

特集：建築衛生

<総説>

健康と安全を支える住環境

羽山広文¹⁾, 斉藤雅也²⁾, 三上遥³⁾

¹⁾ 北海道大学大学院工学研究院

²⁾ 札幌市立大学大学院デザイン研究科

³⁾ 北海道大学大学院工学院

Thermal environment for health and safety

Hirohumi HAYAMA¹⁾, Masaya SAITO²⁾, Haruka MIKAMI³⁾

¹⁾ Faculty of Engineering, Hokkaido University

²⁾ School of Design, Sapporo City University

³⁾ Graduate School of Engineering, Hokkaido University

抄録

季節と健康に関する研究は生気象学・公衆衛生学に関する分野であり、既に多くの研究がなされている。しかし、自宅における死亡実態の把握は十分でなく、また冬期に心疾患や脳血管疾患が多いことが分かっても、具体的な対策は十分とはいえない。本研究では、①人口動態統計を用いた分析による住環境と死亡の関係の明確化、②居住者を対象にした住環境変化による身体へ与える影響の実態把握、③室温確保に必要な住戸の断熱性能・必要なエネルギー消費量把握までを一貫して行い、安全と健康に配慮した住環境計画の指標作成を目的に以下の事項を実施した。

- (1) 厚生労働省より人口動態統計データを入手し、死因と気象条件の関連性を死亡場所別、地域別に分析した。これにより、住宅の熱性能と自宅での死亡率の変化を明らかにした。
- (2) 在宅医療・看護を実施している医療機関の協力を得て、室内温熱環境と生理データ（血圧、心拍数）を同時に計測し、室内温熱環境が身体へ与える影響を把握した。
- (3) 住宅内の室温分布データを活用し、室温分布発生の要因分析を行い、室温確保に必要な住戸の断熱性能・必要なエネルギー消費量を把握した。
- (4) 安全と健康に配慮した住宅計画・住環境計画の指標を提案した。

キーワード：健康と安全，人口動態統計，アメダス気象データ，室内温熱環境

Abstract

A number of studies concerned with health and seasonal weather conditions in fields relating to biometeorology and public health have been conducted. However, the actual circumstances of deaths in the home are still not fully understood, and although heart disease and cerebrovascular disease are known to be common during the winter, there is still a lack of specific measures for addressing these trends. In order to create guidelines for residential environment planning that consider health and

連絡先：羽山広文

〒060-8628 北海道札幌市北区北13西8

Kita 13, Nishi 8, Kita-ku, Sapporo, Hokkaido, 060-8628, Japan.

Tel: 011-706-6249

Fax: 011-706-7828

E-mail: hayama@eng.hokudai.ac.jp

[平成26年6月27日受理]

safety, in this study we performed a systematic investigation aimed at (a) clarifying the relationships between residential environments and deaths utilizing demographic statistics, (b) understanding the actual physical effects on residents undergoing a change of residential environment, and (c) ascertaining the insulation performance and energy consumption needed to keep individuals' residences at room temperature. This included the following steps:

- (1) We obtained demographic statistical data from the Ministry of Health, Labour and Welfare, and analyzed the relevance of causes of death and weather conditions for deaths in different regions and locations. In this way, we clarified the thermal performance of residential buildings and the variation of home death rates.
- (2) With the cooperation of medical institutions involved in home care and nursing, we took simultaneous measurements of indoor temperature environments and physiological data (blood pressure, heart rate) to understand how the body is affected by the indoor thermal environment.
- (3) Using data on the distribution of room temperatures inside residences, we analyzed the factors contributing to the occurrence of temperature distributions and ascertained the insulation performance and energy consumption needed to maintain the room temperature.
- (4) We prepared guidelines for the planning of residential buildings and residential environments that take health and safety into consideration.

keywords: health and safety, demographic statistical data, AMeDAS weather data, indoor thermal environment

(accepted for publication, 27th June 2014)

I. 研究の背景と目的

住宅は人々の生活の基盤を支える重要な役割を担っており、高齢化社会へ向かいつつある今日、安全で快適な温熱環境が望まれている。「有名人は冬死ぬ」とは、季節病カレンダー [1] を作成した気象学者、初山政子氏の言葉である。これは、1960年代、死因と気象条件の関係を克明に分析し、季節毎に死亡率の高い病名を反映したものである。戦後徐々に季節変動が緩和傾向となり、建築のシェルターとしての性能向上が要因であると考察されているが、諸外国と比較しても冬期に死亡率が高いのは、室内温度が十分に確保できていないことも一因と考えられる。

季節と健康に関する研究は生気象学・公衆衛生学に関する分野であり、既に多くの研究がなされている。しかし、自宅における冬期の疾患別の死亡実態の把握は十分でなく、また冬期に心疾患や脳血管疾患が多いことが分かっても、具体的な対策は十分とはいえない。本研究では、以下の事項を目的に研究を進めた。

- (1) 人口動態統計を用いた分析による住環境と死亡の関係の明確化
- (2) 居住者を対象にした住環境変化による身体へ与える影響の実態把握
- (3) 室温確保に必要な住戸の断熱性能・必要なエネルギー消費量把握、安全と健康に配慮した住環境計画の指標作成

II. 統計データから導く健康と安全の実態

1. 人口動態統計を用いた分析

住宅において、急病や事故による負傷の発生時期、場所、発生頻度を知ることは、住宅の安全で快適な環境を検討する上で重要である。ここでは、厚生労働省統計データの人口動態調査の結果を用い、季節による傷病発生や死亡率の関係について示す。

調査資料には2003～2010年の人口動態統計死亡票 [2] (表1)、および日本全国における47都道府県の各市町村別のアメダス気象データ [3] を用いた。また、死亡票に記録された死亡原因はICD-10に従い分類される。特に、季節による死亡率の変動が大きい心疾患、脳血管疾患、呼吸器疾患、不慮の溺死・溺水(以後4疾患と称す)を中心に取り扱い(図1, 表2)、2003～2010年における4疾患の月毎にデータを算出し、自宅、病院毎に分析し

表1 死亡票記録項目

調査年	2003～2010年(8年分)
現住所	都道府県, 市町村
性別	男性, 女性
死亡時刻	年, 月, 日, 時, 分
死亡場所	病院, 診療所, 介護老人施設, 助産所, 老人ホーム, 自宅, その他
事件本人の年齢	歳
死因分類	ICD-10に基づく疾病分類

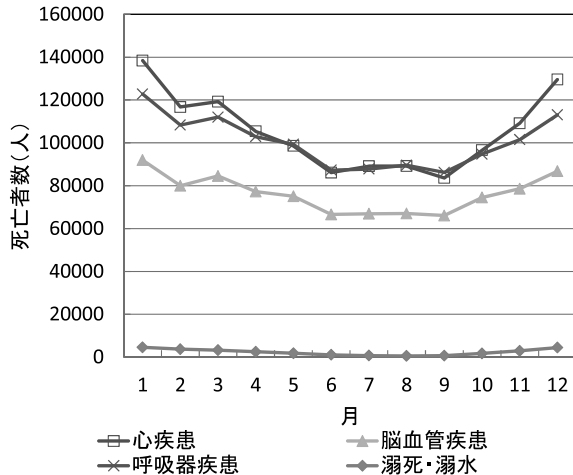


図1 月平均気温と65歳以上での月死亡率 [4]

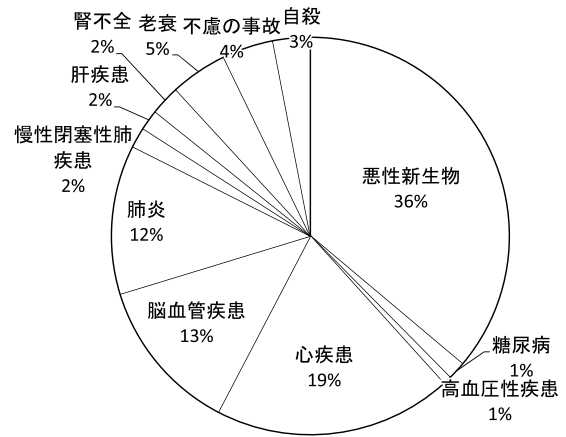


図2 死因割合 (平成22年) [4]

表2 死因簡単分類

死因 簡単分類 コード	死因
1000	感染症及び寄生虫症
2000	新生物
3000	血液及び造血器の疾患並びに免疫機構の障害
4000	内分泌、栄養及び代謝疾患
5000	精神及び行動の障害
6000	神経系の疾患
7000	眼及び付属器の疾患
8000	耳及び乳様突起の疾患
	循環器系の疾患
9100	高血圧性疾患
9200	心疾患 (高血圧性を除く)
9300	脳血管疾患
9400	その他の循環器系疾患
10000	呼吸器系の疾患
11000	消化器系の疾患
12000	皮膚及び皮下組織の疾患
13000	筋骨格系及び結合組織の疾患
14000	尿路性器系の疾患
15000	妊娠、分娩及び産後
16000	周産期に発生した病態
17000	先天奇形、変形及び染色体異常
18000	症状、徴候及び異常臨床所見・異常検査所見で他に分類されないもの
	傷病及び死亡の外因
	不慮の事故
20100	20101 交通事故
20100	20103 不慮の溺死及び溺水
20200	自殺
20300	他殺

た。なお、不慮の溺死・溺水については死因分類をW65 (浴槽内での不慮の溺死・溺水)、W66 (浴槽への転落による不慮の溺死・溺水) を入浴死として取り扱った。

全死因のうち本研究で取り扱う死因が占める割合を示す (図2)。主な死因の第1位は悪性新生物で全体の約4割を占めている。悪性新生物を除くと4疾患が残りの約8割を占め、心疾患が第1位、脳血管疾患が第2位、循環器系の疾患が第3位、不慮の溺死・溺水は少ないが、交通事故による死亡の割合と同程度となっている。

2. 気象データと死亡データの関係性 [6]

(1) 全国の月平均外気温と65歳以上での月死亡率

ここでは県庁所在地の気象データから月平均外気温と月死亡率の相互の関係性を評価するため、市町村毎の日死亡者数で加重平均をとった日平均外気温を使用し、日々の死亡者数で重み付けをした都道府県の月平均外気温を算出し分析を行った。算出は(1)、(2)式を用いた (以降、死亡者重み付け月平均外気温を月平均外気温と称する)。また、1か月分の日死亡率を積算したものを月死亡率とし(3)式に示す。

$$K_{nk} = \frac{\sum_{s=1}^{1742} (K_{ns} \times I_{ns})}{I_{nk}} \quad (1)$$

$$K_{tk} = \frac{\sum_{k=1}^{47} (K_{nk} \times I_{nk})}{I_{tk}} \quad (2)$$

$$R_t = \sum_{k=1}^{47} \frac{I_{nk}}{J_k} \quad (3)$$

K_{nk} : 死亡者重み付けした都道府県別の日平均外気温 [°C]

K_n : 日平均外気温 [°C]

I_n : 日死亡者数 [人]

K_{tk} : 死亡者重み付けした都道府県別の月平均外気温 [°C]

I_t : 月死亡者数 [人]

s : 各市町村番号 (全1742市町村)

k : 各都道府県番号 (全47市町村)
 R_t : 月死亡率[人/10万人]
 J : 65歳以上人口[人]

以上の式より得られた全国の月平均外気温と65歳以上での月死亡率の関係性を4疾患毎に死亡場所別で示した(図3, 4, 5)。この結果, 自宅, 病院とも月平均外気温が低下すると月死亡率は上昇した ($p < 0.01$ で有意)。また, 自宅の場合は4疾患とも8°C以下の際, 心疾患では25°C以上でもその傾向が見られた ($p < 0.01$ で有意)。心疾患は8.0°C以下で8°C~25°Cに比べ約2.5倍, 脳血管疾患は5.0°C以下でそれまでの約8倍, 呼吸器疾患は7.0°C以下でそれまでの約6倍, 溺死・溺水は7.3°C以下でそれまでの約4倍まで上昇した。これは, 住宅の断熱性能が不十分で冬期の室温が上がりず, 高齢者の身体へ

悪影響を及ぼしたためと考えられる。

気象庁による地方分類を参考に全国を10の地方に分け, 前節と同様の方法で回帰係数を算出した(表3)。なお, ここでは検定の多重性については配慮していない。また, 判定はP値を用いている。検討の結果, 全ての地方, 疾患で月平均外気温と月死亡率の間に負の相関が見られた(北海道の呼吸器疾患・自宅は $p < 0.05$, 他は $p < 0.01$ で有意)。全体的に東海, 中国, 四国などの西日本における外気温の影響度が高かった。自宅に関しては近畿地方, 溺死・溺水に関しては九州・沖縄で外気温が高い影響を及ぼした。一方, 北海道では4疾患全てにおいて最も影響度が低かった。これは, 北海道が積雪寒冷地であることにより, 建築の高断熱化が進んでいるためと考えられる。

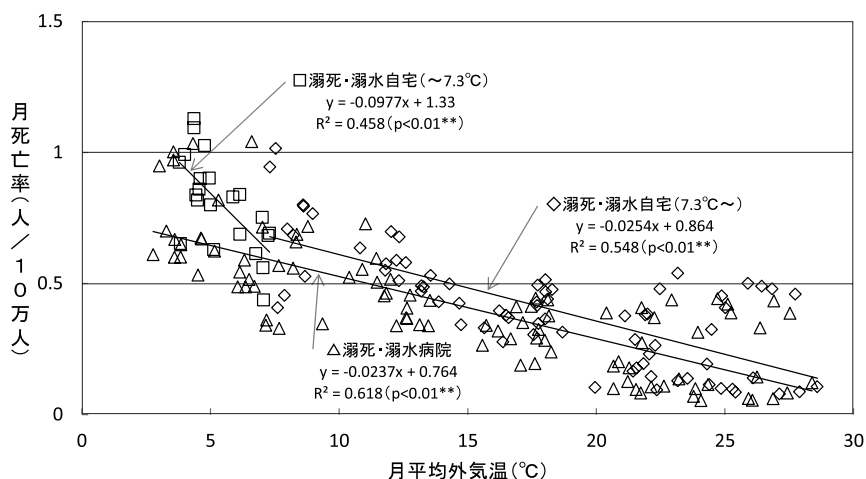


図3 月平均外気温と月平均死亡率の関係 (溺死・溺水)

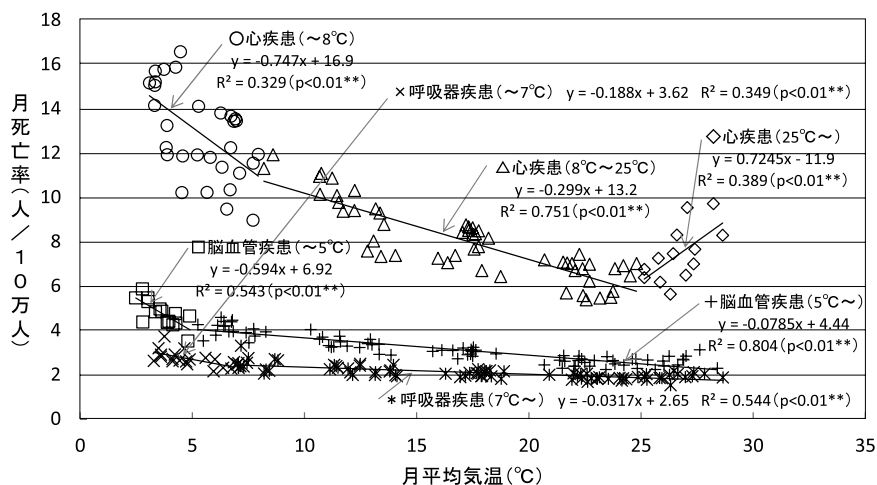


図4 自宅における月平均外気温と月平均死亡率の関係 (心疾患, 脳血管疾患, 呼吸器疾患)

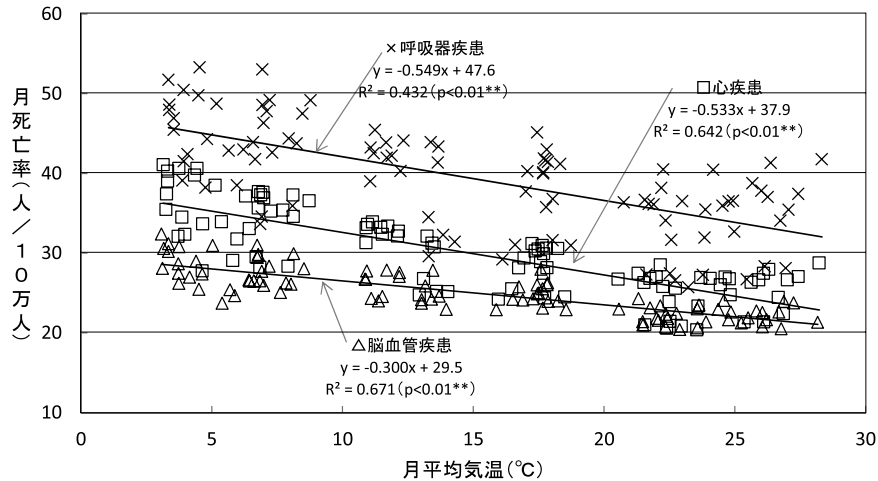


図5 病院における月平均外気温と月平均死亡率の関係（心疾患，脳血管疾患，呼吸器疾患）

表3 地方別月平均外気温と65歳以上の月死亡率の回帰係数

順位	心疾患			脳血管疾患			呼吸器疾患			溺死・溺水						
	病院		自宅	病院		自宅	病院		自宅	病院		自宅				
	地方	判定 回帰係数	地方 判定 回帰係数	地方 判定 回帰係数	地方 判定 回帰係数	地方 判定 回帰係数	地方 判定 回帰係数	地方 判定 回帰係数	地方 判定 回帰係数	地方 判定 回帰係数	地方 判定 回帰係数					
1	東海 **	-0.630	四国 **	-0.410	四国 **	-0.348	四国 **	-0.519	四国 **	-0.662	北陸 **	-0.057	東海 **	-0.033	近畿 **	-0.042
2	四国 **	-0.614	近畿 **	-0.384	東海 **	-0.343	東海 **	-0.157	九州・沖縄 **	-0.645	近畿 **	-0.048	九州・沖縄 **	-0.033	九州・沖縄 **	-0.037
3	関東 **	-0.601	中国 **	-0.355	中国 **	-0.329	中国 **	-0.143	近畿 **	-0.619	東海 **	-0.044	北陸 **	-0.027	関東 **	-0.033
4	九州・沖縄 **	-0.544	東北 **	-0.326	九州・沖縄 **	-0.323	関東 **	-0.108	東海 **	-0.599	中国 **	-0.044	甲信 **	-0.026	北陸 **	-0.029
5	甲信 **	-0.536	甲信 **	-0.324	関東 **	-0.323	九州・沖縄 **	-0.103	中国 **	-0.573	関東 **	-0.041	関東 **	-0.025	東海 **	-0.019
6	中国 **	-0.511	東海 **	-0.322	近畿 **	-0.287	近畿 **	-0.102	関東 **	-0.557	東北 **	-0.036	東北 **	-0.023	中国 **	-0.017
7	近畿 **	-0.502	関東 **	-0.301	東北 **	-0.280	甲信 **	-0.099	甲信 **	-0.486	甲信 **	-0.035	四国 **	-0.019	東北 **	-0.015
8	東北 **	-0.482	北陸 **	-0.242	甲信 **	-0.278	東北 **	-0.086	東北 **	-0.461	九州・沖縄 **	-0.034	近畿 **	-0.015	甲信 **	-0.013
9	北陸 **	-0.399	九州・沖縄 **	-0.235	北陸 **	-0.224	北陸 **	-0.084	北陸 **	-0.404	四国 **	-0.031	中国 **	-0.012	四国 **	-0.012
10	北海道 **	-0.241	北海道 **	-0.132	北海道 **	-0.148	北海道 **	-0.049	北海道 **	-0.221	北海道 *	-0.008	北海道 **	-0.007	北海道 **	-0.005

** : 1%有意 * : 5%有意

(2) 都道府県の月平均外気温と65歳以上の月死亡率

都道府県毎に前節までと同様の形式で月平均外気温と65歳以上の月死亡率について相関の有無を検定し、回帰係数を算出した。この回帰係数は外気温度の低下による死亡率上昇の傾向を表し、その値が低い都道府県ほど月平均外気温の影響が大きいと判断することができる。死亡場所別（病院・自宅）で分析した（表4）。

4疾患とも月平均外気温と月死亡率が負の相関関係にある（ $p < 0.01$ ，溺死・溺水は一部 $p < 0.05$ で有意， $p > 0.05$ ）。4疾患全てにおいて和歌山県は順位が高い傾向があった。三重県でも同様の傾向が見られ、逆に、北海道では4疾患とも低い順位となっていた。岐阜県では心疾患，脳血管疾患，呼吸器疾患で高い順位を示し、福島県，栃木県では心疾患，脳血管疾患で高い順位となった。溺死・溺水のみを見ると、福岡県と神奈川県で外気温の影響を受けやすい。

III. 医療機関と連携した調査 [7]

1. 調査概要

疾患による死亡の発生は冬期に集中し、その内訳の多くを高齢者が占めている。高齢者の死は住宅の低断熱性に起因する可能性があることを指摘し、血圧と室温との関係があることを示している [4, 5]。特に、福井の住宅内室温と外気温に相関がみられ、気温の高さによって血圧に差がでることが確認されている。ここでは、兵庫において同様の実測を行い、既往研究と比較した。また、高齢者の主な死因である心疾患，脳血管疾患の多くは高血圧等の血圧異常，急激な血圧変化が発症の原因とされている。そのため、主に気温と血圧の関係について解析した。

実測概要を示す（表5）。実測は夕張市，福井市でも実施しているが、ここでは特に兵庫県南部における各医

表4 都道府県別月平均外気温と65歳以上での月死亡率の回帰係数

順位	心疾患病院		心疾患自宅		脳血管疾患病院		脳血管疾患自宅		呼吸器疾患病院		呼吸器疾患自宅		溺死・溺水病院		溺死・溺水自宅	
	都道府県	回帰係数	都道府県	回帰係数	都道府県	回帰係数	都道府県	回帰係数	都道府県	回帰係数	都道府県	回帰係数	都道府県	回帰係数	都道府県	回帰係数
1	三重	-0.716	奈良	-0.573	鹿児島	-0.432	福島	-0.196	三重	-0.747	富山	-0.076	福岡	-0.053	福岡	-0.085
2	岐阜	-0.691	香川	-0.477	鳥根	-0.396	長野	-0.179	鹿児島	-0.737	奈良	-0.071	佐賀	-0.051	神奈川	-0.084
3	和歌山	-0.684	愛媛	-0.465	山口	-0.388	山形	-0.163	和歌山	-0.721	鳥取	-0.066	秋田	-0.047	三重	-0.055
4	鹿児島	-0.660	山梨	-0.447	鳥取	-0.387	茨城	-0.154	宮崎	-0.712	山形	-0.063	神奈川	-0.047	山梨	-0.051
5	愛媛	-0.653	山口	-0.446	岐阜	-0.385	岩手	-0.150	高知	-0.708	沖縄	-0.063	愛知	-0.040	大阪	-0.048
6	栃木	-0.638	福島	-0.441	宮崎	-0.377	栃木	-0.146	福岡	-0.706	山梨	-0.062	鳥取	-0.037	兵庫	-0.044
7	愛知	-0.636	和歌山	-0.414	大分	-0.370	宮城	-0.142	香川	-0.688	福井	-0.061	福島	-0.035	群馬	-0.044
8	福島	-0.631	京都	-0.408	愛知	-0.363	新潟	-0.141	奈良	-0.664	新潟	-0.058	長崎	-0.034	福井	-0.044
9	宮崎	-0.628	栃木	-0.401	東京	-0.357	和歌山	-0.139	岐阜	-0.659	鳥根	-0.057	和歌山	-0.033	富山	-0.037
10	高知	-0.626	千葉	-0.389	徳島	-0.348	滋賀	-0.138	山口	-0.646	岐阜	-0.056	福井	-0.032	和歌山	-0.035
11	千葉	-0.618	鳥根	-0.382	栃木	-0.347	秋田	-0.129	愛媛	-0.644	兵庫	-0.055	長野	-0.031	宮城	-0.032
12	茨城	-0.610	鳥取	-0.373	高知	-0.346	静岡	-0.125	兵庫	-0.642	徳島	-0.055	群馬	-0.031	宮崎	-0.031
13	東京	-0.610	三重	-0.365	和歌山	-0.345	鳥根	-0.125	長崎	-0.637	静岡	-0.053	静岡	-0.029	広島	-0.029
14	兵庫	-0.606	広島	-0.353	山梨	-0.341	京都	-0.124	大分	-0.637	佐賀	-0.052	山形	-0.026	東京	-0.027
15	長崎	-0.603	岩手	-0.349	三重	-0.339	神奈川	-0.116	佐賀	-0.630	三重	-0.051	兵庫	-0.026	奈良	-0.027
16	香川	-0.598	宮崎	-0.346	愛媛	-0.339	鳥取	-0.111	鳥根	-0.623	茨城	-0.050	熊本	-0.026	徳島	-0.026
17	広島	-0.575	滋賀	-0.338	石川	-0.335	岡山	-0.108	愛知	-0.622	滋賀	-0.047	茨城	-0.026	石川	-0.025
18	埼玉	-0.574	佐賀	-0.330	佐賀	-0.333	愛知	-0.107	京都	-0.604	和歌山	-0.047	富山	-0.025	山形	-0.022
19	大分	-0.573	大阪	-0.320	沖縄	-0.331	奈良	-0.106	茨城	-0.602	大阪	-0.046	鹿児島	-0.024	新潟	-0.020
20	群馬	-0.564	岐阜	-0.320	千葉	-0.329	岐阜	-0.106	大阪	-0.594	神奈川	-0.046	宮城	-0.020	静岡	-0.019
21	鳥取	-0.547	高知	-0.315	福島	-0.328	徳島	-0.105	広島	-0.587	群馬	-0.045	愛媛	-0.019	岡山	-0.018
22	神奈川	-0.546	大分	-0.313	香川	-0.326	高知	-0.104	福島	-0.582	香川	-0.045	東京	-0.019	佐賀	-0.017
23	佐賀	-0.533	石川	-0.302	長崎	-0.325	兵庫	-0.097	栃木	-0.580	宮崎	-0.045	千葉	-0.018	高知	-0.016
24	奈良	-0.531	徳島	-0.298	兵庫	-0.313	千葉	-0.096	千葉	-0.574	石川	-0.044	埼玉	-0.016	滋賀	-0.016
25	鳥根	-0.527	山形	-0.297	群馬	-0.306	東京	-0.095	鳥取	-0.567	千葉	-0.043	岩手	-0.016	大分	-0.016
26	長野	-0.519	静岡	-0.293	福岡	-0.302	長崎	-0.094	東京	-0.561	東京	-0.042	栃木	-0.016	愛知	-0.014
27	山梨	-0.517	茨城	-0.290	茨城	-0.297	三重	-0.092	福井	-0.561	宮城	-0.040	大分	-0.016	鳥取	-0.014
28	福岡	-0.512	長崎	-0.283	神奈川	-0.297	山口	-0.089	山梨	-0.544	広島	-0.039	岐阜	-0.015	鹿児島	-0.013
29	京都	-0.506	兵庫	-0.278	埼玉	-0.296	群馬	-0.088	富山	-0.543	長崎	-0.039	三重	-0.015	長野	-0.013
30	宮城	-0.502	宮城	-0.277	山形	-0.292	富山	-0.083	沖縄	-0.536	福島	-0.039	広島	-0.015	秋田	-0.012
31	福井	-0.494	埼玉	-0.277	広島	-0.288	大分	-0.077	群馬	-0.526	大分	-0.038	香川	-0.013	山口	-0.012
32	静岡	-0.484	鹿児島	-0.276	岩手	-0.285	広島	-0.077	埼玉	-0.521	鹿児島	-0.036	山梨	-0.013	福島	-0.012
33	滋賀	-0.473	長野	-0.263	富山	-0.284	愛媛	-0.077	滋賀	-0.520	栃木	-0.035	徳島	-0.013	鳥根	-0.011
34	山口	-0.461	福井	-0.256	大阪	-0.283	埼玉	-0.075	徳島	-0.515	愛知	-0.035	岡山	-0.012	京都	-0.010
35	山形	-0.459	群馬	-0.249	奈良	-0.262	福井	-0.075	神奈川	-0.510	埼玉	-0.035	青森	-0.011	栃木	-0.009
36	岩手	-0.457	愛知	-0.242	長野	-0.251	青森	-0.074	山形	-0.489	熊本	-0.035	高知	-0.011	香川	-0.008
37	徳島	-0.452	熊本	-0.239	宮城	-0.248	鹿児島	-0.072	石川	-0.438	山口	-0.034	宮崎	-0.011	長崎	-0.008
38	石川	-0.452	東京	-0.226	静岡	-0.247	山梨	-0.071	長野	-0.438	京都	-0.033	鳥根	-0.009	千葉	-0.006
39	沖縄	-0.418	秋田	-0.224	京都	-0.243	香川	-0.056	秋田	-0.429	岡山	-0.033	北海道	-0.009	埼玉	-0.005
40	富山	-0.409	新潟	-0.212	滋賀	-0.240	沖縄	-0.054	岩手	-0.421	岩手	-0.027	奈良	-0.008	熊本	-0.005
41	熊本	-0.391	青森	-0.202	秋田	-0.239	佐賀	-0.048	静岡	-0.413	愛媛	-0.027	山口	-0.005	岩手	-0.004
42	大阪	-0.381	岡山	-0.189	青森	-0.235	大阪	-0.047	熊本	-0.408	長野	-0.025	新潟	-0.005	北海道	-0.004
43	岡山	-0.372	神奈川	-0.166	岡山	-0.234	北海道	-0.045	青森	-0.382	福岡	-0.021	石川	-0.005	愛媛	-0.004
44	秋田	-0.339	福岡	-0.140	熊本	-0.230	石川	-0.044	宮城	-0.378	青森	-0.019	滋賀	-0.004	茨城	-0.003
45	青森	-0.306	富山	-0.135	福井	-0.206	宮崎	-0.042	岡山	-0.371	高知	-0.013	大阪	-0.003	岐阜	-0.002
46	新潟	-0.279	沖縄	-0.133	北海道	-0.153	熊本	-0.036	新潟	-0.225	秋田	-0.012	沖縄	-0.002	沖縄	-0.001
47	北海道	-0.235	北海道	-0.130	新潟	-0.122	福岡	-0.033	北海道	-0.221	北海道	-0.007	京都	0.004	青森	0.002

1%有意 5%有意 左記以外

表5 実測概要

実測期間	夕張市：2009年11月～2010年2月, 6月～11月 福井市：2011年8月～12月, 兵庫県南東部（神戸市, 明石市, 加古郡）：2012年8月～2013年1月
被験者	夕張市：34人, 福井市：43人 兵庫県南東部：42人
実測方法	夕張市：夕張医療センターによる在宅医療時 福井市：オレンジホームケアクリニック 兵庫県南東部：(医社)阿部医院
生理データ	血圧（収縮期血圧, 拡張期血圧）[mmHg], 脈拍 [bpm], SpO2 [%], 呼吸数 [回/分], 着衣量 [clo]
温湿度	生理データ測定時の室温 [°C], 相対湿度 [%], 外気温度：最寄りのアメダス気象データ [°C]
建築データ	住宅築年数 [年], 間取り, 構造種別, 暖房方式, エネルギー消費量

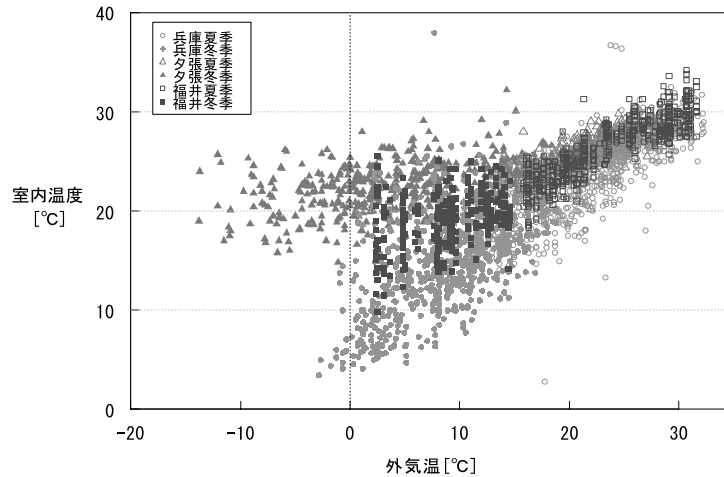


図6 外気温度と室温の関係

療機関が実施した在宅医療時に計測された生理データおよび室内温室データ、計42人分の内、夏期から冬期にかけて欠損のない39人分のデータを使用する。分析するにあたり、日平均外気温度が15℃以上の場合を夏期、15℃未満の場合を冬期と分類した。

2. 分析結果

(1) 外気温度と室温

夕張、福井、兵庫の生理データ測定時の室温と日平均外気温度の関係では夏期において、3地域ともに外気温度が高くなると室温も高くなり、相関が見られた(図6)。しかし、夕張の冬期では外気温度と室温に相関は見られず、室温が20℃以上の範囲に多く分布している。一方、福井、兵庫の冬期においては日平均外気温度が低くなるにつれ室温も低くなった。福井、兵庫を比較すると兵庫の回帰係数は福井よりも大きく、外気温度の影響をより強く受けていることが確認された。冬期で室温に差ができた要因として、兵庫・福井ではこたつや電気ヒーター等の局所暖房の使用が一般的であるが、夕張では全室暖房が普及しているためと考えられる。

(2) 室温変動と血圧変動

血圧は「収縮期血圧(最高血圧)」、「拡張期血圧(最低血圧)」を測定した。室温の影響をより受けやすく、変化量が大きいと考えられる収縮期血圧を本研究での分析に利用する。収縮期血圧は既往症の有無などにより個人差が大きく、血圧の絶対値で比較することは難しい。その個人差を軽減するため、収縮期血圧測定値と各被験者の収縮期血圧平均値(以降、血圧平均値とする)の差を室温区分毎に平均した値を使用した。室温が低下するほど血圧平均値との差が大きくなった(図7)。13℃未満では血圧平均値より7.0mmHg大きくなるが、25℃以上では5mmHg小さくなった。また図8の結果を用いて帰無仮説 $H_0: \mu = 0$ 、対立仮説 $H_1: \mu > 0$ (25℃未満)、 $\mu < 0$ (25℃以上)として両側t検定を行なった。その結

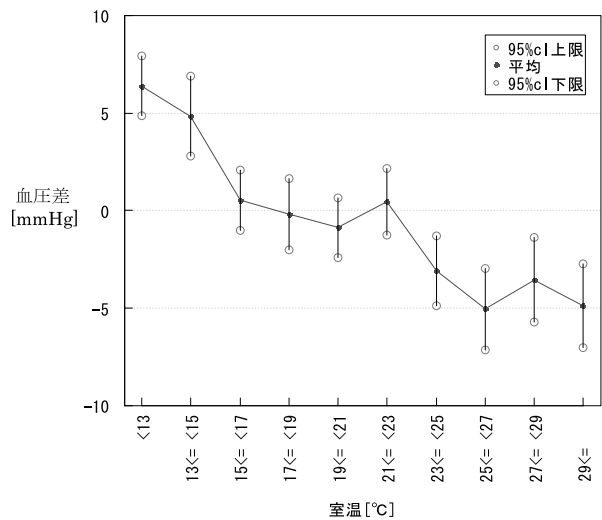


図7 室温と血圧差(収縮期血圧-血圧平均値)

果、15℃以上17℃未満、17℃以上19℃未満、19℃以上21℃未満、21℃以上23℃未満以外の区分で有意な差がみられた。

室温区分毎に収縮期血圧値を測定値を超えた被験者の割合と23℃以上25℃未満の室温区分を基準にしたオッズ比を算出した(図8)。室温が低下するほど割合は増加していき13℃未満では75%になる。またオッズ比は最大で13℃以上15℃未満の3.0となり、平均血圧より測定値が大きくなるリスクが23℃以上25℃未満にくらべ13℃未満で3.0倍高いことを示している。

また、収縮期血圧が140mmHg以上となる被験者の割合と23℃以上25℃未満を基準にしたオッズ比を算出した(図9)。140mmHgは日本高血圧治療ガイドラインが高血圧として指定する値である。室温の低下にともない、140mmHgを超える頻度は徐々に増加し最大で13℃未満

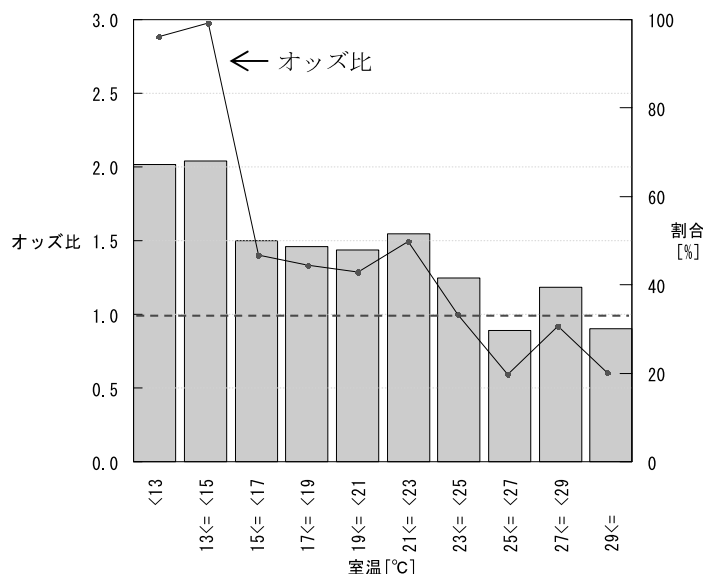


図8 収縮期血圧が血圧平均値を超過する頻度

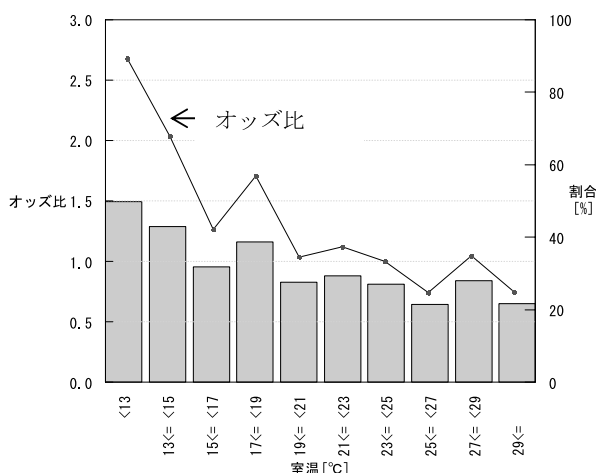


図9 血圧測定値が140mmHgを超える頻度

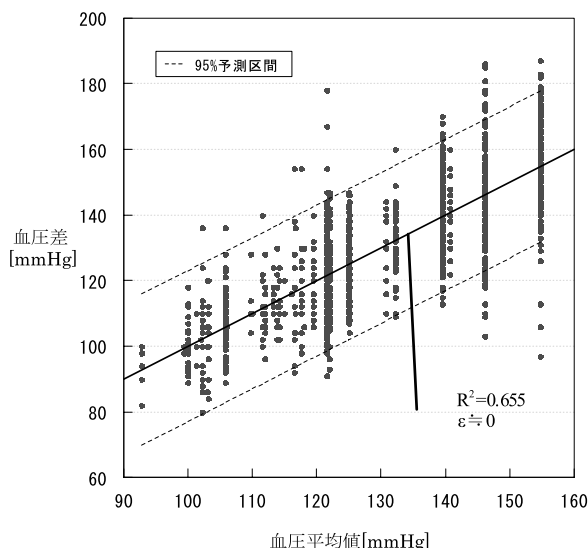


図10 血圧平均値と血圧差（収縮期血圧－血圧平均値）の関係

で50%になる。また、オッズ比は最大で13℃未満の2.7となり、23℃以上25℃未満に比べ13℃未満でリスクが2.7倍高いことを示している。

(3) 重回帰分析と季節による変動

血圧平均値と血圧測定値の関係より95%予測区間の幅は約60mmHgであった(図10)。この収縮期血圧のばらつきに室温が与える影響を把握するため重回帰分析を行った。標準偏回帰係数より算出した各変数の寄与率は室温：38%，平均血圧：62%であり、自由度調整済決定係数は0.689であった。

3. 住環境の意識調査

兵庫県南東部の調査に際し、16人の被験者に住まいの

住環境意識調査を実施した。調査項目は表6に示す24項目とした。調査対象の属性データなどを表7に示す。

図11、冬期の室内温熱評価では、居間、洗面所、廊下、足元の評価が4（まあまあ良い）を下回っているが、他の項目は概ね4程度の評価になっており、建物全体の評価では、居間、乾燥感、西日の項目が4（まあまあ良い）を下回っている。すべての被験者が温熱便座を使用しており、トイレに関して、トイレ自体は寒いが便座の温度が高いため、「不満」ではないとの回答が多いと推察できる。

図12に冬期の室内の暖かさに関する満足度の結果を示

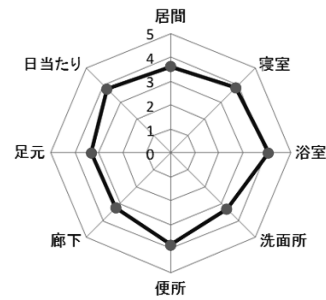
表6 アンケート項目

1~7	冬の暖かさ (1.居間, 2.寝室, 3.浴室, 4.洗面所, 5. 便所, 6.廊下, 7.足元)
8	冬の居間の室内への日当たりによる暖かさ
9	夏のLDK・寝室・子供の涼しさ
10	夏の西日による室内への日差し
11	夏の日差しで天井や壁が熱くなること
12	住戸全体の風通し
13	冷房機器による温度の調節の容易さ
14	暖房機器による温度調整の容易さ
15	室内の壁面の湿り, カビ, 汚れ
16	押し入れの中の湿気っぽさ
17	窓ガラスや窓枠につく水滴, 結露
18	冬の室内での空気の乾燥感
19	住宅の住み心地の総合評価
20	地域の周辺環境の評価
21	自分の自宅に対する愛着感
22	地域に対する愛着感
23	定住意識
24	住み替えた場合に希望する住宅環境

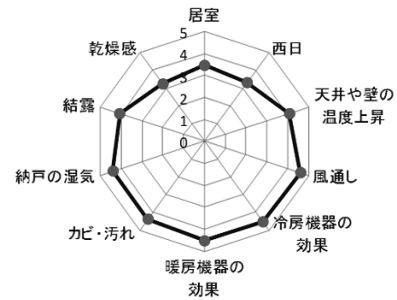
表7 アンケート結果

年齢	60代: 1人, 70代: 1人, 80代: 5人, 90代: 3人
性別	男: 4人, 女: 12人
在宅介護の受信	受けている: 5人, 受けていない: 11人
高血圧症の有無	有: 4人, 無: 12人
住宅構造	木造: 13人, RC造: 3人
家族構成	独居: 2人, 2人(夫婦, 親子): 13人, 二世帯: 1人
平均収縮期血圧	124mmHg
12月非暖房時室温	9.4℃
平均住宅築年数	30年
平均延床面積	111㎡
暖房種類	電気ストーブ, エアコン, ホットカーペット, 石油ファンヒーター
住み心地評価	良くない: 0人, あまり良くない: 1人, 普通: 1人, まあまあ良い: 4人, 良い: 7人

す。この結果から、非暖房時の室温が9.4℃程度となる住戸で生活しながら、住戸の各室における「不満」+「やや不満」の比率が25~34%しかなく、多くの居住者が「ふつう」~「満足」と回答している。このことは、被験者は温熱環境に対する意識が比較的低く、このことが低い室温でも我慢し、この住宅の熱性能向上の意識を抑制しているのではないかと推察される。



A. 冬期の室内温熱環境評価



B. 住宅全体の評価

図11 住環境の満足度評価

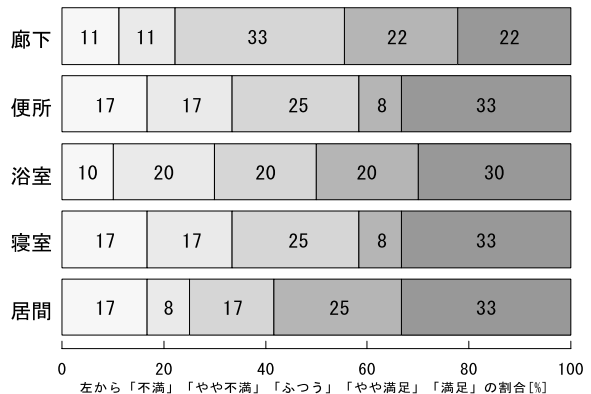


図12 冬期の室内の暖かさに関する満足度

IV. 室温分布の年間変化

1. 調査の概要

2002年~2003年度に日本建築学会へ委嘱された「住宅内のエネルギー消費に関する実態調査研究」(研究代表: 村上周三, 当時慶応大学教授)の一環として、全国で行われた実測調査結果の一部を用い、室内温度分布の特徴について分析した結果を示す。

各住戸の居間および主寝室、子供部屋、洗面所、地下階書斎などを計測した。暖房のみの住戸の場合、暖房室および非暖房室、暖冷房している住戸場合には、空調室および非空調室を含め、10分(北海道)または15分毎(北海道を除く他の地域)に測定した。測定器は各室の

床上1~1.5[m]の高さで, 直達日射が当たらない場所に設置した。2003年11月~2004年10月において, 戸建住宅45戸, 集合住宅23戸, 合計68戸について分析した。

2. 年間室温の比較

図13に1年間の室温の最小, 平均-標準偏差 (σ_r), 平均, 平均+標準偏差 (σ_r), 最大の各値を求め, 箱ひげ図で示す。なお, ここでは算術平均を平均として扱っている。この結果から, 最高室温は一部の住戸を除き, 概ね35℃程度である。平均値は20~25℃であるが, 東北, 関西, 関東の住戸で15~20℃になっている住戸がある。データの欠測なども影響していると考えられる。標準偏差 $\pm\sigma_r$ の範囲は北海道および東北, 北陸の一部の住戸で小さくなっているが, 他の地域の住戸は大きい。特に関西, 九州の住戸で顕著になっている。最低温度は関東, 関西, 九州の戸建住戸が低い。最低気温が10℃を下回る機会も多く, 室温の確保が困難になっている。

3. 基礎室温の提案

建築物における衛生的環境の確保に関する法律(通称, ビル管法)では, 室内の適正な温湿度の範囲は, 温度: 17~28℃, 相対湿度: 40~70%と規定されている。昭和45年に制定され, 現在も運用されている。この法律は「特定建築物」を対象としたものであり, 3,000㎡以上の興行場, 百貨店, 集会場, 図書館, 博物館, 美術館, 遊技場, 店舗または事務所, 旅館, および8,000㎡以上の学校が適用され, 住宅やマンションの専有部は適用外になっている。

そもそも, この法律は適切な居住環境確保を目的としたものであり, 一日の大半を過ごす高齢者, 子供の環境が, 上記の「特定建築物」のそれよりも劣って良いはずがない。しかも, 住宅の場合, オフィスなどとは各室の用途が種々異なり, 用途に合わせた適正な温熱環境が要求される。特に, 着衣量が少なくなる脱衣室・浴室やトイレでは, 利用時間が短いにもかかわらず居間や寝室以上の高い温度が求められ, 「温度のバリアフリー」が重要となる。

諸外国における住宅の室内環境条件, 特に温度条件を設けている国は多い。性急な法律制定は, その影響の大きさから大きな混乱が予想される。しかし, 状況証拠とはいえ, これだけ室内での低温暴露が健康に影響を与えることが言えれば, 重い腰を上げざるを得ない。手始めに, 「建築物における衛生的環境の確保に関する法律」の室内温度条件を住宅への適用拡大することを提案する。

V. まとめ

住宅を供給する工務店やハウスメーカーなどのビルダーは, 住宅の高断熱化・高气密化の技術を既に備えており, 省エネルギーを実現しながら各室の室温を維持することは簡単なことである。あとは, 医療・介護従事者と連携しなから, 居住者へその価値を認めてもらうことが重要である。居住者が求めるようになれば, 普及は一気に加速する。

世の中, 不景気になっても健康にかかわる商品の人気は衰えない。これは, 安全と健康には値段がないからである。いくら普段の生活を切り詰めて節約しても, ひとたび大病を患い, 長期の療養が必要になることを考えると, それまでの節約が意味を持たない。「温度のバリアフリー」に配慮し, 高齢者対策・福祉の向上を図ってきたい。

謝辞

本研究は夕張医療センター, オレンジホームケアクリニック, 阿部医院の協力を得た。また, 本研究は科学研究費助成 基盤研究(B) 課題番号23360253 研究代表: 羽山広文で実施した。さらに, 本研究は建築環境学研究室の卒論生, 修論生の協力を得た。関係者へ謝意を表す。

参考文献

- [1] 羽山政子. 季節病カレンダー. 東京: 講談社; 1963.
- [2] 厚生労働省. 人口動態統計. 2003-2008.

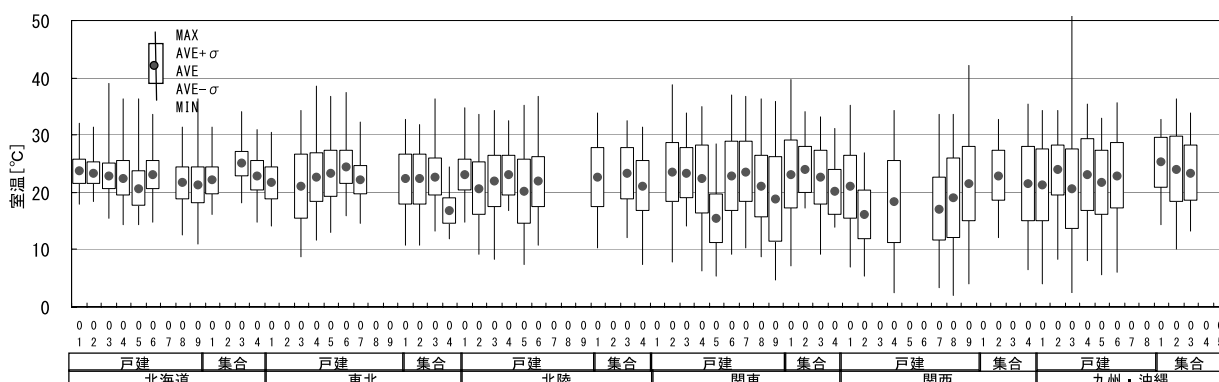


図13 住戸の年間室温の分布 [8]

- [3] 気象庁. 気象統計情報. 2003-2008.
- [4] 斉藤雅也, 羽山広文, 坂倉恵美子, 釜澤由紀, 斉藤みゆき, 進藤ゆかり, 原井美佳, 斉藤美佳. 札幌・福井における冬季入浴時の室温変化に伴う高齢者の血圧変化の実態調査. 日本建築学会技術報告集. 2011;17(36):569-72.
- [5] 都築和代, 森郁恵, 坂本雄三, 高橋龍太郎, 鈴木大隆. 窓の断熱改修が住宅の温熱環境と高齢者の健康に及ぼす影響—その2 高齢者の健康への影響—. 日本建築学会学術講演梗概集D-2. 2010. p.537-8.
- [6] 三上遥, 羽山広文, 濱田麻里, 森太郎, 菊田弘輝, 濱田直浩. 人口動態統計を用いた疾病発生に関する研究 その6 月平均外気温度の分析. 空気量と・衛生工学会北海道支部第47回学術講演論文集. 2013. p.115-8.
- [7] 濱田麻里, 羽山広文, 森太郎, 菊田弘輝, 斉藤雅也. 人口動態統計を用いた住宅内の安全性に関する研究 その9 兵庫在住高齢者の室温と血圧変化. 日本建築学会北海道支部研究報告集. 2013. p.487-90.
- [8] 羽山広文, 村上周三, 坊垣和明, 吉野博, 赤林伸一, 井上隆, 飯尾昭彦, 三浦尚志, 尾崎明仁, 小林直樹. 全国の住宅内温度分布に関する調査 その1 室内温度分布の年間変化. 空気調和・衛生工学会学術講演論文集. 2006. p.383-6.