであった。平均 BMI は 23.1 kg/m² であり、標準的な体型であった。男女の比率は、女性が僅かに多かった。約 6 割が非喫煙者であり、4 割が非飲酒者であった。普通味噌好の対象者が約 3 分の 2 であった。手足の冷えを感じる頻度は、「なし」と「あり」がほぼ同数であり、睡眠不足は「なし」側の回答がやや多かった[※]。高血圧と関連があるとされる心疾患、脳血管疾患、糖尿病、高脂血症、腎臓病、精神疾患のいずれかに罹患している対象者は約 4 分の 1 を占めていた。

3.2 住宅に関するアンケート

本節では、住宅に関するアンケートの集計結果を示す。築年数は 10 年未満から 50 年以上まで幅広く分布していた。複層ガラスを採用している住宅は約 3 割であり、サッシはアルミサッシが約 7 割を占めた。また、断熱材ありの住宅は半数強であった。以上の集計結果から既往研究[※]の推定方法に従い、分類を行った結果、無断熱の住宅が半数を占めており、性能の低い住宅のサンプルが中心であった。

4. 断熱性能が室温に及ぼす影響

4.1 断熱性能が起床時及び就寝前の室温に及ぼす影響

就寝前、及び起床後の血圧測定時における居間室温の平均値を断熱性能別に比較した結果を図 1 に示す。起床時において、H11 基準の住宅は無断熱の住宅より居間室温が約 3.7℃高かった ($p<0.05$) が、就寝前においては有意な差が確認されなかった。これは就寝前における暖房の使用状況の違いに起因するものと推察される。

4.2 断熱性能が夜間の室温低下量に及ぼす影響

就寝前から起床後の血圧測定時までの居間室温低下量 (以下、夜間室温低下量) を断熱性能別に比較した (図 2)。H11 基準の住宅は、無断熱の住宅より夜間室温低下量が約 3.6℃小さかった ($p<0.05$)。これは断熱性能の高さによる熱損失の小ささに起因すると考えられる。

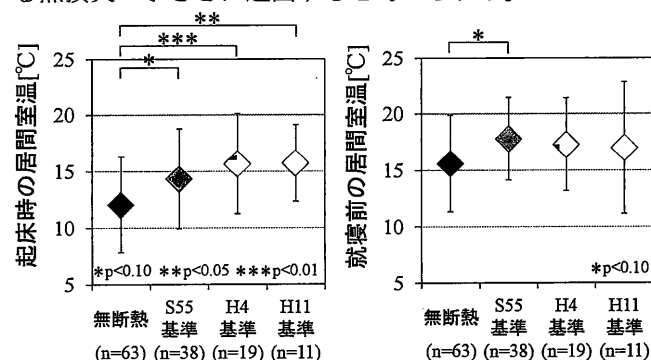


図 1 起床時(左)と就寝前(右)の居間室温(断熱性能別)

表 3 アンケート調査項目と集計結果

設問	選択肢	実数	相対度数
性別	1) 男性	104	46%
	2) 女性	123	54%
	無回答	1	0%
喫煙	1) なし	135	59%
	2) やめた	51	22%
	3) あり	24	11%
	無回答	18	8%
飲酒頻度	1) なし	92	40%
	2) 週 1~2 日	46	20%
	3) 週 3~5 日	24	11%
	4) 週 6~7 日	60	26%
	無回答	6	3%
味噌好	1) 薄い	23	10%
	2) 普通	148	65%
	3) 濃い	33	14%
	4) 制限している	7	3%
	無回答	15	7%
手足の冷えを感じる頻度	1) ない	48	21%
	2) めったにない	49	21%
	3) たまにある	35	15%
	4) よくある	63	28%
	無回答	33	14%
睡眠不足を感じる頻度	1) ない	54	24%
	2) めったにない	62	27%
	3) たまにある	61	27%
	4) よくある	17	7%
	無回答	34	15%
疾病の有無	1) なし	166	73%
	2) あり	53	23%
	無回答	9	4%
築年数	1) 10 年未満	20	15%
	2) 10-19 年	32	24%
	3) 20-29 年	22	17%
	4) 30-39 年	16	12%
	5) 40-49 年	13	10%
	6) 50 年以上	21	16%
	無回答	9	7%
窓の枚数	1) 1 枚	87	65%
	2) 2 枚	43	32%
	無回答	3	2%
窓サッシの種類	1) アルミ	94	71%
	2) 2 重アルミ	17	13%
	3) 断熱	9	7%
	4) 古い木製	6	5%
	5) 新しい木製	2	1%
	樹脂	3	2%
	無回答	2	1%
断熱材の有無	1) あり	74	56%
	2) なし	55	41%
	無回答	4	3%
断熱性能	1) 無断熱	63	47%
	2) S55 基準	38	29%
	3) H4 基準	19	14%
	4) H11 基準	11	8%
	分類不可	2	2%

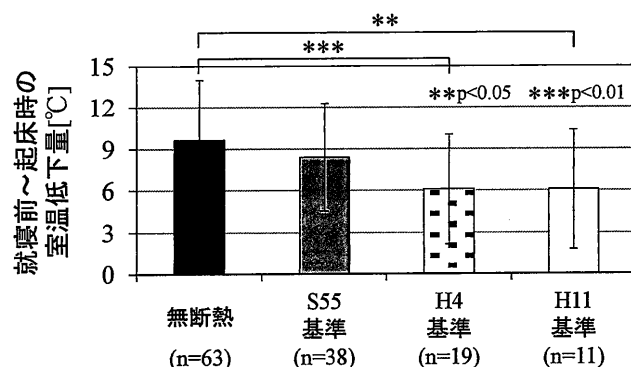


図 2 就寝前から起床時の居間室温低下量(断熱性能別)

5. 室温が ME 平均／ME 差に及ぼす影響

5.1 断熱性能別の ME 平均／ME 差散布図

対象者の調査期間中の ME 平均、及び ME 差の平均値をプロットし、各対象者の居住する住宅の断熱性能別に重心を算出した結果を図3に示す。結果の提示にあたり、ME 平均のカットオフ値である 135mmHg、ME 差のカットオフ値である 15mmHg を境に、散布図を4区分とした。無断熱住宅の居住者より、H11 基準住宅の居住者の方が、ME 平均は9.2mmHg 低く、ME 差は5.9mmHg 小さかった。しかし個人因子によって ME 平均、ME 差が大きく異なるため、以降の分析では個人因子の影響を調整し、室温や室温低下量が ME 平均、ME 差に及ぼす影響を検討する。

5.2 多変量解析に基づく室温が ME 平均に及ぼす影響

個人因子を調整した上で室温が ME 平均に影響を及ぼすか検証するため、ME 平均を目的変数として、表4に示す説明変数を投入した重回帰分析^{※9)}を行った。室温の説明変数としては、就寝前と起床時の居間室温の平均値を投入した。居間室温平均値の影響は体重、年齢に次いで大きく、居間室温平均値 10℃低下につき ME 平均が約 7.3 mmHg 上昇することが示された。

続いて重回帰分析では考慮不可能である性別、喫煙の有無、疾病の有無等を制御した上で、個人因子と室温の影響度を比較するため、多重ロジスティック回帰分析^{※9)}を実施した。従属変数は、ME 平均のカットオフ値を境に (0: 135mmHg 未満、1: 135mmHg 以上) とし、表5に示す説明変数を投入した。個人因子の影響を制御すると、居間室温の平均値が 1℃上昇するに従い、ME 平均の基準を上回る確率が 0.88 倍になることが示された。

5.3 多変量解析に基づく室温低下量が ME 差に及ぼす影響

前節と同様に、ME 差を目的変数として、表6に示す説明変数を投入した重回帰分析^{※9)}を実施した。室温の説明変数としては、夜間室温低下量を投入した。夜間の室温 10℃低下につき ME 差が約 5.2 mmHg 拡大することが示唆された。

続いて多重ロジスティック回帰分析^{※9)}を行った。従属変数は、ME 差のカットオフ値を境に (0: 15mmHg 未満、1: 15mmHg 以上) とし、表7に示す説明変数を投入した。夜間の室温 1℃低下につき、ME 差の基準を上回る確率が 1.07 倍になることが示された。

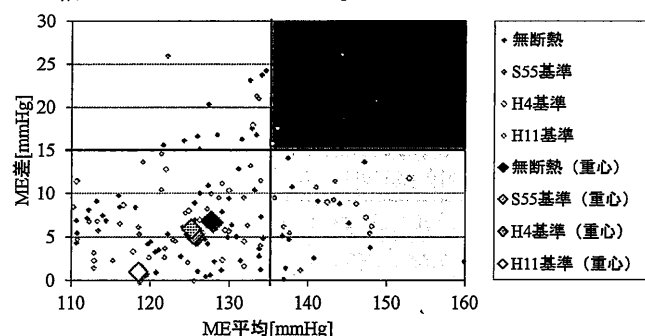


図3 各対象者の ME 平均と ME 差の散布図(断熱性能別)

表4 ME 平均に関する重回帰分析結果

説明変数	選択肢	偏回帰係数	標準化偏回帰係数	有意確率 (p 値)
年齢	—[歳]	0.39	0.35	0.00
体重	—[kg]	0.60	0.40	0.00
味噌好	[1]薄い 2)普通 3)濃い 4)制限している]	—	—	0.48
飲酒	[1]なし 2)週 1~2 日 3)週 3~5 日 4)週 6~7 日]	1.26	0.10	0.00
ストレス	[1]ない 2)めったにない 3)たまにある 4)よくある]	-1.46	-0.07	0.01
睡眠不足	[1]ない 2)めったにない 3)たまにある 4)よくある]	2.38	0.13	0.00
冷え	[1]ない 2)めったにない 3)たまにある 4)よくある]	-2.27	-0.15	0.00
居間室温平均値	—[℃]	-0.73	-0.17	0.00

表5 ME 平均に関するロジスティック回帰分析結果

説明変数	選択肢	オッズ比	有意確率 (p 値)
精神疾患	[1]なし 2)あり]	1.97	0.06
高脂血症	[1]なし 2)あり]	1.67	0.08
睡眠不足	[1]ない 2)めったにない 3)たまにある 4)よくある]	1.58	0.00
味噌好	[1]薄い 2)普通 3)濃い 4)制限している]	1.56	0.01
年齢	—[歳]	1.09	0.00
体重	—[kg]	1.07	0.00
飲酒	[1]なし 2)週 1~2 日 3)週 3~5 日 4)週 6~7 日]	1.04	0.56
居間室温平均値	—[℃]	0.88	0.00
ストレス	[1]ない 2)めったにない 3)たまにある 4)よくある]	0.74	0.01
喫煙	[1]なし 2)あり]	0.55	0.02
心疾患	[1]なし 2)あり]	0.51	0.11
冷え	[1]ない 2)めったにない 3)たまにある 4)よくある]	0.51	0.00
糖尿病	[1]なし 2)あり]	0.50	0.12
性別	[1]男性 2)女性]	0.24	0.00
降圧剤	[1]なし 2)あり]	0.13	0.00
腎臓病	[1]なし 2)あり]	0.04	0.00

表6 ME 差に関する重回帰分析結果

説明変数	選択肢	偏回帰係数	標準化偏回帰係数	有意確率 (p 値)
年齢	—[歳]	0.26	0.27	0.00
体重	—[kg]	—	—	0.41
味噌好	[1]薄い 2)普通 3)濃い 4)制限している]	1.97	0.07	0.01
飲酒	[1]なし 2)週 1~2 日 3)週 3~5 日 4)週 6~7 日]	0.65	0.06	0.04
ストレス	[1]ない 2)めったにない 3)たまにある 4)よくある]	2.48	0.14	0.00
睡眠不足	[1]ない 2)めったにない 3)たまにある 4)よくある]	—	—	0.45
冷え	[1]ない 2)めったにない 3)たまにある 4)よくある]	—	—	0.21
夜間室温低下量	—[℃]	0.52	0.11	0.00

表7 ME 差に関するロジスティック回帰分析結果

説明変数	選択肢	オッズ比	有意確率 (p 値)
精神疾患	[1]なし 2)あり]	5.90	0.02
高脂血症	[1]なし 2)あり]	3.67	0.00
糖尿病	[1]なし 2)あり]	2.62	0.03
性別	[1]男性 2)女性]	2.00	0.04
ストレス	[1]ない 2)めったにない 3)たまにある 4)よくある]	1.66	0.00
喫煙	[1]なし 2)あり]	1.31	0.35
味噌好	[1]薄い 2)普通 3)濃い 4)制限している]	1.29	0.16
居間室温低下量	—[℃]	1.07	0.01
年齢	—[歳]	1.07	0.00
睡眠不足	[1]ない 2)めったにない 3)たまにある 4)よくある]	1.06	0.59
飲酒	[1]なし 2)週 1~2 日 3)週 3~5 日 4)週 6~7 日]	1.03	0.75
体重	—[kg]	1.01	0.54
腎臓病	[1]なし 2)あり]	0.95	0.91
降圧剤	[1]なし 2)あり]	0.78	0.38
冷え	[1]ない 2)めったにない 3)たまにある 4)よくある]	0.62	0.00
心疾患	[1]なし 2)あり]	0.61	0.24

5.4 室温低下量が ME 差に及ぼす影響の個人因子別比較

前節の分析より、夜間の室温低下が ME 差に影響を及ぼすことが示された。そこで本節では、夜間の室温低下の影響を受けやすい属性を把握するため、夜間の居間室温低下に伴う ME 差の拡大を個人因子別に比較した。本分析では、測定期間中の夜間居間室温低下量が 5℃以上の差が確認された 180 名を有効サンプルとした。180 名中 121 名に夜間の室温低下に伴う ME 差の拡大が確認され、年齢別に比較した結果、高齢者ほど夜間室温低下量が増加した時の ME 差の拡大が有意に大きいことが示された(図 4)。

6. まとめ

本報では、室内温熱環境が居住者の家庭血圧測定より得られる ME 平均、ME 差に及ぼす影響を定量的に評価することを目的として実測調査を行った。その結果、以下の 6 点の結論を得た。

- (1) 起床時の血圧測定時における居間室温は、無断熱の住宅より H11 基準の住宅の方が約 3.7℃高かった ($p<0.05$) が、就寝前の血圧測定時においては、有意な差が確認されなかった。
- (2) H11 基準の住宅は、無断熱の住宅より夜間の居間室温低下量が約 3.6℃小さかった ($p<0.05$)。
- (3) 無断熱住宅の居住者より、H11 基準住宅の居住者の方が、ME 平均(起床時と就寝前の収縮期血圧の平均値)は 9.2mmHg、ME 差(起床時と就寝前の収縮期血圧の差)は 5.9mmHg 低かった。
- (4) 重回帰分析の結果、起床時と就寝前の居間室温の平均値 10℃低下につき、ME 平均が約 7.3 mmHg 上昇することが示唆された。また多重ロジスティック回帰分析の結果、居間室温の平均値が 1℃上昇するに従い、ME 平均の基準 135mmHg を上回る確率が 0.88 倍になることが示された。
- (5) 重回帰分析の結果、夜間の室温 10℃低下につき、ME 差が約 5.2 mmHg 拡大することが示唆された。また多重ロジスティック回帰分析の結果、夜間の室温 1℃低下につき、ME 差の基準 15mmHg を上回る確率が 1.07 倍になることが示された。
- (6) 180 名中 121 名に夜間の室温低下に伴う ME 差の拡大が確認され、高齢者ほど、夜間の居間室温低下量 10℃増加時の ME 差の拡大が有意に大きいことが示された ($p<0.05$)。

本研究の課題としては、血圧変動の指標として、1 日 2 回の家庭血圧測定から得られる ME 差を用いた点が挙げられる。今後は、24 時間自由行動下血圧^{*10)}といった、より間隔の短い測定から得られる血圧変動の指標であり、医学の分野においても循環器疾患との関連が指摘されている「モーニングサージ^{*11)}」や「1 日の血圧の標準偏差」を用いた分析を実施し、室温、断熱性能と血圧変動性の関係を明確にする必要があると云える。

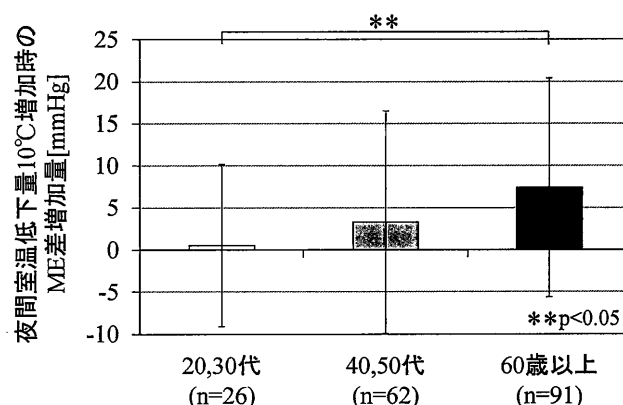


図 4 室温低下量 10℃増加時の ME 差増加量 (年齢別)

【謝辞】本研究は村上周三会長、江里健輔副会長、上原裕之理事長を始めとする(一社)健康・省エネ住宅を推進する国民会議の皆様、公文豊様を始めとするうち健康省エネ住宅推進協議会の皆様、矢野富夫町長、内田望病院長、橋田淳一保健福祉支援センター長を始めとする梶原町職員の皆様及び高知県の村上真祥住宅課長、田上豊資医監の多大なご支援の下で実現したものである。ご助言・ご指導を頂いた関係者各位に感謝の意を表する。また、調査実施にあたりご支援頂いた土佐町住民福祉課(2012年当時)の皆様、西峰昭江様(産業振興課)、田村伊幸様、橋本真成様、近藤友宏様を始めとするやまぐち健康・省エネ住宅推進協議会の皆様、そして調査にご協力頂いた皆様に深甚の謝意を表する。尚、本研究は、科学技術振興機構戦略的創造研究事業(社会技術研究開発)「健康長寿を実現する住まいとコミュニティの創造(研究代表者：伊香賀俊治)」、林野庁「地域材供給倍増事業のうち木造建築物等の健康・省エネ等データ収集支援事業」の助成ならびに科学研究費補助金・基盤研究(A)(研究代表者：伊香賀俊治、課題番号：23246102)を受け実施した。

【注釈】1) 家庭血圧：家庭で測定する血圧のことで、医師の約 9 割が高血圧の診断に活用している指標 2) Morning-Evening の略 3) 調査 A1 と A2 では、異なる対象者に調査を実施した 4) 起床時の測定条件は、(i)起床後 1 時間以内、(ii)排尿後、朝食・服薬前、(iii)座位 1~2 分安静後とし、就寝前は、(i) 座位 1~2 分安静後とした 5) 調査 A1 のみ、トイレに温湿度計を設置し、脱衣所の温度測定を実施しなかった 6) 日本高血圧学会の指針において、週 5 日以上測定した血圧に臨床的価値があるとされているため、5 日以上測定したサンプルを分析対象とした 7) 「よくある」「たまにある」を「あり」、「めったにない」「ない」を「なし」とした 8) 変数選択法：ステップワイズ法 9) 変数選択法：強制投入法 10) 30 分もしくは 1 時間間隔で自動的に測定した血圧 11) 早朝、起床前後に生じる一過性の血圧上昇

【参考文献】1) 羽山広文，釜澤由紀，斉藤雅也 ほか 3 名：住環境が死亡原因に与える影響 その 1 気象条件・死亡場所と死亡率の関係，第 68 回日本公衆衛生学会総会，2009.11 2) 海塩渉，伊香賀俊治，大塚邦明，安藤真太郎，柳澤恵：住宅内温熱環境が居住者の起床時家庭血圧に与える影響の冬季現地調査，空気調和・衛生工学会大会，2013.9 3) M. Kikuya, A. Hozawa, T. Ohkubo et al. : Prognostic Significance of Blood Pressure and Heart Rate Variabilities: The Ohasama Study, Hypertension, Vol. 36, No. 5, pp.901-06, 2000.11 4) 荻尾七臣 他，「早朝高血圧の分類の臨床的意義と降圧治療への有用性」，第 16 回血圧管理研究会，2004.12 5) 日本高血圧学会：家庭血圧測定の指針 第 2 版，録谷書店，2011.9 6) 高柳絵里，伊香賀俊治，村上周三 ほか 2 名：健康維持増進に向けた住環境評価ツールの有効性の検証，日本建築学会環境系論文集，Vol. 70, No. 670, pp.1101-08, 2011.12

*1 慶應義塾大学大学院 修士課程

*2 慶應義塾大学理工学部 教授 博(工学)

*3 東京女子医科大学 名誉教授 医学博士

*4 慶應義塾大学大学院 博士課程