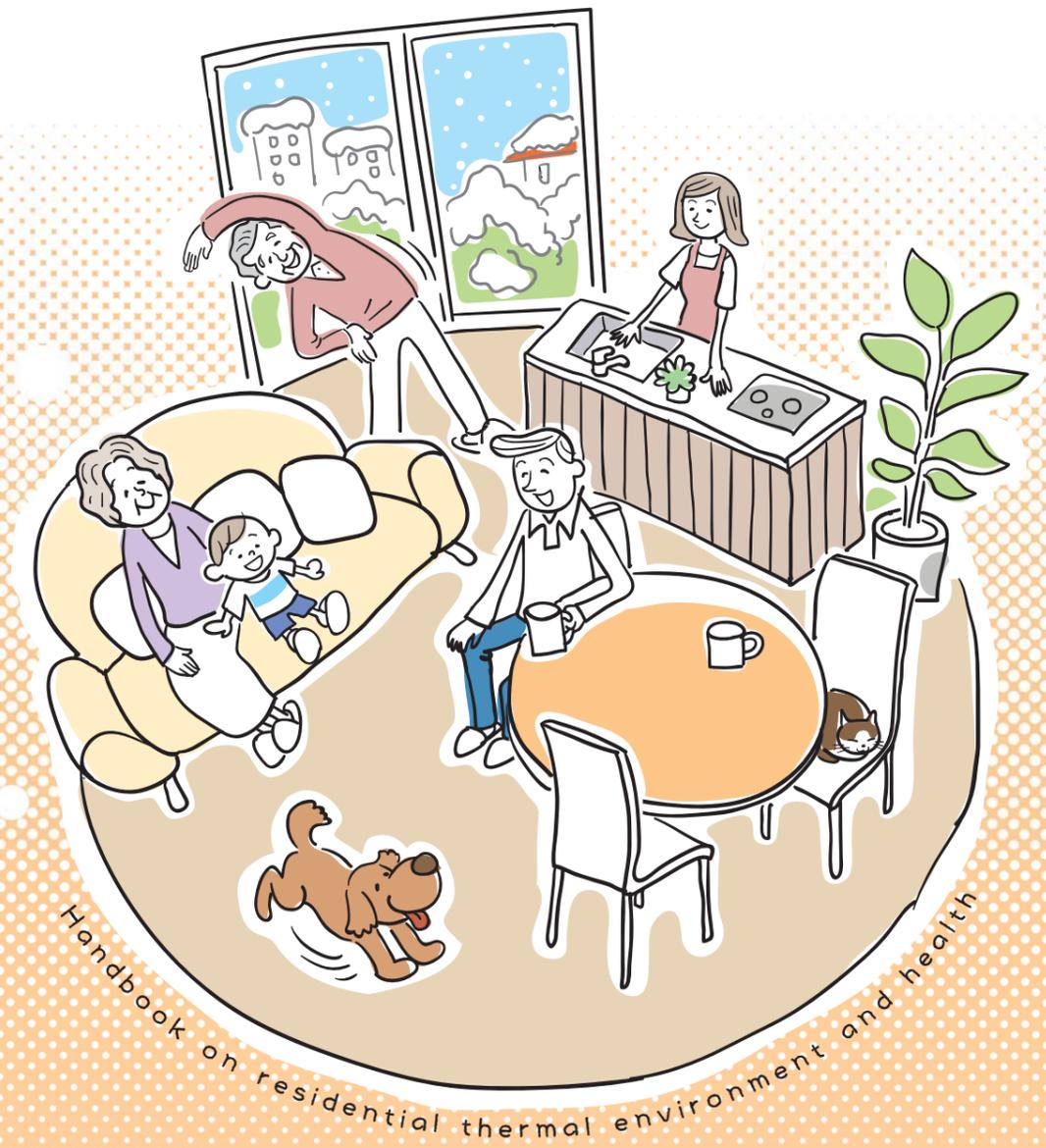


良好な温熱環境による健康生活 ハンドブック

～適切な温度で健康住宅に～



適切な温度で健康住宅に 住宅における良好な温熱環境実現推進フォーラム



「住宅における良好な温熱環境実現推進フォーラム」では、適切な温度で健康で安心して暮らせる住まいを実現し、普及していくため、住宅関連業界が協働して取り組んでいます。

<https://www.onnetsu-forum.jp>

発行



〒102-0071
東京都千代田区富士見2-7-2
ステージビルディング4階
<http://www.cbl.or.jp/>

適切な温度で
健康住宅に



はじめに

日本の住宅ストックの多くは十分な断熱・気密性能を備えておらず、冬季に寒い住宅が多くなっています。特に、浴室・脱衣所・トイレ等水回り空間は北側に配置されることが多く、暖房設備もない劣悪な環境となっている事例が多くなっています。

住宅の温熱環境が健康に与える影響について国内外で研究が行われており、国土交通省によるスマートウェルネス住宅等推進事業調査においても、様々な知見が得られつつあります。WHO（世界保健機関）では「住まいと健康に関するガイドライン」の中で、寒さによる健康影響から居住者を守るため、室内を暖かくすることを強く勧告しています。

しかしながら、住宅の温熱環境が健康影響を与えるということは、消費者だけでなく、住宅関連事業者にも十分に認知されているとは言えない状況です。良好な温熱環境を備えた住宅が普及するためには、住宅のプロである事業者の皆様が理解を深め、設計や施工時には温熱環境の向上に留意し、また、消費者に分かりやすく説明していくことが求められます。本ハンドブックは、住宅関連事業者の皆様に住宅の温熱環境の健康影響について理解を深めていただくため、国内外の研究報告を分かりやすく解説しました。本ハンドブックにより皆さまの理解が深まり、良好な温熱環境を備えた住宅普及の一助となれば幸いです。

慶應義塾大学工学部
システムデザイン工学科教授
伊香賀 俊治

目次

<はじめに>

① 住まいの現状

- 1.1 住宅ストックが抱える課題 P3
- 1.2 断熱性能と室温の関係 P8
- 1.3 住まいと温度の感じ方 P10

② 住まいの温熱環境と健康

- 2.1 冬季の室温が健康に与える影響 P11
- 2.2 温熱環境の改善による健康への影響 P17

③ 良好な温熱環境の実現手段

- 3.1 良好な温熱環境に係る基本的な考え方 P19
- 3.2 良好な温熱環境を形成する基本的な対策 P21

④ 水回りの設計目標

- 4.1 断熱改修における水回りの設計に資する温熱環境暫定水準案 P23
- 4.2 実験住宅での実証実験 P25
- 4.3 各種対策における住宅部品の選定 P27

⑤ 暮らしの留意点

- 5.1 結露などを起こさないために P29
- 5.2 暖房機器の使い方 P30

① 住宅ストックが抱える課題

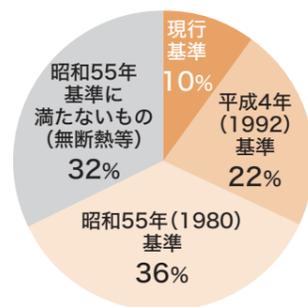
日本の住宅ストックは、断熱・気密性能の低い建物が多く、良好な温熱環境を得られていない状況にあります。特に冬季の室内は低温であり、様々な課題を抱えています。

① 温熱環境の実態

日本では、断熱性能が低く冬季の居間や水回りが寒い住宅が多い。

住宅ストック約5,000万戸の断熱性能を見ると、約7割が昭和55年省エネ基準相当以下の非常に低い性能となっています(図1)。特に木造の住宅ストックは、窓回りやドアからの隙間風、壁際の漏気による冷えなど、気密性能も悪いため、寒さをより感じやすくなっています。

国土交通省が関係省庁と連携し、2014年から開始したスマートウェルネス住宅等推進事業の全国調査において、冬季の居間や水回りが寒い実態が報告されています。(図2)

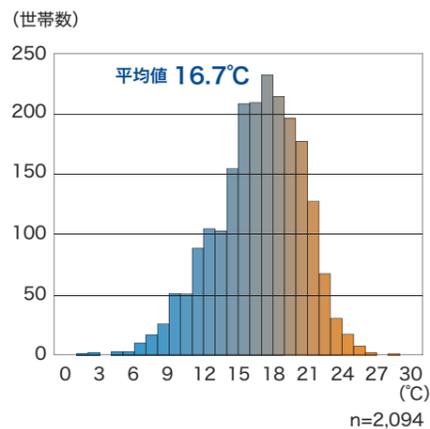


【図1】住宅ストック約5,000万戸の断熱性能(平成29年度)^{※1}

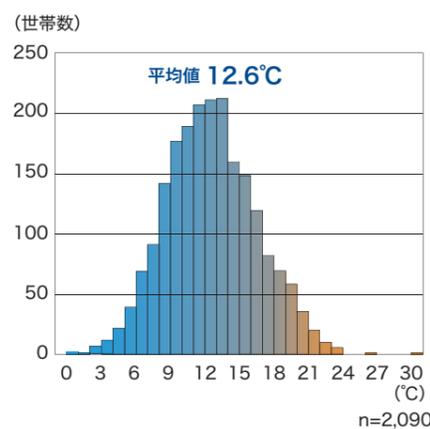


- 約7割は昭和55年省エネ基準以下の断熱性能
- 在宅中の居間の平均室温が18℃未満の住宅が約6割
- 在宅中の寝室・脱衣所の平均室温が18℃未満の住宅が約9割

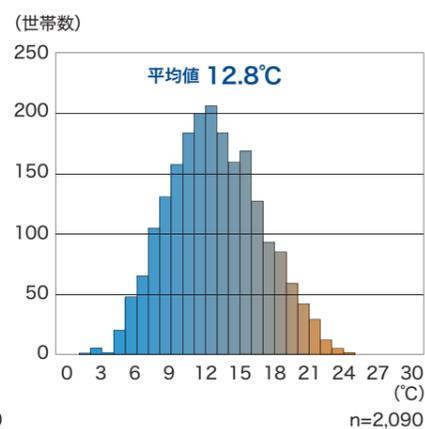
■ 在宅中居間平均室温



■ 在宅中寝室平均室温



■ 在宅中脱衣所平均室温



【図2】居間・寝室・脱衣所の室温度数分布^{※3}

※1 出典:国土交通省資料 統計データ、事業者アンケートより推計(2017年)

※2 スマートウェルネス住宅等推進事業として国土交通省が支援する調査研究。この全国調査は、断熱改修などによる生活空間の温熱環境の改善が、居住者の健康にどのような影響を与えるかについて、改修前後の健康調査結果等を用いて、医学・建築環境工学の観点から検証するものである。2019年3月現在で改修前約2300軒、改修後約670軒の調査実績となっている。

※3 出典:「住宅の断熱化と居住者の健康への影響に関する全国調査第3回中間報告会～国土交通省スマートウェルネス住宅等推進事業調査から～室温と血圧・活動量・諸症状等の分析から得られつつある知見を速報」(一社)日本サステナブル建築協会2019.2.1

② 冬季の死亡者数

寒冷な地域よりも温暖な地域の方が冬季の死亡者が増加。

2014年の調査では、全国の死亡者約127万人のうち、12月～3月の冬季で47万人となっており、12月～3月の平均死亡者数は、4月～11月に比べて17.5%も増加しています。また、寒冷な地域よりも温暖な地域で冬季の死亡増加率が大きくなっています。(図3)

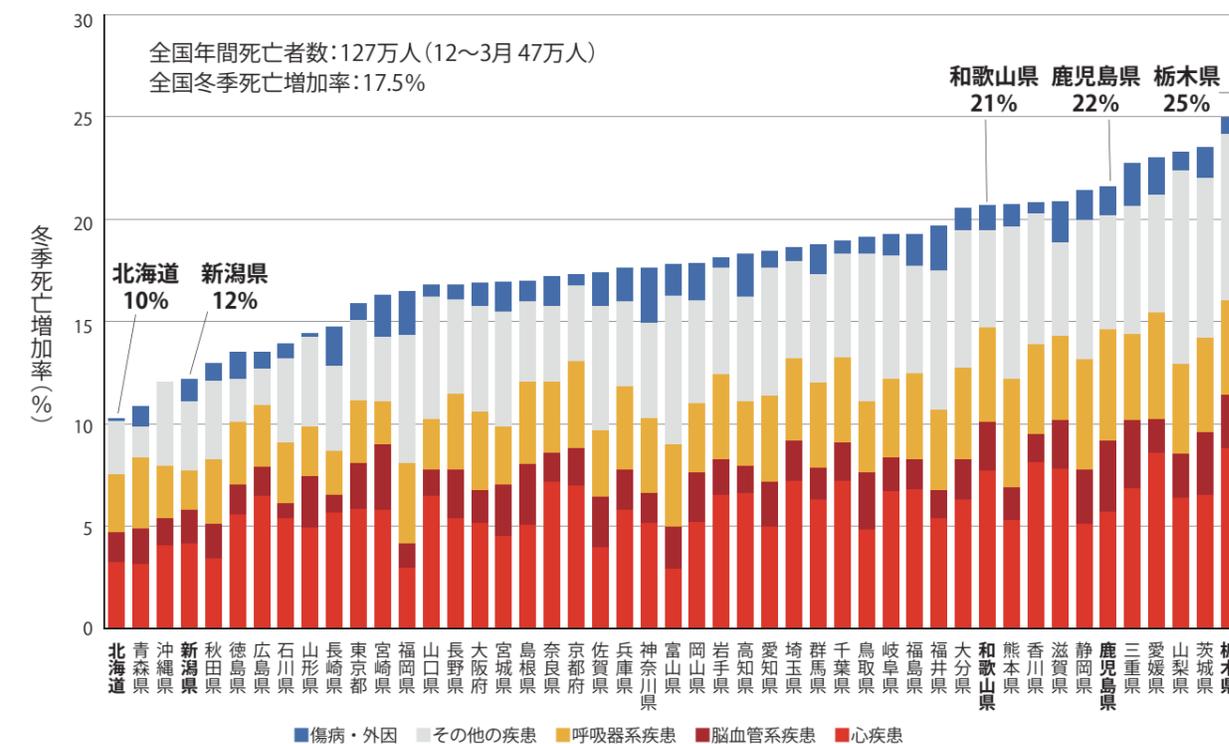
冬季の死亡者数17.5%増



死亡者は冬季に多くなっている

冬季の死因の6割が心臓や脳、呼吸器疾患

寒冷な地域より温暖な地域で冬季の死亡増加率が大きい



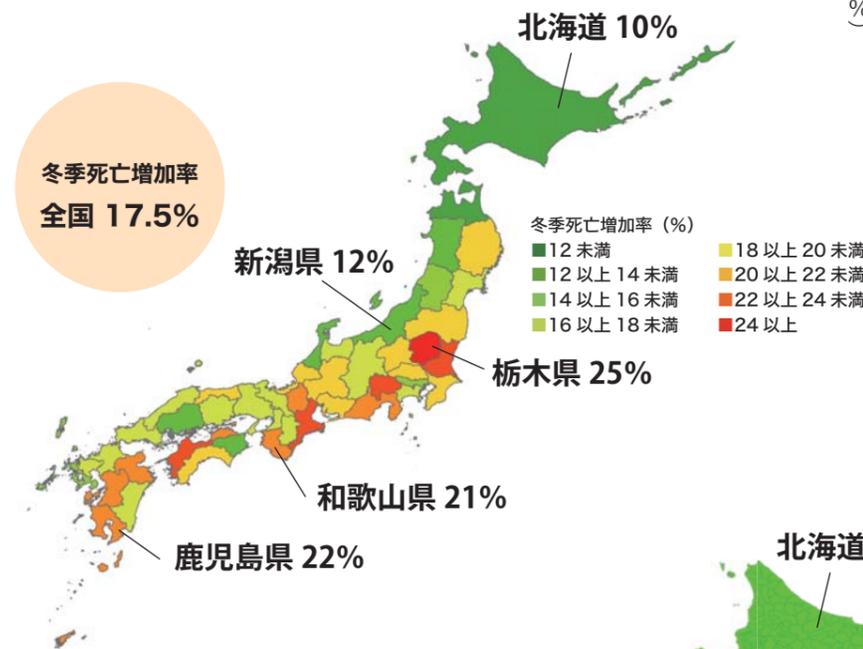
【図3】冬季死亡増加率:4月から11月の月平均死亡者数に対する12月から3月の月平均死亡者数の増加率^{※4}

※4 厚生労働省「人口動態統計(2014年)」都道府県別・死因別・月別からグラフ化。冬季死亡増加率は4月から11月の月平均死亡者数に対する12月から3月の月平均死亡者数の増加割合。

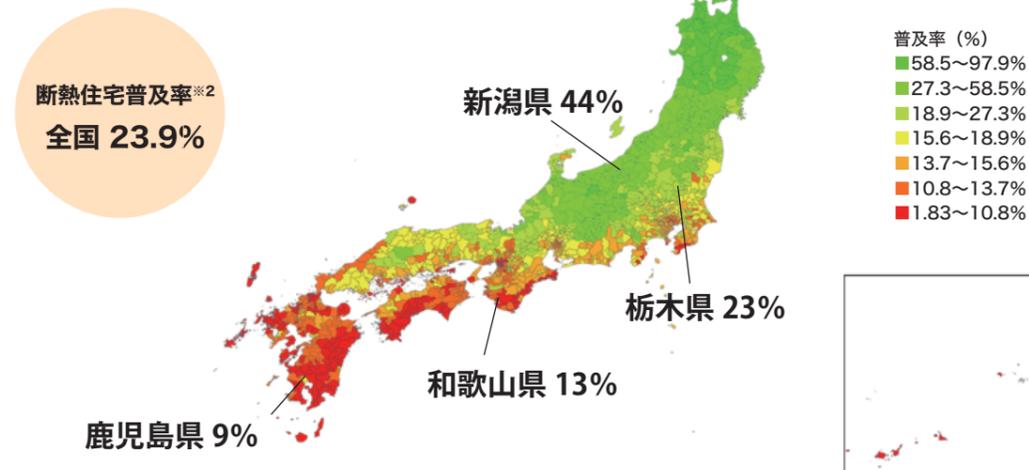
冬季の死亡増加は、断熱住宅の普及と相関が見られます。

低温な温熱環境は、身体に負担がかかると言われています。温暖な地域は、寒冷な地域に比べて断熱性能が高い住宅の普及が進んでいないため室温が低い傾向にあり、冬季の死亡増加に影響していると考えられます。

高断熱住宅の普及地域では冬季の死亡者増加率^{※1}が低い

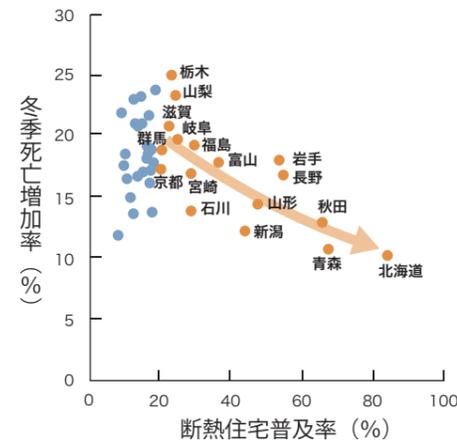


【図2】冬季の死亡増加率^{※1}



【図3】断熱住宅普及率^{※2}

※1 厚生労働省「人口動態統計(2014年)」都道府県別・月別から地図化。冬季死亡増加率は4月から11月の月平均死亡者数に対する12月から3月の月平均死亡者数の増加割合。
※2 総務省「住宅・土地統計調査2008」を地図化。断熱住宅普及率は(二重サッシ又は複層ガラス窓のある住宅数) / (居住世帯のある住宅総数)



【図1】断熱住宅普及率^{※2}と冬季の死亡増加率^{※1}の関係

3 入浴中の事故

入浴中の急死者数は、交通事故の死亡者数よりも多くなっています。

冬季に多い高齢者の入浴事故も、室内の温熱環境が原因のひとつであると言われています。

入浴事故は、特に11月～3月の冬季に多く発生し、年間の事故数全体の約7割を占めています。(図4)

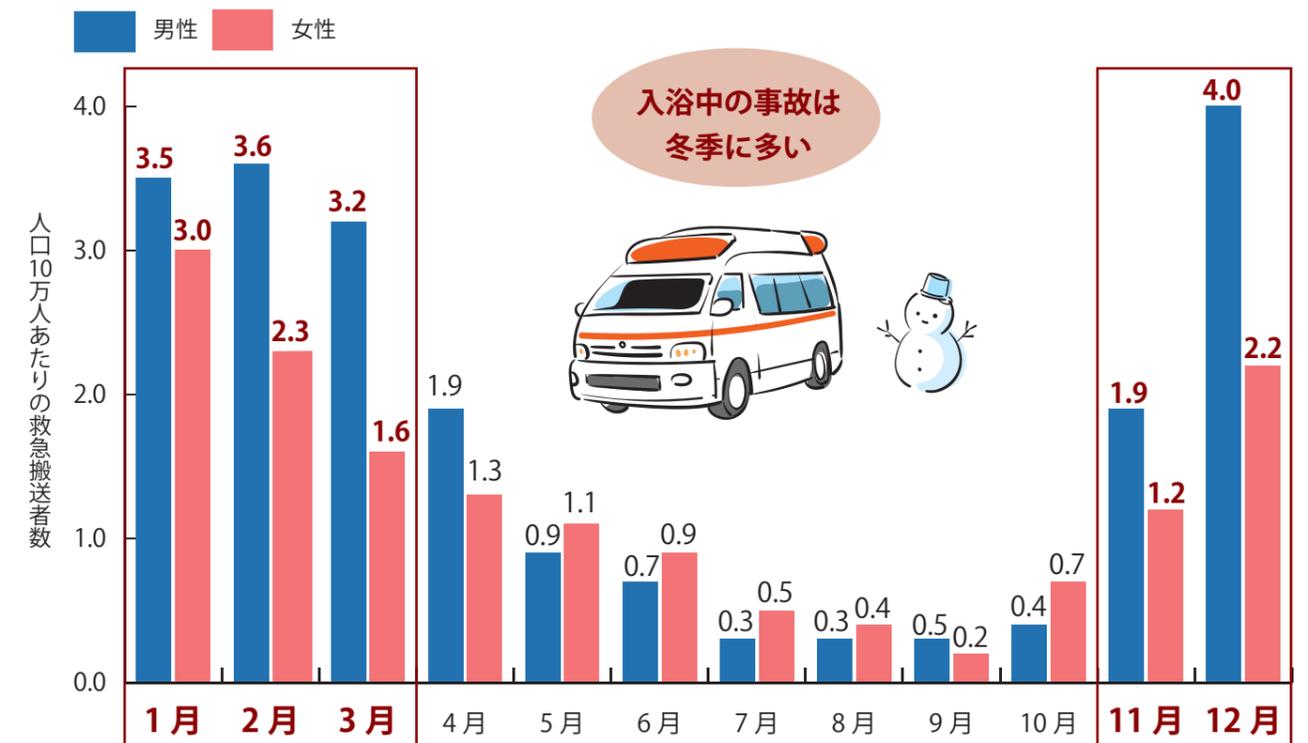
不慮の溺死および溺水と報告されただけでも、交通事故による死亡者数よりも多くなっています。入浴中の急死は病死などとされることが多く、入浴中の急死者数が年間約19,000名との推計もあり^{※3}、そのほとんどは65歳以上の高齢者となっています。



入浴中の事故は冬季に集中

不慮の溺死および溺水は交通事故死より多い

入浴中の急死者数が年間で約19,000名(推計)



【図4】男女・発生月別に見た高齢者の「おぼれる」事故による人口10万人あたりの救急搬送者数(平成28年)^{※4}

※3 「Sudden Death Phenomenon While Bathing in Japan」Masaru Suzuki 他 Circulation Journal 2017.8
※4 出典:「冬季に多発する入浴中の事故に御注意ください!」消費者庁ニュースリリース2018.11.21

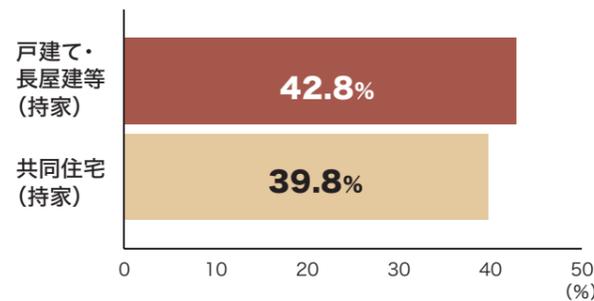
4 高齢者世帯が居住する住宅

多くの高齢者が、断熱性能が低い住宅で暮らしています。

高齢者は温熱環境における影響を受け易いため、特に配慮が求められます。昭和55年以前に建築された持家の戸建て・長屋の約4割、共同住宅の約4割に、高齢者の単身世帯や夫婦世帯が居住しています。(図1)

多くの高齢者が、断熱性能の低い住宅に居住し、冬季は低温な水回り空間を利用していると考えられ、劣悪な温熱環境が生活の場となっていることが想定されます。

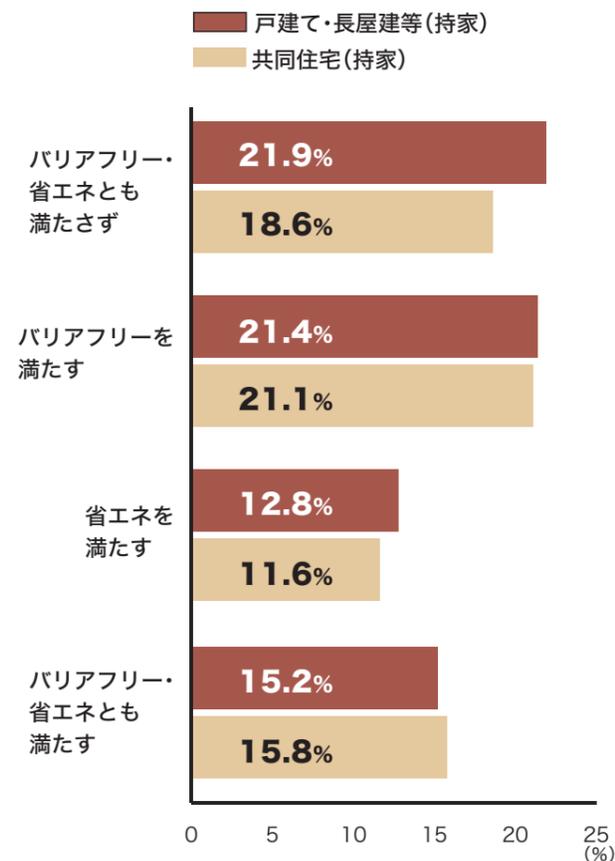
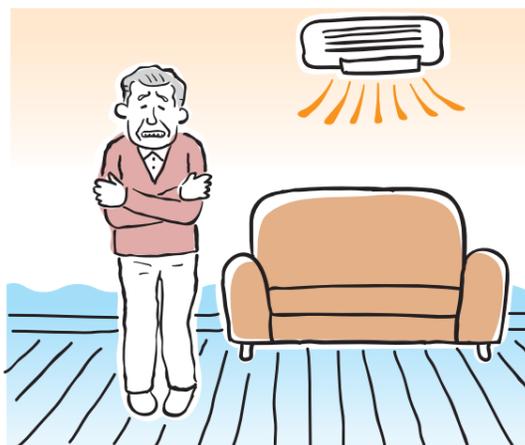
昭和55年以降に建築された住宅を見ても、平成4年省エネ基準相当以上の断熱性能を満たしていない住宅に居住している割合が高いといえます。(図2)



【図1】昭和55年以前に建築された住宅のうち高齢者世帯が居住する割合*1(持家の場合)

昭和55年以前に建築された住宅の約4割に高齢者が居住

高齢者は劣悪な温熱環境が生活の場となっている



【図2】昭和55年以降に建築した住宅の環境のうち高齢者世帯が居住する割合*1

*1 出典:国土交通省「既存住宅ストックの現状について」(http://www.mlit.go.jp/common/001105108.pdf) 2015.9「高齢単身・高齢夫婦世帯が居住する住宅ストック数と全体の居住ストック数に占める割合」より作成

「バリアフリーを満たす」は、住宅・土地統計調査データにおいて、住宅性能表示制度における高齢者等配慮対策 等級2相当(段差のない室内+トイレ・浴室の手すりあり)を満たす。「省エネを満たす」はH4年省エネ基準相当以上の断熱性能。高齢者の「単身世帯」は65歳以上の単身世帯、「夫婦世帯」は夫65歳以上かつ妻60歳以上の夫婦のみ世帯

1-2 断熱性能と室温の関係

断熱性能が低い住宅の室温は、周辺環境に大きく左右されます。暖房を運転しても部屋と部屋の温度差や夜間の温度低下、部屋の上部と足元の温度差が生じてしまいます。

1 室間温度差

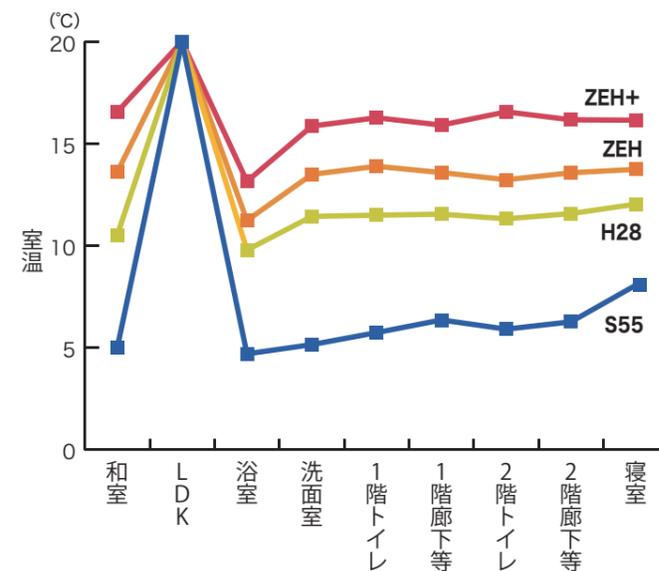
暖房している部屋と、暖房していない部屋では温度差が生じます。

部屋と部屋の温度差のことを室間温度差といいます。暖房しているリビング・ダイニングと暖房していない隣室や水回りとの間で温度差が生じます。

シミュレーション*2 をしてみると、リビング・ダイニングと浴室の温度差は、昭和55年省エネ基準相当の住宅の場合、13°C近くあります。

一方、平成28年省エネ基準相当の住宅では、7°C程度まで抑えられていますが、浴室温度は低く、決して良好な温熱環境ではないことが分かります。(図3)

また、早朝の居間の暖房開始直後の居間と寝室の温度差は、昭和55年省エネ基準相当の場合12°C程度あり、平成28年省エネ基準相当の場合でも8°C程度の温度差があります。(図4)



【図4】早朝の居間の暖房開始直後における居間と寝室の温度(シミュレーション結果*4)

*2 シミュレーション条件の概要(P9と共通):

・計算ソフト:住宅性能診断士ホームズ君 省エネ診断・すまいのエコナビ(関インテグラル・建物プラン:「住宅の平成25年省エネルギー基準の解説」IBECモデルプラン・地域:5地域(つくば)・家族構成:4人世帯・暖房室:LDK及び主寝室、子供室(2室)・暖房スケジュール:HEAT20暖冷房スケジュール、間歇運転・設定温度:20°C・局所換気および24時間換気あり(S55年基準は局所換気のみ、漏気1.0回/h設定)、窓回りカーテン等無し

*3 シミュレーション条件:5地域、1月22日PM8:00、LDK暖房時の各室の室温分布、外気温1.4°C

*4 シミュレーション条件:5地域、1月22日AM6:15、LDK暖房開始15分後の各室の室温(空気温度)、外気温0.5°C

昭和55年省エネ基準相当



平成28年省エネ基準相当



5地域 1/22 PM8:00 外気温1.4°C
暖房室:リビングダイニング・キッチン

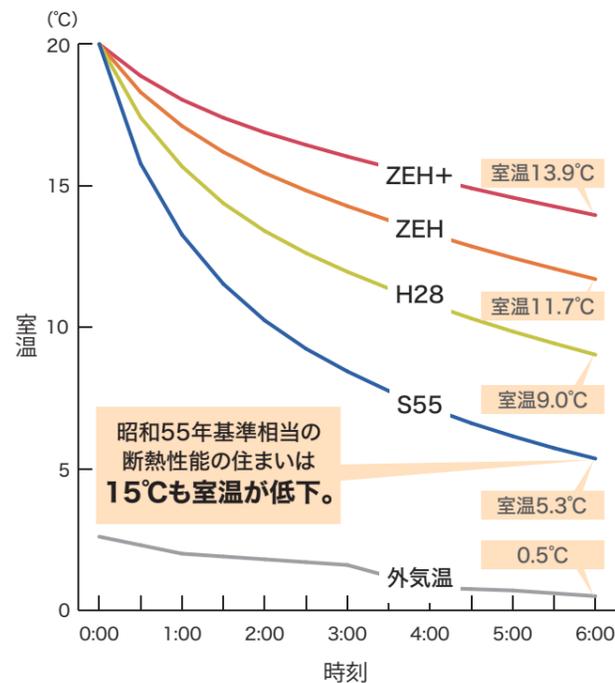
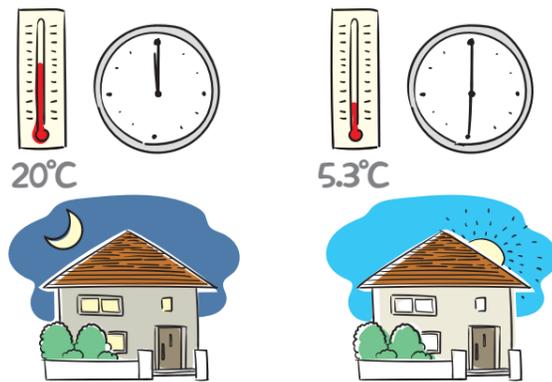
【図3】各室の温度(シミュレーション結果*3)

② 夜間の温度低下

断熱性能の低い住居は、冬季の夜間に室温が急激に低下します。

夜間に居間の暖房運転を停止した就寝時から、明け方までに温度低下が進行します。

シミュレーションをしてみると、昭和55年省エネ基準相当の断熱性能では、室温を保つことは困難なため、外気温が0.5°Cとなる明け方6時の時点で、15°C近くも低下し5.3°Cになります。また、平成28年省エネ基準相当の断熱性能であつても室温は低下し、9.0°Cです。(図1)



【図1】夜間の温度低下(シミュレーション結果※1)

③ 良好な温熱環境

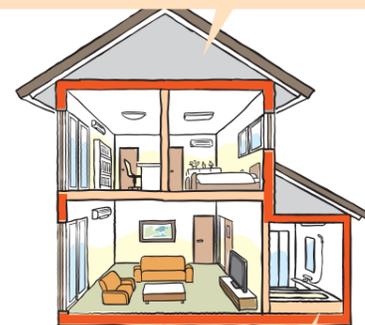
適切な暖房の使用で、良好な温熱環境を得ることができます。

高い断熱性能の住宅は、冬季は室内の熱が逃げにくく、夏季は室外からの熱が入りにくくなり、暖冷房を運転する部屋は、温度変化が少なく季節を通じて快適な温熱環境が得られます。

しかし、温暖な地域で一般的に採用されている部屋ごとの間歇運転による暖冷房方式は、その対象が居間や寝室に限られ、廊下や水回りではその効果を得ることは難しいといえます。

冬季の廊下や水回りにおいて良好な温熱環境とするためには、断熱性能が良い住宅でも暖房設備が必要となります。

高い断熱性能の住宅は、
温度変化が少なく、温熱環境がよい



冬季の廊下や水まわりの良好な
温熱環境の実現には、暖房装置が必要

※1 シミュレーション条件:5地域、1月22日AM0:00暖房停止からAM6:00まで、LDK6時間の温度低下

①③ 住まいと温度の感じ方

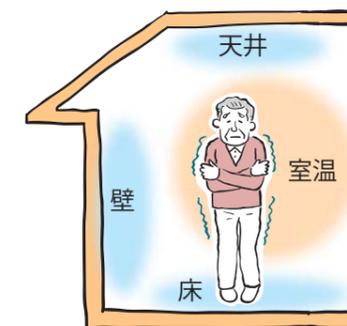
体感温度は、室温だけでなく、床・壁・窓・天井などの表面温度も関係します。表面温度が低いと体感温度も低くなり、いっそう寒く感じます。

① 室温と表面温度

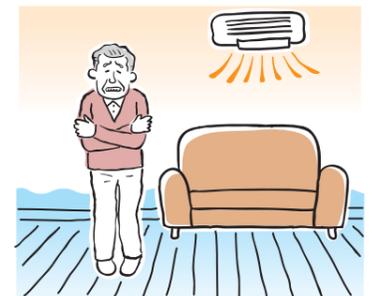
冬季の良好な温熱環境には、表面温度も重要です。

身体にストレスが少ない冬季の良好な温熱環境の計画には、室温に加えて部屋の表面温度はとても大切な要素です。断熱性能を向上し、室内の表面温度をなるべく室温に近づけることが大切です。

断熱性能が低い住宅では、床や窓・壁の表面温度が室温に比べて低くなり、感覚的にいっそう寒く感じる。



暖かい空気は天井付近にたまるため、足元の温度が低くなり、上下の温度差が生じて不快な環境となる。

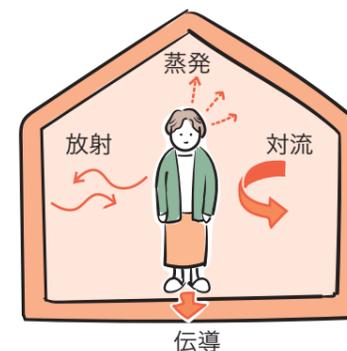


② 作用温度 (体感温度)

体感温度は、室温、表面温度、気流により影響されます。

身体と周辺環境は、常に熱のやり取りをしています。身体への熱の影響を評価する方法として「作用温度」という指標があります。作用温度は、身体周辺の床・壁・窓・天井などの表面温度と室温、気流が身体に与える影響を評価するものです。体感に近い温度であることから「体感温度」とも言われています。静穏な気流の室内であれば、床・壁・窓・天井の平均表面温度と室温(空気温度)の平均値で簡易的に表すことができます。

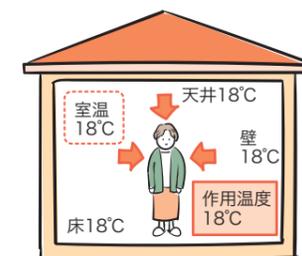
$$\text{作用温度} = \frac{(\text{床・壁・窓・天井の平均表面温度} + \text{空気温度})}{2}$$



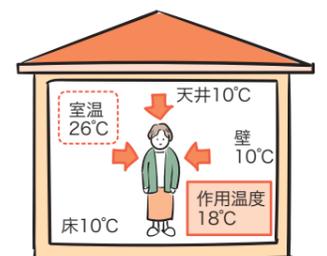
【図2】身体と周辺環境の熱のやりとり

身体の温熱感覚は、身体活動によってつくられる熱と、対流、放射、伝導などによる周辺の熱との授受の大小関係で変化します。

室温、壁および床等の表面温度が均一の場合



床、壁等の平均表面温度が低い場合



【図3】作用温度イメージ

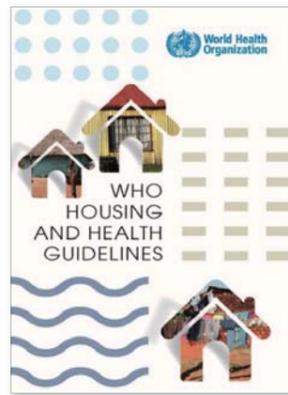
②-① 冬季の室温が健康に与える影響

冬季に室温が低いと身体にストレスがかかり、健康への影響が大きくなります。海外の研究事例やスマートウェルネス住宅等推進事業調査で得られつつある知見など、住宅で起こり得る温熱環境が健康に与える影響について紹介します。

① 部屋の温度が低い

健康影響 1 室温が低いと心血管疾患、呼吸系疾患などの健康リスクが高くなります。

WHO（世界保健機関）は「住まいと健康に関するガイドライン^{※1}」で、寒さによる健康影響から居住者を守るための室内温度として 18℃以上を強く勧告しています。特に高齢者や慢性疾患患者の住宅は、18℃以上の温度が必要となる場合もあるとしています。また、イングランド公衆衛生庁は温度が低いと健康リスクがあると報告しています^{※2}。



世界保健機関 WHO 暖かい住まいと断熱などを勧告

トピック	勧告	勧告の強さ
過密 (3章)	世帯の過密を防止・軽減するための戦略が策定され、履行されるべき。	強く勧告
室内の寒さと断熱 (4章)	寒さによる健康への悪影響から居住者を守るために、住宅の室温は十分高くなければならない。温帯・寒帯の国では、一般の人々の健康を守る安全でバランスの取れた冬季の室温として18℃が提案されている。 寒い季節を有する気候帯では、高性能で安全な断熱材を住宅の新築時や改修時に取り付けるべき。	強く勧告 条件付き勧告
室内の暑さ (5章)	高温に曝されている人々には、室内の過剰な暑さから居住者を守るための戦略が策定され、履行されるべき。	条件付き勧告
住宅の安全と怪我 (6章)	住宅には安全装置 (煙や一酸化炭素の警報器、階段ゲート、窓ガードなど) が装備され、意図しない怪我の危険を減らす対策が講じられるべきです。	強く勧告
機能障害者が利用可能な住宅 (7章)	現在および予測される機能障害者割合と高齢者傾向を考慮し、適切な割合の住宅ストックが機能障害者に利用可能であるべき。	強く勧告

Table 1 Recommendations of the WHO housing and health guidelines

Topic	Recommendation	Strength of Recommendation
Overcrowding	Strategies should be developed and implemented to prevent and reduce household crowding.	Strong
Indoor cold	Indoor heating temperatures should be high enough to prevent adverse health impacts on vulnerable populations, such as the elderly, young children, and people with chronic conditions. 18°C has been proposed as a safe and effective indoor temperature to protect the health of general populations during cold seasons.	Strong
Indoor heat	In temperate and cold climates, heating systems should be designed to provide high indoor temperatures, efficient and safe thermal insulation should be provided in new housing and retrofits during renovation.	Conditional
Home safety and hygiene	Housing should be equipped with safety devices such as smoke and carbon monoxide alarms, stair gates and window guards, and measures should be taken to reduce household falls in vulnerable regions.	Strong
Accessibility	Based on the current and projected national prevalence of population with functional impairments and taking into account the need for equity, an adequate proportion of the housing stock should be accessible to people with functional impairments.	Strong

健康影響 2 室温が低いと起床時に血圧が高くなる傾向があります。

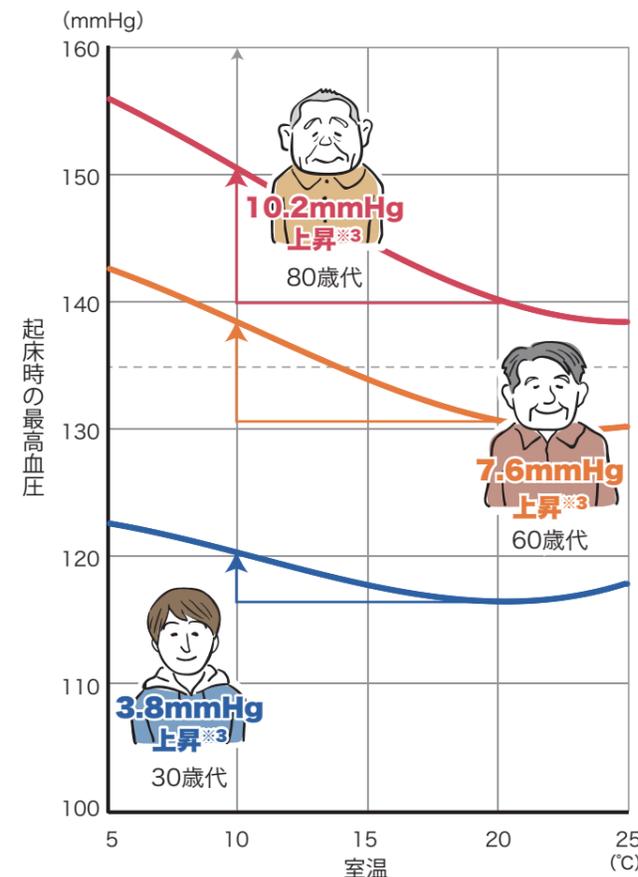
起床時の室温が低い住宅の人ほど、起床時の血圧が高くなる傾向があり、その影響は、高齢になるほど大きくなります^{※3}。(図1)

また、女性は血圧が低めなもの、室温の影響を受けやすいことが報告されています。(図2)

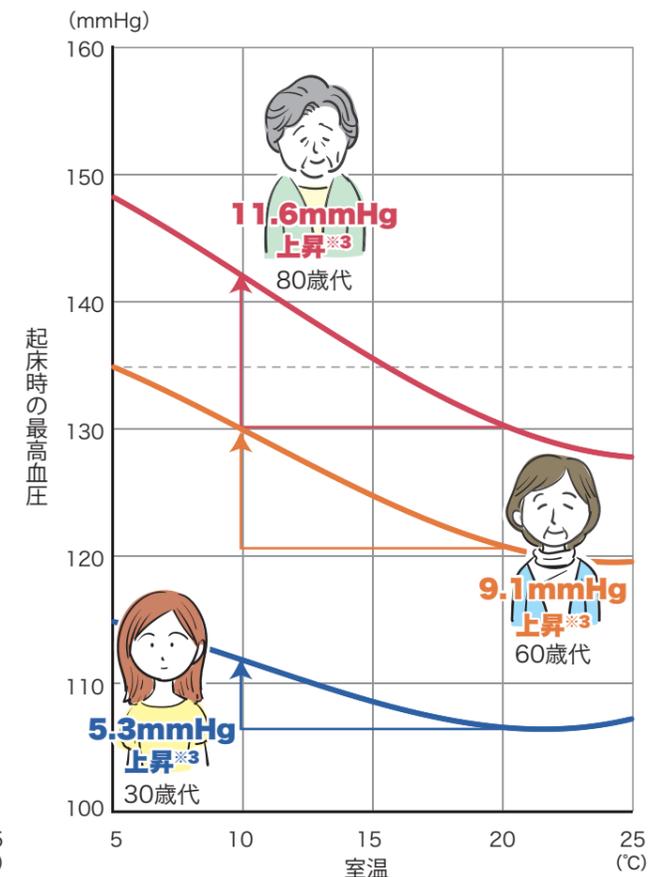
※家庭で血圧を測定した場合、135/85mmHg 以上が高血圧となります^{※4}。



- 起床時の室温が低いほど起床時の血圧が高い
- 高齢者の方が室温低下により血圧が上昇しやすい
- 女性の方が血圧は低いが、室温による上昇が大きい



【図1】起床時の居間の室温が20℃から10℃に下がった場合の血圧変動^{※3}(男性)



【図2】起床時の居間の室温が20℃から10℃に下がった場合の血圧変動^{※3}(女性)

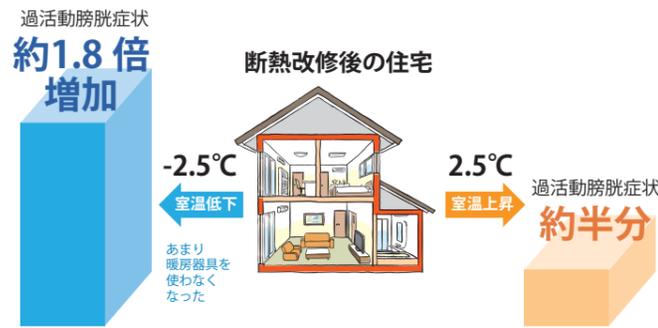
※1 WHO Housing and health guidelines :World Health Organization 2018.11
 ※2 「Cold Weather Plan For England Making the Case」 Public Health England

※3 「Cross-Sectional Analysis of the Relationship Between Home Blood Pressure and Indoor Temperature in Winter」 Wataru Umishio 他 Hypertension Vol74 No.4 国土交通省スマートウェルネス住宅等推進事業調査 2014年度から2017年度までの4年間で調査した有効サンプル 2,902名 (1,844世帯)を対象としたマルチレベル多変量解析モデルを構築。
 ※4 JSH2014 (日本高血圧学会高血圧治療ガイドライン 2014)

健康影響 3 就寝前の居間の室温が低いほど、夜間の頻尿リスクが高くなります。

夜間、トイレに起きることで、睡眠の質の低下や、寒く暗い中でトイレに行く途中に転倒や骨折、心筋梗塞、脳卒中などを起こすリスクがあります。

就寝前の居間の室温が低い住宅の居住者ほど、過活動膀胱症状^{※1}を有する人が多くなると報告されています^{※2}。(図1) また、断熱改修で就寝前の居室の室温が上昇した住宅は、過活動膀胱症状を有する人の割合が約半分に減少し、逆に室温が低下した住宅では約1.8倍に増加しました^{※2}。(図2)



【図2】断熱改修後の過活動膀胱症状を有する人の割合の変化^{※2}

【図1】過活動膀胱症状を有する人の割合と室温と関連^{※2}(断熱改修前の比較)

安全な入浴習慣

消費者庁では、消費者への注意喚起として、入浴事故の原因と入浴する際の注意事項を紹介しています。

- 入浴前に脱衣所や浴室を暖めましょう。
- 湯温は41°C以下、湯に浸かる時間は10分までを目安にしましょう。
- 浴槽から急に立ち上がらないようにしましょう。
- アルコールが抜けるまで、また、食事すぐの入浴は控えましょう。
- 精神安定剤、睡眠薬などの服用後の入浴は危険ですので注意しましょう。
- 入浴する前に同居者に一声掛け、同居者は、いつもより入浴時間が長い時には入浴者に声をかけましょう。



出典「冬季に多発する入浴中の事故にご注意ください」消費者庁ニュースリリース2018.11.21

※1 過活動膀胱とは、「急に尿意をもよおし、漏れそうで我慢できない(尿意切迫感)」「トイレに近い(頻尿)、夜中に何度もトイレに起きる(夜間頻尿)」「急に尿をしたくなり、トイレまで我慢できずに漏れてしまうことがある(切迫性尿失禁)」などの症状を示す病気。(日本排尿機能学会:過活動膀胱診療ガイドライン【第2版】,2015)

※2 「住宅内の室温の変化が居住者の健康に与える影響とは?」調査結果から得られつつある「新たな知見」について報告します~断熱改修等による居住者の健康への影響調査 中間報告(第3回)~ 国土交通省プレスリリース 2019.1.24

健康影響 4 室温が低いと入浴中の事故のリスクが高くなる傾向があります。

入浴事故は、熱めの湯に長く入浴することが原因の一つとされています^{※3}。脱衣所の平均室温が18°C未満の住宅では、18°C以上の住宅と比べて入浴事故リスクが高いとされる危険な入浴をする人が約1.7倍多くなります^{※4}。(図3)

また、断熱改修により、居間と脱衣所の室温がともに改善した住宅では、熱めで長めの入浴をする割合が減少します。

※4 (図4)

居間や脱衣所の温度が低いと熱いお風呂に長く浸かり、入浴事故のリスクが高い

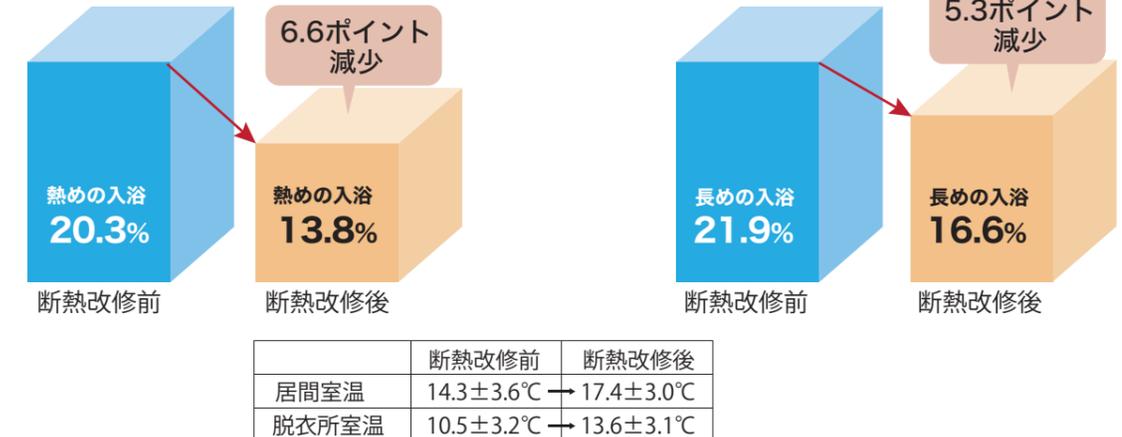
断熱改修で居間と脱衣所の温度が改善すると、入浴習慣が改善



【図3】入浴事故につながりやすい危険入浴をする人の割合と室温^{※4}

■熱め入浴

■長め入浴



【図4】居間・脱衣所室温と入浴習慣の断熱改修前後比較^{※4}

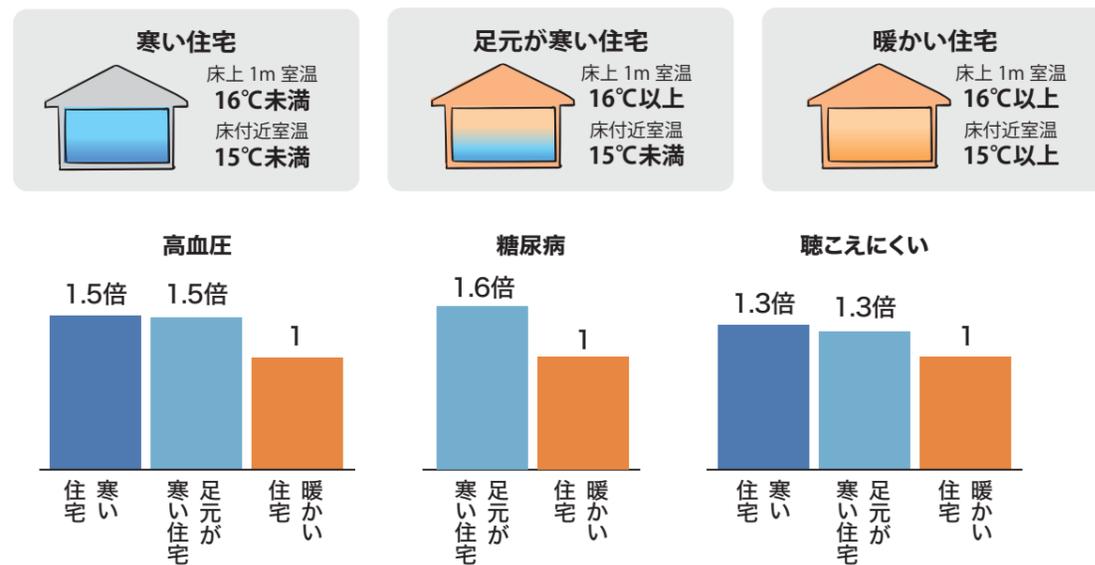
※3 入浴事故は長時間熱い湯に浸かることによる熱中症や、寒い脱衣所・浴室で衣服を脱ぐことで上昇した血圧が熱い湯に浸かり低下し意識を失うなどにより、溺死に至ることが要因の一つとされています。

※4 「住宅の断熱化と居住者の健康への影響に関する全国調査 第3回中間報告会~国土交通省スマートウェルネス住宅等推進事業調査から~室温と血圧・活動量・諸症状等の分析から得られつつある知見を速報」(一社)日本サステナブル建築協会 2019.2.1

② 足元温度が低い

健康影響 5 床付近の室温が低い住宅では、様々な疾病症状を引き起こす傾向があります。

床付近の温度が低い住宅では、高血圧、糖尿病で通院している人の割合が多く、また、過去1年間に聴こえにくい経験をした人の割合が多いといった傾向にあります※1。(図1)

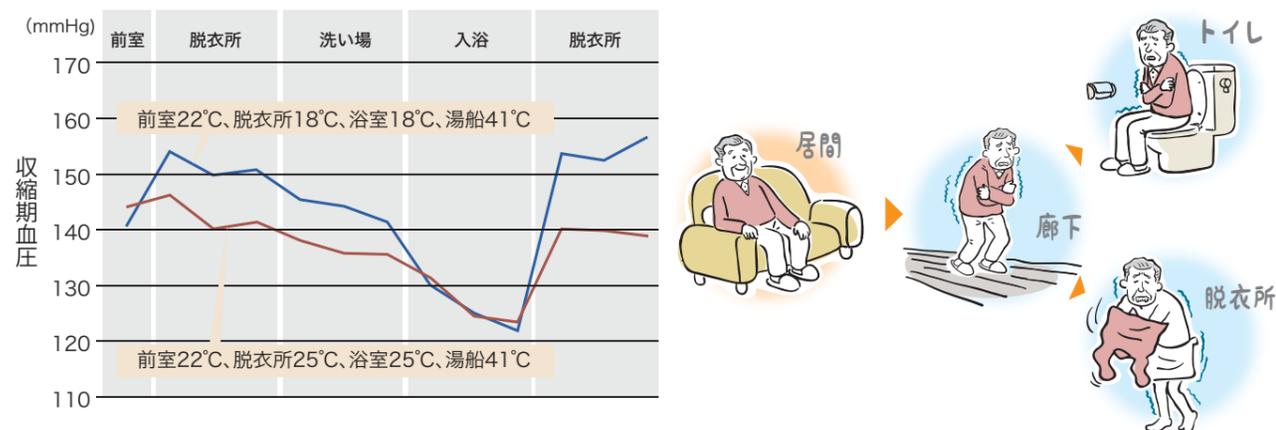


【図1】各種疾病通院割合の上下温度差区分別比較※1

③ 部屋間に温度差がある

健康影響 6 部屋と部屋の温度差があると、移動時に血圧が変動します。

寒さにより血管が収縮し血圧が上昇しますが、暖かい部屋から寒い廊下やトイレ、浴室へと、室温の異なる部屋を移動する過程で血圧が大きく変動します。



【図2】温度差による収縮期血圧の変化※2

暖房方式の違いが血圧へ与える影響

「暮らし創造研究会」は、暖房方式の違いに着目し、長期間の居住者への影響について調査研究を進めています。下記で紹介するのは、2018年までの成果のうち、起床時の血圧の測定で得られた研究成果の一部です。

気流式(エアコン)と放射式(床暖房)の2つの暖房方式について、それぞれ約80名を対象に起床時と就寝時の血圧、活動量、室内温湿度を測定し、比較分析を行いました。特に血圧について、以下の知見が得られつつあります。

起床時の収縮期血圧について、モデルを作成し、調査対象者男女それぞれについて平均年齢で比較したところ暖房方式による差が見られました。

●男性は、放射式暖房群と気流式暖房群に1.6mmHgの血圧の差が生じる可能性がある(男性調査平均年齢52.5歳)。

●女性は、放射式暖房群と気流式暖房群に1.9mmHgの血圧の差が生じる可能性がある(女性調査平均年齢50.6歳)。

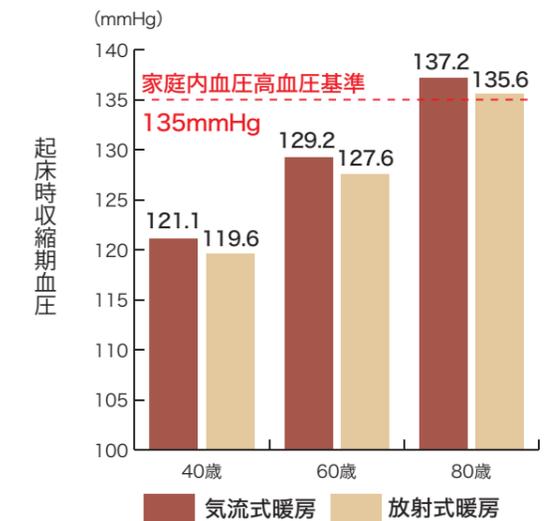
年齢別に比較すると高齢者であるほど血圧が高く、暖房方式の違いによる血圧差の重要性が大きいと考えられます。



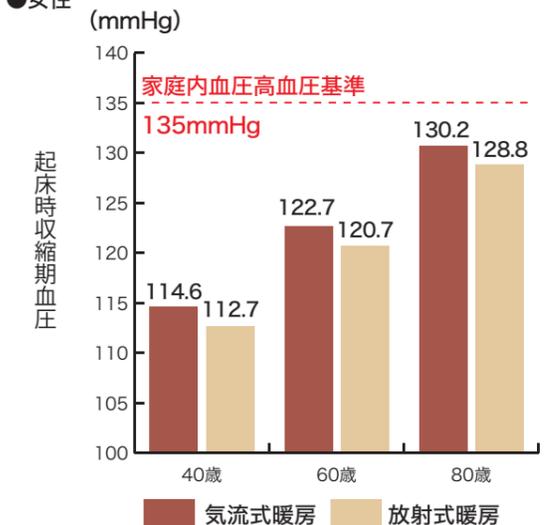
暮らし創造研究会: <http://kurashisozo.jp/index.html>

暖房方式の違いによる男女別・年齢別の起床時の血圧の変化

●男性



●女性



※1「住宅内の室温の変化が居住者の健康に与える影響とは? 調査結果から得られつつある「新たな知見」について報告します~断熱改修等による居住者の健康への影響調査 中間報告(第3回)~」国土交通省プレスリリース 2019.1.24

※2「暮らし創造研究会」で実験

実験場所: 東京ガス南千住環境試験室 実験期間: 2015年10月1日~11月26日のうちのべ32日間、被験者数: 男性31名(高血圧群16名、正常血圧群15名)、被験者年齢: 62~77歳(平均年齢70.3歳)、実験条件: 前室22°Cとし4条件で実施。条件1(脱衣所18°C、浴室18°C、湯温41°C)、条件2(脱衣所25°C、浴室25°C、湯温41°C)、条件3(脱衣所18°C、浴室31°C、湯温41°C)、条件4(脱衣所25°C、浴室25°C、湯温29°C)

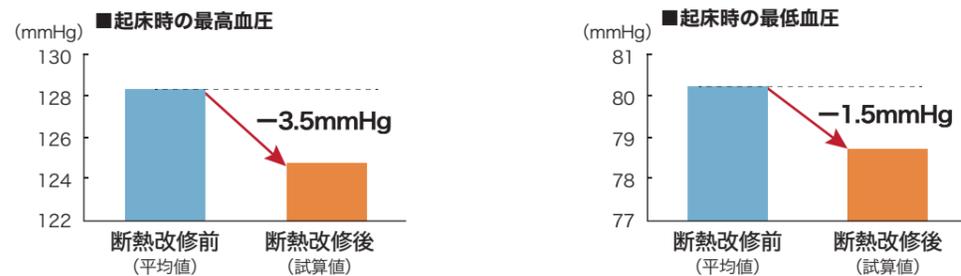
2-2 温熱環境の改善による健康への影響

断熱改修や適切な暖房設備の使用により、部屋間の温度差や足元の冷えなどが解消し、良好な温熱環境が得られると、健康が改善したり活動時間が増加する傾向が確認されています。

1 断熱改修の効果

断熱改修によって室温が上昇し、それに伴い居住者の血圧も低下する傾向を確認。

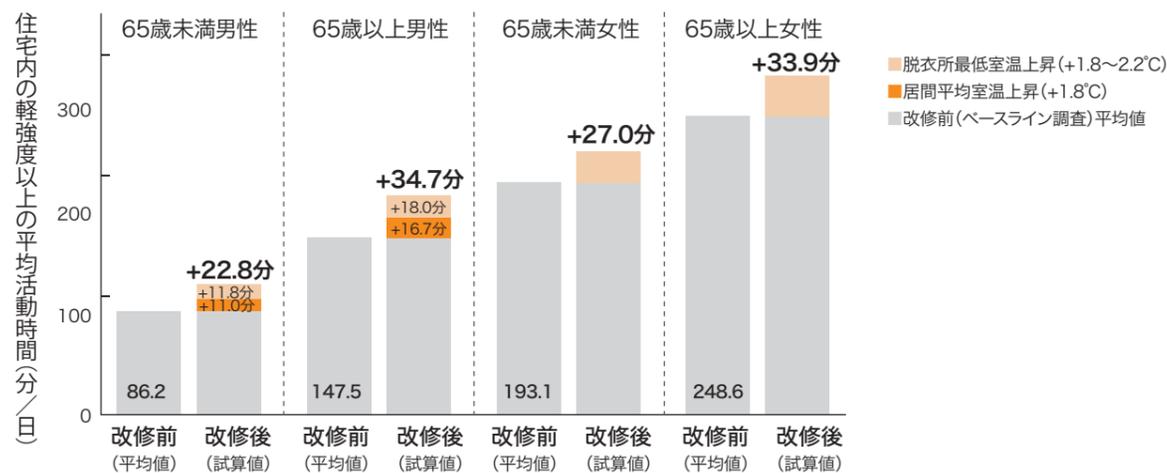
断熱改修後に起床時の最高血圧が 3.5mmHg、最低血圧が 1.5mmHg 低下しました。断熱改修による室温上昇がその一因であると考えられます*1。(図1)



【図1】断熱改修による起床時の血圧低下量*1(試算)

断熱改修に伴う温度上昇によって、身体活動時間が増加。

断熱改修によって居間や脱衣所の室温が上昇し、コタツや脱衣所の暖房が不要となった場合などに、1日平均の住宅内での軽強度以上の活動時間が増加します*1。(図2)



【図2】断熱改修前後の暖房習慣変化による活動時間の増加量*1(試算)

ニュージーランドで行われた研究では、断熱改修した住宅において健康に関する自己申告結果が大きく改善したことが報告されています*2。

断熱改修を実施しなかった住宅に比較して、

- 呼吸器は症状が約半分になった。
- 子供の学校への欠席回数が約半分になった。



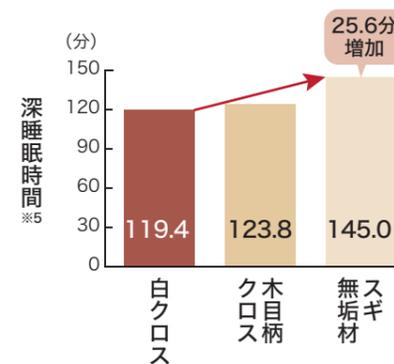
内装の木質化が人に与える影響

温熱環境の他にも、内装の木質化が身体への影響を及ぼします。内装の木質化により、リラックスや深睡眠をもたらしたり、翌日の作業成績を高めることが報告されています。



木質内装により、深睡眠時間が長くなる。

スギ無垢材で深睡眠時間が長い結果となりました。無垢材の利用が深睡眠時の交感神経系の沈静、深睡眠時間の延伸に寄与した可能性があります。



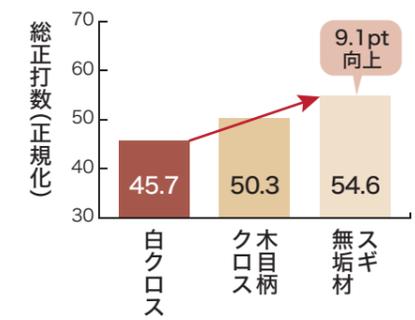
■実験を実施したモデル住宅の部屋と仕様

同等の視環境を設定

	白クロス	木目柄クロス*3	スギ無垢材*3
内観写真			
天井	ビニルクロス (白)	ビニルクロス (木目柄)	スギ無垢材
壁	ビニルクロス (白)	ビニルクロス (白)	ビニルクロス (白)
床	木目柄クッションフロア	木目柄クッションフロア	スギ無垢材フローリング*4

翌日の作業成績が高くなる。

スギ無垢材では白クロスと比べて翌日のタイピングの作業成績が有意に高い結果となりました。



*3 2015年度被験者実験で木質化率50%ケースで鎮静効果が確認されたため、内装の約半分を木質化した空間を設定
 *4 表層圧密加工したスギフローリング
 *5 被験者間の絶対値の差が大きいため、会議室で測定した安静時の値との差を使用
 出典: 慶應義塾大学 伊香賀研究室で実験。【実験場所】N株式会社モデル住宅会議室。【実験日程】2017年9月24日~10月26日 3泊/ケース。【被験者】男子大学生8名(標準的な体型、喫煙習慣なし)

*1 「住宅内の室温の変化が居住者の健康に与える影響とは? 調査結果から得られつつある「新たな知見」について報告します~断熱改修等による居住者の健康への影響調査 中間報告(第3回)~」国土交通省プレスリリース 2019.1.24
 *2 「Effect of insulating existing houses on health inequality: cluster randomised study in the community.」Howden-Chapman 他 BMJ. 2007;334(7591):460.

3-1 良好な温熱環境に係る基本的な考え方

四季の変化がある日本では、一年間を通じて外気温度が様々なに変化します。望ましい温熱環境とは、外気温度が変化しても適切な室温に保たれ、かつ出来るだけ均一であることです。特に冬季においては、部屋ごとに温度差が生じやすく、同じ室内でも上下温度に差が生じやすくなるため、十分な対策が求められます。

1 良好な温熱環境とその効果

良好な温熱環境は、健康の維持・増進や快適性の向上、さらに省エネに効果があります。

良好な温熱環境の実現は、高い断熱効果が必要ですが、健康の維持・増進や快適性の向上が期待できます。また、良好な温熱環境の実現は、快適性の向上につながると共に、省エネにも効果があります。



良好な温熱環境とは？

- 季節、外気条件に応じ、適切な室温に保たれること。
- 室内の温度（空気温度ならびに壁面などの表面温度）ができるだけ均一であること。特に冬季における温熱環境を考慮する。

良好な温熱環境によってもたらされる効果

- 健康維持・増進
- 快適性
- 省エネ性

仮に望ましいレベルに達していなくても、できる限り浴室等における事故の抑止に効果がある温熱環境とします。また、住宅の断熱・気密性能および設備機器の利用状況で省エネ効果を得られない場合があります。

2 実現手段

住宅全体のプランニング、断熱性・気密性の向上、暖房と換気制御で、良好な温熱環境を実現。

一般的な実現手段として、まずは住宅全体を考慮した高い断熱性能と気密化が不可欠です。次いで、暖房と換気制御を組み合わせることで、良好な温熱環境を維持することができます。

四季を通じて生活者の住まい方に配慮した住宅全体のプランニング。特に温熱環境の弱点となる浴室と脱衣所、トイレの配置には工夫が求められます。

一般的な実現手段

プランニング

弱点である浴室、脱衣所、トイレの配置の工夫など

構工法

高断熱・高气密

設備計画

適切な暖房・換気制御

3 実現にあたっての考え方

新築住宅は、できるだけ高いレベルで実現、既存住宅の改修は、様々な制約を踏まえつつ可能な限り高いレベルの対応。

基本的な考え方

■新築住宅

- 実現手段について、出来る限り高いレベルで対応する。
- コスト負担の問題はあるものの、技術的に高い温熱環境を実現できる対策を採用できる可能性が高い。

■既存住宅

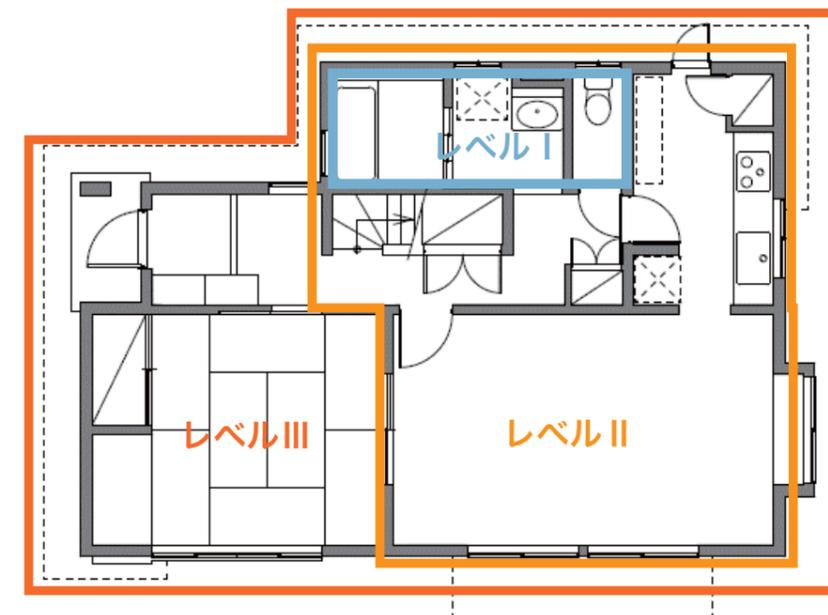
- 実現手段は出来る限り高いレベルを目指す。従前の間取り・構造や資金的な問題等の制約があることから、少なくとも事故の抑止につながるレベルで対応する。
- 費用対効果の問題を含め、多様な与条件に対応できるように、温熱環境を改善する対策を多面的に用意して、採用する可能性を高めておく必要がある。

既存住宅に対する段階的な提案

断熱区画の考え方によって、対策する規模をコントロールし、費用対効果の高い提案を行うことができる。

■対策レベルと断熱区画の考え方

対策レベル	断熱区画の考え方
III	住宅全体(もしくは1階全体)を暖かくする
II	日常生活空間を暖かくする
I	水回りを暖かくする



3-2 良好な温熱環境を形成する基本的な対策

① 空間計画、構工法、設備計画での対策例

条件に応じて適切な対策を選択。

住宅の良好な温熱環境実現のためには、住宅の構工法、設備及び空間計画といった多方面の対策が関連し、条件に応じてそれらを適切に選択し、組合せることが求められます。以下に、プランニング、構工法、設備計画の個々の対策について基本的な考え方を整理しました。

プランニングのポイント①

- 長い時間を過ごす部屋は、廊下など暖房していない空間とのつながりを工夫する
⇒玄関や廊下、非暖房室の冷気が、居間に流入しないようサッシや建具の気密性能が求められる

プランニングのポイント②

- 水回りは、暖房している部屋に隣接させ、廊下を介さないで配置する
⇒玄関や廊下と区画し冷気の流入を防ぐ
⇒模様替えで水回りを暖房室と一体空間とする

断熱・気密のポイント①

- 室温の均一化を図るため、天井もしくは屋根、外壁、床もしくは基礎を連側的に切れ目なく断熱・気密化する
⇒床や壁などの表面温度を室温に近づける

断熱・気密のポイント②

- 窓や玄関ドアの断熱・気密性能を向上する
⇒冬季は日射を取込み、夏季は遮断する工夫が求められる
⇒室温と窓表面との温度差を小さくする
⇒窓・建具からの隙間風を防ぐ

設備計画のポイント

- 居室、水回りなどに暖房設備を設置し、機器の運転により室温や床表面を適温に保つようにする
⇒適宜、暖房運転を行う

② 水回りでの対策例

条件に応じて適切な対策を選択する方法が有効です。

衣服を脱ぐ浴室や脱衣所、冬場に寒いトイレなどの水回りは、特に良好な温熱環境を確保しなければなりません。できる限り、住まい全体のプランニングや断熱性能に配慮した上で、以下の対策を検討することが望ましいといえます。また、浴室は在来浴室をバスユニットに改修したり、内窓や暖房設備を設置したりすることで、暖かさを確保することができ、健康障害を予防することができます。

浴室のポイント

- 浴室の床や壁面からの冷放射が少ない浴室ユニットを採用する
- 適切な能力の浴室暖房を採用する
- 適切な給湯制御が可能な、湯張り及び追炊き機能付きの給湯器を採用する

脱衣所のポイント

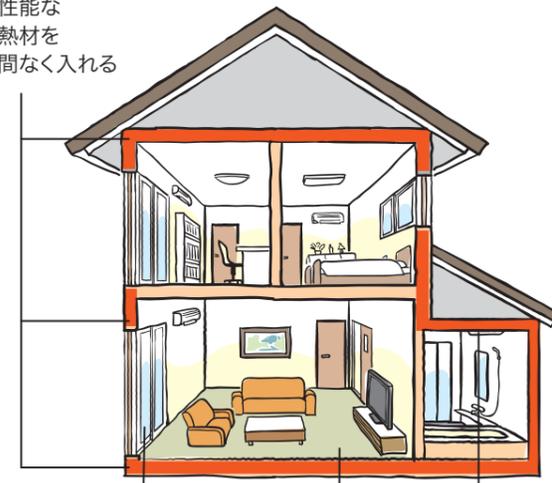
- 適切な能力の脱衣所暖房を採用する
- 足元の冷たさを排除（材料、工法）する
- 適切な温度制御が可能な給湯器を採用する

トイレのポイント

- 洋式便器と暖房便座を設置することで、接触部の冷たさを少なくする
- 適切な能力のトイレ用暖房設備を採用する。

リフォームで、温度差を解消

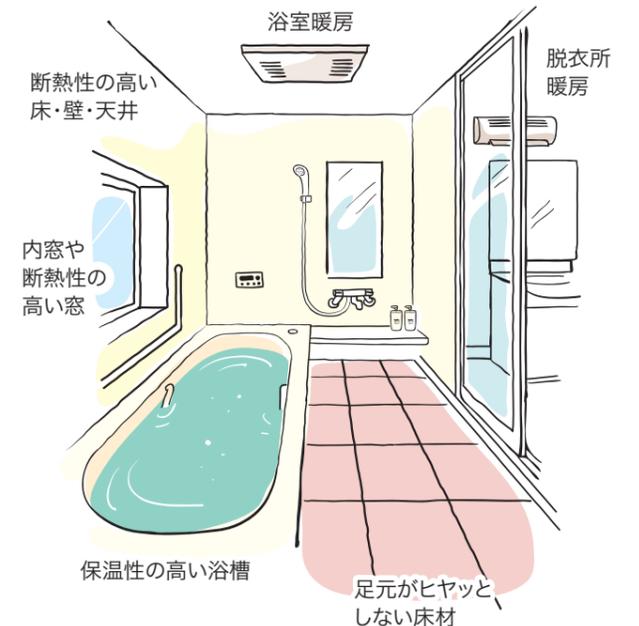
壁・床・天井に高性能な断熱材を隙間なく入れる



内窓の設置や断熱性の高い窓にする

床暖房を設置する

浴室暖房を設置する



4-1 断熱改修における水回りの設計に資する温熱環境暫定水準案

「住宅における良好な温熱環境実現研究委員会※1」では、既存住宅の水回りを中心とした改修の設計目標として用いることを念頭に、暫定水準案をとりまとめました。

暫定水準案は、断熱・気密性能が劣悪な既存住宅における改修時を考慮して設定しています。また、暫定水準案は、長時間滞在する居間や寝室の良好な温熱環境の確保を前提としています。

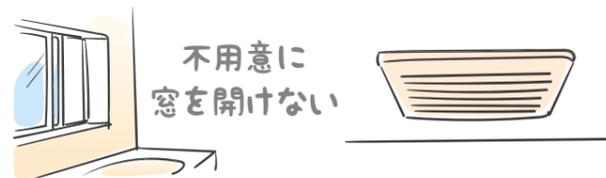
良好な温熱環境となるように、可能な限り室温と表面温度が均一になる対策を実施し、暖かさを目指した設計・施工を実施していただきたいと思います。

住宅改修における水回りの設計に資する温熱環境暫定水準案※2

浴室

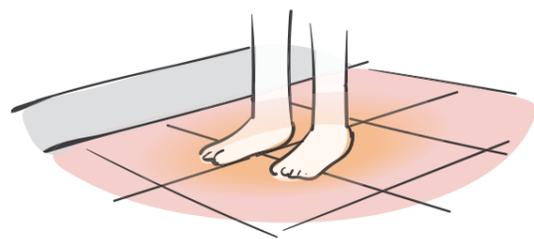
入浴時に最低でも「18℃(作用温度)」以上を確保する。

- 湯を張らない状態においても18℃(作用温度)を確保できるよう、断熱性能・浴室暖房装置を設計することが望ましい(ただし、衣類を脱いでも寒いと感じないこと、41℃以下の湯に浸かっていて寒いと感じないことが望ましい)。
- 不用意に窓を開け低温な外気に暴露される危険を避けるため、換気装置等を設置することが望ましい。



素足で床面が冷たないようにする。

- 熱伝導率、比熱が小さい素材とすることが望ましい。
- 床に湯をかけることである程度の対応が可能と考えられるが、床近傍を暖められる暖房が望ましい。



湯温を41℃以下、湯に浸かる時間は10分までを目安とする。

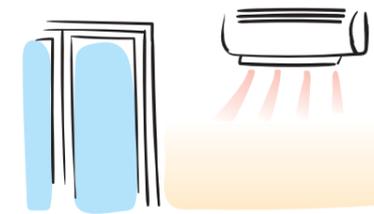
- 湯はり温度の設定・表示が可能な給湯設備とすることが望ましい。



脱衣所

脱衣時に最低でも「18℃(作用温度)」以上を確保する。

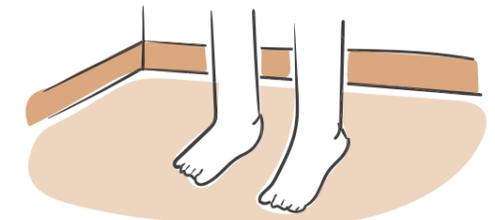
- 衣類を脱いでも寒いと感じないように、湯を張らない状態においても18℃(作用温度)以上を確保できるように断熱性能・脱衣所暖房装置を設計することが望ましい(ただし、衣類を脱いでも寒いと感じないことが望ましい)。



- 不用意に窓を開け低温な外気に暴露される危険を避けるため、換気装置等を設置することが望ましい。

素足で床面が冷たないようにする。

- 熱伝導率、比熱が小さい素材とすることが望ましい。
- 床付近を暖められる暖房が望ましい。



手洗いや洗顔時に冷たい水の使用を避けるようにする。

- 給湯温度の設定・表示が可能な給湯設備とすることが望ましい。



トイレ

最低でも「18℃(作用温度)」以上を確保する。

- 不用意に窓を開け低温な外気に暴露される危険を避けるため、換気装置等を設置することが望ましい。
- 翌朝までの室温低下を防ぐ。
- 室間温度差を防ぐ(主居室との連続化や、廊下も暖かくすることが求められる。)



暫定水準案の使用目的・位置づけ

- わが国の住宅ストックには、温熱環境が劣悪なものが多く、とりわけ浴室・脱衣室・トイレの水回り空間について、ほとんど対策がなされていないものが大半であり、その改善が急務となっています。
- このような状況を踏まえ、水回りを中心とした住宅改修を進めていく上で、当面の設計目標として事業者が用いることを念頭に、実現性の面で現実的な水準となるよう留意しつつ、水回りの温熱環境水準案を設定することとしました。
- その際、海外の事例やスマートウェルネス住宅等推進調査で得られつつある知見を元にはしているものの、これらの知見だけでは十分とは言えない部分もあることから、本水準案については、十分な科学的な裏付けがなされるまでの暫定的な案として設定することとしました。
- なお、本暫定水準案は、低温に暴露されることによる健康障害の予防を目的として検討された案であり、安全の保証や健康増進を目的としたものではありません。

※1 (一財)ベターリビングでは2016年から2018年まで建築・医学系の学識経験者、住宅関連事業者等から構成される「住宅における良好な温熱環境実現研究委員会」を設置し、健康な暮らしを支える住宅の良好な温熱環境実現するための検討を行った(https://www.cbl.or.jp/bl_thermal/)

※2 本暫定水準案は事業者が既存住宅の改修を行う際の設計目標とするため、十分な科学的裏付けがなされるまでの暫定的な案として設定したものであり、「本暫定水準案の使用目的・位置づけ」を十分に理解して使用すること。詳細は、「住宅における良好な温熱環境に関する調査研究 報告書」(一財)ベターリビング H30.7発行)第4章 4.1 冬季における水回りの温熱環境の検討(P.4 1)を参照

4-2 実験住宅での実証実験

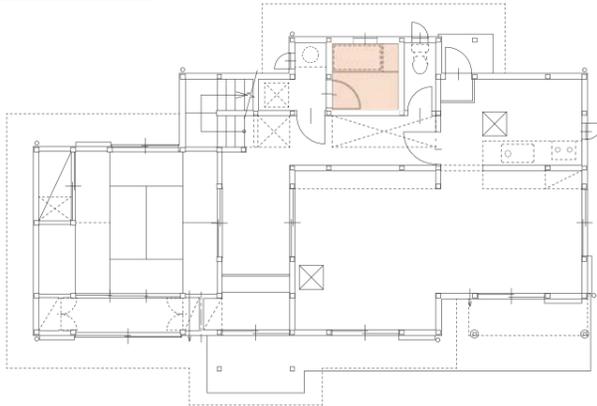
「住宅における良好な温熱環境実現研究委員会」では、昭和55年省エネ基準相当の住宅で、適切な改修、施工と設備の選定により、浴室・脱衣所において「18℃(作用温度)」以上の温熱環境を実現可能であることを確認できました※1。

① 実証実験の概要

水回りの設備改修による対策と、断熱改修およびユニットバスなどを組合せた対策で実証実験を実施。

建築研究所の住宅戸建実験棟※2(昭和55年基準相当の木造住宅)において、水回りの設備改修のみを行った対策(グレードI)、断熱改修とユニットバスなどを組合せた対策(グレードII)について実証実験を行いました。

グレードI 在来工法の浴室+浴室暖房

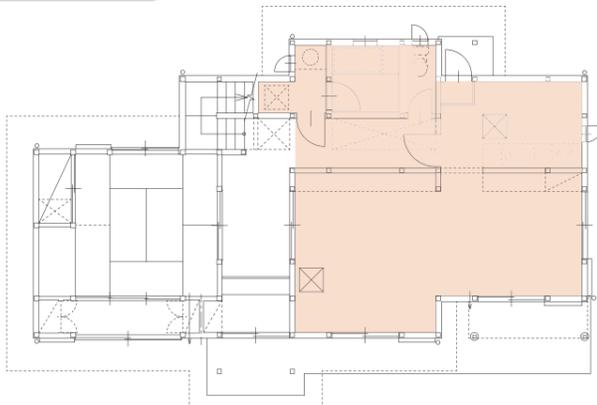


既存の浴室への暖房設備設置による対策

- 浴室に壁付け型の浴室暖房乾燥機を設置
- 躯体は昭和55年省エネ基準相当
- 浴室は在来工法の浴室



グレードII 断熱・気密改修+ユニットバス+浴室暖房



断熱区画の形成、断熱及び浴室改修による対策

- 生活空間の断熱区画を形成
- 外皮部分に断熱・気密改修を実施
- ユニットバスに交換、浴室暖房乾燥機を設置

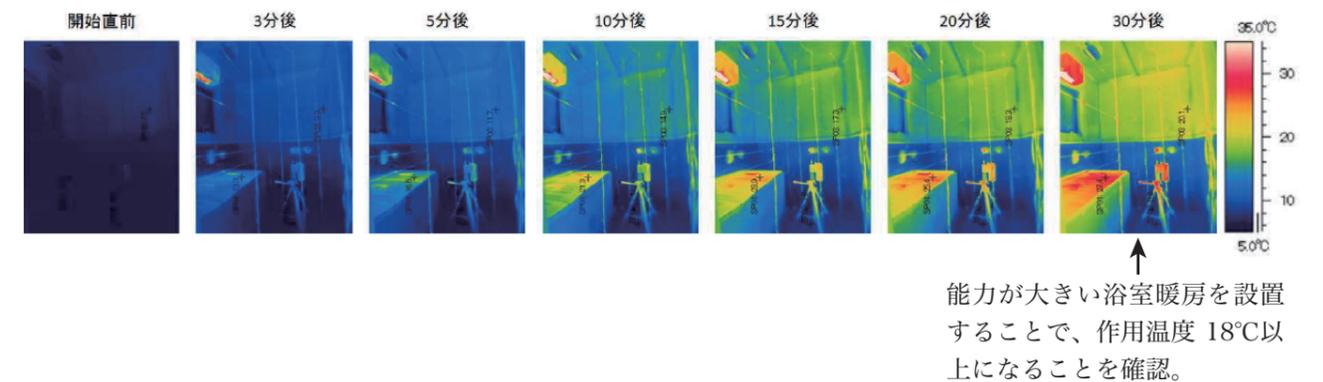


※1 「住宅における良好な温熱環境に関する調査研究 報告書」(一財 ベターリビング H30.7 発行) 参考資料3 参照
※2 茨城県つくば市 国立研究開発法人建築研究所内自立循環型住宅戸建実験棟

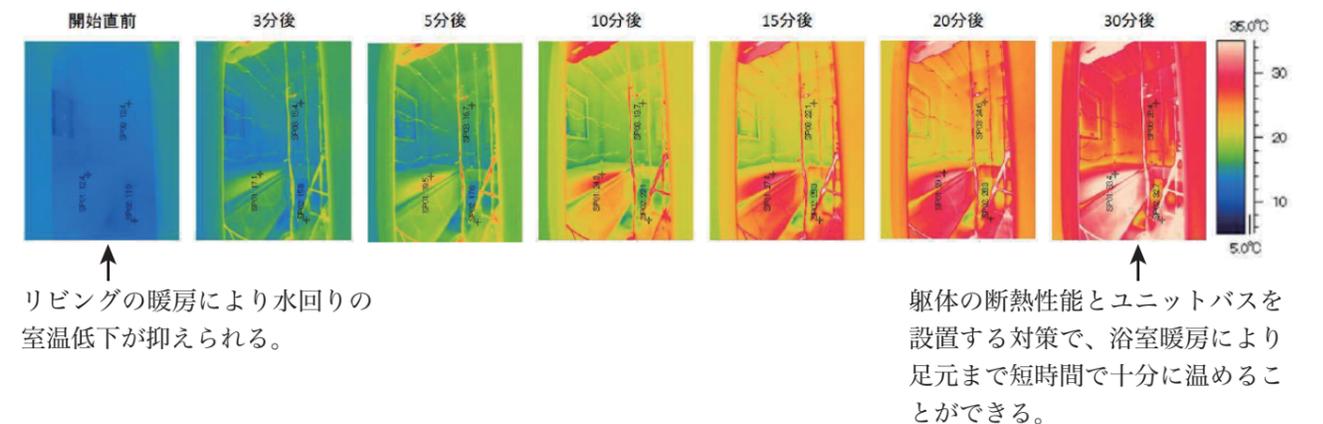
② 実験結果

昭和55年省エネ基準相当の木造住宅において、断熱・気密改修、ユニットバスと浴室暖房の設置が、浴室を中心とした空間の温熱環境の対策に有効であるという結果を得ました。また、在来浴室では、能力が大きい浴室暖房を設置することで、作用温度18℃以上になることを確認しました。

グレードI 在来工法の浴室+浴室暖房



グレードII 断熱・気密改修+ユニットバス+浴室暖房



4-3 各種対策における住宅部品の選定

ベターリビングでは、施主への提案時に活用できる製品リストを作成・提供しています。

良好な温熱環境の実現には、建材や部材および設備機器などについて、居住者の要望を考慮しつつ最適な組合せを提案することが不可欠です。ベターリビングでは、「水回りの良好な温熱環境の実現に資する製品リスト」を作成し、公開しています。

(URL: <https://www.cbl.or.jp/slc/component/>)

1 製品リスト

リストは製品ごとに分類され、各種メーカーのカタログなどにリンクしています。製品の特長や概要を把握でき、水回りの改修設計時に参考にいただけます。ぜひ、掲載サイトにアクセスしてご活用ください。

■水回りの良好な温熱環境の実現に資する製品リスト



「温度」を切り口としたコミュニケーション

住宅の温熱環境が原因となる健康障害は、「自分にも起こり得ること」と身近に感じてもらう必要があります。そのためには、「住宅の室温を整えることの大切さ」を分かり易く伝えなければなりません。「温度」を切り口としたコミュニケーションは有効です。

- 「温度」という尺度は、一般の方々に伝わりやすく、話を聞くことで室温を気に掛けるようになります。
- 事業者の方にとっては、「温度」に関するツールを用いることで、住まいの温度の説明がし易くなり、エンドユーザーとのコミュニケーションを深められます。また、会話のきっかけづくりにも活用できます。



コミュニケーションツールの紹介

1) あたたか住まいガイド

住まいの温度と健康の関係を簡単な説明とイラストで伝えることができる、エンドユーザー向けパンフレットです。

あたたか住まいガイド



2) 放射温度計

エンドユーザーに直接温度（表面温度）を見せて伝えるため、その場の状態を例に、会話しやすくなります。また、温度を感覚ではなく、数値として伝えられることも効果的です。

3) サーモグラフィー（熱画像）

サーモ画像は、一般的には難しい印象を与えますが、技術的に詳しく知りたいユーザーには効果的です。詳細に画像の説明を行うことで理解は深まります。

ダウンロード URL

住宅における良好な温熱環境実現推進フォーラム

URL: <https://www.onnetsu-forum.jp>

放射温度計



サーモグラフィー（熱画像）



5-1 結露などを起こさないために

断熱・気密化によって起こる結露や空気質の悪化への対策も必要です。特にサッシ回りの改修を行った場合は、気密性が高まると隙間風や漏気が改善し、自然と行われていた換気（漏気）が減少します。湿気の停滞による結露の発生や空気質の悪化が起こり易くなるため、必ず換気計画を同時に検討する必要があります。

1 断熱・気密改修と換気計画

断熱・気密改修を計画する際は、必ず換気計画を同時に検討する必要があります。

生活行為として行われる冬季の窓開け換気は、部屋を急激に冷やしてしまうことにもつながり、かえって危険な温熱環境になりかねません。断熱・気密化による結露の発生や空気質の悪化を防止する対策として、換気設備を設置するか、適切な換気ルートの検討が必要です。

また、換気設備で忘れがちなのが、清掃などのメンテナンスです。数年間も掃除をしていない換気扇は、ほこりが詰まり、換気量が著しく減少してしまうこともあります。1年に数回の清掃は、ユーザーに伝えるべき大切な事項のひとつです。

換気扇のメンテナンスの前後



メンテナンス前



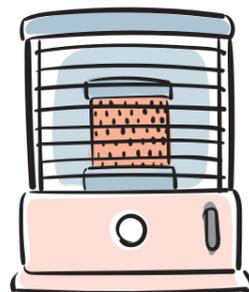
メンテナンス後

2 使用できる暖房器具

気密性が向上すると、暖房器具の選択には注意が必要です。

例えば、石油ストーブは、1ℓの灯油を燃焼させると液体にして約1ℓの水蒸気が発生します。このような開放型暖房器具などは、結露を助長するため使用しないことをユーザーに伝えなければなりません。

使用できる暖房器具は、室内に開放された状態で燃焼しない器具、もしくは暖房設備として設置する気流式（エアコンなど）や放射式（床暖房など）の暖房機器です。



5-2 暖房機器の使い方

暖房器具を適切に運転させ、効率よく良好な温熱環境を維持することが重要です。

断熱改修後に隙間風などが減り従前よりも寒さを感じなくなったため、暖房機器の使用時間が短くなる居住者がいます。その場合、居間（暖房後）の温度は従前よりも低くなり、健康の観点からは、良好ではない状況になることがあります。

また、断熱・気密化を図った住宅こそ、暖房機器を適切に運転し、効率よく良好な温熱環境を維持することで、本来の目的を達成できます。このことを、ユーザーに伝える必要があります。

1 暖房の運転方法

暖房機器は早めの稼働が必要です。

エアコンの運転方法は、夏季の冷房時の室温は28℃を、冬季の暖房時の室温は20℃を目安にすることが省エネになると言われています。実際には、対策後の断熱性能や身体的な理由などによって設定温度や運転時間は変化するため、物件ごとに状況に応じた対応が必要となります。

暖房器具は、早朝のリビングであればタイマー運転を活用して早めに稼働させ、滞在時には室温が20℃以上（作用温度18℃以上）にします。また、水回りで暖房機器を追加した場合なども同様に早めの運転で室温を調整する必要があります。

また、断熱性能や暖房機器の能力に応じて求める室温へ到達する時間が異なるため、計画段階においてユーザーの要望を確認する必要があります。



2 省エネルギーと健康維持

良好な温熱環境を実現するためには、暖房設備の運転が必要です。

特に水回りはH28年基準相当の断熱性能であっても暖房の運転が必要になります。従って、温熱環境対策によって、以前よりも暖房設備の設置場所が増えたり、運転時間が長くなることが考えられます。特に断熱性能が低い住宅の場合は、能力の大きな暖房機器の運転で室温を維持することになり、ランニングコスト面が課題となります。

そこで、できる限り断熱・気密性能を高めたうえで、暖房設備のランニングコストを抑える方法を検討する必要があります。初期投資は増えたとしても、良好な温熱環境を実現しつつ省エネルギーな運転で運用費を抑えることができれば、理想的な計画であると言えるのではないのでしょうか。

良好な温熱環境による健康生活ハンドブック
～適切な温度で健康住宅に～

編著:住宅における良好な温熱環境実現推進フォーラム 普及啓発部会
発行:一般財団法人 ベターリビング
監修:伊香賀俊治(慶應義塾大学工学部システムデザイン工学科教授)
制作協力:合同会社 TAKAOスタジオ、
株式会社 プロデュースオフィス・インデックス

2020年1月
