T2R2 東京工業大学リサーチリポジトリ
Tokyo Tech Research Repository

論文 / 著書情報
Article / Book Information

論題	冬季における住宅内室温と外気温の実態とその関連：SWH横断調査
Title	Descriptive epidemiology of winter indoor and outdoor temperatures and their relationships based on SWH survey
著者	星 旦二, 伊香賀 俊治, 海塩 渉, 藤野 善久, 安藤 真太朗, 吉村 健清
Authors	Tanji Hoshi, toshiharu ikaga, Wataru Umishio, Yoshihisa Fujino, Shintaro Ando, Takesumi Yoshimura
出典	日本公衆衛生雑誌, Volume 69, Issue 4, Page 297-306
発行日	2022, 4

Powered by T2R2 (Tokyo Institute Research Repository)

資　料

冬季における住宅内室温と外気温の実態とその関連：SWH横断調査

星　旦二*　伊香賀俊治[2*]　海塩　渉[3*]　藤野　善久[4*]
安藤真太朗[5*]　吉村　健清[6*]

目的　本研究の目的は，我が国の冬期における戸建て住宅各室の室温と外気温の実態と共にその関連性について，国土交通省の定める省エネ地域区分別に明確にすることである。

方法　本研究の対象者は，日本全国に居住している3,781人である。調査は2014年度冬季より，国土交通省の支援を得て全国的に実施されている，SWH（Smart Wellness Housing）事業の一環として5年間実施した。

各部屋別（居間・寝室・脱衣所）に測定された冬期二週間の床上1m室温と床近傍室温，それに気象庁が測定した外気温の実態とともに，その関連について共分散構造分析を用いて解析した。これらの関連は，同時分析により全国の省エネ地域区分別に解析した。分析ソフトは，SPSS22.0とAMOS22.0を用いた。

結果　冬季における住居内床近傍室温は床上1m室温よりも低く，時間帯でみると床近傍ないし室温共に朝が低い温度を示した。部屋別室温較差は，居間と脱衣所間で大きかった。

室温を地域別にみると，省エネ地域2の室温が最も高く，省エネ地域4の室温が最も低いことが示された。冬期の外気温は各室温よりも床近傍室温と強い関連がみられた。

結論　我が国の住宅床近傍室温は，床上1m室温よりも低いことと，居間と脱衣所とでは大きな温度較差がみられた。省エネ地域区分4の住宅床近傍室温と床上1m室温が最も低いことが示された。室温が外気温から影響される度合いは，省エネ地域7を除き地域番号とともに大きくなることが示された。

Key words：室温，床近傍室温，外気温，冬期，省エネ地域別，共分散構造分析

日本公衆衛生雑誌　2022; 69(4): 297–306.　doi:10.11236/jph.21–077

I　緒　　言

我が国の平均寿命は，第二次世界大戦以降からは急速に延伸し，その後の少子化が重なり，高齢化率は先進国の中で最速となっている[1)]。よって，健康で長生きする健康長寿の意義が高まっている。

WHOは，健康長寿を推進させる方法論として1986年にヘルスプロモーションを提示し，そのための協働した関連分野として，医療分野だけではなく経済や輸送そして環境を整備する必要性とともに，快適な住居分野の意義を提案していた[2)]。その後WHOは，冬季における快適で健康的な住宅の望ましい室温として18℃以上を推奨していた[3)]。Jevonsら[4)]は，室温と健康に関する体系的な研究レビューを踏まえ，とくに高齢者において適温を維持する意義を報告していた。

我が国の冬季住宅の室温について磯田[5)]らは，木造戸建て住宅10戸を冬季に調査し，平均室温が16.9℃であったことを報告していた。また，2014年度から2018年度までに調査した2,190軒の冬季調査によると，居間の平均室温が18℃未満の割合は59.0％，脱衣所では88.7％であった[6)]。

室温が低い我が国では，低下している脱衣所から暖かい入浴行動への過程でヒートショック事故により年間約1.7万人が死亡していることが推定されていた[7)]。

森ら[8)]は，山形県の木造住宅8軒を対象に調査し

* 東京都立大学名誉教授
2* 慶應義塾大学理工学部システムデザイン工学科
3* 東京工業大学環境・社会理工学院建築学系
4* 産業医科大学産業生態科学研究所環境疫学研究室
5* 北九州市立大学国際環境工学部建築デザイン学科
6* 産業医科大学
責任著者連絡先：〒206–0013 多摩市桜ヶ丘3–14–10　健理学研究所　星　旦二

©2022 Japanese Society of Public Health

た結果，夏期と冬季ともに室温への外気温の影響があることを報告していた。大中ら[9]は，冬季に全国311戸建て住宅の各室温と外気温を測定し，居間室温に比べて脱衣所や廊下室温が低いことを地域別に明確にするとともに，溺死死亡率と脱衣所室温とが有意に関連することを報告していた。

しかしながら，使用する時間が長い居間や寝室の室温とともに寒くなりがちな脱衣所の室温を区分し，同時に床近傍室温を含めて時間帯別に区分して明確にした報告はされていなかった。また，南北に長い我が国は地域によって外気温が大きく異なり，室温とどのように関連しているのかについて全国の地域別に明確にされているわけではなかった。

そこで本研究の目的は，住居の主要な部屋である居間と寝室それに脱衣所とを区分し，室温とともに床近傍室温の実態を時間帯別に明確にするとともに，気象庁から得られた外気温との関連性について，全国の省エネ地域区分別に明確にすることである。

Ⅱ　研究方法

本研究は，国土交通省の研究支援を受けた，一般社団法人日本サステナブル建築協会が，村上周三を委員長，吉村健清，吉野博，苅尾七臣を副委員長とし，伊香賀俊治を幹事とする委員会を2014年に組織し，2020年度時点では，医療系委員49人と建築系委員25人，国土交通省と厚生労働省職員7人から構成されるSWH（Smart Wellness Housing）等推進調査委員会活動において，5年間で収集できた調査である。

調査対象者の選定は，全国都道府県に設置された健康省エネ協議会に所属する工務店が，戸建て住宅の断熱改築を希望する世帯に対して調査趣旨への協力を依頼した。調査対象者は，改築希望世帯の中から調査に対して書面での調査と追跡に関する同意をいただいた世帯主と同居者とした。2014年からの5年間，毎年11月から3月までの期間中の2週間，温度計測調査に協力いただいた成人3,781人を本調査の解析対象者とした（表1）。なお，2015年度のみ調査終了を4月まで延期した。ただし省エネ1地域と8地域での解析対象者は得られなかった。

研究上の倫理確保については，本研究のプロトコルおよびインフォームドコンセントの手順について，医療法人社団服部クリニック治験審査委員会において，2014年10月14日に承諾を得た。その後も各年次別に5回の承諾を得た。調査最終年度は2018年7月6日に承諾を得た[10]。

研究体制として，個人のプライバシー保護を徹底し，解析での個人情報はIDのみとした。なお，本調査はUMIN臨床試験システムに登録した（試験登録番号：UMIN000030601）。

表1　調査対象数，性別，省エネ地域別

		40歳未満	40代	50代	60代	70代	80歳以上	
2地域	男性	4	6	6	10	10	4	40
		10.0%	15.0%	15.0%	25.0%	25.0%	10.0%	100.0%
	女性	3	5	16	18	17	6	65
		4.6%	7.7%	24.6%	27.7%	26.2%	9.2%	100.0%
3地域	男性	9	8	12	13	9	3	54
		16.7%	14.8%	22.2%	24.1%	16.7%	5.6%	100.0%
	女性	12	12	19	8	7	1	59
		20.3%	20.3%	32.2%	13.6%	11.9%	1.7%	100.0%
4地域	男性	14	28	48	82	25	8	205
		6.8%	13.7%	23.4%	40.0%	12.2%	3.9%	100.0%
	女性	22	31	54	64	28	18	217
		10.1%	14.3%	24.9%	29.5%	12.9%	8.3%	100.0%
5地域	男性	51	85	127	135	52	18	468
		10.9%	18.2%	27.1%	28.8%	11.1%	3.8%	100.0%
	女性	61	96	152	131	62	24	526
		11.6%	18.3%	28.9%	24.9%	11.8%	4.6%	100.0%
6地域	男性	95	141	195	299	151	34	915
		10.4%	15.4%	21.3%	32.7%	16.5%	3.7%	100.0%
	女性	102	167	281	306	119	41	1,016
		10.0%	16.4%	27.7%	30.1%	11.7%	4.0%	100.0%
7地域	男性	17	11	31	24	12	4	99
		17.2%	11.1%	31.3%	24.2%	12.1%	4.0%	100.0%
	女性	13	14	34	26	21	9	117
		11.1%	12.0%	29.1%	22.2%	17.9%	7.7%	100.0%
合計	男性	190	279	419	563	259	71	1,781
		10.7%	15.7%	23.5%	31.6%	14.5%	4.0%	100.0%
	女性	213	325	556	553	254	99	2,000
		10.7%	16.3%	27.8%	27.7%	12.7%	5.0%	100.0%

室温の測定方法について，床上1mの室温はT&D社TR−72wf計測器を用い，同時に床近傍室温は床に置いたT&D社RTR-501計測器を用いた。室温の測定方法として床上1mとした理由は，ISO-7730の上下温度差の定義「椅座時の頭の高さ1.1mくるぶしの高さ0.1mの温度差」で示された頭の高さを目安とし，実測では1.1mと細かい指定が難しいため1mと設定した。また，直射日光の当たらない場所，かつ暖房やテレビ，冷蔵庫などの発熱機器から離れた場所を指定した。ただし，壁面

からの距離は指定していない。測定は10分間隔にて2週間連続で継続データを蓄積した。

室温を4つの時間帯別に区分する基準は，①朝は，起床後の4：00～9：59の間に家庭血圧を測定したタイミング，②夜は，就寝前の17：00～翌1：59の間に家庭血圧を測定したタイミング，③在宅中は，調査日誌で取得した帰宅時刻から外出時刻まで（後述の就寝中を除く），④就寝中は，調査日誌で取得した就寝時刻から起床時刻までとした。なお，室温は10分間隔での測定であるため，血圧測定時刻の室温データがない場合には，最も血圧測定時刻に近い室温データを抽出して分析に使用した。

時間別にみた温度の詳しい算出方法は報告書[11]と先行研究論文に示した[12]。

各室間の温度較差は，4つの時間帯別に室温と床近傍室温別に2室の差分を求めた。全国の地域区分別解析では，国土交通省が示した，外気温と暖房期間で区分された省エネ地域区分（2013年基準）[12]を用いた。省エネ地域区分は，国土交通省が，室温18度と日平均外気温の差に暖房日数を乗じた暖房度日に基づき全国を8区分に分類している。

省エネ地域区分別にみた室温と外気温の実態については，一元配置分散分析を用い，地域別較差では多重比較を用い，その検定では等分散を仮定しないTamhane方法を用いた。

外気温と室温との関連構造については，時間帯別，地区別を含めると観測変数数が196となることから，潜在変数を用いた解析をするために共分散構造分析[13,14]を用いた。設定したモデルの適合度指標は，カイ2乗検定（χ^2値，自由度，P値），NFI（Normed fit index），IFI（Incremental fit index），RMSEA（Root mean square error of approximation）の4つを用いた。基盤となる潜在変数の観測変数の誤差変数は「d」を用い，潜在変数の誤差変数は「z」を用い，従属的潜在変数の観測変数の誤差変数は「e」を用いた。最適な結果モデルを採用する基準は，適合度指標が最も良好で，潜在変数間および潜在変数と観測変数間のパス係数がWald検定で有意になることを条件とした。また，単位の異なる各要因の関連を比較するために標準化推定値を用いた。

分析は，統計ソフトSPSS22.0と，共分散構造分析ソフトAMOS22.0 for Windowsを用いた。有意水準は1%とした。

Ⅲ　研究結果

研究結果は，1．省エネ地域別にみた外気温の実態，2．省エネ地域別にみた居間，寝室，脱衣所の床上1m室温と床近傍室温の実態，3．外気温と床上1m室温と床近傍室温との関連構造について示す。

1．省エネ地域別に見た外気温の実態

4つの時間帯別に区分した外気温と省エネ地域別にみた関連をKruskal-Wallis検定で解析するといずれの時間帯でも省エネ地域の数字が増加するほど外気温が有意に高くなる傾向が示された（いずれも$P<0.01$）。

外気温を時間帯別にみると，どの地域でも朝が最も低く，就寝中，夜，在宅中の順に高くなり，時間帯区分でみた気温較差は，約2～3℃であった(表2)。

4つの時間帯別平均外気温について省エネ地域別に比較するために一元配置分散分析を用いた。その結果，北海道西地域に位置する省エネ地域2における4つの時間帯別外気温は，他の地域と比較し4つの時間帯共に有意（$P<0.01$）に低いことが示された。

外気温が最も低い省エネ地域2の朝の外気温と第7地域との較差は8.6℃であり，有意差（$P<0.01$，95%信頼区間（CI）：7.8–9.4，以下「95%CI」と示す）がみられた。

2．省エネ地域別にみた居間，寝室，脱衣所の床上1m室温と床近傍室温の実態

平均外気温が最も低い省エネ2地域の床上1mの室温は，他の地域に比べて，居間，寝室そして脱衣所共に高いことが示されたものの，居間の床近傍室温のみ，6地域と7地域に比べて有意ではないものの低いことが示された。

表2　外気温，省エネ地域別，時間帯別

	2地域	3地域	4地域	5地域	6地域	7地域
平均外気温_朝	−1.6(2.0)	−0.1(2.5)	0.7(2.1)	2.8(2.7)	4.8(2.8)	7.0(2.6)
平均外気温_就寝中	−1.4(1.9)	0.2(2.4)	1.3(2.2)	3.4(2.8)	5.6(3.0)	7.7(2.8)
平均外気温_夜	−0.7(2.0)	1.2(2.7)	1.9(2.2)	4.1(2.7)	6.3(2.8)	9.0(2.9)
平均外気温_在宅中	−0.4(2.0)	1.8(2.8)	2.5(2.4)	5.1(2.8)	7.3(3.1)	9.6(2.9)
平均外気温_全期間	−0.5(2.0)	2.0(2.8)	2.6(2.3)	5.4(2.7)	7.5(2.9)	9.6(2.8)

平均外気温_朝：朝の平均外気温を示す。（　）は標準偏差を示す。

全体的にみて，4地域の床上1m室温と床近傍室温が，いずれの部屋でも，いずれの時間帯でも，他の地域に比べて有意（$P<0.01$）に低いことが示された（表3）。

全体的に室温が高い北海道西部に位置する2地域の床上1mの朝の室温は，4地域よりも5.7℃有意（$P<0.01$，95%CI：4.5−6.9）に高いことが示された。

表3　居間・寝室・脱衣所の床上1m室温と床近傍室温，省エネ地域別，時間帯別

		2地域	3地域	4地域	5地域	6地域	7地域
朝	居間床温	12.5(3.7)	10.7(4.3)	9.9(3.4)	11.2(3.4)	12.8(3.5)	12.6(3.0)
	居間室温	19.4(3.3)	14.7(4.5)	13.7(5.0)	14.7(4.1)	15.6(3.9)	15.3(3.9)
	寝室床温	11.1(5.2)	9.6(4.2)	8.5(3.3)	10.3(3.3)	12.0(2.9)	11.9(2.9)
	寝室室温	16.9(4.2)	11.5(5.0)	10.0(4.5)	11.5(4.1)	13.0(3.3)	13.0(3.3)
	脱衣所床温	10.5(2.8)	8.1(4.4)	7.3(3.0)	9.2(3.2)	1.2(3.6)	11.3(2.8)
	脱衣所室温	15.4(4.2)	10.0(5.1)	8.3(3.9)	10.1(3.6)	11.9(4.0)	11.8(3.0)
夜	居間床温	15.4(3.0)	14.2(4.5)	12.9(3.2)	14.1(3.3)	15.3(3.1)	15.0(2.8)
	居間室温	21.1(3.6)	18.5(4.2)	17.2(4.6)	17.7(3.8)	18.5(3.5)	18.1(3.7)
	寝室床温	12.8(4.5)	12.1(4.4)	10.3(3.5)	11.9(3.3)	13.4(3.4)	13.6(3.1)
	寝室室温	18.5(4.1)	13.6(5.4)	12.3(4.9)	13.4(4.2)	14.7(3.9)	15.2(3.4)
	脱衣所床温	12.0(3.1)	10.0(4.1)	9.0(3.0)	11.0(3.1)	12.8(3.5)	13.0(2.8)
	脱衣所室温	16.6(4.5)	12.7(4.9)	10.8(4.4)	12.7(3.6)	14.2(3.7)	14.1(3.1)
在宅	居間床温	14.5(2.6)	13.0(4.1)	12.1(3.1)	13.2(3.2)	14.5(3.1)	14.2(2.8)
	居間室温	20.5(3.5)	17.2(3.7)	16.1(4.3)	16.6(3.6)	17.5(3.3)	17.0(3.5)
	寝室床温	12.0(4.8)	11.2(4.1)	9.6(3.3)	11.5(3.2)	13.1(3.0)	13.1(3.0)
	寝室室温	17.9(4.4)	12.7(4.9)	11.2(4.2)	12.9(3.8)	14.4(3.7)	14.4(3.2)
	脱衣所床温	11.5(2.8)	9.3(4.0)	8.6(2.9)	10.6(3.0)	12.7(3.3)	12.4(2.8)
	脱衣所室温	16.2(4.3)	11.4(4.6)	9.9(3.1)	12.0(3.5)	13.8(3.6)	13.4(3.0)
就寝	居間床温	13.0(3.4)	11.8(4.1)	10.5(3.2)	12.0(3.2)	13.6(3.3)	13.3(2.9)
	居間室温	18.1(3.1)	13.7(3.8)	12.3(3.9)	13.6(3.3)	15.0(3.3)	14.7(3.2)
	寝室床温	11.8(4.7)	10.6(4.2)	9.2(3.3)	11.1(3.3)	12.8(3.3)	12.6(2.9)
	寝室室温	16.7(3.7)	11.7(4.6)	10.0(3.7)	12.1(3.7)	13.6(3.6)	13.6(3.1)
	脱衣所床温	11.1(2.7)	9.0(4.2)	8.2(3.0)	10.3(3.1)	12.4(3.7)	12.0(2.8)
	脱衣所室温	15.1(3.8)	10.4(4.7)	8.8(3.6)	11.0(3.4)	13.0(3.6)	12.5(2.9)

居間床温：居間の床近傍室温，居間室温：居間の室温を示す。（　）は，標準偏差を示す。

表4　居間と脱衣所との温度較差，床上1m室温と床近傍室温別，省エネ地域別，時間帯別

時間帯		2地域	3地域	4地域	5地域	6地域	7地域
朝	床上1m室温較差	3.9(4.7)	4.7(4.3)	4.6(4.0)	4.6(4.0)	3.5(3.7)	3.5(3.7)
朝	床近傍室温較差	2.0(3.3)	2.6(2.8)	2.6(2.9)	1.6(2.0)	1.6(2.0)	1.3(1.7)
夜	床上1m室温較差	4.5(5.2)	5.7(4.7)	6.2(5.8)	4.9(4.3)	4.2(3.9)	4.0(3.7)
夜	床近傍室温較差	3.4(3.4)	4.2(3.9)	4.0(3.2)	3.1(2.7)	2.5(2.4)	2.1(1.8)
在宅	床上1m室温較差	4.3(4.9)	5.8(4.3)	6.1(5.1)	4.6(3.8)	3.7(3.5)	3.6(3.3)
在宅	床近傍室温較差	2.6(4.9)	4.5(4.6)	4.9(5.4)	3.7(4.0)	3.1(3.5)	2.6(3.3)
就寝	床上1m室温較差	3.0(4.1)	3.2(3.5)	3.4(3.7)	2.6(2.8)	2.0(2.6)	2.2(2.6)
就寝	床近傍室温較差	1.9(3.7)	2.8(3.1)	2.3(2.5)	1.7(2.0)	1.2(1.9)	1.3(1.5)

床上1m室温較差は居間と脱衣所との床上1m室温較差を示す。
床近傍室温別較差は居間と脱衣所との床近傍温度較差を示す。
（　）は標準偏差を示す。

床上１ｍ室温と床近傍室温を比較すると，いずれの部屋でもいずれの時間帯でも，またいずれの省エネ地域でも，床上１ｍ室温よりも床近傍室温が有意（$P<0.01$）に低い事が示された。とくに２地域の床上１ｍ室温と床近傍室温の較差が最も大きいことが示された（表3）。

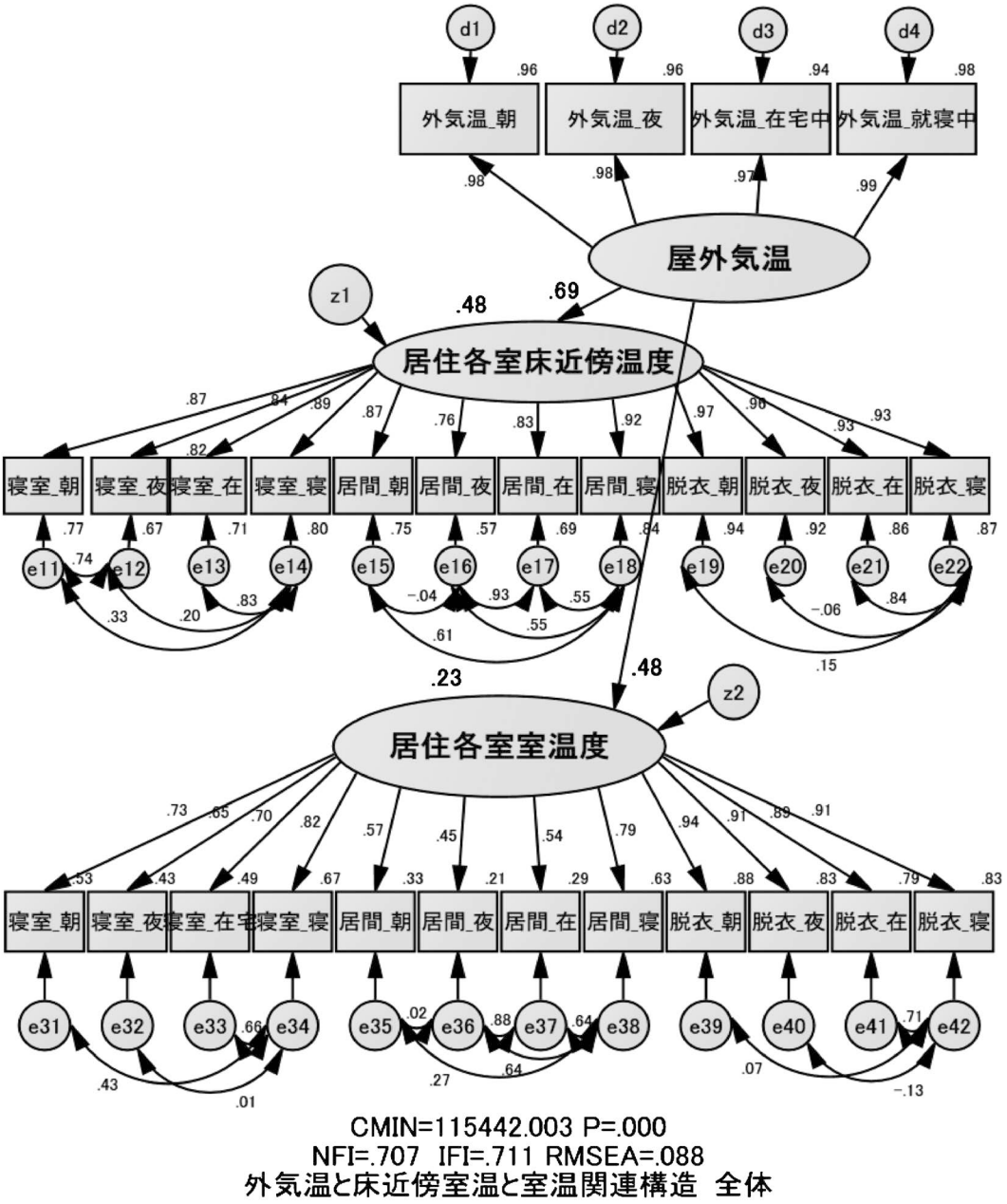
部屋別室温の較差をみると，居間と脱衣所間で最も大きく，時間帯としては，夜と在宅中それに朝で，いずれも有意（$P<0.001$）な室温較差がみられた。

表４には，部屋別室温較差が最も大きい居間と脱衣所間の室温と床近傍室温較差と標準偏差を地域別，時間帯別に示した。省エネ地域４における居間と脱衣所間の夜間の室温較差は，較差が最も小さい省エネ地域７と比較して2.2℃の有意差（$P<0.01$，95％CI：2.6−1.2）が示された。

3.　外気温と床上１ｍ室温と床近傍室温との関連構造

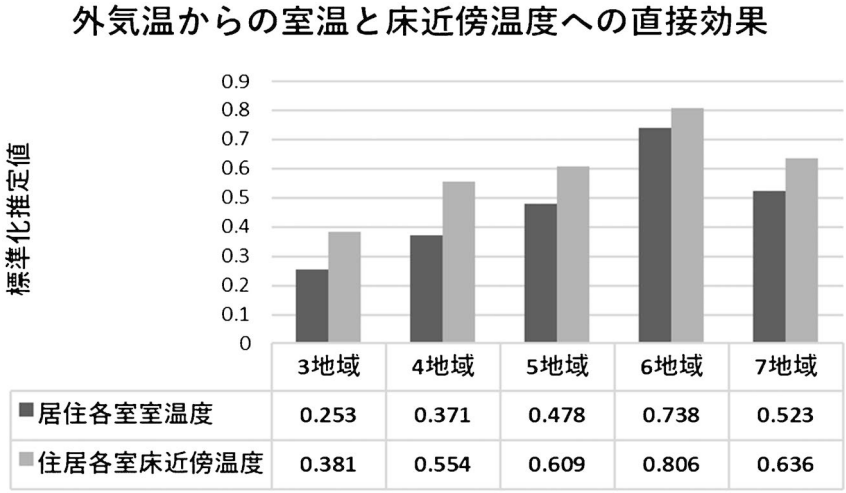
外気温と床上１ｍ室温と床近傍室温との関連構造について潜在変数を用いた共分散構造分析によって解析した。その結果，図１に示したモデルが，修正指数を活用しても，NFI = 0.707, IFI = 0.711, RMSEA = 0.088と適合度が決して高くないものの，各パス係数はすべて有意であり，一定の決定係

図１　外気温から床上１ｍ室温，床近傍室温を規定する関連構造結果モデル



寝室_朝：寝室における朝の床近傍室温もしくは床上１ｍ室温を示す。

図２　居間・寝室・脱衣所の床上１ｍ室温と床近傍室温に対する外気温からの標準化推定値，地域別



数が得られたことから結果モデルとして採用した。

時間帯別つまり，朝，夜，在宅中それに就寝中に分けた外気温を観測変数とする『外気温』(『』は潜在変数を示す）から『住居各室床近傍室温』への直接効果を示す標準化推定値は0.69であり，『住居各室室室温』への直接効果を示す標準化推定値は0.48であった。

このモデルにより，『住居各室床近傍室温』の48％が説明できたもの，『住居各室室室温』の説明力は23％であった。

『住居各室室室温』と『住居各室床近傍室温』に対する『外気温』からの直接効果について，地域別に同時分析により解析した。その結果，外気温の影響力は，どの地域でも『住居各室室温』よりも『住居各室床近傍室温』への直接効果が大きく，省エネ７地域を除き，省エネ地域番号が増加するほど『外気温』からの直接効果が大きくなることが示された（図２)。

『外気温』から，三つの部屋の室温と床近傍室温に対する直接効果について部屋別に分けて解析した。その結果，『外気温』から『脱衣所室温と床近傍室温』に対しては0.53と最も大きな標準化推定値が得られた。一方，『寝室室温と床近傍室温』では0.49であり，『居間室温と床近傍室温』に対しては0.43であった。

Ⅳ　考　　察

1.　外気温と室温の実態

本研究により，冬季の外気温を省エネ地域別でみると地域数が大きくなるほど外気温が有意に高くなり，北海道西地域が包括される省エネ地域２の外気温は，地域３と地域４を除く他の地域と比較して，いずれの時間帯でも統計学的に有意に低いことが示された。よって，南北に長い地理特性，つまり緯度が外気温へと反映されることが推定された。

床上１ｍ室温と床近傍室温の地域別実態では，省エネ地域２の室温は，他の地域に比べて高いものの，居間の床近傍室温のみ省エネ６地域と７地域に比べると低いことが示された。全体的にみて，省エネ地域４の床上１ｍ室温と床近傍室温は，どの部屋でもどの時間帯でも他の地域に比べて有意に低いという結果は，再現性が待たれる。

床上１ｍ室温と床近傍室温を比較すると，いずれの部屋でも，いずれの時間帯でも，床上１ｍ室温よりも床近傍室温が低いことが示された。また省エネ地域２の床上１ｍ室温と床近傍室温の較差が最も大きいことが示された。

各部屋間でみた床上１ｍ室温と床近傍室温の室温較差が最も大きいのは居間と脱衣所との較差であり，時間帯としては夜と在宅中において最も大きな較差がみられた。その理由は，居間は暖房器具の活用によって室温がより暖かく制御される一方で，脱衣所での暖房器具の活用は限定的であった可能性が推定された。

本調査結果は，大中[9]らが報告した室温に関する全国実態調査結果に対して，より大規模な追試によって再現されたものと考察された。今後は，代表性のあるサンプルによる再現性が求められる。

2.　外気温と室温との関連

『外気温』から『各室室温』へ，ないし『床近傍室温』への直接効果は，どの地域でも『床近傍室温』への直接効果が大きく，省エネ７地域を除き，省エネ地域数が増加するほど大きくなった。よって，省エネ地域番号が大きい地域では，住宅の断熱気密性能がより低下しているために外気温から室温への影響力が大きくなる可能性が推定された。

各室床近傍室温の決定係数は47％に対して，各室室温の決定係数は24％であった。よって，室温は床近傍温度に比べて暖房器具の活用によって制御されている可能性が示唆された。

決定係数を高めるためには，外気温から室温と床近傍室温への影響を制御し適温を確保するための断熱性能や気密性能を反映するハード面からみた住宅性能とともに，ソフト面として暖房方法や暖房器具の活用などの詳細な調査内容を追加して解析することによって克服できる可能性がある。今後の研究課題としたい。

Umishio ら[12]は，室温と関連する有意な要因として，年間収入額が低く，こたつを使用していることと，単独居住者であったことを報告していた。よって，床暖房や暖房器具などを活用して室温を高く維持する行動や，その基盤となる社会経済的要因との関連構造を明確にした総合的な解析が今後の研究課題である。

『外気温』から室温と床近傍室温に対する関連性を三つの部屋別に分けて解析すると,『脱衣所室温・床近傍室温』への直接効果が最も大きく，次いで『寝室室温・床近傍室温』,『居間室温・床近傍室温』であった。よって，居間は脱衣所や寝室に比べて暖房器具の活用などによって外気温の影響が小さく抑えられている可能性が推定されたがその解明は今後の課題である。

3.　研究課題

本研究により，冬季では，外気温により各室床上1 m 室温に比べて床近傍室温が影響されやすいこととともに，部屋別では脱衣所が影響されやすい可能性が示されたが，本研究成果の妥当性を高めるためには，上記以外にもいくつかの研究課題がある。まず，対象地域と対象者の選定は，断熱改修を希望した者という対象者の選択バイアスがある調査であり，無作為に抽出した代表性のある選定ではなかった。また，省エネ地域２のサンプル数を拡充するとともに，省エネ１地域や８地域での調査を追加し，同時に冬季以外の季節を含めてランダムサンプリング調査により普遍性と妥当性の高い調査とすることが今後の研究課題である。

また，各部屋別にみた室温と，居住する対象者の血圧や各種有病割合を含む健康度との関連について明確にする研究が期待される。なぜならば，室温と健康に関する先行研究として，断熱性能住宅の健康維持効果[12,15,16]が報告されるとともに，居住の温熱環境が居住者の血圧や過活動膀胱などの健康状態に与える先行研究[17,18]が報告されているからである。

さらに，住居環境とストレスとの関連研究[19]や，居住者の生活様式と事故や健康障害に関する研究[20～22]，も報告されている。今後の研究課題である。

その他の研究課題としては，断面調査だけではなく，追跡調査や介入研究を実施することである。その背景として，断熱・気密性能を向上させることによる健康への介入効果が明確にされていたからである。ニュージーランドにおいて，無作為化された介入研究が実施されている。2001年から各コミュニティから200世帯ずつ希望者を募集し，大規模な介入実証実験が行われた。断熱改修を行った介入住宅と行っていない対照住宅における健康状態の差異を定量的に調査した結果，介入群では欠勤が減少し，主観的健康感が向上したことが報告されていた[23]。

我が国においても，断熱・気密性能向上によって様々な疾病罹患が防止される可能性があることを吉野ら[24,25]が報告していた。東北地方の高断熱・高気密住宅を対象としたアンケート調査を実施し，室内温熱環境の改善により，風邪や肩こりなどの症状が改善されたことが明確にされていた。また羽山ら[26,27]は，人口動態統計を用いて，全国の死亡数と気象データとを対応付けて関連性を分析し，冬季において自宅内で心疾患，脳血管疾患による死亡の危険性が高まることを報告していた。

また，Umishio ら[28]は，断熱改修を実施した介入群と実施しなかった非介入群への家庭血圧の測定を行い，断熱改修により朝・晩の収縮期血圧が有意に低下することを断熱改修による介入効果として報告していた。

本調査研究は，外気温と室温の実態とその関連性を示したのみであり，今後は追跡調査や介入研究により最終効果である健康度の向上に関する因果関係や因果構造を明確にすることが研究課題である。

空調とエネルギー調達と室温を考慮した関連研究も報告されていた。渡辺ら[29]は，空気循環式ソーラーハウスの活用により，冬季室内室温が維持できることを報告していた。また，吉野ら[30]は，夏期の室温が日中に外気温よりも高く，夜間でも室温は低下しない実態を報告し，断熱気密住宅により夏期室温上昇を抑える対策の必要性を報告していた。よって，夏期を含む他の季節での調査を実施することが研究課題である。

換気と室温との関連についても明確にすべきである。有波ら[31]は，通風により室温と外気温の差が１℃以下となる換気回数が１時間当たり20回であることを報告していた。今後の調査項目として換気についても追加して調査すべきである。

さらに，住宅内の化学物質での健康被害に関する

研究[32,33]が報告されていたため，空気質についても考慮する必要がある。また，開放型ストーブ燃焼により発生する微小粒子状物質や水蒸気による結露の問題も居住者の健康にとって重要な課題である。このような総合的な解析は今後の研究課題とする。

V　結　　論

我が国の住宅床近傍室温は，床上1m室温よりも低いことと，居間と脱衣所とでは大きな温度較差がみられた。省エネ地域4の住宅床近傍室温と床上1m室温が最も低いことが示された。室温が外気温から影響される度合いは，省エネ地域7を除き地域番号とともに大きくなることが示された。

本研究の分析は，文部科学省科学研究費補助金・基盤研究（S-17H06151）を活用した。委員長，副委員長を含む著者全員において表示すべきCOIはない。

多くの関係者の継続的かつ組織的なご支援をいただいたことに対して心より感謝し，SWH等推進調査委員会構成員の敬称を除いて以下に示し謝辞としたい。同時に，事務作業をご担当いただいた一般社団法人日本サステナブル建築協会の職員名も敬称を除いて示し謝辞としたい。

2021年3月末現在のSWH等推進調査委員会における，医療・福祉系委員は，秋葉澄伯，有田幹雄，伊賀瀬道也，市場正良，今井奈妙，上村正記，上原裕之，鶯春夫，江里健輔，烏帽子田彰，大塚邦明，小熊祐子，尾島俊之，小野志磨人，小俣芳雄，加藤貴彦，加藤雅彦，久野譜也，久保清景，黒田嘉紀，西條泰明，佐藤一博，柴田英治，塩飽邦憲，菅沼成文，祖父江友孝，嶽﨑俊郎，舘岡敦浩，田中正敏，田邉剛，塚本進，土居弘幸，徳田光章，土橋邦生，永田知里，中村裕之，中山邦夫，野方徳浩，花戸貴司，星出聡，前田隆浩，松田徹，蓑島宗夫，村若尚，矢岳源一郎，山田秀和，吉永美佐子である。

建築系では，岩佐明彦，岩前篤，尾崎明仁，久野覚，熊野稔，小島昌一，白石靖幸，鈴木大隆，清家剛，高木直樹，田島昌樹，田中義人，玉井孝幸，辻充孝，富来礼次，永井久也，西名大作，二宮秀與，長谷川兼一，羽山広文，福島明，堀祐治，松岡拓公雄，三田村輝章，吉田伸治である。

国土交通省からの参加者は，藤田一郎，村上慶裕，下村健太郎，矢部洋士，柳田真俊であり，厚生労働省では，寺井愛，森岡信人である。一般社団法人日本サステナブル建築協会では，井田浩文，吉田昌代，早津隆史であり，継続的事業の推進に対して心から感謝申し上げる。

（受付　2021. 5.28
採用　2021.10.29
J-STAGE早期公開　2022. 1.25）

文　　献

1）国民衛生の動向．東京：厚生労働統計協会．2018/2019; 82–84.
2）櫻井尚子，星　旦二．健康日本21がめざすもの．保健の科学 2003; 552–557.
3）World Health Organization. WHO Housing and Health Guidelines 2018. https://apps.who.int/iris/handle/10665/276001（2021年5月26日アクセス可能）.
4）Jevons R, Carmichael C, Crossley A, et al. Minimum indoor temperature threshold recommendations for English homes in winter —A systematic review. Public Health 2016; 136: 4–12.
5）磯田憲生，萬羽郁子，東実千代，他．自然共生型住宅地における住環境実測調査第14報・冬の温熱環境の経年変化．日本家政学会研究発表要旨集 2011; 63: 263–263.
6）一般財団社団法人・日本サステナブル建築協会．令和元年度国土交通省補助事業 スマートウェルネス住宅等推進補助調査事業報告書．一般財団法人・日本サステナブル建築協会．平成29年度国土交通省補助事業．平成30年3月．2018; 403–444.
7）羽山広文，釜澤由紀，松村亮典，他．気象条件・死亡場所が死亡原因に与える影響，厚生労働統計協会．厚生の指標 2011; 58: 1–6.
8）森　郁恵，都築和代．窓の断熱改修が住宅の温熱環境と居住者の生活および健康に及ぼす影響に関する研究．人間-生活環境系シンポジウム報告集 2013; 37: 241–242.
9）大中忠勝，高橋裕治，栃原　裕，他．冬期における浴室温熱環境の全国調査．人間と生活環境 2007; 14: 11–16.
10）一般財団法人・日本サステナブル建築協会．平成30年度国土交通省補助事業．スマートウェルネス住宅等推進補助事業報告書．2019.3．スマートウェルネス住宅等推進補助事業報告書．一般財団法人・日本サステナブル建築協会．平成28年度国土交通省補助事業．平成29年3月．P28–30.
11）一般社団法人・日本サステナブル建築協会．令和元年度国土交通省補助事業 スマートウェルネス住宅等推進調査事業報告書．2020.3．スマートウェルネス住宅等推進補助事業報告書．一般財団法人・日本サステナブル建築協会．平成29年度国土交通省補助事業．2018; 78–79.
12）Umishio W, Ikaga T, Fujino Y, et al. Disparities of indoor temperature in winter: A cross-sectional analysis of the Nationwide Smart Wellness Housing Survey in Japan. Indoor Air 2020; 30: 1317–1328.
13）山本嘉一郎，小野寺孝義．Amosによる共分散構造分析と解析事例．第2版．京都：ナカニシヤ出版．2002; 11–20
14）朝野熙彦，鈴木督久，小島隆矢．入門共分散構造分析の実際．東京：講談社．2005; 12.20.
15）岩前　篤．断熱性能と健康．日本建築学会環境工学本委員会熱環境運営委員会第40回熱シンポジウム梗概集 2010; 25–28.
16）伊香賀俊治，江口里佳，村上周三，他．健康維持がもたらす間接的便益（NEB）を考慮した住宅断熱の投資評価．日本建築学会環境系論文集 2011; 76: 735–

740.
17） Umishio W, Ikaga T, Kario K, et al. Cross-sectional analysis of the relationship between home blood pressure and indoor temperature in winter: A nationwide Smart Wellness Housing survey in Japan. Hypertension 2019; 74: 756–766.
18） Ishimaru T, Ando S, Umishio W, et al. Impact of cold indoor temperature on overactive bladder: a nationwide epidemiological study in Japan. Urology 2020; 145: 60–65.
19） 堤　仁美，長澤夏子，加藤龍一，他．住環境満足度と居住者のストレス・健康感の関連分析．日本建築学会環境系論文集 2013; 7: 359–366.
20） 高崎裕治，永井由美子，井上　馨，他．冬季における高年者の入浴習慣と入浴事故死亡率の地域差に関連する要因．人間と生活環境 2011; 18: 99–106.
21） 長澤夏子，堤　仁美，松岡由紀子，他．居住環境と家事が慢性疼痛に及ぼす影響の調査と構造分析．日本建築学会環境系論文集 2013; 78: 55–61.
22） 長澤夏子，堤　仁美，松岡由紀子，他．居住環境と家事が慢性腰痛に及ぼす影響の属性別分析．日本建築学会環境系論文集 2013; 78: 655–660.
23） Philippa C, Anna M, Julian C, et al. Effect of insulating existing houses on health inequality: cluster randomized study in the community. British Medical Journal 2007; 32: 80–84.
24） 吉野　博，長谷川兼一．高断熱高気密住宅における熱環境特性と居住者の健康に関する調査．日本建築学会計画系論文報告集 1998; 13–19.
25） 長谷川兼一，吉野　博，石川善美．東北地方を中心とした高断熱高気密住宅の健康性と熱空気環境に関する冬期アンケート調査．日本建築学会学術講演梗概集 1995; 179–180.
26） 羽山広文，釜澤由紀，菊田弘輝．人口動態統計を用いた疾病発生に関する研究 その 3 血管疾患と心疾患について．空気調和・衛生工学会大会学術講演論文集 2010; 1419–1422.
27） 羽山広文，釜澤由紀：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．日本公衆衛生学会総会抄録集 2009; 234.
28） Umishio W, Ikaga T, Kario K, et al. Intervention study of the effect of insulation retrofitting on home blood pressure in winter a nationwide Smart Wellness Housing survey. Journal of Hypertension 2020; 38: 2510–2518.
29） 渡辺俊行，林　徹夫，龍　有二，他．空気循環式ブリックソーラーハウスの開発．住宅総合研究財団研究年報 1999; 25: 223–234.
30） 吉野　博，澤田紘次，二郷　精，他．東北地方における高断熱高気密住宅の健康性とエネルギー効率から見た評価．住宅総合研究財団研究年報 1995; 21: 373–382.
31） 有波裕貴，赤林伸一，坂口　淳．戸建て住宅を対象とした通風性能評価に関する研究 その22 戸建て住宅の有効換気回数と有効窓面積率に関する研究．日本建築学会北陸支部研究報告集 2011; 215–218.
32） 吉野　博，中村安季，池田耕一，他．シックハウスにおける室内環境と居住者の健康に関する調査研究―その 1 宮城県内の62軒の住宅における調査結果―．日本建築学会環境系論文集 2009; 74: 803–809.
33） 吉野　博，中村安季，安藤直也，他．シックハウスにおける室内環境と居住者の健康に関する調査研究―その 2 宮城県内の30軒を中心とした住宅における長期継続観察―．日本建築学会環境系論文集 2010; 7: 705–712.

Descriptive epidemiology of winter indoor and outdoor temperatures and their relationships based on SWH survey

Tanji HOSHI*, Toshiharu IKAGA[2*], Wataru UMISHIO[3*], Yoshihisa FUJINO[4*], Shintaro ANDO[5*] and Takesumi YOSHIMURA[6*]

Key words：Room temperature, Room temperature near the floor, Outdoor temperature, Winter, Climate areas, Covariance structure analysis

Objectives The purpose of this study was to make clear the descriptive epidemiology and the relationship between the room temperature of living room, bedroom, dressing room, and outdoor during winter, based on the climate areas in Japan.

Methods This study targeted 3,781 people, survey for 5 years from 2014, based on the Smart Wellness Housing (SWH) project, which was carried out nationwide with the support of the Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism. During winter, we recorded the outdoor temperature and living room, bedroom, and dressing room temperatures at 1 m above the floor and near the floor for two weeks. Covariance structure analyses were used to clarify the relationship between room temperature and outdoor temperature based on six climate areas in Japan. The analyses were performed using SPSS22.0 and AMOS22.0 for Windows.

Results The temperature near the floor inside the house was lower than the room temperature at 1 m above the floor, and both the room and near the floor temperature in the morning tended to be the lowest. The temperature disparity between the dressing room and living room was the largest. Based on climate areas, the room temperature in the Area 2 was the highest, while the room temperature in the Area 4 was the lowest. The outdoor temperature was more closely associated with the room temperature near the floor than the room temperature at 1 m above the floor, especially in the southern Areas, except Area 7.

Conclusion The temperature near the floor inside the house was lower than room temperature at 1 m above the floor. The temperature disparity between dressing room and living room was the largest. The room temperature and near the floor temperature were lowest in the energy-saving Area 4. The outdoor temperature was more closely associated with the room temperature near the floor than the room temperature at 1 m above the floor, especially in the southern Areas, except Area 7.

* Tokyo Metropolitan University
[2*] Department of System Design Engineering, Faculty of Science and Technology, Keio University
[3*] Department of Architecture and Building Engineering, School of Environment and Society, Tokyo Institute of Technology
[4*] Department of Environmental Epidemiology, Institute of Industrial Ecological Sciences, University of Occupational and Environmental Health
[5*] Department of Architecture, Faculty of Environmental Engineering, The University of Kitakyushu
[6*] University of Occupational and Environmental Health