

ホームズ君 すまいの断熱性能診断レポート

萩野 裕一 邸



【物件情報】

所在地	高知県高知市	省エネ地域区分※	7 地域
竣工	2015 年	リフォーム	なし
構法	木造軸組	階数	2 階建て
用途	住宅	施工業者	地場工務店

※ 平成 25 年省エネ基準に基づく地域区分です。

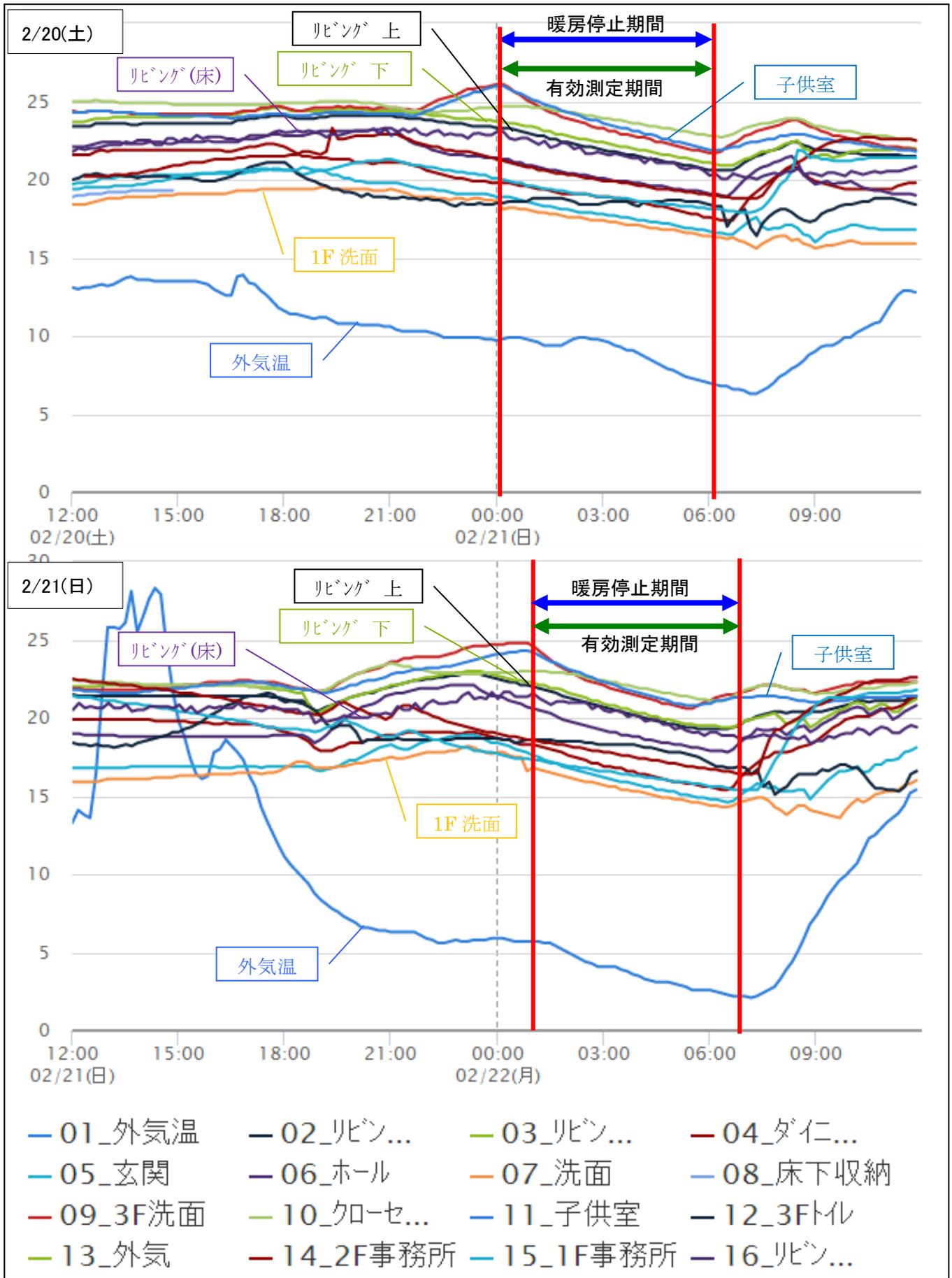
2016.4.25

株式会社インテグラル



測定データ

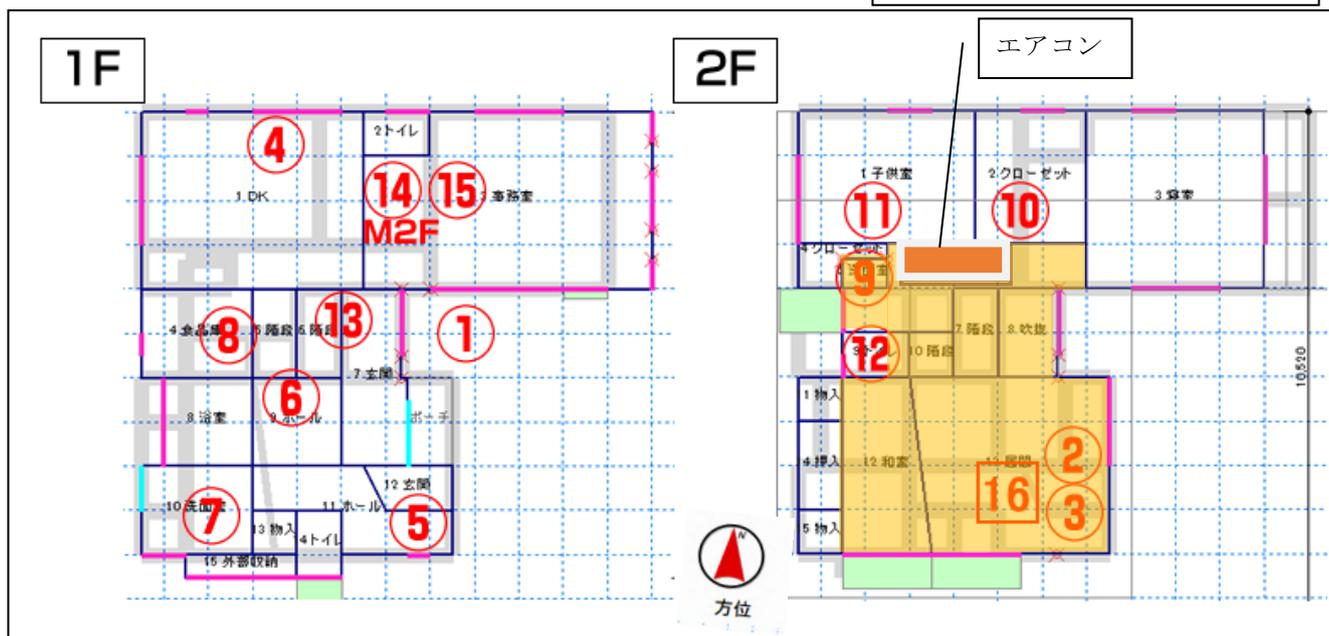
測定期間：2016年2月15日(月)～22日(月)



■ 測定位置および断熱材の仕様

温度の測定は、以下に示した場所で行いました。

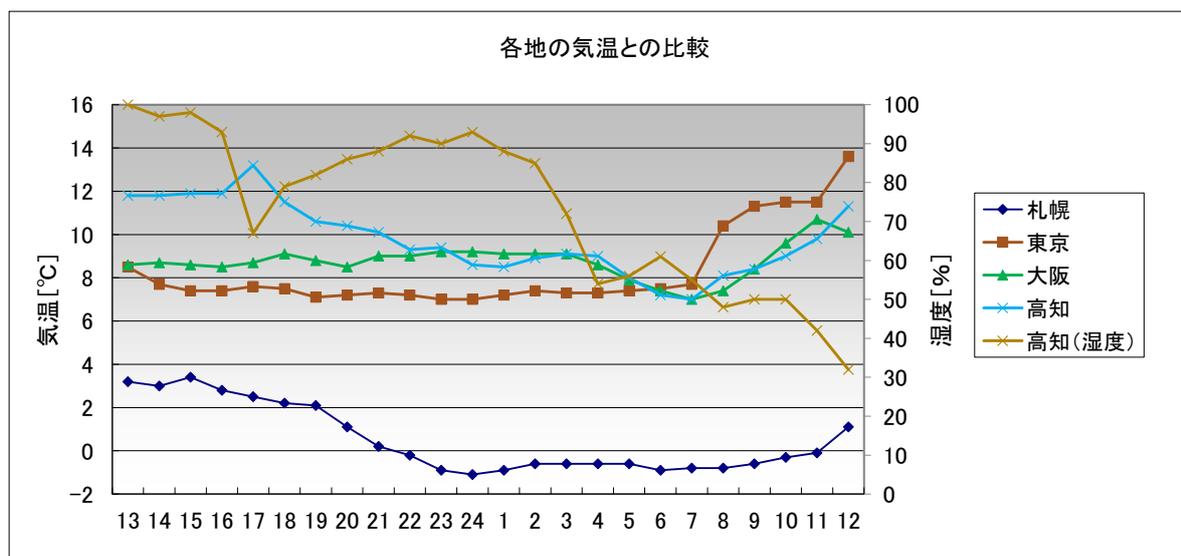
- 数字: 温湿度計 設置場所
- 数字: 表面温度計 設置場所



部位	断熱材仕様	確認方法
屋根	アキレスボード 50mm	目視、設計図書、その他
外壁	アキレスボード 50mm	目視、設計図書、その他
窓	エクセルシャノン、APW330	目視、設計図書、その他
基礎	立上り：アキレスボード 40mm 底盤：アキレスボード 40mm	目視、設計図書、その他

参考 測定日における各地の外気温・湿度データについて

■ 2016/2/20(土) 13:00~21(日) 12:00



出典：気象庁発表

診断1 リビング



リビングは“よい”と診断しました。

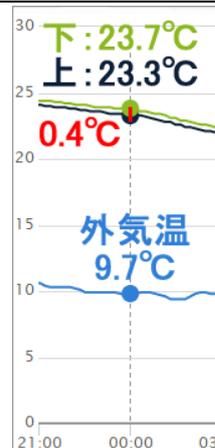
■上下温度差 ★★★★★

暖房時のリビングの上下温度差です。断熱性能の高い部屋では、温度差が小さくなります。このような部屋では、暖房が効きやすく、かつ、温度のばらつきが少ないので、室温が低めでも体感的に快適です。暖房に用いるエネルギーも少なくなっていることが考えられます。断熱性能が低い部屋では暖房効率も悪く、体感も悪いため、暖房をしてしまいがちなので乾燥しやすくなります。



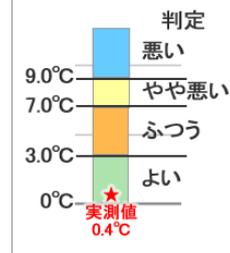
上下温度差は、ISO7730※では快適性の観点から3℃以内に調整することが望ましいと示されています。断熱性能を高めることで、温度差を小さくすることができます。

2/21(日)0:00のデータより



計測場所	室温(°C)
上:床から120cm	23.3
下:床から10cm	23.7
温度差	0.4

上下の温度差(°C)



※ 適度な温熱環境に関して策定された国際標準(ISO規格)です。ISO7730は1994年に策定されました。

参考

■体感温度

体を感じる温度を体感温度といい、室温とは違い、輻射熱や湿度も感じます。周囲の壁・床・窓など表面温度によって体感温度は変わります。

$$\text{体感温度} = \{ \text{表面温度} + \text{室温} \} / 2$$

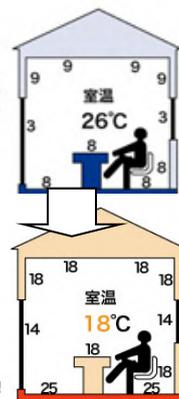
断熱性能の低い部屋では、周囲の壁・床・窓などの温度が低くなります。断熱性能を高めることで周囲の表面温度が上がりますので、同じ室温でも体感温度が上がります。

体感温度 = 17°C

断熱性能が高いと周囲の表面の温度が上がりますので室温が低くても…

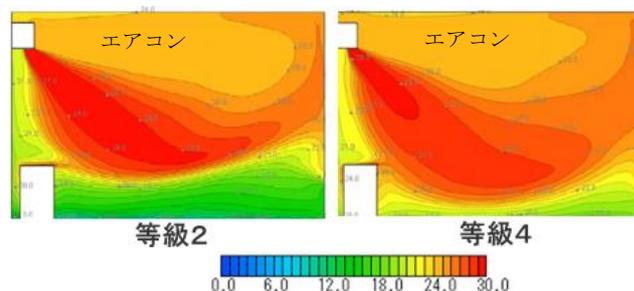
体感温度 = 19°C

2°Cも暖かくなります！



■断熱性能による温度差改善効果

断熱性能が低い部屋(省エネ等級2)と高い部屋(省エネ等級4)を同じエアコンを使って暖房した場合、右図のような温度分布になります。断熱性が低い部屋では、足元と部屋中央部の温度差が大きくなっていることがわかります。断熱性能を高めると室内の温度差を改善できます。



出典：建築研究所 住宅の高断熱化目標水準に関する基礎調査 2014.2月より

■平均室温と年間暖冷房負荷

断熱性が高ければ温度のばらつきを改善でき、平均室温を低くしても体感温度は変わりません。それにより、暖冷房エネルギーの消費を抑えることができます。断熱効果を高めて温度分布を均一にすることで、快適性が上がるだけでなく、省エネルギーが実現できます。

■室温維持力（Q 値の推定）



暖房を停止してから6時間以上の温度降下の実測値より、インテグラル独自の手法で求める実測 Q 値は 2.10(平成 11 年省エネ基準の省エネ等級 4 相当)であると診断しました。

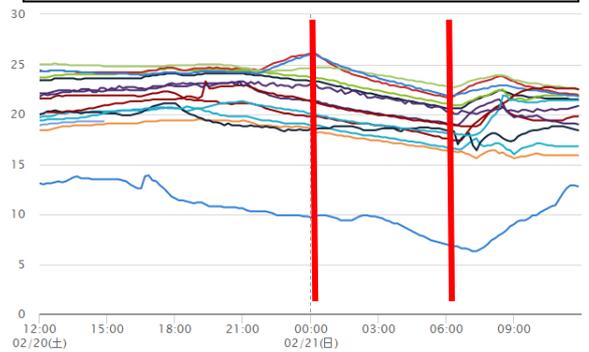
各部位の断熱仕様から計算する設計値としての Q 値は 2.51、省エネ等級 4(平成 11 年省エネ基準による)と計算されました。断熱性能の高い部屋では、暖房した室温の維持が良くなります。このような部屋では、暖房に必要なエネルギー消費量が少なく抑えられていると思われます。



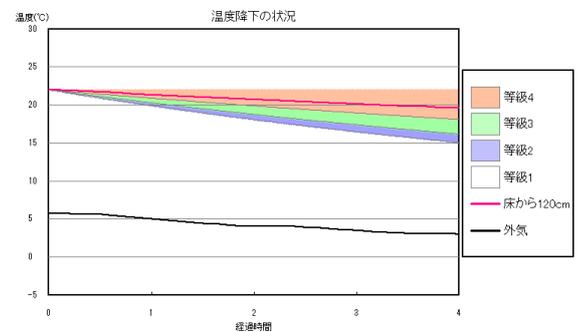
断熱性能が良いことが確認できました。

	Q 値	等級
設計値	2.51	4
実測値	2.10	4

計測された室温の降下データより
2/21 0:00 ~ 2/21 6:00



断熱性能別の温度降下シミュレーション



参考

■熱損失係数 Q 値

住宅の断熱性能を示す基準として、熱損失係数 Q 値があります。これは、1 時間あたり温度差 1℃において、建物内部から外部へ移動する熱量を、床面積で割った値で、建物からの熱の逃げにくさをあらわします。

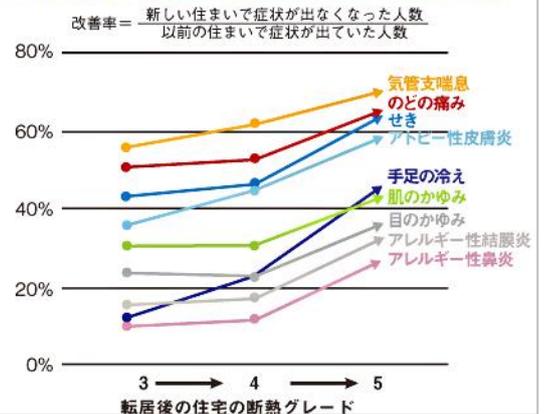
(本レポートの後半の解説をご覧ください。住宅の断熱性能を示す Q 値は、平成 25 年省エネ基準で UA 値に置き換わりましたが、本レポートの“室温維持力”の評価における設計 Q 値は平成 11 年省エネ基準の Q 値を採用しています。また、実測 Q 値は暖房停止後の温度降下の実測に基づく Q 値推定モデルを採用しています。)

断熱性能のよい部屋では、一旦暖めればそれが持続されます。同様に夏場は、一旦冷やせば、それが持続されます。断熱性能が高ければ、暖冷房で消費するエネルギー量が削減できます。

■断熱性と健康改善

ヨーロッパでは、低温が健康に良くない影響を与えるということが一般的に知られています。日本ではむしろ逆で、低温が健康の基盤となるといった考え方があります。しかし、この認識は既往調査で否定されています。従来は暖房に使用されるエネルギー量の削減や、暑さ寒さへの快適性の向上が建物の断熱化の目的とされてきましたが、健康改善効果も非常に大きく重要です。

各種疾患の改善率と転居した住宅の断熱性能との関係



住宅の断熱化による健康改善効果
出典：近畿大学建築学部岩前研究室

■床の表面温度

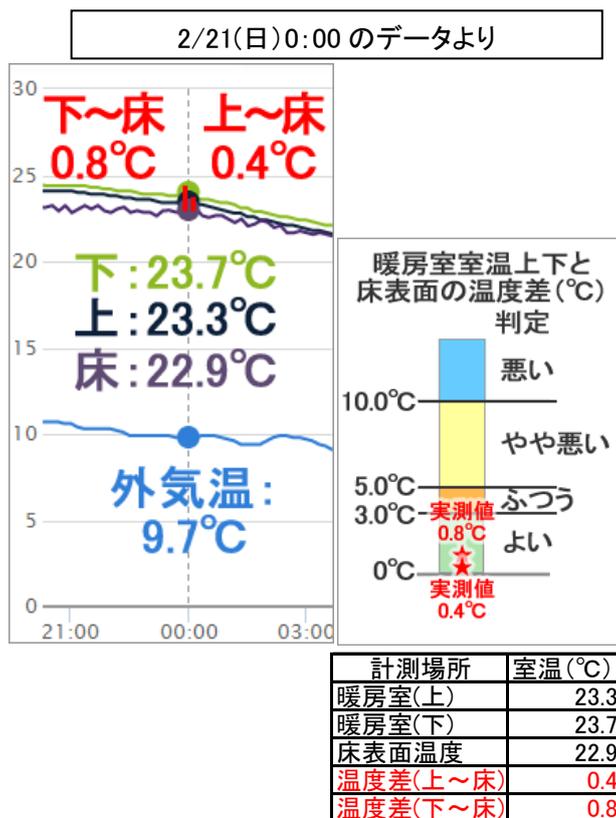


暖房停止時の暖房室の床面の表面温度が 22.9℃であり、これは室温の上部 23.3℃、下部 23.7℃に対して、ほとんど温度差がありませんでした。

断熱性能、および、温熱環境として、非常に優れていることがわかりました。



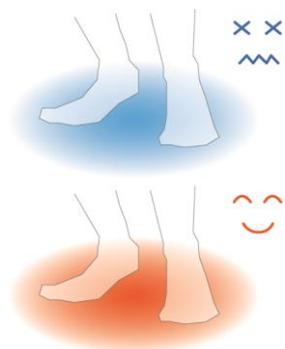
断熱性能の低い住宅では表面温度と室温の差が大きくなるため、体感温度が悪くなり室温を高く保ちがちです。一方、断熱性能の高い家では表面温度と室温の差が小さくなるため室温をそれほど高くしなくても体感温度が確保でき、暖房のし過ぎや室内における温度ムラが抑制されます。また、床の表面温度が高いと、足下付近の冷えや接触した際の不快感(接触温熱感)を少ないといえます。



参考

■床表面温度と全身温冷感

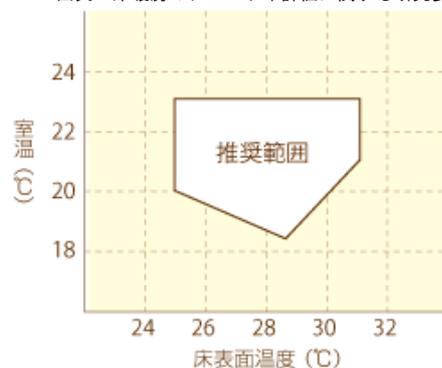
一般的に床暖房を使用するときの快適温度とは、床温度 25℃~31℃、室温は 18℃~23℃と言われています。しかし、住宅の構造や窓などの開口部の面積、仕上げ材、平座位か椅子中心かなどの暮らし方、幼児や高齢者がいるかや温度に関する好みによっても個人差があります。右下図は、床暖房を行う上で、健康や快適性などの面を考慮して、床の表面温度と室温の推奨範囲を示したものです。暖房時の室温より床表面温度が高いほうが快適、つまり、冷感を感じません。



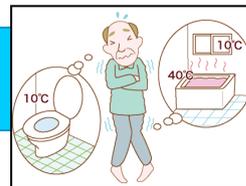
また、最近では、床表面温度を確保する設備として、温水や電気ヒーターによる従来からの床暖房のほかに、基礎断熱された床下空間をエアコン等であたためる方法も開発されています。この方法は基礎空間の断熱と気密が必須条件であるため、新築時にしか採用しにくいという欠点がありますが、従来の床暖房方式に比べて、後者の床下暖房の方法では、室温と床表面温度を安定的に均質に、かつ、床暖房のように敷設した床のみでなく、部屋全体を暖められるという利点があります。この場合は、室温、床温度ともに既存の床暖房での推奨温度より低い温度でも冷感を感じないと言われています。加えて、高効率エアコンを利用するため暖房エネルギーコストを削減できるため、今後、注目される方法といえます。

従来方式の床暖房における快適領域

出典：床暖房のアメニティ評価に関する研究委員会



診断2 脱衣室やトイレ



脱衣室やトイレは“よい”と診断しました。

■暖房しない部屋の温度

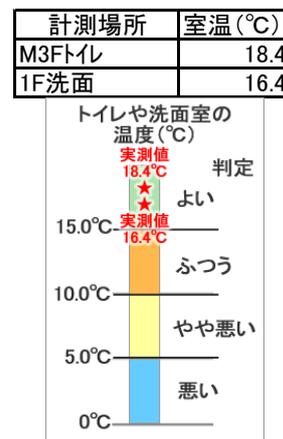
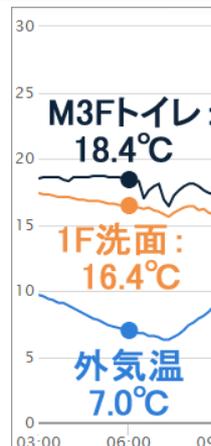


1F 洗面の室温が、最も低くなる時間帯(明け方 6 時頃)において、15°Cを上回っていました。断熱性能はよいといえます。



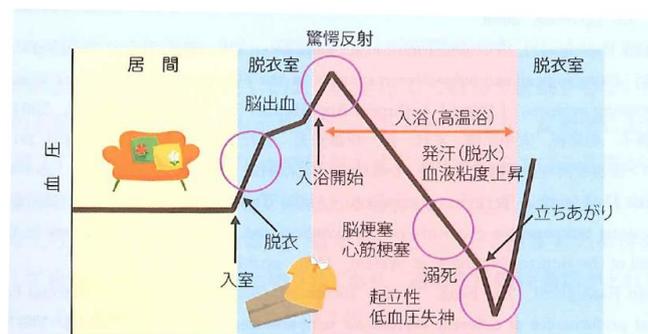
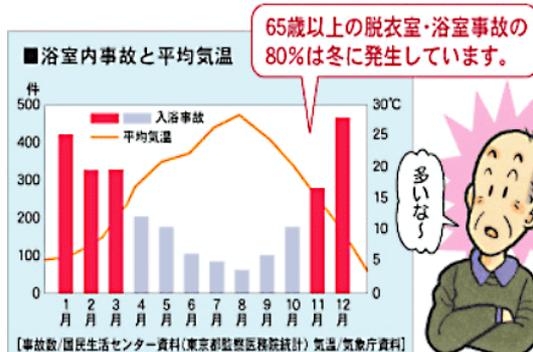
断熱性能が低い住宅では、洗面室やトイレは暖房をしなければ、外気温と変わらない程度まで室温が下がり、脳血管疾患や心筋梗塞などの発症確率が高まりますが、そのような心配も不要と思われるます。

2/21(日)6:00 のデータより



参考 ヒートショック

「ヒートショック」とは、急激な温度変化によって身体が受ける影響のことです。暖かい部屋から寒い部屋へ移動すると「ブルっ」と身震いすることがあるように、人は急激な温度の変化にさらされると体内の血管を急激に伸縮させて血圧や脈拍の変動を起こします。これは体温を一定に保つための人間の身体の反応です。しかしこの反応が脳血管疾患や心筋梗塞などに繋がってしまう可能性が高いといわれています。



冬季高齢者入浴に伴う血圧変動の模擬図

出典：健康に暮らすための住まいと住まい方エビデンス集

ヒートショックを防ぐには、入浴時に、脱衣室をあらかじめ暖房で温めておいたり、浴室の浴槽のフタをとって湯気で室内を満たすなど工夫をしましょう。数分間、シャワー等で熱めのお湯を出しても浴室の室温が上がります。また、浴室と居間の気温差が大きい午後8時ごろを避けるなど、入浴時間を工夫することも有効です。トイレでの脳卒中や心筋梗塞を起こす割合は、突然死の約5%を占めており、あなどれません。トイレでいきむ時や寒い室内でいきなり立ち上がった時などに、血圧や心拍の急激な変化等が脳卒中や心筋梗塞を引き起こすと言われています。対策としてトイレや便座などを温かく保温すること、日頃から食生活などに気を配り、便秘をよくしておくことも大切です。

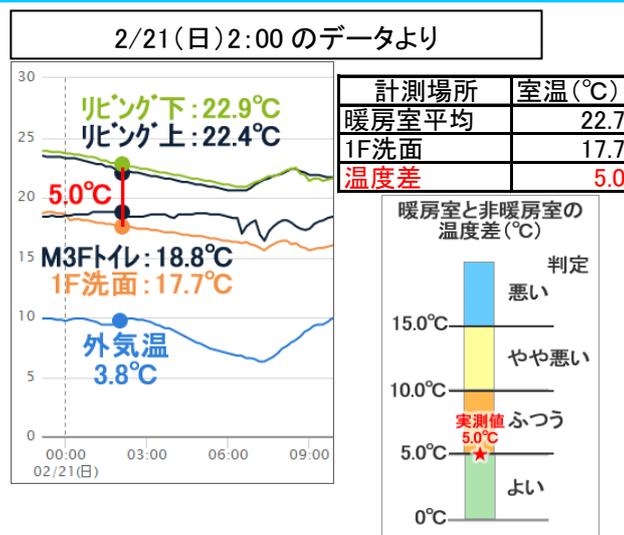
■暖房室との温度差



暖房停止 2 時間後の暖房室と脱衣室・トイレの温度差です。断熱性能が低い住宅は、暖房をしている部屋としていない部屋の温度差が大きくなり、ヒートショックなどの危険性が非常に高くなります。



温度差は小さく、ヒートショックの心配はないと確認できました。

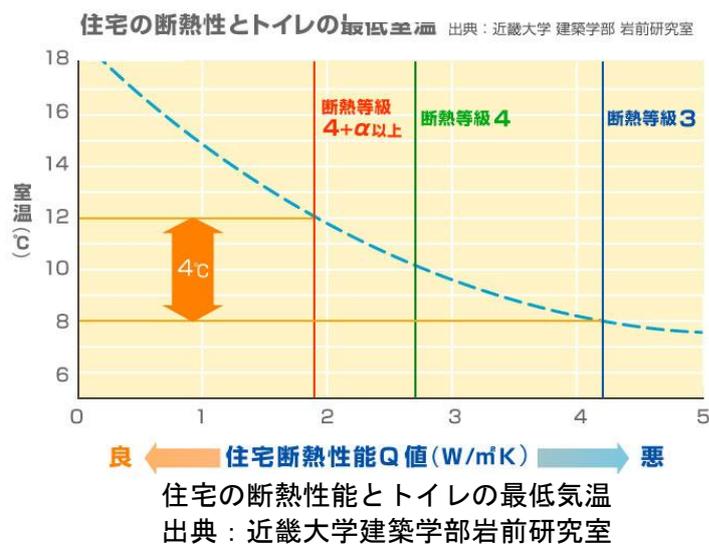


参考

■家の断熱性とトイレの最低気温

断熱性能(省エネ等級)別のトイレの最低気温の試算は右図のようになります。

断熱性能を省エネ等級3から4以上に高めた場合は、4°C以上も室温が上がるのが期待できます。肌で感じる寒さもやわらぎ、ヒートショックの危険性も解消できます。



■イギリスの住宅健康安全格付けシステム HHSRS

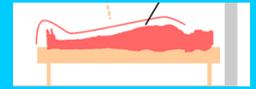
HHSRS は Housing Health and Safety Rating System(住居健康安全格付けシステム)の略で、居住者の健康や安全のために、住宅に起因するリスクを軽減する目的で住宅を調査する手法です。

HHSRS の「極端な寒さ」の項によると、寒さと健康の関係は「寒さは呼吸器障害や心疾患に影響を与える」としています。

- ・ 健康的な室温は 21°C前後である。
- ・ 室温が 19°C以下になると健康に悪影響を及ぼす小さなリスクが発生し始める。
- ・ 室温が 16°C以下になると深刻な健康被害のリスクが現れ、呼吸器官や心臓への悪影響のリスクがかなり増加する。
- ・ 室温が 10°C以下になると特に高齢者の方に、低体温症のリスクがはっきりと現れるようになる。

診断3 寝室

子供室を寝室と仮定して判定しました。



寝室は“よい”と診断しました。

■ 寝室の温度



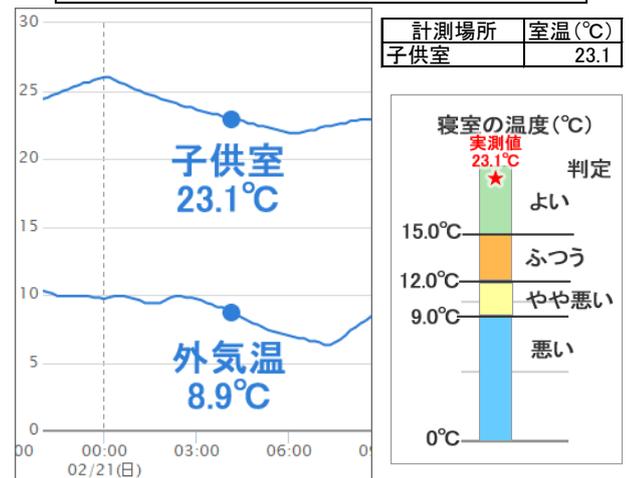
寝室の温度と寝具内の温度差、寝室とトイレの温度差が大きくなると、ヒートショックの危険性が高まります。また、住宅内での活動量が減り、就寝もしにくくなります。ヒートショックを避けるためには、冬季の寝室温熱環境としては、15℃以上が適切と考えられています。

今回の診断では、高い性能が確認できました。



断熱性能を高めることで、部屋間の温度差を小さくしヒートショックの危険性が低くなります。また、活動も休息もしやすくなり、健康度を高くすることができます。また、断熱性能を高めることにより、遮音性能が上がり、睡眠の質の向上も期待できます。

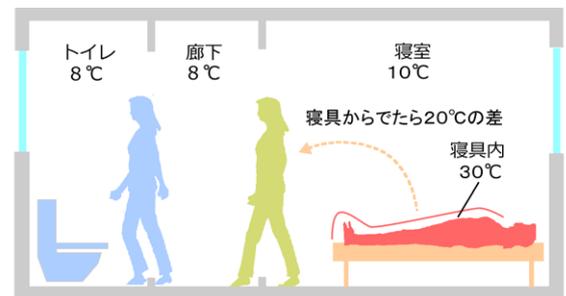
2/21(日)4:00 のデータより



参考

■ 寝具の中は 30℃

寝具内の温度は 28℃～33℃ぐらいに保たれていますので、仮に寝室の室温が 10℃だとすれば、起き上がって布団を出たとたん 20℃以上の温度差があることとなります。さらに、トイレは寒くなっていることが多いので、夜間のトイレ利用時のヒートショックも注意が必要です。



寝室・廊下・トイレの温度差イメージ
出典：近畿大学建築学部岩前研究室

<断熱性能と睡眠の質>

質の高い睡眠を得るためには、「スムーズな入眠」、「中途覚醒、早期覚醒の抑制」、「目覚め感の向上」などが重要ですが、夏季の蒸暑な寝室環境では寝苦しくて睡眠中の中途覚醒が多くなり、逆に冬季の寒冷な環境では、手足などの末梢部の冷えから入眠が妨げられます。とくに、酷暑、酷寒の季節では、寝具や寝衣による消極的な調整のみでは十分な快適(眠)環境を得ることは難しく、エアコンや扇風機などの設備を使って適切な温湿度にすることが大切となりますが、エアコンからの冷気や騒音などが睡眠を阻害する可能性があり、断熱性能の改善を行えば、設備を停止したあとも快適な条件を維持できることから根本的な対応といえます。



総合判定

お住まいは、断熱等性能等級 4 相当 ※1 です。

診断項目 ※2		評価
リビング	上下温度差	★★★★
	室温維持力(Q値の推定)	★★★★
	床の表面温度	★★★★
脱衣室や	暖房しない部屋の温度	★★★★
トイレ	暖房室との温度差	★★★★
寝室	寝室の温度	★★★★

※1 総合判定は、表中の「室温維持力」をもとにした診断結果です。「室温維持力」は、平成11年省エネ基準のQ値(熱損失係数)の考え方をもとに、実測した室温から推定される熱損失量で判断しています。

※2 表の各診断項目の判断基準は、当社独自の基準です。

■ 所見

- 全室の室温、暖房室の床の表面温度のそれぞれが非常に安定しており、かつ、室温の上下温度差、部屋間の温度差、室温と表面の温度差も小さく、これらのことから高性能な断熱、気密性能の住宅であることがわかります。
- 長期優良住宅で求められる「断熱等性能等級4」相当の性能であると推定されます。
- 脱衣室やトイレといった暖房をしていない部屋の温熱環境にも温度差の問題はなく、ヒートショックなどの危険性はありません。
- 暖房に消費するエネルギー量の軽減が実現されていると思われます。

診断物件と同じ省エネ地域区分における、断熱等性能等級ごとの断熱仕様例

地域 7	等級1相当 (S55以前)		等級2相当 (S55基準)		等級3相当 (H4基準)		等級4相当 (H11,H25基準)	
	断熱仕様	U値	断熱仕様	U値	断熱仕様	U値	断熱仕様	U値
開口部	建具 (一重)金属製	6.51	(一重)金属製	6.51	(一重)金属製	6.51	金属製複層	4.65
	ガラス 普通単板ガラス	<0.88>	普通単板ガラス	<0.88>	普通単板ガラス	<0.88>	普通複層ガラス A6	<0.79>
屋根・天井	無断熱	3.57	無断熱	3.57	グラスウール 10K 50mm	0.82	グラスウール 10K 200mm	0.24
外壁	無断熱	2.21	グラスウール 10K 50mm	0.78	グラスウール 10K 50mm	0.78	グラスウール 10K 120mm	0.44
床	無断熱	2.22	無断熱	2.22	無断熱	2.22	押出法ポリスチレンフォーム 3種 90mm	0.36
UA値	2.35超		2.35以下		1.81以下		0.87以下	
参考:Q値	8.3超		8.3以下		4.6以下		2.7以下	

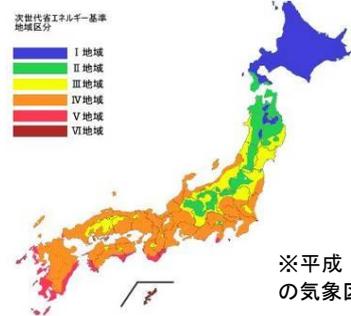
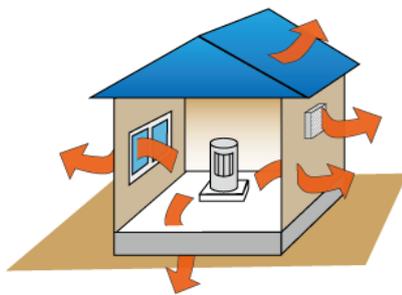
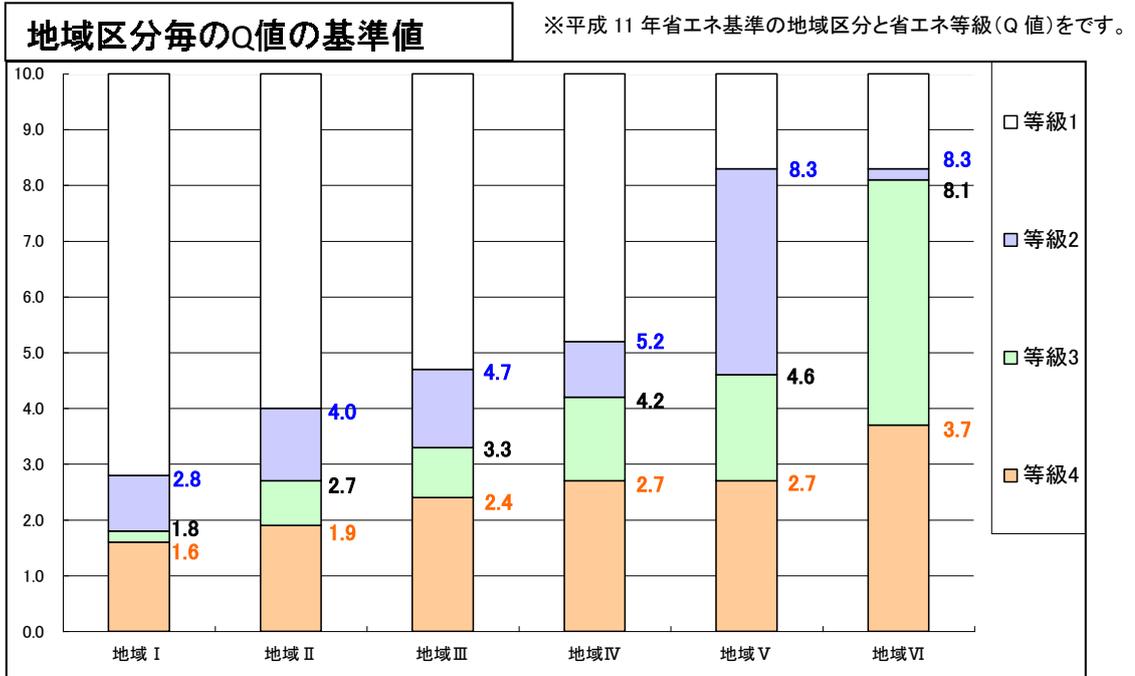
参考) 日本住宅性能表示基準における「断熱等性能等級」を参考に作成

解説)

◆Q値(W/m²K)とは (熱損失係数)

※住宅の断熱性能を示すQ値は、平成25年省エネ基準でUA値に置き換わりましたが、本レポートの「室温維持力」の評価における設計Q値は平成11年省エネ基準のQ値を採用しています。また、実測Q値は暖房停止後の温度降下の実測に基づくQ値推定モデルを採用しています。

1時間当たり、温度差1℃当たりにおいて、建物内部から外部へ移動する熱量を、床面積で割った値で、建物からの熱の逃げにくさをあらわします。Q値が小さいほど、熱が逃げにくいので省エネ性能が高いといえます。



◆断熱等性能等級とは

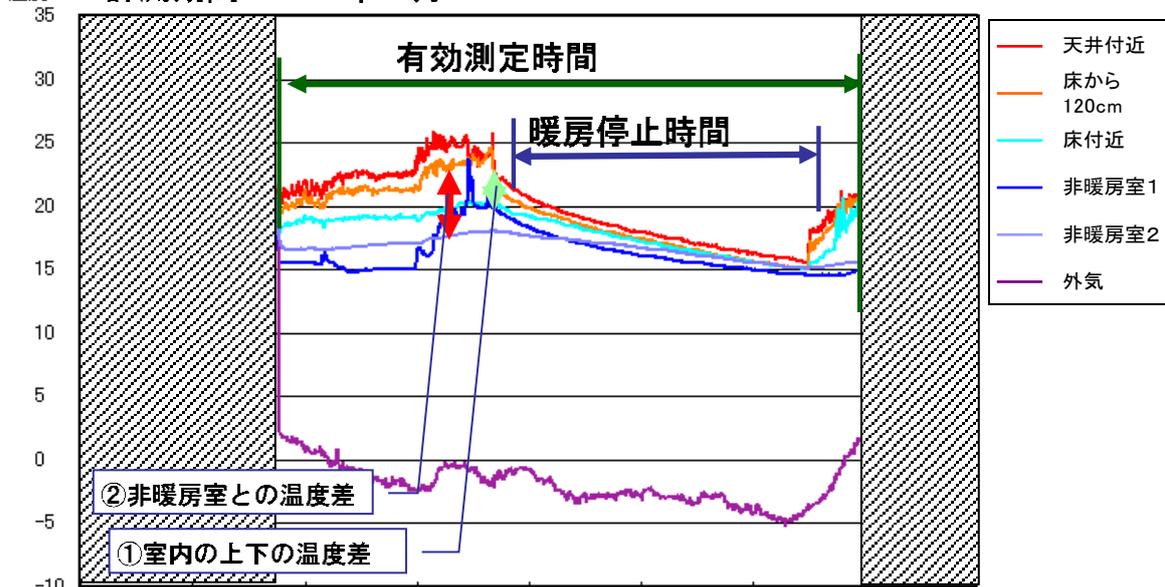
住宅の品質確保に関する法律(品確法)において定められている、住宅の温熱性能に関する基準。省エネ法で定める「住宅の省エネルギー基準」をベースに設定されている。

性能	省エネ等級	
良い ↑ ↓ 悪い	等級4	H25,H11基準 断熱性能が最も高い住宅と考えられます。「長期優良住宅(2009年6月4日施行)」においても要求される基準です。
	等級3	H4基準 等級4の2/3程度の断熱性能です。一般的な断熱性能の住宅と考えられます。
	等級2	S55基準 等級4の1/2程度の断熱性能です。最低水準の断熱性能の住宅と考えられます。
	等級1	無断熱 等級2に満たない性能で、無断熱または、ほぼ断熱性能がない住宅と考えられます。

参考) 実測値の物件例 Q値と温度降下

◆断熱性能の良い住宅 Q値=1.6相当

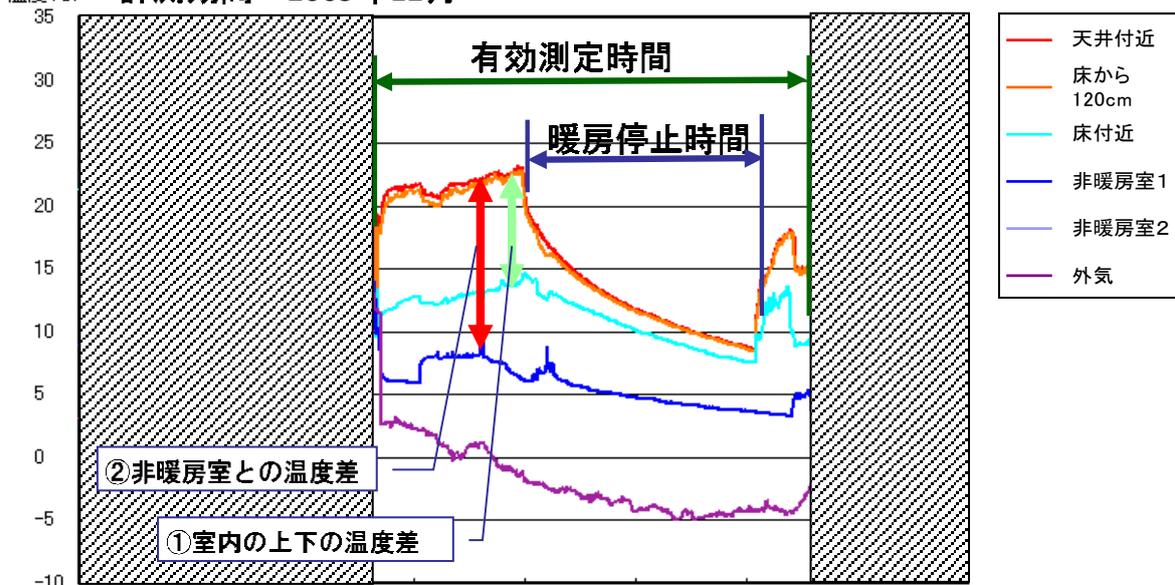
温度(°C) 計測期間：2009年12月



部位	断熱材の仕様
天井	グラスウール16K 180mm
外壁	グラスウール16K 100mm
窓	断熱サッシ+複層ガラス
床	グラスウール16K 100mm

◆断熱性能の悪い住宅 Q値=5.2相当

温度(°C) 計測期間：2009年12月

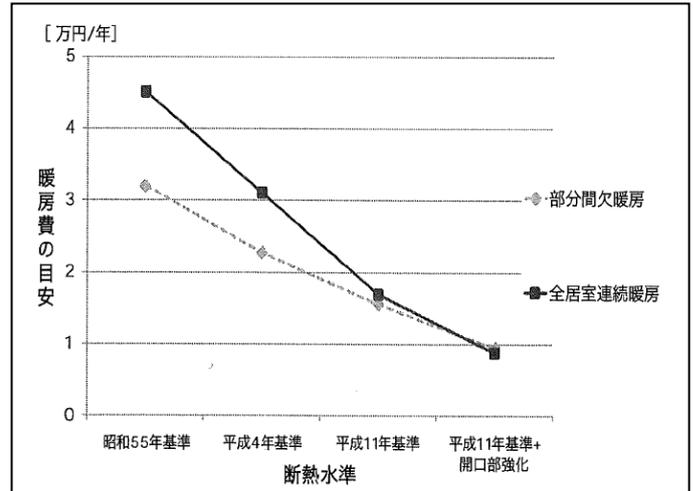


部位	断熱材の仕様
天井	グラスウール10K 50mm
外壁	グラスウール10K 50mm
窓	アルミ系サッシ+単板ガラス
床	無断熱

参考)

■暖房費の目安について

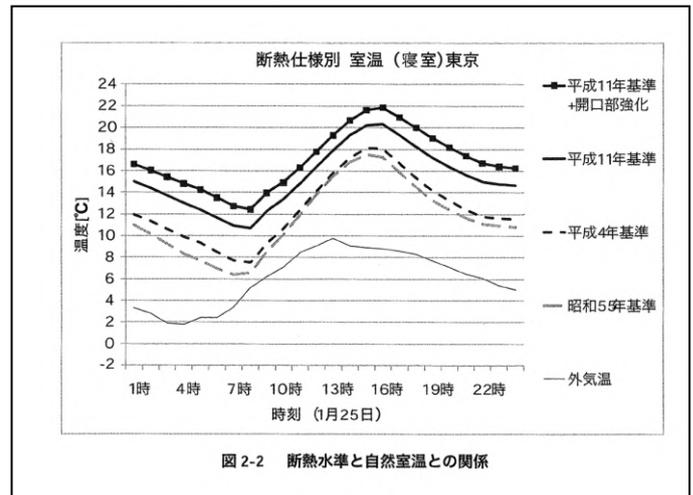
グラフ1は東京に建つ約36坪の住宅をモデルとして計算した暖房費を示しています。暖房費の削減効果は、平成11年住宅では昭和55年基準住宅に比べて暖房費が約50%減となっています。また、断熱性能が低いほど連続暖房と間欠暖房による暖房費の差が多くなっていますが、断熱性能が高くなるとその差はほとんどなくなります。さらに、グラフのように平成11年基準住宅で開口部をI地域並みまで強化した場合には、間欠暖房のほうが暖房開始時のエネルギー消費が相対的に大きくなって連続暖房より暖房費が若干ですが増えることもあります。



グラフ1 断熱水準による暖房費の試算

■基準ごとの室温について

グラフ2は東京に建つ約36坪の住宅モデルで、1日中暖房していない寝室の温度を計算により求めたグラフです。終日、断熱性能が高いほど寝室の室温が高くなっているのがわかります。起床時6時の室温を比較すると、昭和55年基準住宅と比較して、平成11年基準住宅では4.7℃、平成11年基準+開口部を断熱強化した住宅では6.5℃も高くなっています。また、ヒートショックなどの健康面から、室温は10℃以上必要と言われており、平成11年基準以上の断熱性能とすることが望ましいと言えます。

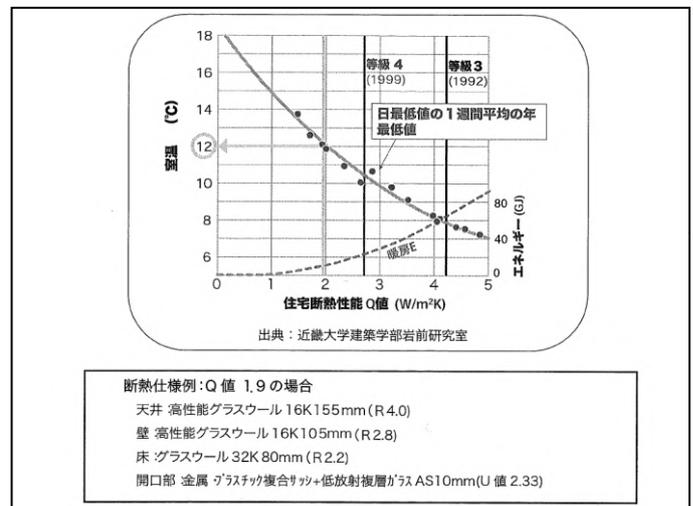


グラフ2 断熱水準と自然室温の関係

■高断熱にしていった場合、暖房負荷は頭打ちになるが室温は上がる

断熱性能を示す基準Q値(熱損失係数)と暖房に必要なエネルギー量、および、トイレの室温を計算したグラフです。

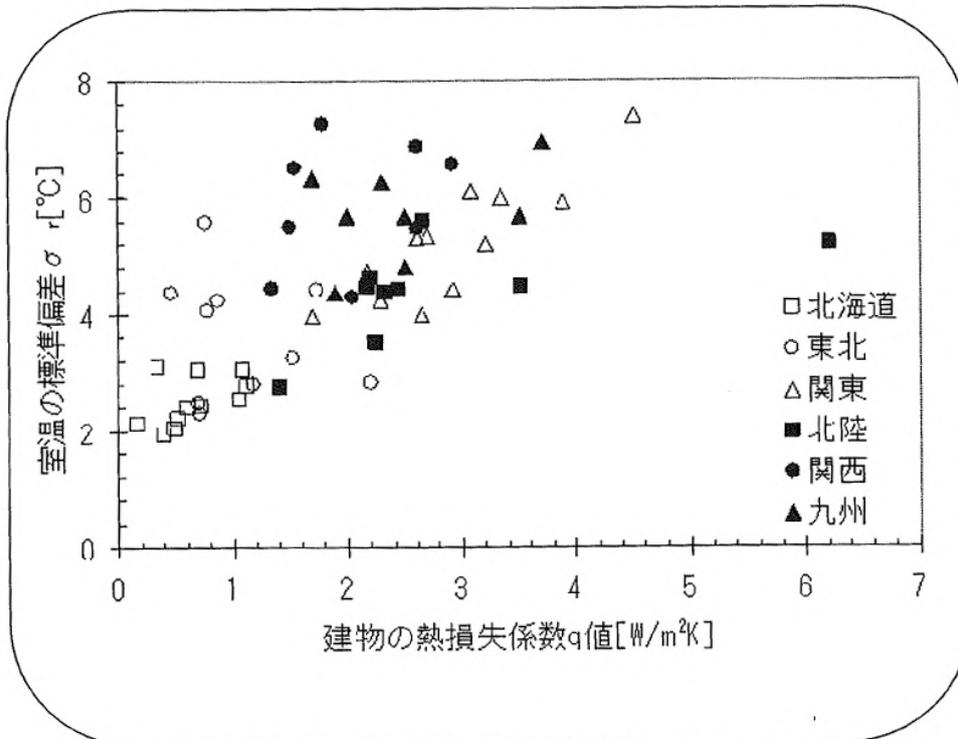
等級4では、等級3に比較して年間40GJ以上の省エネルギーですが、これより性能をあげても、暖房に必要なエネルギーはそれほど減りません。ところが、暖房を使わない場所の代表といえるトイレの室温は、断熱性能を等級4よりさらに上げれば、それだけ上がり続けます。健康改善の観点からは、断熱性能はできるかぎりあげることによって効果が期待できます。



グラフ3 断熱水準と室温、暖房エネルギーの関係

■Q値と室内温度のばらつきに関する相関

断熱性能を示すQ値（熱損失係数）と室温の標準偏差の関係をみると、断熱性能が低いと室温の標準偏差が大きくなり、住宅内に温度のばらつきが顕著になるといった相関がみられます。また、寒冷地と温暖地では、寒さへの対策（暖房のライフスタイル）が大きく異なり、温暖な地域ほど室温のばらつきがみられることから、これらを受け入れて、寒さに耐えながら生活していることがわかります。



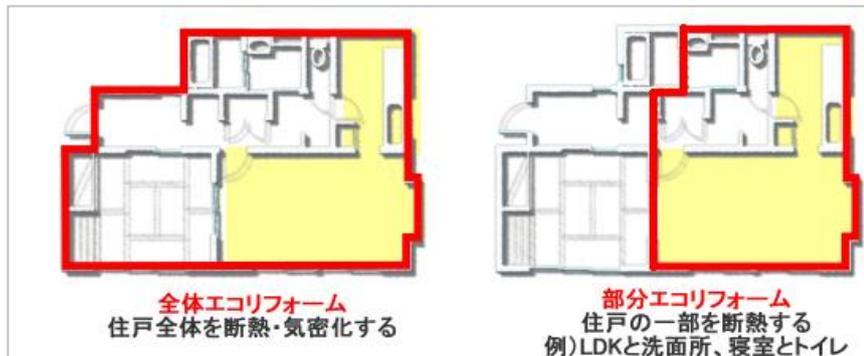
出典：羽山広文, 小林直樹ほか：全国の住宅内温度分布に関する調査（その1・その2）, 空気調和・衛生工学会, 大会学術講演論文集 pp.383-390, 2006

■長寿社会での医療費削減効果について

世界一の長寿命である日本では、近年、社会の高齢化に伴う医療費が増大しています。断熱リフォームによって建物の断熱性能を高めることで、さまざまな疾病の改善効果がみられることが報告されています。特に成人病や脳血管疾患や心臓病等の発症防止や、幼児のアトピー性皮膚炎やぜんそくなどの改善効果が認められています。住宅の断熱性能の改善等による温熱環境の改善は疾病の予防の観点からも期待されており、長寿社会の医療費の削減や健康な長寿社会への貢献につながります。

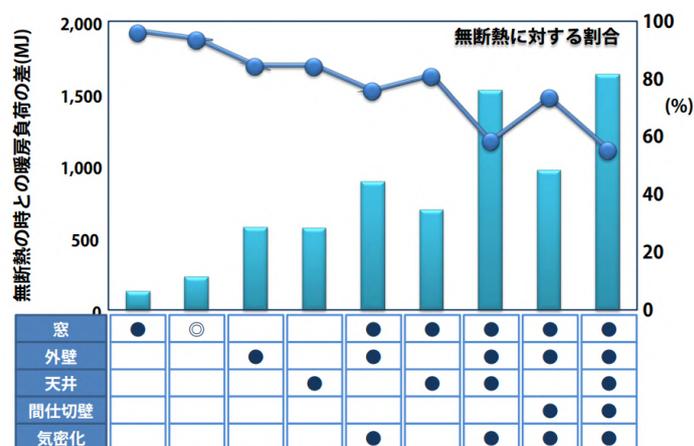
■ゾーン断熱について

従来は、既存住宅の断熱改修においては、家全体を断熱化し、新築住宅と同様の環境にすることが推奨されてきました。しかしながら、このやり方では、戸建て住宅1件あたり数百万の工事費用、数か月の工事期間、場合によっては、仮住まいが必要になり、このような断熱改修工事が行われることが多くないのが実態でした。これに対して、リビングと、その近くの洗面所トイレを1つのゾーンとして断熱材で囲う、または、寝室とトイレをゾーンと考えるなど、生活動線のゾーニングをもとに断熱改善範囲を絞って考えることで、日常生活における低温対策が行えて、健康被害を抑制することも可能です。



■ゾーン断熱においては、いつも窓が最大の弱点ではない

壁や天井・床といった部位より、窓は大量の熱を通過させます。従来は、熱損失の大きな弱点から対応するのがよいとされ、窓から断熱化することが基本でした。しかしながら、断熱改修の対象範囲をゾーンで考える場合は、窓が最大の弱点とは限りません。下図は、平均的な住宅プランの2階の寝室について、断熱部位ごとの省エネ効果を計算したのですが、この例では、天井を断熱することがもっとも効果が高いことがわかります。



改修項目別 暖房負荷の削減の関係
出典：HEAT20 平成22年(2010年)度報告会資料より