

Y 木造住宅と軽量鉄骨住宅の暖冷房負荷の比較 *

—新潟市における熱負荷計算—

須 貝 高 **
石 田 卓 **
岡 部 省 吾 **

Comparison of the Heating and Cooling Load of Light-Gauge Steel Framed House and Y-Wooden House

— Heat Load Calculation in Niigata City —

Takashi SUGAI**, Taku ISHIDA** and Shogo OKABE**

The elderly is increasing more and more in Japan. Elderly and high blood pressure who often succumb to a stroke in the house. Since the stroke occurs in the non-heated space, it is necessary to heating the space.

In this paper, we examined the effect of the temperature of the bathroom (non-heated space) by heating (22.0℃) to a room of Y-wooden house (highly thermal insulation filling-up method) and light-gauge steel framed house (outside-covered insulation method).

As a result, the minimum air temperature of the bathroom, the former show 16.7 °C, the latter show 12.0 °C. Heating load of the former (opening of the door between the bathroom and lavatory, ventilation rate was set to 10.0 times per hour between bathroom and lavatory) and the latter (closing of all room doors) didn't change. Also, the air temperature of the bathroom, the former show 20-21 °C, the latter show 12.0 °C.

In addition, most noted the floor surface temperature of the bathroom, the former show 19-20 °C, the latter show 11.0 °C. The difference between them is as large as about 8-9 °C.

From the above, Y-wooden house with high energy efficiency, we have confirmed that it is possible to raise the floor surface temperature of the bathroom, it's important for the health (stroke prevention).

Key Words : Wooden House, Light-Gauge Steel Framed House, Heating and Cooling Load, Niigata City, Room Air Temperature, Floor Surface Temperature, Bathroom

1. 目的

2013 年 10 月に省エネ基準の施行が改正されたが、経過措置として 1 年半の 2015 年 4 月 1 日に廃止になる^{注1)}。その時に省エネ基準が変わり、年間暖冷房負荷の基準が廃止になる。その理由は一次エネルギーの基準が給湯・照明などのエネルギーが加わるなど、複雑になっている。しかし住宅の暖冷房負荷の大小については、年間費用がかかるので大きな関心がある。そのため、

本論文では暖冷房負荷について分析する。旧基準の地域区分では、新潟・東京・関西地方・福岡などは同じ地域としていたが、新基準では 2 地域に区分にした。寒い新潟市・長岡などを 5 地域とし、それより温度の高い東京・関西地方・福岡などは 6 地域とした。そこで暖冷房負荷に注目して分析する。住宅の省エネルギー基準の中で、最も高い基準は次世代省エネルギー基準であり、その基準の中に入っている住宅を対象として分析する。Y 木造住宅（断熱パネル化した充填工法）と軽量鉄骨住宅（外張り工法）の比較であり、Y 木造住宅の構造材を全て軽

* 平成 26 年 11 月 30 日受付

** 建築学科

量鉄骨にして算出した。ここで木造住宅では、省エネルギーの高いY木造住宅と次世代省エネ基準内に入っている軽量鉄骨住宅とを比較すると、省エネルギーに対してどの程度の差になるか、さらに両住宅の各室の温度差などを分析する。ここで性能の高い省エネルギーの住宅は表1に示すように温熱的視点からみて健康住宅になる。そのため省エネルギー化が向上すれば、居住者にとって健康住宅と言える。

2. 分析

Y木造住宅と軽量鉄骨住宅の年間暖冷房負荷、室温、床面温度を同じ住宅モデルで分析する。

2-1. 分析内容

A. 住宅モデルは「建築学会標準問題戸建住宅モデル（I地域、図1）を利用した。両住宅の各部位（屋根・壁・床・開口部）の断熱材の種類・熱伝導抵抗などを表2に示す。なお、住宅モデルの床面積は1階で60.86㎡、2階で60.87㎡である。

表1 省エネルギーの住宅と温熱視点からみた健康住宅との関わり

住宅の省エネルギー化と住宅の健康化の概要

A) 省エネルギー化・・・年間の暖冷房費が安くなる。

B) 住宅の健康化・・・冬季：日射が入ってくれば日中の室温が高くなり、夜間は室温が下がらない。つまり、室温・床面温度が高い状態を保つ。

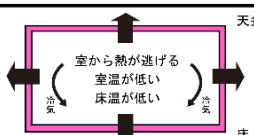
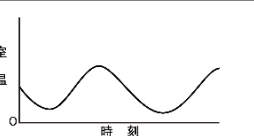

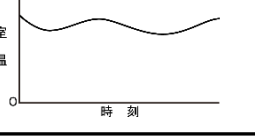
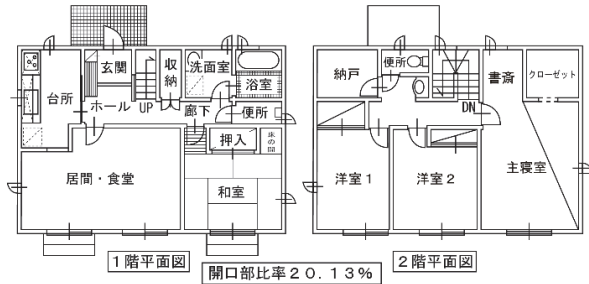
断熱化強・弱	住宅の断熱化	省エネルギー性	健康化	省エネルギーと健康の関係
弱		低い	—	例えば、室温を20℃に保つために100のエネルギーを消費した。 室内から熱が逃げるため、省エネルギーではない。 一方壁面などから熱を逃がすため、冷気も発生し、床面温度も低い。
室温			断熱性が低いので室温が下がり、壁面などで冷気が発生し、床面温度も冷える	さらに非暖房空間（水廻り空間）でも床面温度が低い。 そのため脳卒中・カビなどが発生し、健康住宅ではない。
強		高い	—	例えば、室温を20℃に保つためには50（100/2）のエネルギーを消費した。 室内から熱が逃げないため、省エネルギーである。 一方壁面などから熱を逃がさないため、冷気は発生せず床面温度も高い。
室温			断熱性が高いので室温が高く、壁面などで冷気が発生し難く床面温度も高い	さらに非暖房空間（水廻り空間）でも床面温度が高いため健康住宅である。

表2 2棟の断熱材の種類・厚み・熱伝導率・熱伝導抵抗

住宅	部位	屋根	壁	床	開口部
（Y木造住宅） 充填工法	断熱材の種類	A種 フェノールフォーム 保温板一種1号	硬質 ウレタンフォーム 吹付現場発泡	ビーズ法発泡 ポリスチレンフォーム	アルミ樹脂複合サッシ 低放射複層ガラス(A12) レースカーテン
	厚み d(mm)	63	60	75	—
	熱伝導率 λ (W/m・K)	0.019	0.026	0.034	—
	熱伝導抵抗 γ d/λ (㎡・K/W)	3.32	2.31	2.21	2.33
	その他	遮熱シート・赤外線 75～85%反射(※1)	同左		
（軽量鉄骨住宅） 外張り工法	断熱材の種類	A種押出法 ポリスチレンフォーム 保温板3種	同左	同左	アルミ樹脂複合サッシ 低放射複層ガラス(A12) レースカーテン
	厚み d(mm)	40	30	40	—
	熱伝導率 λ (W/m・K)	0.028	0.028	0.028	—
	熱伝導抵抗 γ d/λ (㎡・K/W)	1.43	1.07	1.43	2.33
	その他	熱橋部でも同じ断熱材	同左	同左	

※1）英国では当仕様のアルミシートを断熱材（熱貫流抵抗＝0.54（㎡・K/W）と認めている。これをグラスウール（GW）に換算すると、高性能GW（16K）は21.6mmである。しかし、日本ではアルミシートを断熱材として認められていない。

図1 住宅モデル¹⁾

- B. 分析するソフトは住宅用熱負荷計算プログラム SMASH for Windows Ver.2（国土交通大臣認定第1号）を使用し、拡張アメダス気象データ（標準年）は新潟市を入力する。
- C. 次世代省エネルギー基準の判断は、全室を暖房暖18℃、冷房27℃にして、年間暖冷房負荷（L値）の基準（最低値）460MJ/m²・年以下であるかを判断する。
- D. 新潟市で最も寒い期間での両住宅の室温・床表面温度を比較する。
- E. 冬季、軽量鉄骨住宅は主要箇所（台所、居間・食堂、和室、洋室1、洋室2、主寝室）を暖房するようにした。一方、Y木造住宅は冬季には寒い環境下にあるので、できるだけ広い空間を暖房することを設計の念頭に入れており、非暖房空間は収納、納戸、洗面室、便所、浴室とする。また、Y木造住宅では、高齢化社会で浴室内の脳卒中などの事故も多々あり、浴室の室温・床表面温度を高くするために浴室に面する洗面室のドアを開けて、浴室を10回/h換気にして暖気を入れた状態での年間暖冷房負荷を算出した。

2-2. Y木造住宅と軽量鉄骨住宅との年間暖冷房負荷の比較

Y木造住宅は英国で用いられているアルミシート（表2の※1）を設けた。その結果が図2である。両住宅共に年間暖冷房負荷（L値）が460MJ/m²・年以下になっているので、次世代省エネ基準になっている。またY木造住宅は軽量鉄骨住宅より37%省エネになる。さらにアルミシートを用いると、47%省エネになる。それをまとめると表3になる。同表から冷房負荷について、Y木造住宅が低いのは、開口部は同じ性能なので、屋根・壁の断熱材の性能の向上、及び屋根・壁にアルミシートが入っているためである。

その効果は軽量鉄骨住宅に対して、Y木造住宅の（A）では32%、（B）では35%省エネになる。一方、暖房負荷は軽量鉄骨住宅に対してY木造住宅の（A）では38%、（B）では50%、省エネになることが分かる。

新潟市（5地域）の住宅【基準】年間暖冷房負荷（L値）460（MJ/m²・年）以下

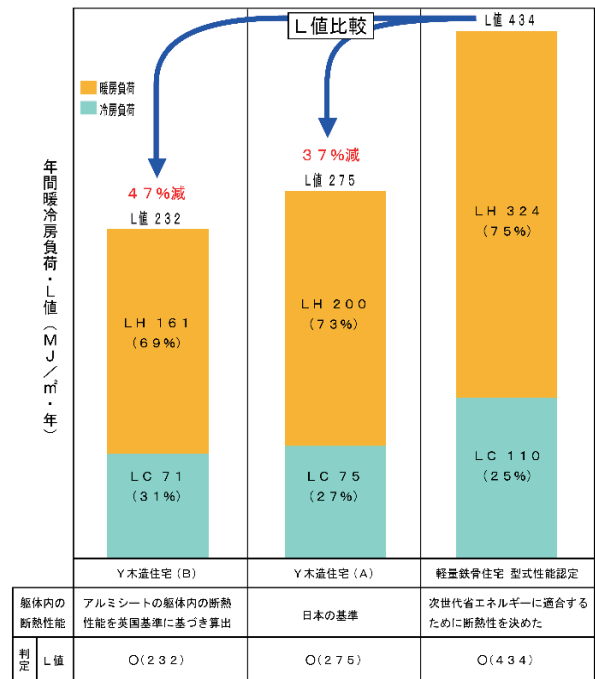


図2 Y木造住宅（A）・（B）と軽量鉄骨住宅との熱損失係数・年間暖冷房負荷の比較（新潟の5地域）（暖房18℃・冷房27℃）

表3 Y木造住宅と軽量鉄骨住宅の暖冷房負荷の比較

	住宅種類	軽量鉄骨住宅	Y木造住宅	
冷房負荷	L C (MJ/m ² ・年)	110	75	71
	比率 (%)	100	32	35
暖房負荷	L H (MJ/m ² ・年)	324	(A) 200	(B) 161
	比率 (%)	100	38	50

ここで写真1は2階室内部の冬季の熱画像で、屋根面・壁面も完全な断熱化になっており、省エネルギー住宅である。また写真2は住宅の外部から撮影した熱画像で、開口部以外からは内部の熱は逃げていない高性能な省エネルギー住宅である。このように年間暖冷房負荷を算出すると省エネルギーの差が明確に出ると共に、高性能な省エネルギー住宅は、居住者にとって熱環境の視点からの健康住宅になってくる。図3は図中の赤斜線部分の箇所は暖房22℃、冷房27℃の時の年間暖冷房負荷の値である。また全室暖房を目標としているのでY木造住宅の（C）・（D）では浴室に面する洗面室のドアを開けて、浴室の換気回数を10回/hにして暖気を入れた。



写真1 2階寝室における屋根面及び北側隅部の熱画像（Y木造住宅）、15時（2013.1/18）

温度の低い隅柱の温度は23.5℃、間柱は25.0℃、壁は26.0℃である。温度差は2.5℃。乾燥している構造材は低含水率なので断熱性が高い。屋根面・壁面の断熱パネルが精度良く施工されており、冷氣が入ってこない。理想的な高断熱住宅である。

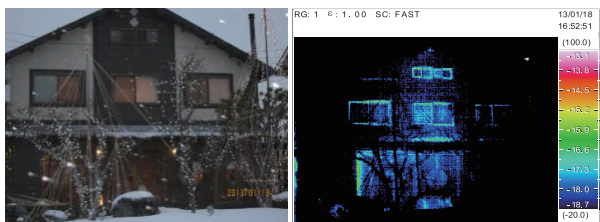


写真2 南側外観の熱画像（Y木造住宅）、17時頃（2013.1/18）

外部から撮影した熱画像。開口部からは多少熱が出ているが、他の躯体は完全に断熱化されている。住宅は高性能な省エネルギー住宅である。

その時のY木造住宅（C）は軽量鉄骨住宅に対して、70%省エネであった。またY木造住宅（A）の69%より1%しか上昇しなかった。その理由はY木造住宅の断熱性が高いために、浴室に10回/h換気して温度などを上昇させているので、エネルギーを浪費していないことが分かった。その時の浴室の温度などが軽量鉄骨住宅と、どの程度の温度差になるか分析した結果を後述する。ここまでの内容を次に記す。

- A. Y木造住宅（A）は全室暖房を目標としているので、廊下・ホール・玄関も暖房しており暖かい。さらに、それに接している水廻り空間も暖かい。水廻り空間を暖房していない軽量鉄骨住宅に対して、31%の省エネルギー住宅である。
- B. 英国の基準に従ってアルミシートの断熱効果を加えたY木造住宅（B）は、（A）に比べて省エネルギーは17（ $= [1 - (258 \div 312)] \times 100$ ）%低減する。
- C. 英国の基準に従ってアルミシートの断熱効果を加えたY木造住宅（D）は、（C）と比べて省エネルギーは15（ $= [1 - (271 \div 317)] \times 100$ ）%低減する。

	軽量鉄骨住宅	Y木造住宅（A）	Y木造住宅（B）	Y木造住宅（C）	Y木造住宅（D）
年間暖房負荷 (MJ/m ² ・年)	453	312	258	317	271
軽量鉄骨住宅に対する割合（%）	100	69	57	70※	60※
暖房箇所（赤枠内） 2階は無暖房					

図3 Y木造住宅（4種類）と軽量鉄骨住宅の暖房負荷の比較^{注2）}

（Y木造住宅（C）・D）は洗面室のドアを開け、浴室を10回/h換気し暖気を入れた）

1・2階は22℃暖房、新潟市（5地域）の分析

測定条件 期間：2/11～2/16、気象データ：新潟市、暖房：22℃、冷房27℃

住宅性能 軽 量 鉄 骨 住 宅：床断熱、壁・屋根ともに外張り工法

Y木造住宅（4種類）：床断熱、壁・屋根ともに断熱パネル化

Y木造住宅は全館暖房を目標としている。

2-3. Y木造住宅と軽量鉄骨住宅との各室の温度変動

A. 冷房する部屋の温度を27℃にした時の両住宅の天井面の温度変動

夏季、最も暑い日を分析した。図4は2階の洋室1の両住宅の天井面の温度変動である。このように軽量鉄骨住宅は断熱性に劣るため、2階の天井面温度は最高で38℃まで大きく変動している。近年問題になっている熱中症についても考えなければならない。それに対して、Y木造住宅は27℃と安定した住宅であり、十分な遮熱対策をしていることになる。ここで、写真3、4に新潟県内でY木造住宅を撮影した屋根面および2階の洋室の西壁などの熱画像を示す。断熱パネルが精度良く施工され、屋根面から熱が侵入しないことが分かる。

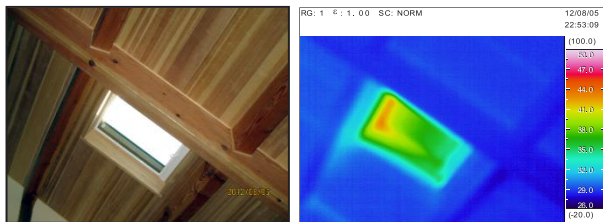


写真3 2階洋室の屋根面（天窗有）の熱画像（Y木造住宅）、16時頃（2012.8/6）

屋根面の断熱パネルが精度良く施工されており、室内に熱は入ってこない。



写真4 2階洋室の西壁と西窓の熱画像（Y木造住宅）、16時頃（2012.8/6）

壁の断熱パネルは精度良く施工されており、室内には熱は入ってこない。

B. 冬季、両住宅の浴室の無暖房時の室温変動

最も寒い日を入れて分析した。図5は両住宅の浴室の無暖房時の室温である。浴室に入るのが20時位であれば、両者の室温は2.5～5℃位の差がある。軽量鉄骨住宅では14～16℃で、Y木造住宅では16～19℃と差がある。この理由はY木造住宅の方が、断熱性が高いことである。表3の暖房負荷では軽量鉄骨住宅に対して、Y木造住宅（B）は50%の省エネ住宅であった。

C. 冬季、Y木造住宅を洗面室のドアを開け、浴室を10回/h暖気を入れた時（室温及び床表面温度）の変動
軽量鉄骨住宅とは通常のように水廻り空間を非暖房空間としているので、浴室のドアは開けなかった。

一方、Y木造住宅は全室暖房を目標としており、浴室に面する洗面室のドアを開けて、浴室に暖気を入れた時の室温の変動を図6に示す。このように22℃の暖気を浴室の冷気と10回/h換気によって熱交換することによって、20～21℃のように暖かい健康な環境になった。このようにドアを開け熱交換することによって、冬季の浴室の温度は一層向上させた。また、人間が浴室で寒いと感じるのは、床面温度の冷たさである。それを示したのが図7である。床面温度は19～20℃になっており、足の冷たさが消えており、高齢者にとっては健康な環境になった。

注

- 1) 省エネ基準は平成25年10月1日で廃止になったが、その後、平成27年4月1日まで経過措置となった。
- 2) 軽量鉄骨住宅の暖房する床面積は40.99 m²（100%）に対して、Y木造住宅（A）・（B）は50.91 m²（124%）、Y木造住宅（C）・（D）は55.87 m²（136%）になる。

謝辞

（株）夢ハウスの方々にはモデル住宅内での熱画像の撮影などにおいて、数々のご協力を頂きました。ここに記して、心から感謝の意を表します。

参考文献

- 1) (財) 住宅・建築省エネルギー機構：次世代省エネルギー基準セミナーのテキストの『建築学会標準問題 戸建木造住宅モデル（I地域）』、平成11年4月

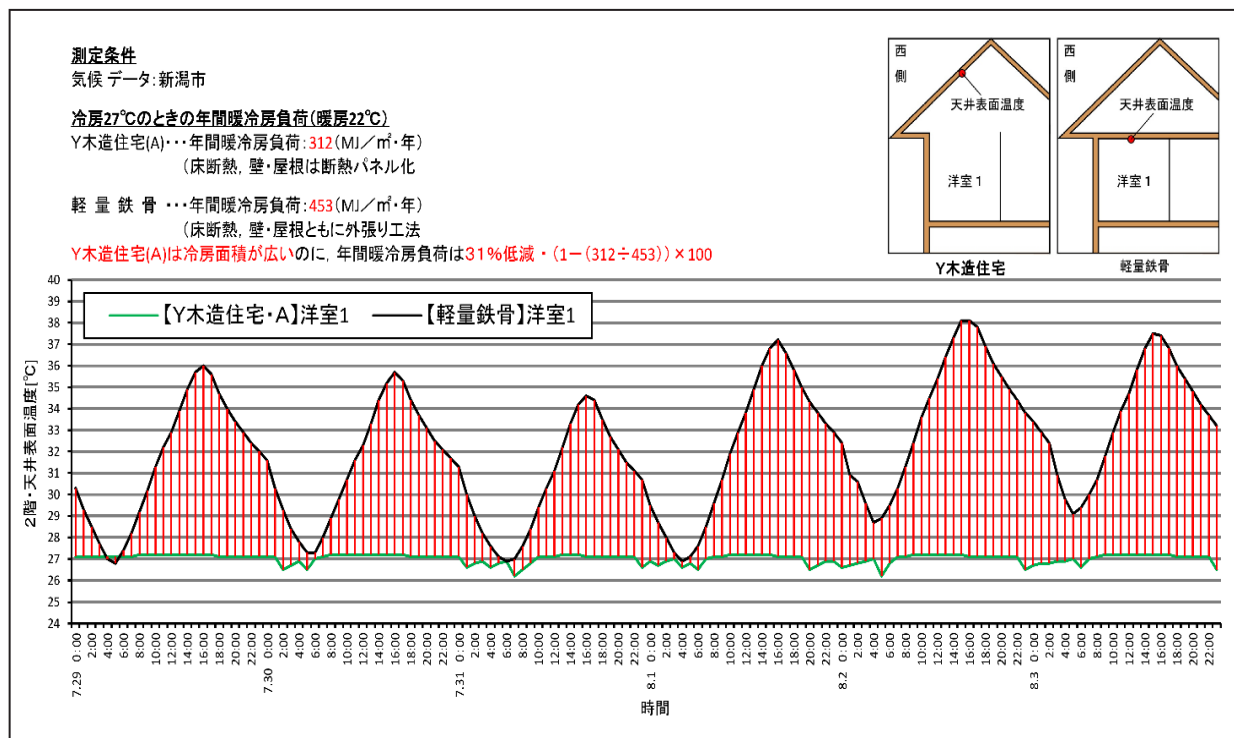


図4 夏季のY木造住宅(A)と軽量鉄骨住宅の2階洋室1の天井表面温度の変動
(室温, 冷房温度: 27℃)

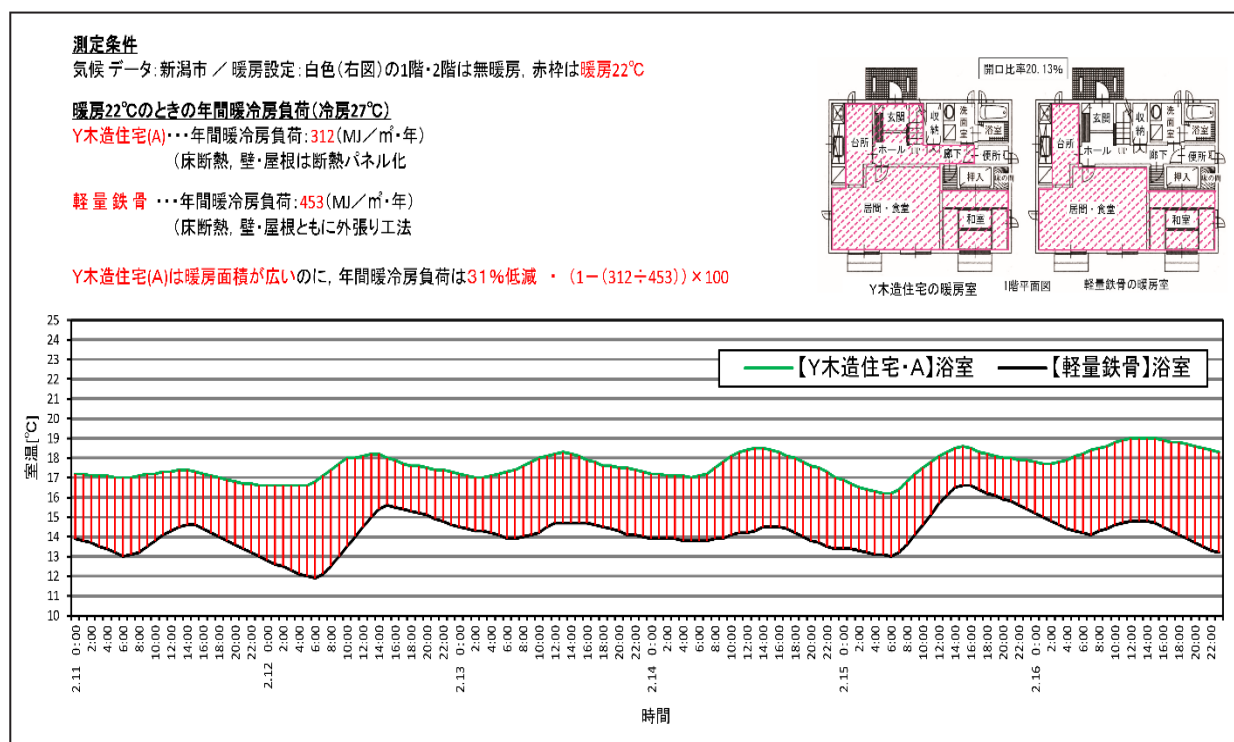


図5 冬季のY木造住宅(A)と軽量鉄骨住宅の浴室の室温の変動
(浴室は無暖房時の室温)

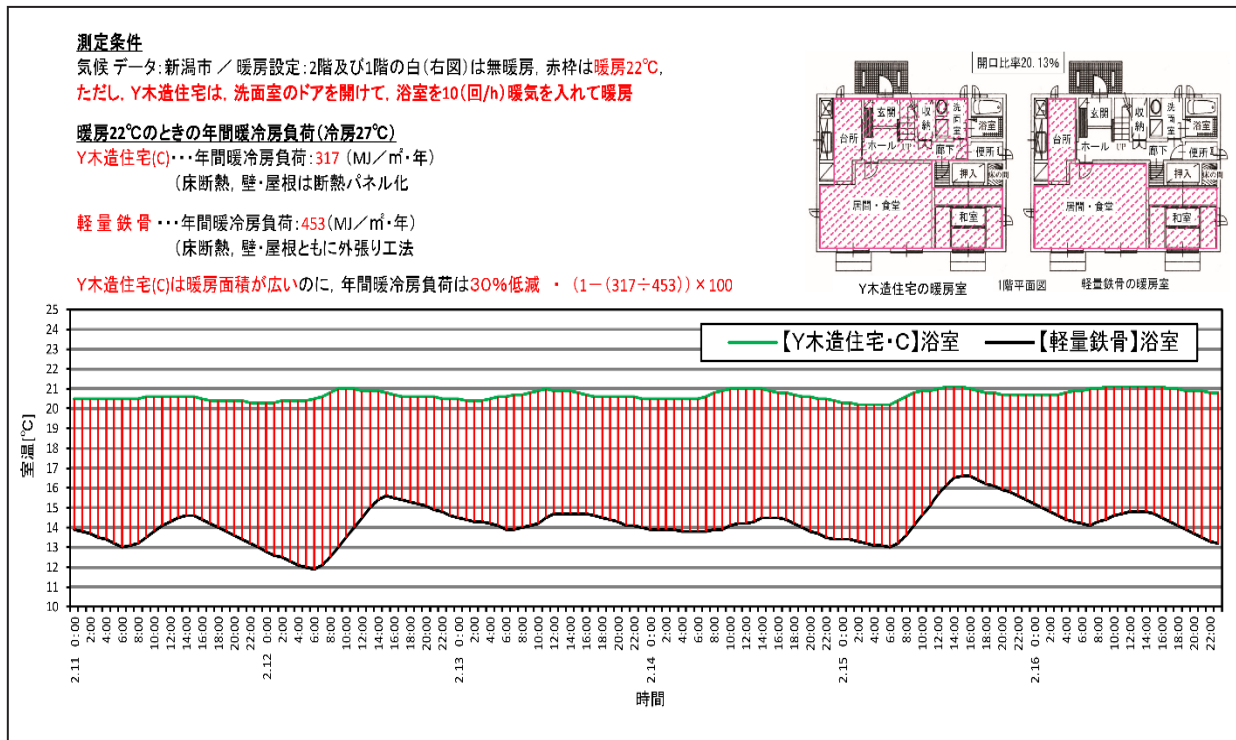


図6 冬季, Y木造住宅(C)で洗面室のドアを開け, 浴室を10(回/h)暖気を入れた時の室温の変動

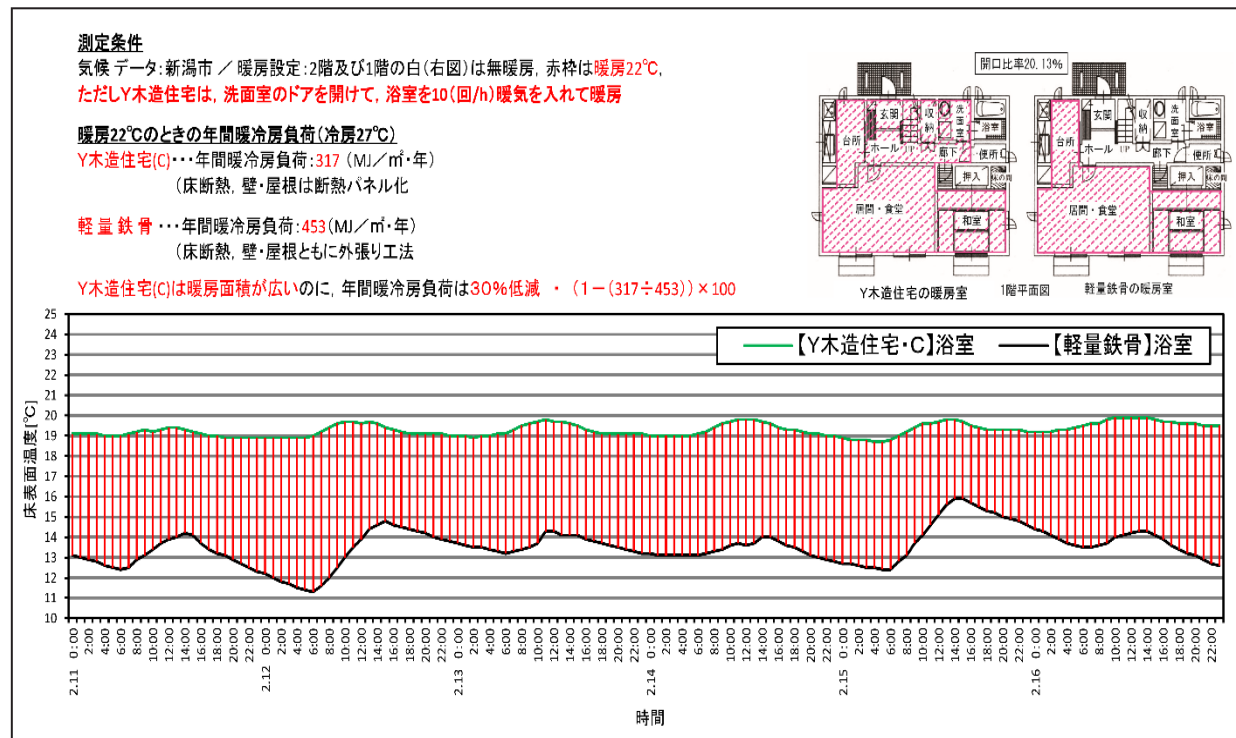


図7 冬季, Y木造住宅(C)で洗面室のドアを開け, 浴室を10(回/h)暖気を入れた時の床表面温度の変動