

Passive House Object Documentation

detached single family house in Toyota, Aichi, Japan



この建物は、日本の愛知県豊田市における2階建て木造戸建住宅です。
構造は日本伝統の木造軸組工法による建物で、2019年に完成し、2020年にパッシブハウスジャパンにより ID-6177 の認定を取得しました。

Thermal envelope

壁の U 値	0.137W/(m ² K)
床の U 値	0.262W/(m ² K)
屋根の U 値	0.096W/(m ² K)
窓枠の U 値	0.95W/(m ² K)
ガラスの U 値	0.6/0.5W/(m ² K)
ガラスの日射取得率	62%
玄関ドアの U 値	0.77W/(m ² K)

換気熱回収率	75%
換気湿度回収率	55%

PHPP

年間暖房需要	7 kWh/(m ² a)
暖房負荷	8 W/m ²
年間冷房負荷	21Wh/(m ² a)
冷房負荷	11 W/m ²
新基準一次エネルギー	53 kWh/(m ² a)
再生エネルギー	6 kWh/(m ² a)
気密性能	0.27 h ⁻¹
TFA	112.82 m ²
FootPrint	99.84 m ²
気象データ	名古屋気象台

1. 建物の概要

豊田市の自然豊かな郊外で、日射取得を最大限に生かしたデザインです。

また地域に溶け込んだデザインとし、あたかも 10 年はそこにあった雰囲気としました。

日本は地震が多いため、構造はシンプルかつその地域で想定される震度を繰り返し受けても使い続けることのできる構造強度としました。そのために構造体の外周部は、構造面材によるモノコック構造としています。構造面材を第 1 の気密ラインとし、第 2 の気密は防湿シートで 2 重の気密ラインとしています。これは長期にわたり地震を繰り返し受けても気密性能を維持する目的でもあります。

壁、屋根の断熱材は、高性能グラスウールで構成しました。これはコストパフォーマンスから採用しました。

深い基礎構造は、建物の支持地盤に基礎を到達させるのと、高低差のある地形から建物を安定させるためです。断熱材はシロアリ対策処理の XPS です。

窓はドイツ UNILUX 製の木製アルミクラッドと PVC を採用し、南面は 62% の高日射取得トリプルガラスと外付けブラインドで日射をコントロールしています。北東西面は U 値 $0.5\text{W/m}^2\text{K}$ のトリプルガラスを採用しました。

日本の気候は、冬に乾燥、夏は多湿であるため全熱型の換気装置による湿度回収と、給気回路に設置したアメニティーエアコンによる湿度コントロールを行っています。

またキッチンには IH で循環式換気扇を採用し換気による熱ロスを抑えています。

南傾斜の大屋根には、太陽熱温水パネルを設置しガスによる温水システムを採用、将来の太陽光発電も計画しています。

外装仕上げ材は、酸化鉄・樹皮・ハーブなどの天然成分を原料とした液体を浸透処理した地元の杉材で、長持ちしメンテナンスもしやすい材料を採用しました。

日本は地震大国であり、また近年の温暖化による台風、ゲリラ豪雨といった異常気象にも耐え、パッシブハウス性能で次世代に住み続けられることを目指し計画した建物です。

2. 外観・内観の写真



南側は大開口の窓と外付ブラインドのシンプルなデザイン



東からの眺め。奥に隣接する屋根と比べても低いプロポーションがわかります



北からの眺め



南西からの眺め



大きな吹き抜けの LDK から望む南側の景色



日本の古民家を意識したインテリア

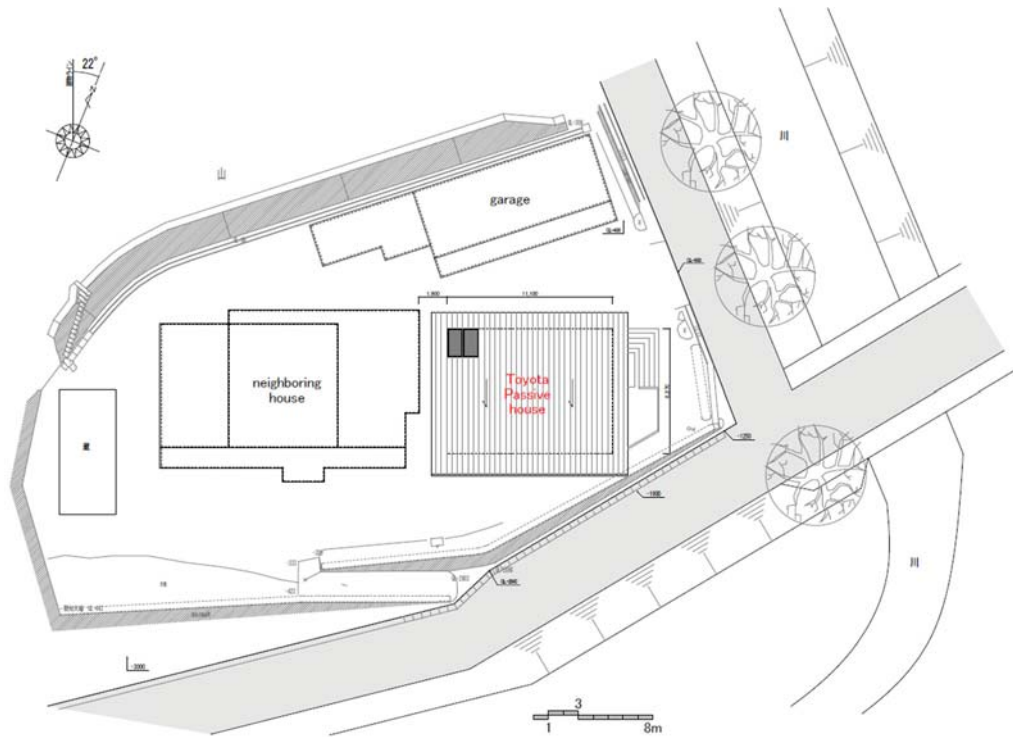


Play area



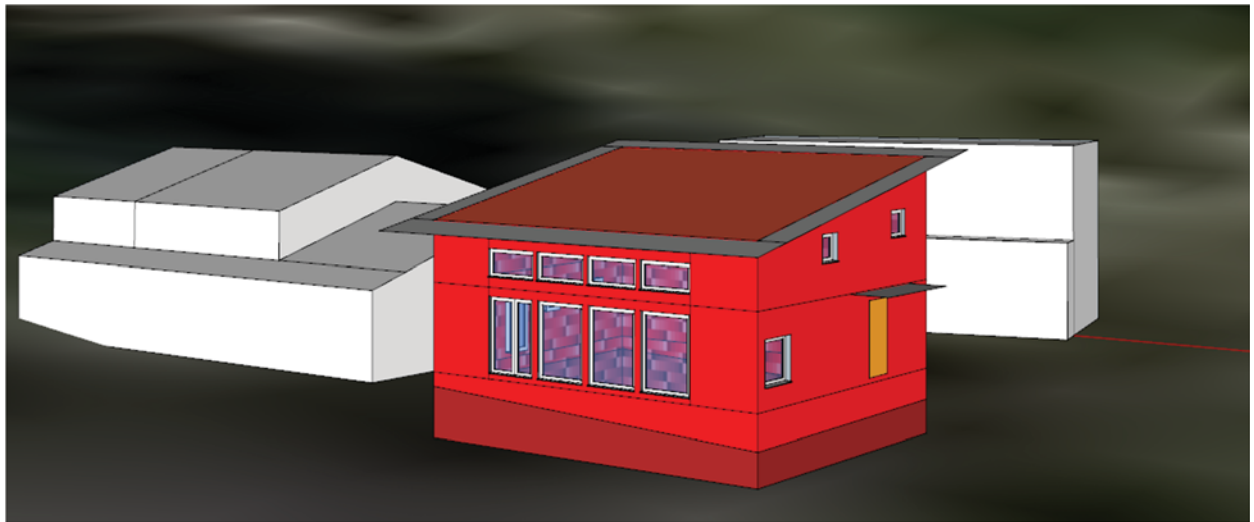
Bedroom1

3. 配置



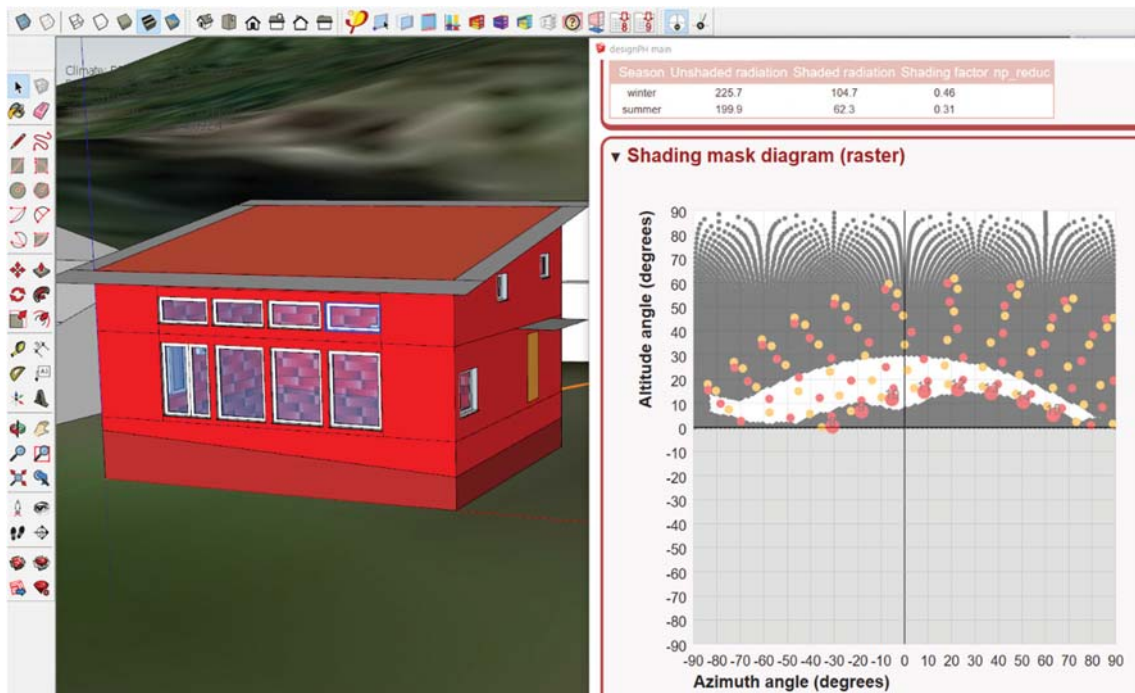
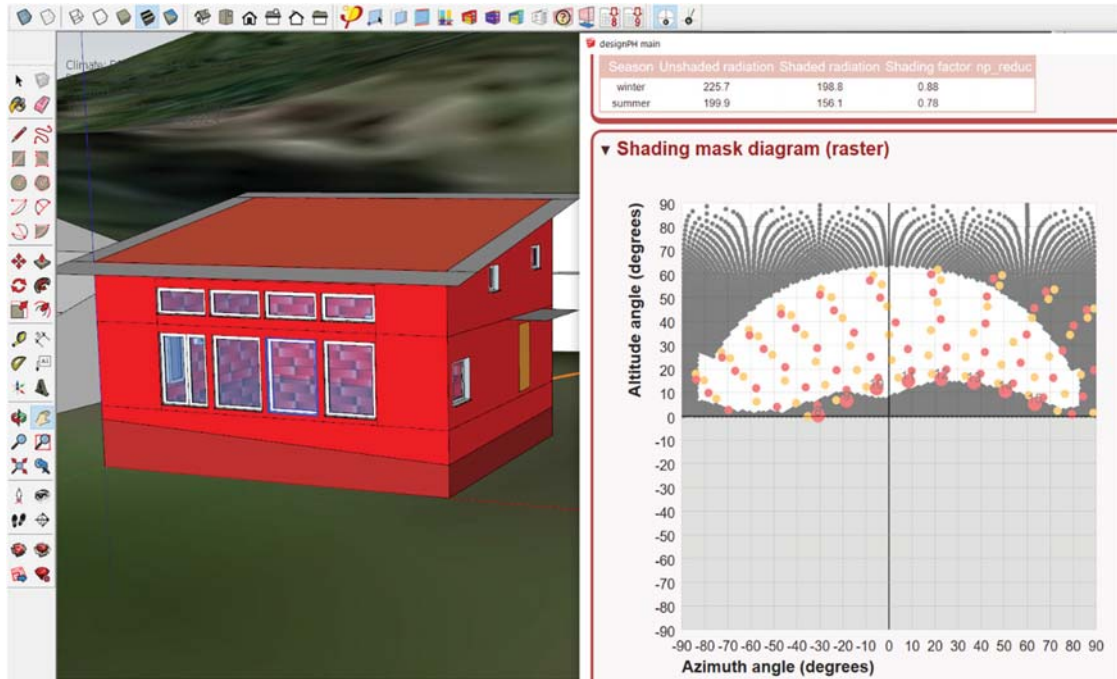
Google Earth より

4, DesignPH model

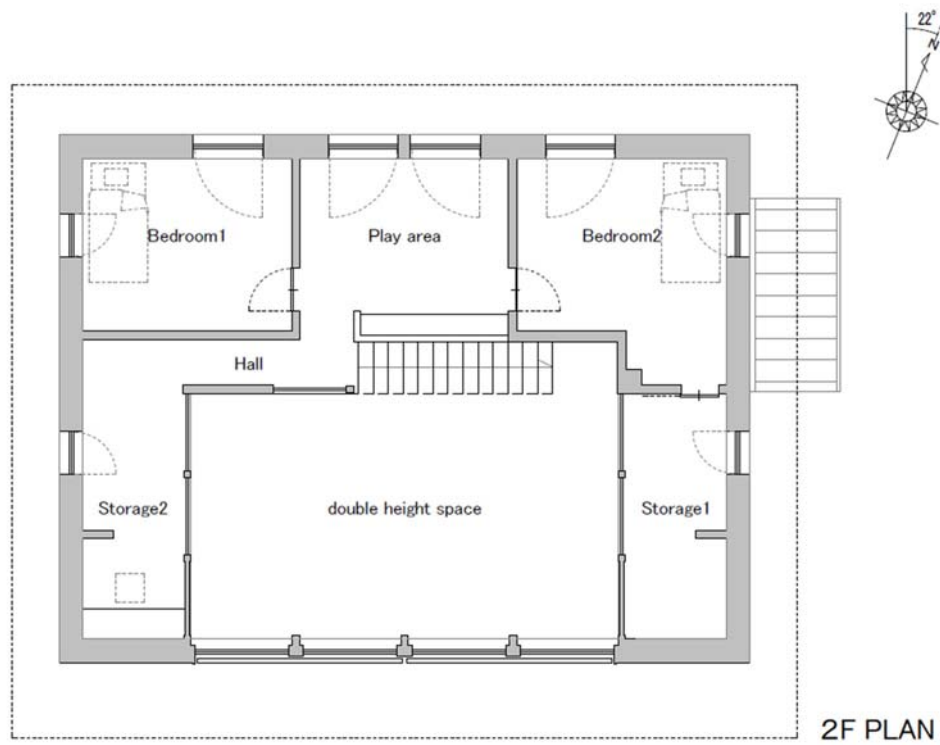


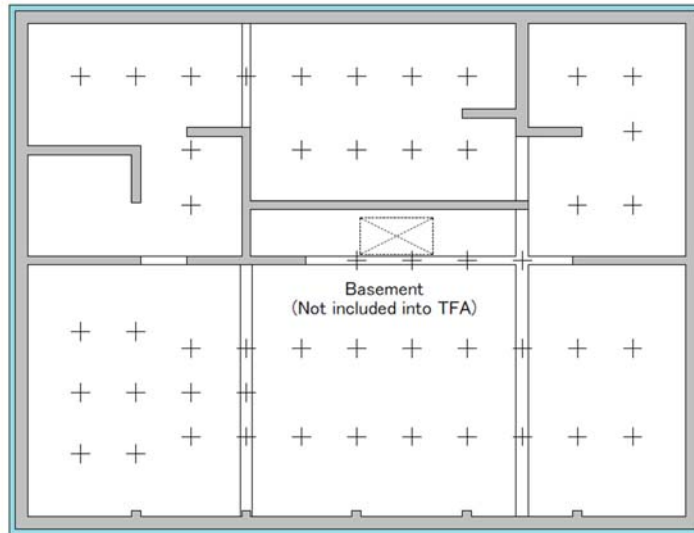
ジオロケーションをとりこみ、北から南側山並みをのぞむ

南面窓の Shading factor

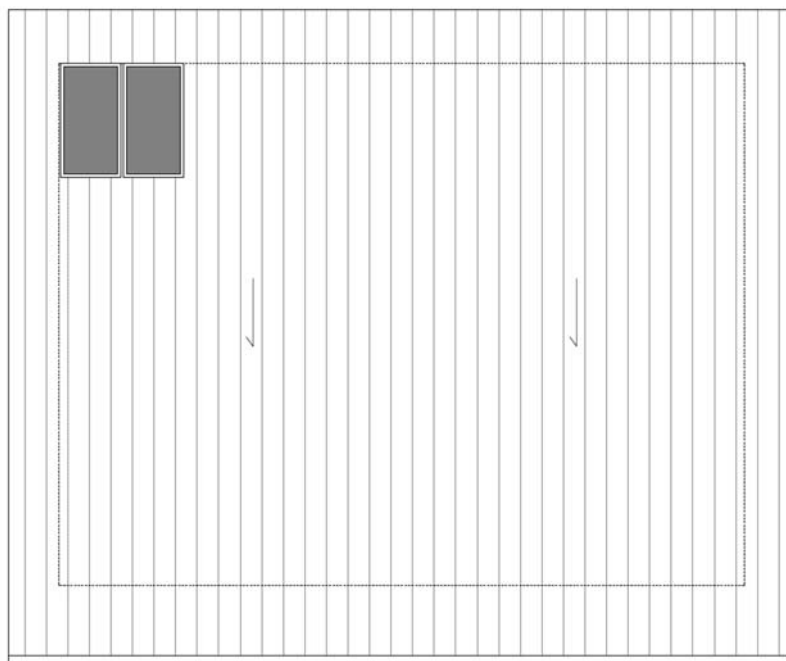


5. 平面



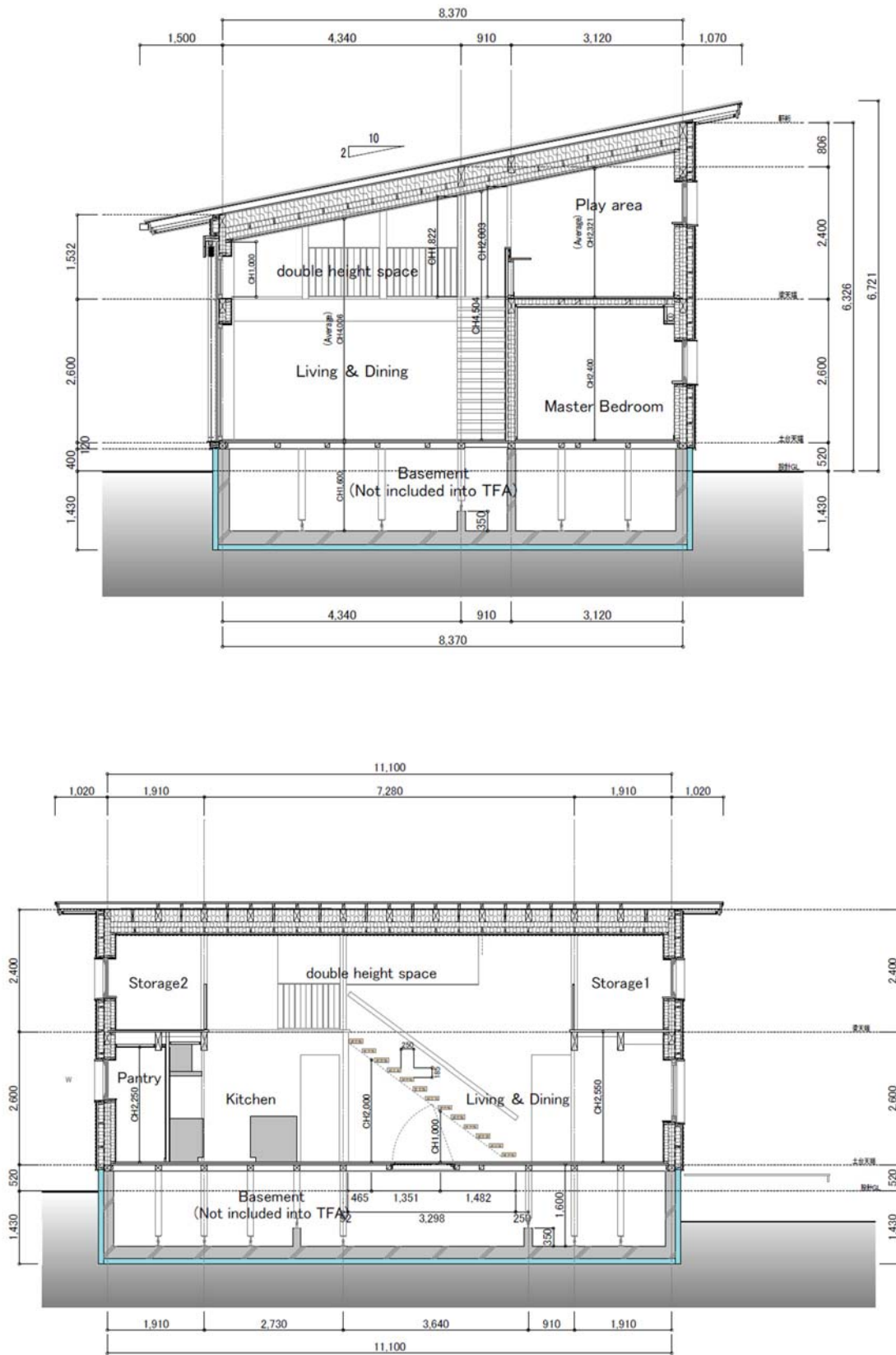


Basement floor PLAN



Roof PLAN

4. 断面



5. 建築断面詳細図 屋根・壁・床 と 2層の気密層

Roof : U-Value = 0.096 W/m²K

- Structural plywood t=9 ($\lambda=0.170$)
- Air cavity ($\lambda=0.180$) t=30 (timber 13.2% = 40/303)
- High-grade glass wool 16K ($\lambda=0.038$) t=105 (timber 6.6% = 30/455)
- Blowing glass wool 22K ($\lambda=0.038$) t=105 (timber 6.6% = 30/455)
- Blowing glass wool 22K ($\lambda=0.038$) t=240 (timber 17.4% = 158/910)
- Structural plywood t=24 ($\lambda=0.170$)

Airtight face material

Airtight sheeting

External wall : U-Value = 0.137 W/m²K

- Plaster board t=12.5
- High-grade glass wool 16K ($\lambda=0.038$) t=90 (timber 9.9% = 45/455)
- High-grade glass wool 16K ($\lambda=0.038$) t=120 (timber 16.5% = 150/910)
- Structural board MoissTM t=9.5 ($\lambda=0.240$)
- High-grade glass wool 16K ($\lambda=0.038$) t=105 (timber 6.6% = 30/455)

2FL

Airtight sheeting

Airtight face material

Foundation wall ambient
U-Value = 0.260 W/m²K

- Reinforced concrete t=200
- XPS ($\lambda=0.028$) t=100
- Mortar t=15 ($\lambda=1.600$)

1FL

GL

Foundation wall below ground
U-Value = 0.263 W/m²K

- Reinforced concrete t=200
- XPS ($\lambda=0.028$) t=100

Floor Slab : U-Value = 0.262 W/m²K

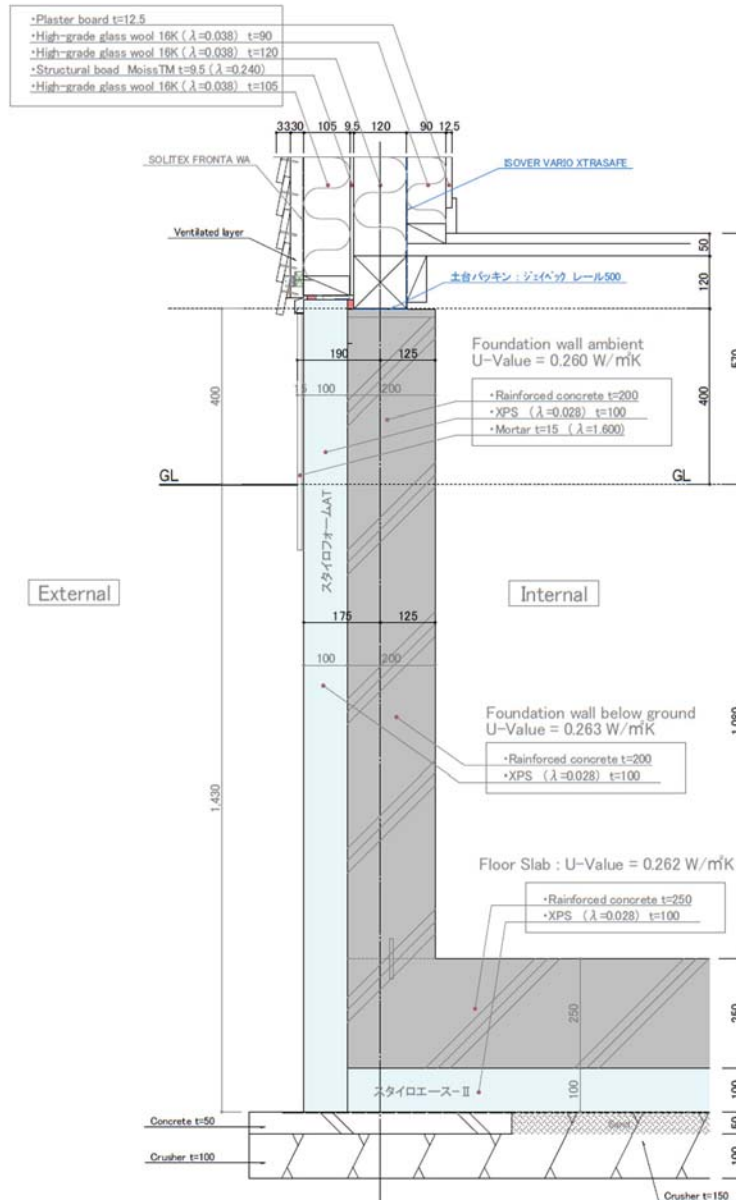
- Reinforced concrete t=250
- XPS ($\lambda=0.028$) t=100

在来工法 上棟時の状況

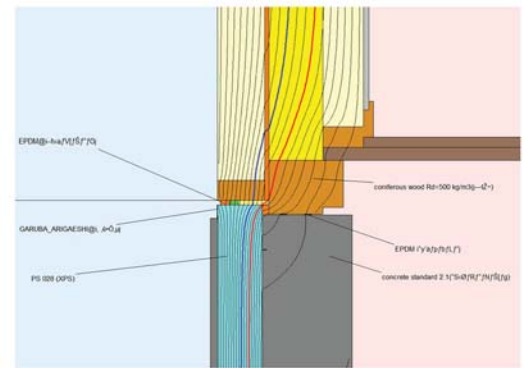


6. 床の断面構成

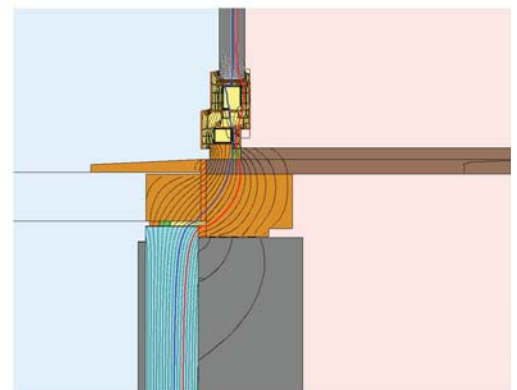
External wall : U-Value = 0.137 W/m²K



基礎と壁取り合い部の熱橋

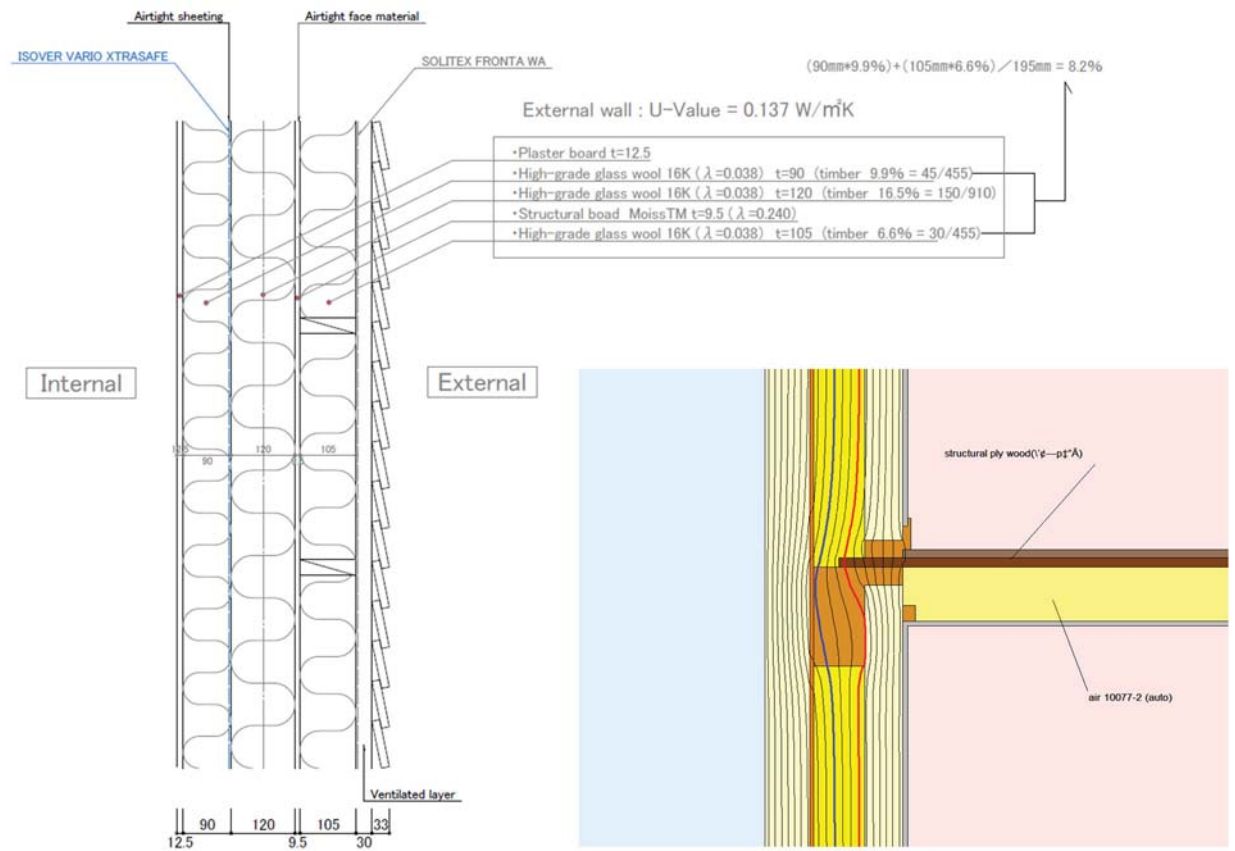

$$P_{si} = 0.149 \text{ W/m K}$$

土台と窓取り合い部の橋橋


$$P_{si} = 0.265 \text{ W/m K}$$


基礎断熱施工状況

7. 外壁の断面構成



2 階床部 Psi = 0.017 w/m

K



防湿シートと内付加断熱施工状況

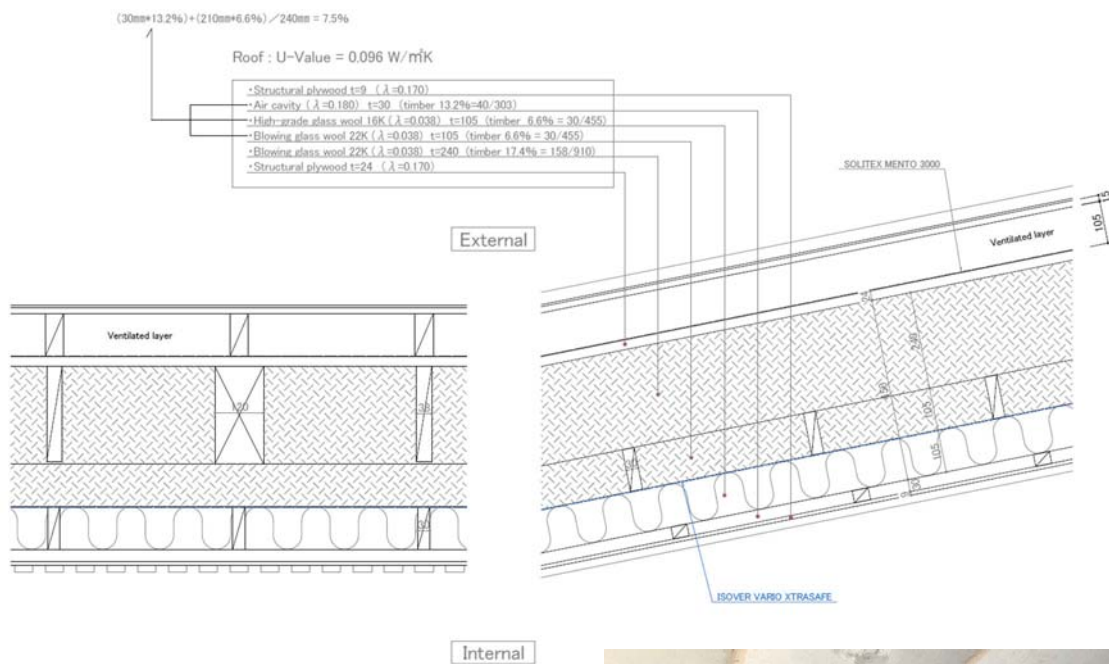


充填断熱施工状況

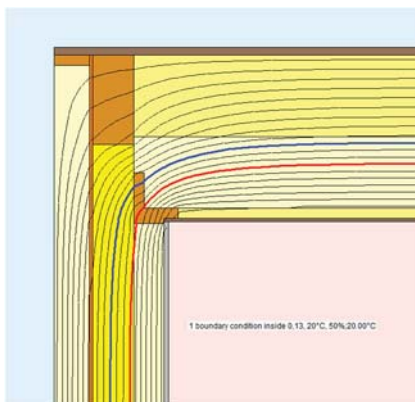


外付加断熱施工状況

8. 屋根の断面構成



屋根と壁取り合い部の熱橋



$\Psi = -0.068 \text{ w/m K}$



充填 Blowing glass wool 施工状況

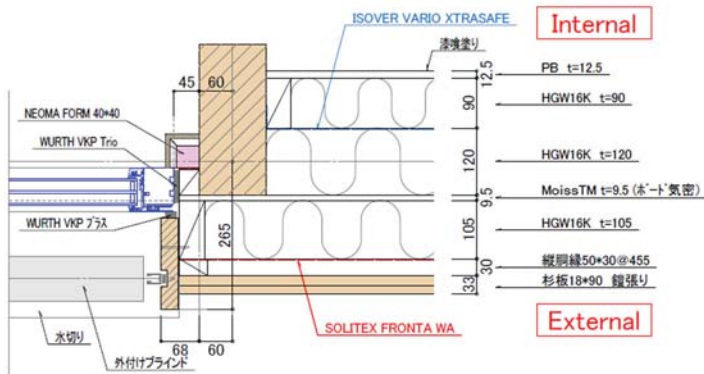


防湿シート施工



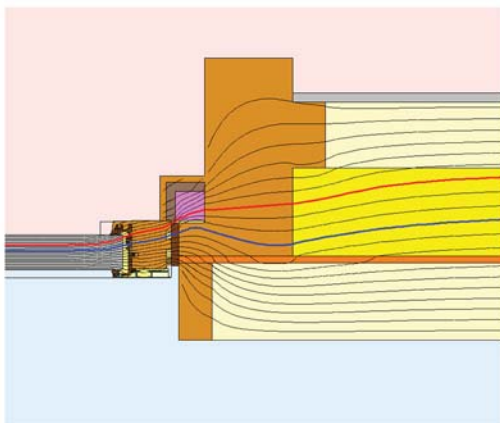
充填断熱状況

9. 窓と窓の取り付け状態

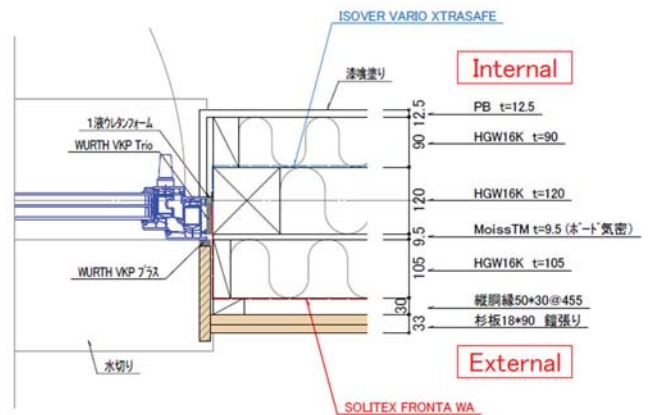


UNILUX : alu-clad-wood window

(南面) 木製アルミクラッド窓
 窓枠U値 $U_f=1.3\text{W/m}^2\text{K}$
 ガラスU値 $U_g=0.6\text{W/m}^2\text{K}$
 日射取得率 $U_g=62\%$

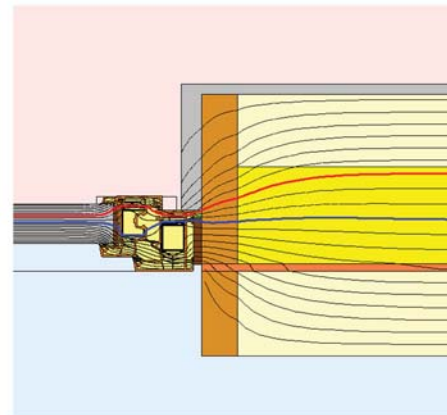


$\Psi = 0.072\text{w/m K}$



UNILUX : Vinyl IsoPlus window

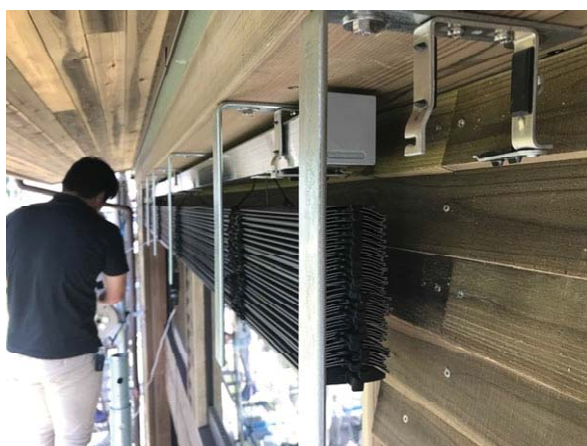
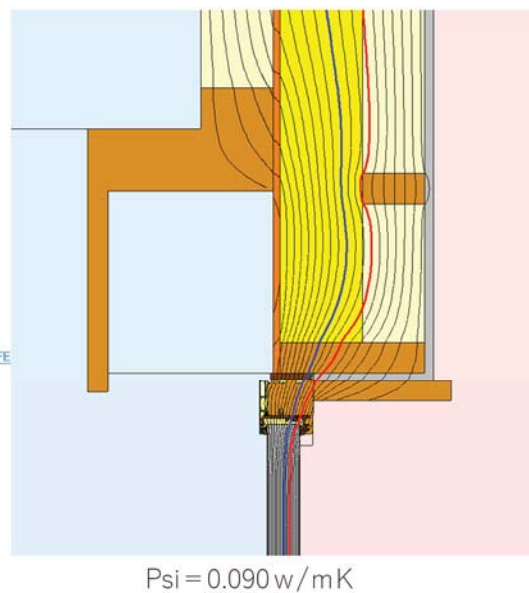
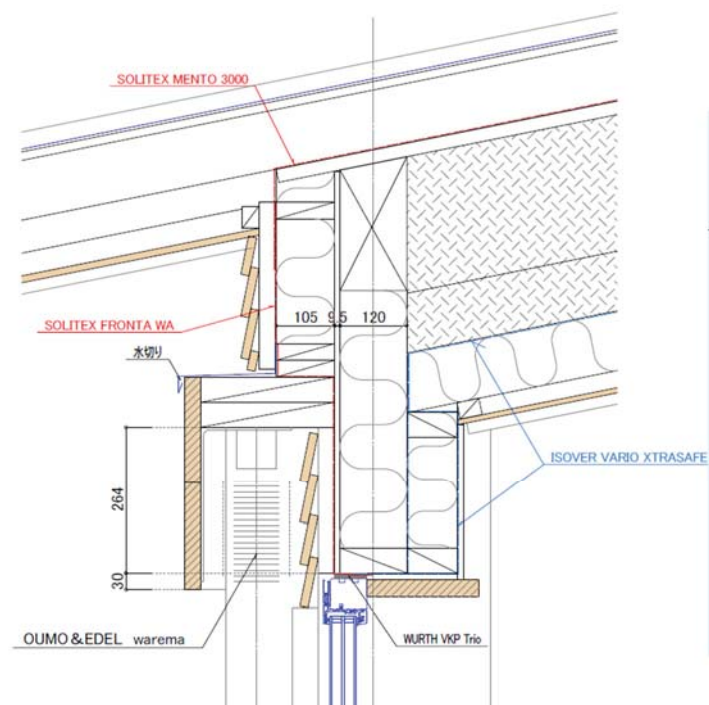
(北東西面) 樹脂窓
 窓枠U値 $U_f=1.1\text{W/m}^2\text{K}$
 ガラスU値 $U_g=0.5\text{W/m}^2\text{K}$
 日射取得率 $U_g=52.7\%$



$\Psi = 0.054\text{w/m K}$



10. 外付けブラインドの設置状況



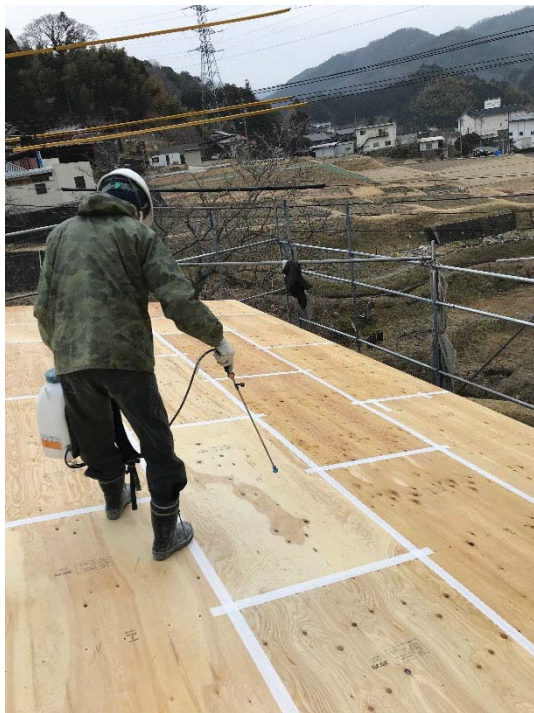
施工状況

11. 外皮の気密性能

構造面材と防湿気密シートによる2層の気密層

(5. 建築断面詳細図 屋根・壁・床 と 2層の気密層 参照)

外部側 面材による気密層

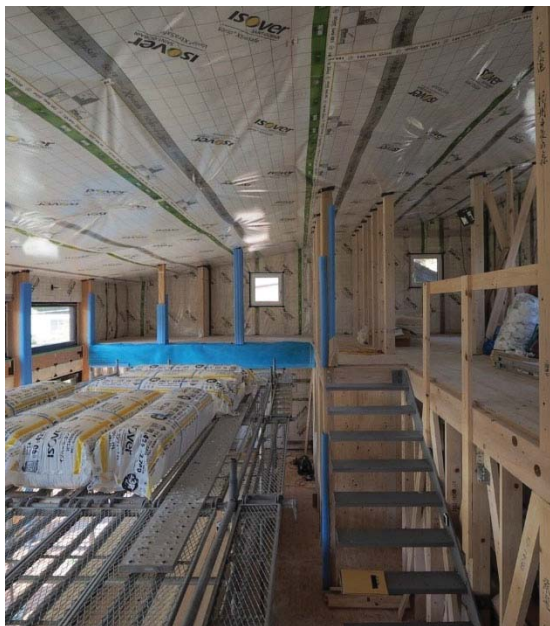


屋根の面材気密層、ホウ酸処理を施す



壁の面材気密層

内部側 防湿気密層



屋根の可変防湿シートによる気密層

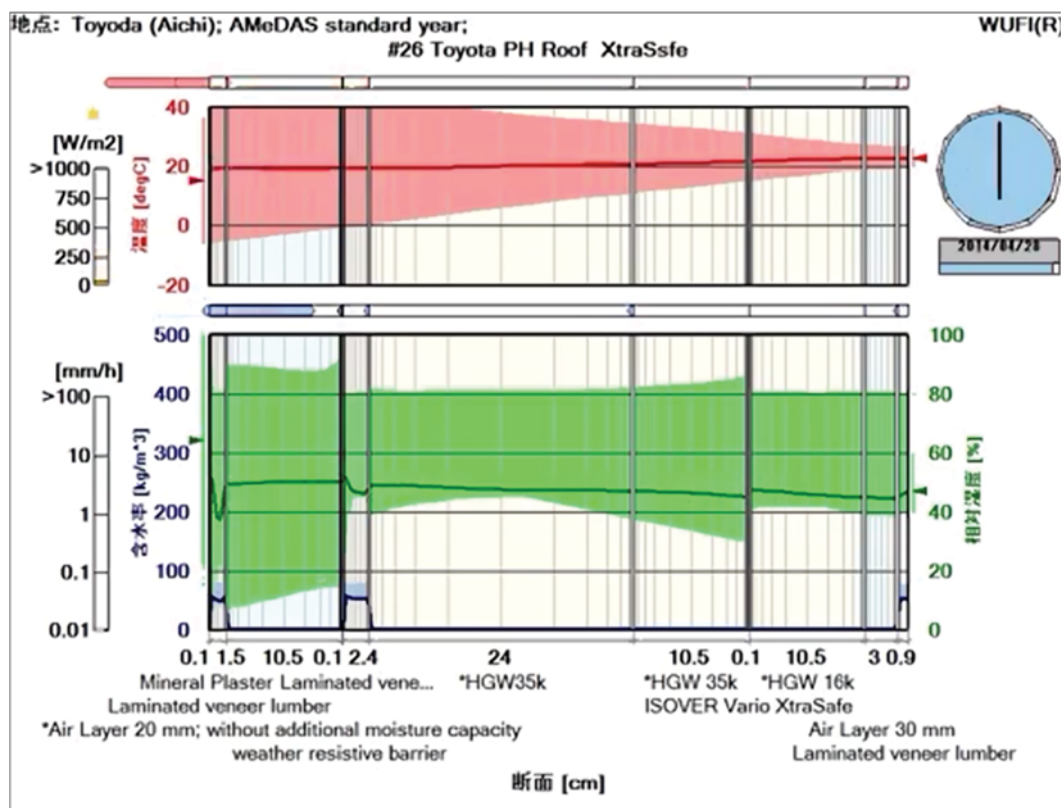


壁の気密層、気密測定時の状況

12. 構造内部結露対策と気密測定結果

冬季と夏季では、水分の移動が逆転するため構造内部の結露対策が必要です。

冬季は外部側の構造用面材、特に屋根合板は透湿抵抗が高いため内部のシートで防湿する必要があります。夏季は外からの水分が内部のシート面で結露するリスクがあるため可変透湿シートを採用し、非定常計算によりそのリスクと安全性を確認しました。



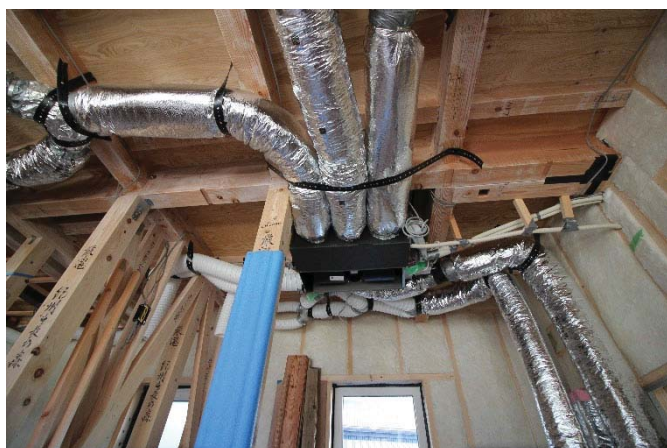
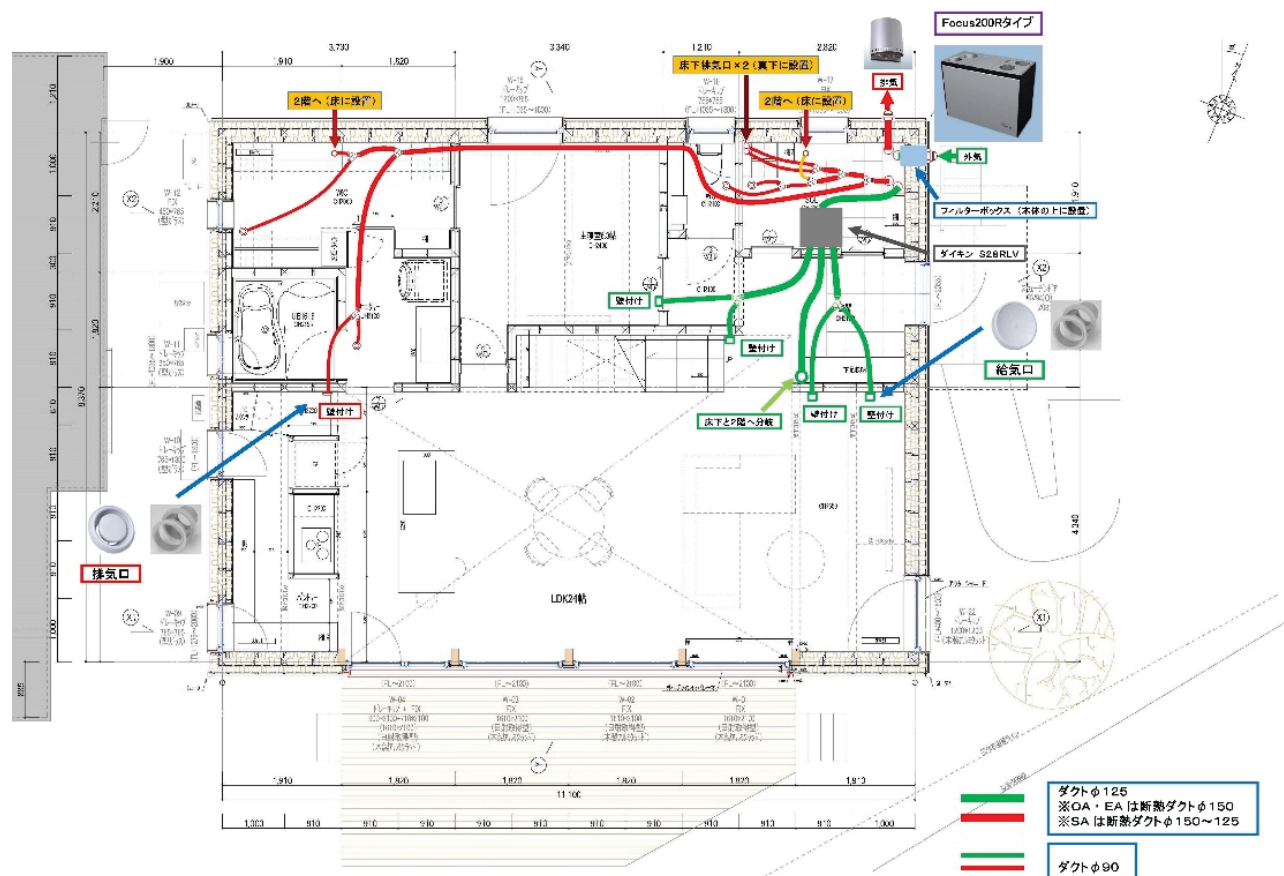
気密測定は、1回目が面材による気密施工完了時、2回目がシートによる気密施工と設備配管施工完了時、3回目が竣工時に実施し、すべてにおいて基準値をクリアしました。竣工時の数値は、 0.27 h^{-1} です。

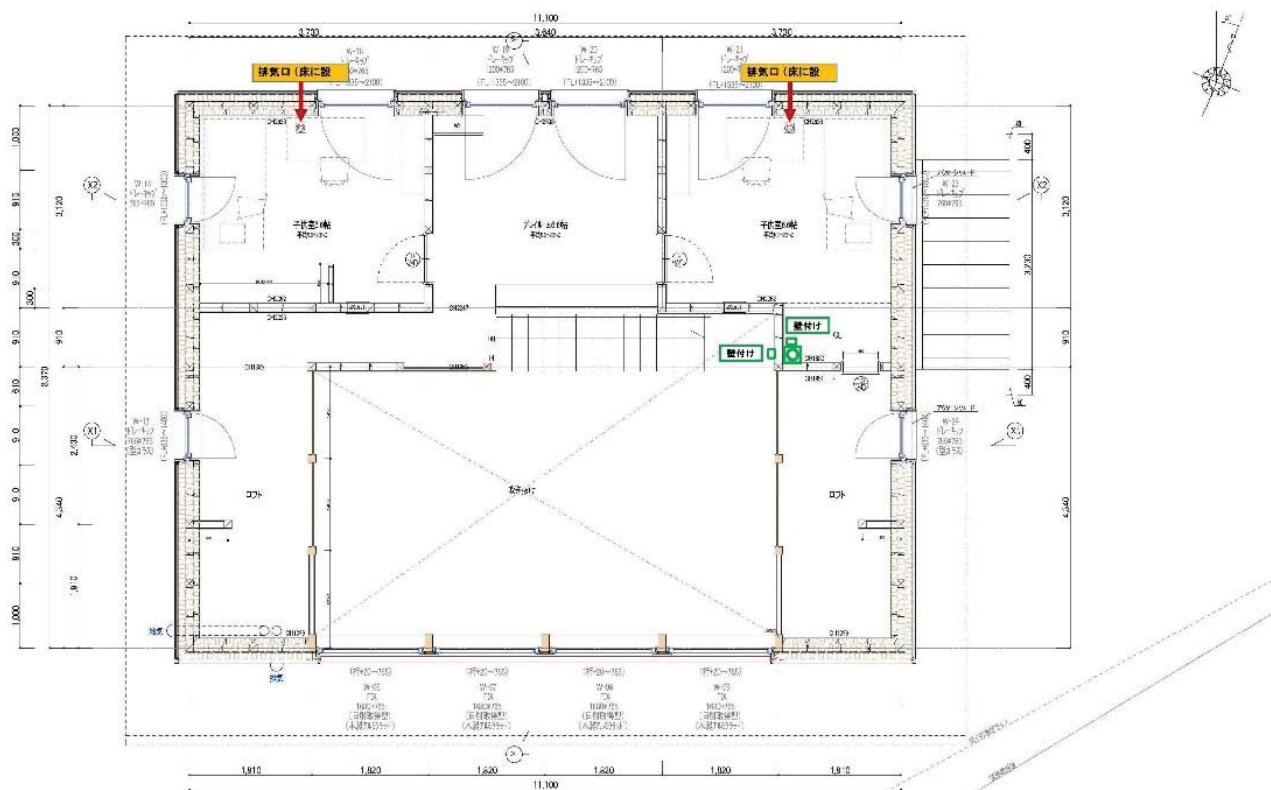
13. 換気及び空調計画

全熱交換型換気装置、Focus200 を採用。

ダクト計画で OA、EA はダクトによる熱損失を抑えるためダクト長を最短距離で納める設計とし、LDKを中心に配置されたプランのため、SA はLDKを中心に設計しました。

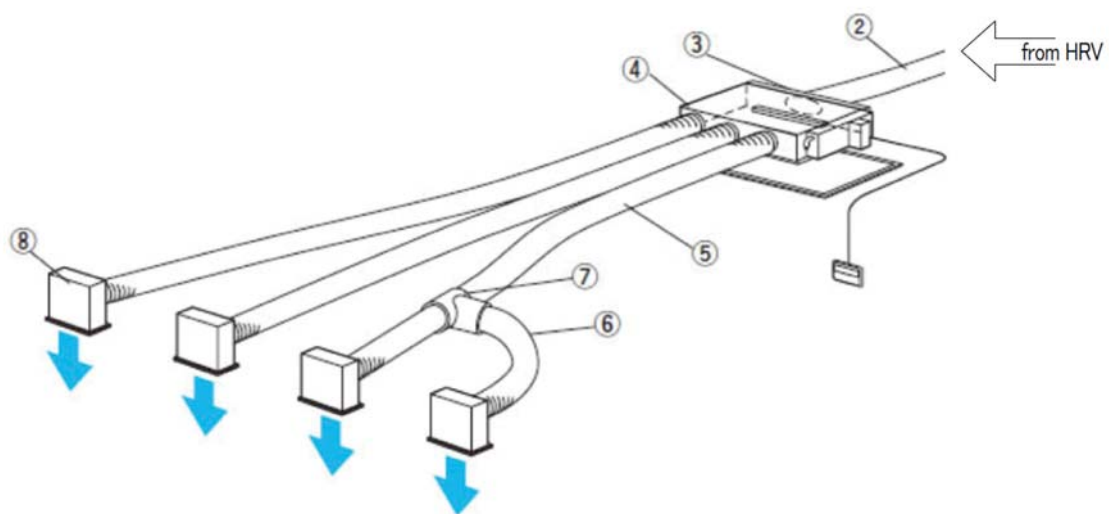
冷暖房は、SA の給気経路に 2.8KW のアメニティエアコンを設置しました。





2 F

ダイキン アメニティエアコン



filter box for OA duct

DAIKIN ducted air-conditioner



HRV Focus200

Focus200

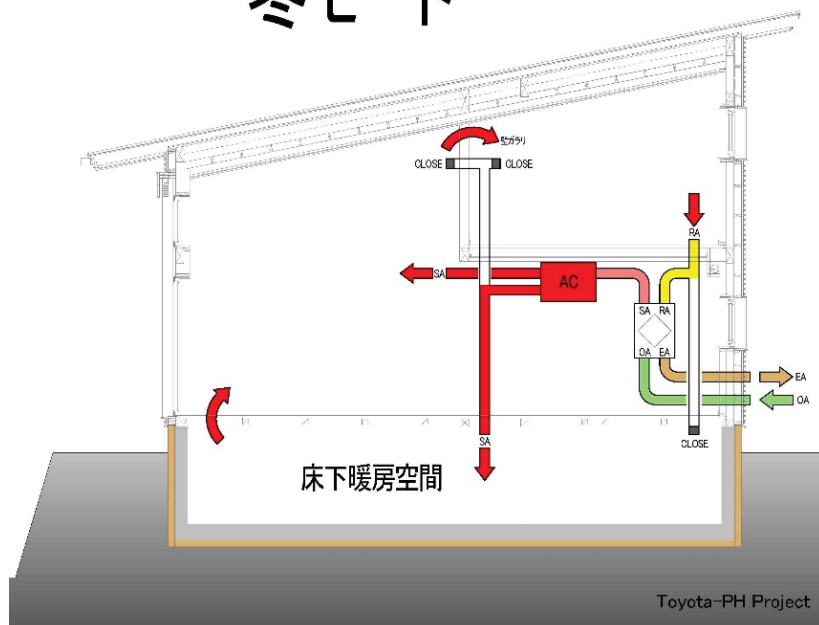
顯熱交換率 75% 潜熱交換率 55%

比消費電力 0.31Wh/m³

試験的に冷暖房は、冬季は SA 経路、夏季で RA 経路切り替えて運用しています。

アメニティエアコン SAの1経路を縦管として 冬夏を切り替える

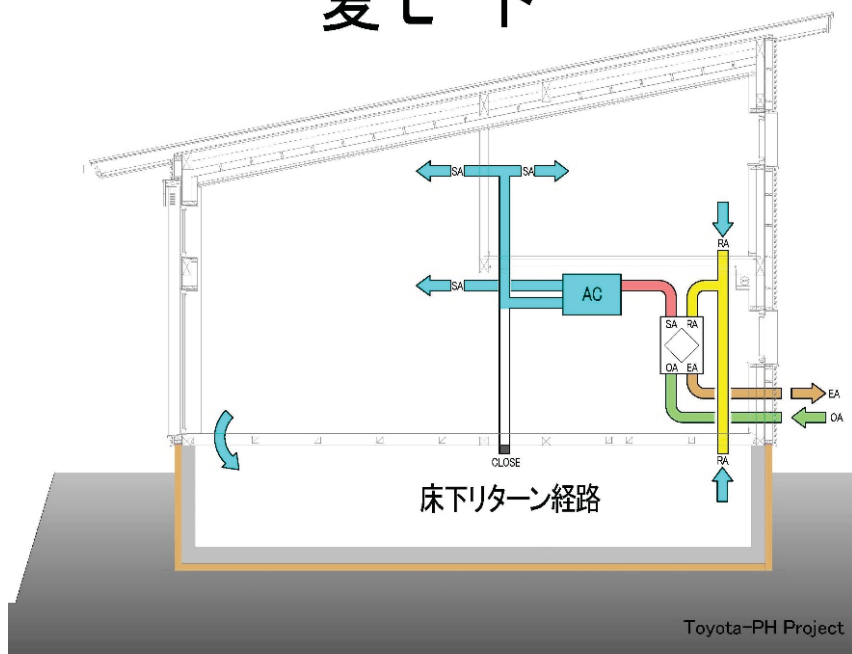
冬モード



冬季の運用

アメニティエアコン SAの1経路を縦管として 冬夏を切り替える

夏モード



夏季の運用

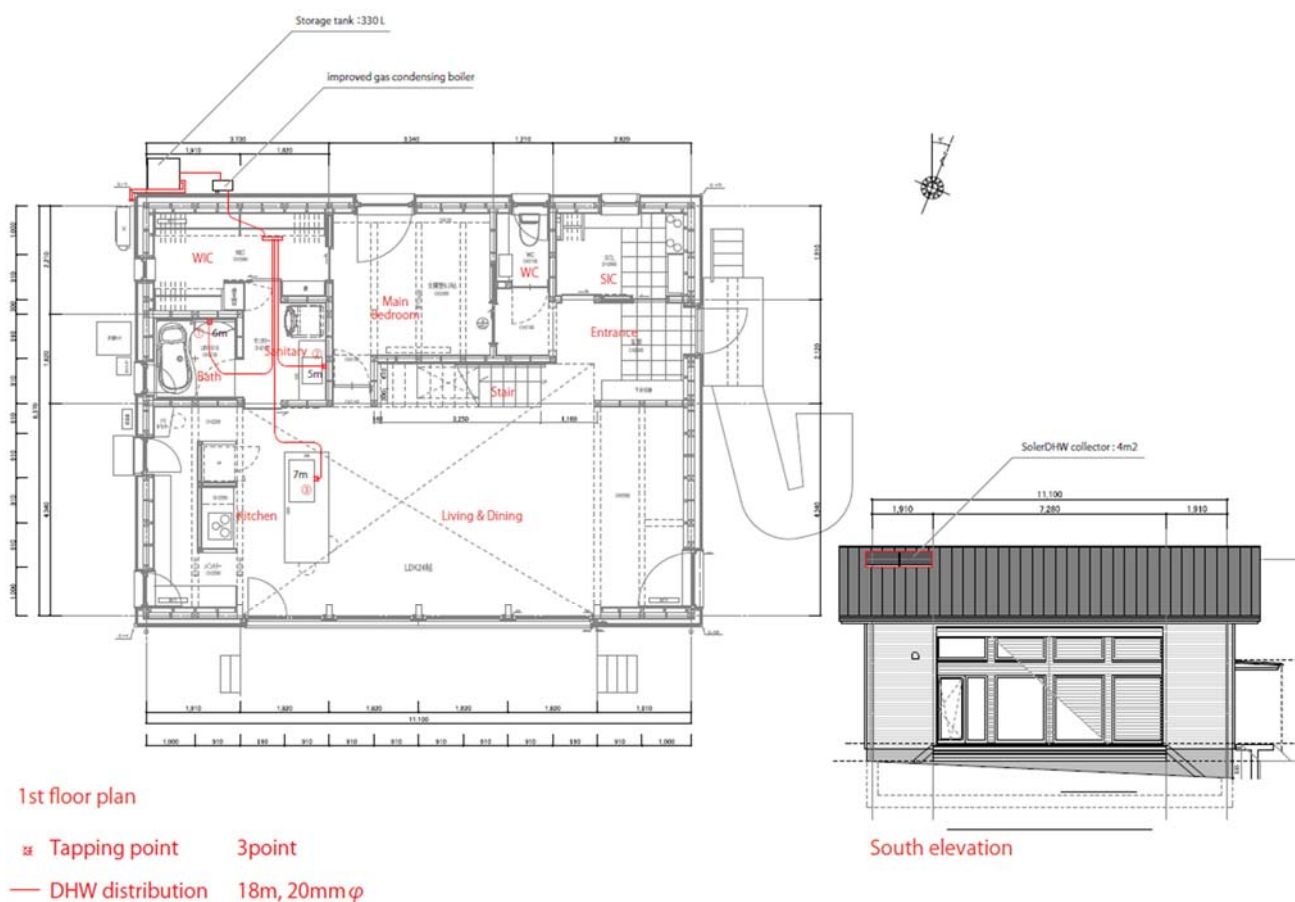
14. 熱供給



ノーリツ ST-3420-1

タンク容量 300L

SolerDHW collector 4 m²



15. P H P P Verification sheet

Passive House Verification			
		Building: Toyota Passive House Street: 40-3, Inokuchichoshiro Postcode/City: 444-2354 Toyota city Province/Country: Aichi JP-Japan Building type: Timber detached house Climate data set: ud-00-JP0019a-Nagoya Climate zone: 4: Warm-temperate Altitude of location: 112 m	
		Home owner / Client: Norihisa Okada Street: 40-3, Inokuchichoshiro Postcode/City: 444-2354 Toyota city Province/Country: Aichi JP-Japan	
		Mechanical engineer: JBECK Street: 9-12-605 Hiroshiba-cho Postcode/City: 564-0052 Suita city Province/Country: Osaka JP-Japan	
		Certification: PASSIVE HOUSE JAPAN Street: 2-2-2 Ohmachi Postcode/City: 248-0007 Kamakura-City Province/Country: Kanagawa JP-Japan	
Architecture: Hisashi Kamakura Street: 2-21-6, Jinnakacho Postcode/City: 471-0079 Toyota city Province/Country: Aichi JP-Japan			
Energy consultancy: Hisashi Kamakura Street: 2-21-6, Jinnakacho Postcode/City: 471-0079 Toyota city Province/Country: Aichi JP-Japan			
Year of construction: 2019 No. of dwelling units: 1 No. of occupants: 2.7		Interior temperature winter [°C]: 20.0 Interior temp. summer [°C]: 25.0 Internal heat gains (IHG) heating case [W/m²]: 2.5 IHG cooling case [W/m²]: 2.5 Specific capacity [Wh/K per m² TFA]: 84 Mechanical cooling: x	

Specific building characteristics with reference to the treated floor area				Alternative criteria		Fulfilled? ²
	Treated floor area m²		Criteria	Alternative criteria		
Space heating	Heating demand kWh/(m²a)	7	≤	15	-	yes
	Heating load W/m²	8	≤	-	10	
Space cooling	Cooling & dehum. demand kWh/(m²a)	21	≤	22	22	yes
	Cooling load W/m²	11	≤	-	10	
	Frequency of overheating (> 25 °C) %	-	≤	-	-	-
	Frequency of excessively high humidity (> 12 g/kg) %	0	≤	10	-	yes
Airtightness	Pressurization test result n ₅₀ 1/h	0.3	≤	0.6	-	yes
Non-renewable Primary Energy (PE)	PE demand kWh/(m²a)	81	≤	-	-	-
Primary Energy Renewable (PER)	PER demand kWh/(m²a)	53	≤	60	60	yes
	Generation of renewable energy (in relation to projected building footprint area)	6	≥	-	-	

² Empty field: Data missing; -: No requirement

竣工年 2019 年

設計者・建築物理コンサルタントに関する情報

愛知県豊田市陣中町 2 丁目 2 1 - 6

鎌倉寿建築設計室 鎌倉 寿

<https://www.hisashi-kamakura.jp/>

16. Certificated Passive House Classic

Certificate

Certified Passive House Classic

一般社団法人パッシブハウスジャパン

PASSIVEHOUSE JAPAN

www.passivehouse-japan.org

Authorised by:

Passive House Institute
Dr. Wolfgang Feist
64283 Darmstadt
Germany

Isehara Passive House

594 Godo Isehara, 259-1138 Kanagawa, Japan

Certified
Passive House
Passive House Institute

| classic | plus | premium |

Client	Masanori Mochida 594 Godo Isehara 259-1138 Kanagawa, Japan
Architect	Asunaro Architecture Studio Co.Ltd 1-23-4 Mutsumi-cho Minami-ku Yokohama 232-0041 Kanagawa, Japan
Building Services	Masanori Mochida 594 Godo Isehara 259-1138 Kanagawa, Japan
Energy Consultant	Hisashi Kamakura 2-21-6 Jinnaka-cho Toyota 471-0079 Aichi, Japan

Passive House buildings offer excellent thermal comfort and very good air quality all year round. Due to their high energy efficiency, energy costs as well as greenhouse gas emissions are extremely low.

The design of the above-mentioned building meets the criteria defined by the Passive House Institute for the 'Passive House Classic' standard:

Building quality	This building	Criteria	Alternative criteria
Heating	Heating demand [kWh/(m²a)]	10 ≤ 15	-
	Heating load [W/m²]	10 ≤ -	10
Cooling	Cooling + dehumidification demand [kWh/(m²a)]	21 ≤ 21	21
	Cooling load [W/m²]	13 ≤ -	10
Airtightness	Pressurization test result (n ₅₀) [1/h]	0.2 ≤ 0.6	
Renewable primary energy (PER)	PER-demand [kWh/(m²a)]	42 ≤ 60	60
	Generation (reference to ground area) [kWh/(m²a)]	0 ≥ -	-

The associated certification booklet contains more characteristic values for this building.

Certifier: Miwa Mori, PASSIVE HOUSE JAPAN

www.passivehouse.com

30238_PHJ_PH_20210406_MMO

P H P P 計算は鎌倉寿がおこない、パッシブハウスジャパンの森みわ氏により確認されました。 気象データは PHI による名古屋市のデータを採用しました。

17. ユーザーの体験や実際のエネルギー消費量

ユーザー体験 : 豊田パッシブハウス紹介動画
<https://www.youtube.com/watch?v=REokud8nuJo>

エネルギー消費量 : 名城大学吉永研究室との合同検証レポート参照

日本に建つパッシブハウスの温熱環境・エネルギー消費に関する年間分析 Annual Performance of Indoor Thermal Environment and Energy Consumption for Passive House in Japan

○ 谷 哉汰(名城大学)
鎌倉 寿(鎌倉寿建築設計室)

正会員 吉永 美香(名城大学)

1. 背景と目的

日本では平成 25 年省エネ基準においても根本的な断熱性能の引き上げはなされなかったが、国外では近年パッシブハウス認証基準に代表される欧州発祥の高断熱・高気密の住宅が世界的に広がっている。その中でも高いレベルである PHI¹⁾によるパッシブハウスの認証基準を表 1 に示す。

パッシブハウスの認証評価では、PHPP (Passive House Planning Package) と呼ばれる Microsoft Excel をプラットフォームとする計算ツールで基準性能を満たしていることを示す必要がある。PHPP は一般的なシミュレーションツールと異なり、月毎の入力データから簡易的に冷暖房・給湯・換気等の年間性能を予測する機能に特化している。従って計算時間が非常に短く、また 3DCAD 等とデータを連携した簡易シミュレーションツールとしても利用できる^{2,3)} ため、住宅設計の試行錯誤にも長けている。一方、パッシブハウスの認証基準は比較的冷涼な気候を想定しており、日本を含むアジアでの比較的温暖な冬と高温高湿な夏を持つ気候でも妥当な評価結果になっているかは十分検討されていない。また、日本に建設されたパッシブハウスの件数も少なく、実際に居住されたパッシブハウスのエネルギー消費実態を検証した報告はあまり見られない。そこで本研究では、愛知県豊田市に立つパッシブハウス認証を受けた住宅を対象に、室内温熱環境とエネルギー消費量の実態を分析することを目的とする。

2. 対象建物と分析対象データ

対象建物は、2019 年に愛知県豊田市に建てられたパッシブハウスで、延べ床面積 153.2m² の二階 建木造住宅である。図 1 に建物パースを示す。熱損 失係数(断熱性能)は 0.65W/m²K、相当隙間面積

(気密性能)は 0.18cm³/m²であり、図 2 に示すように日本の高断熱・高気密住宅の報告例⁴⁾¹⁾と比較して

表 1 パッシブハウス認証基準

年間暖房負荷	15kWh/m ² 年
瞬時最大暖房負荷	10W/m ²
年間冷房負荷	22kWh/m ² 年
瞬時最大冷房負荷	10W/m ²
年間一次エネルギー消費量	120kWh/m ² 年
気密性(50Pa加減圧時の換気回数)	0.6回/h

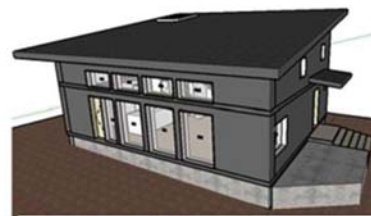


図 1 建物パース

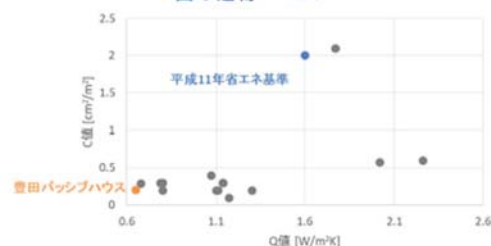


図 2 日本の高断熱・高気密住宅との比較

表 2 太陽熱給湯システム概要

集熱器	ガラスカバー付平板型集熱器
集熱媒体	不凍液(強制循環)
集熱面積	4m ²
方位	南南東
傾き	11°
貯水槽容量	330L

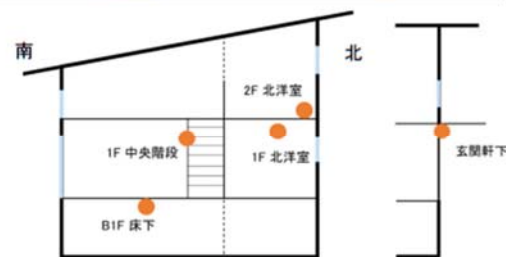


図 3 温湿度の測定位置

も極めて高い性能を有する。

24 時間全館空調を行っており、ビルトイン型エアコ

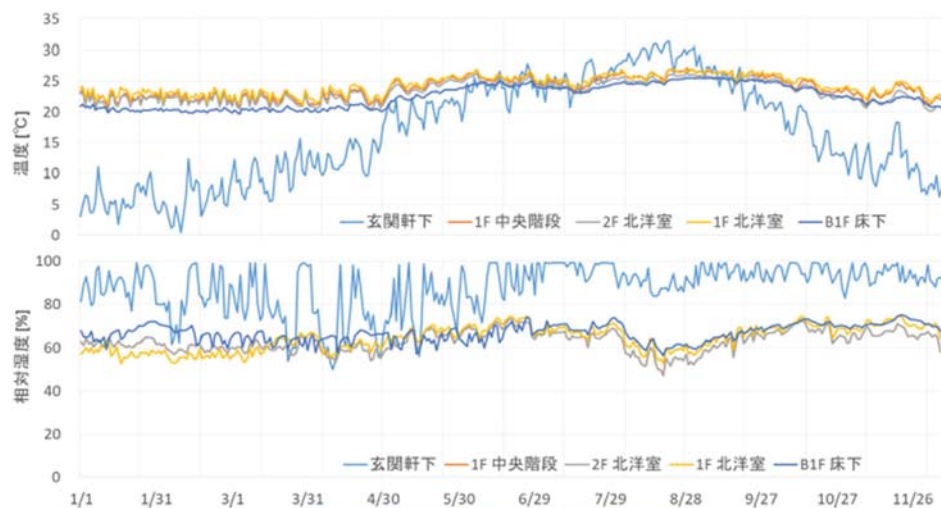


図 4 全期間の日平均温度・相対湿度の推移

ン(暖房能力 4kW、定格 COP3.92、APF1.75)と、全熱交換式の第一種機械換気システム(設計風量 92m³/h、換気回数 0.31 回/h)が設置されている。また、収納庫として利用されている広い床下空間の除湿用に除湿機が設置されている。調理には、IH クッキングヒータを、給湯には強制循環型太陽熱給湯システムと LP ガスボイラを使用している。表 2 に陽熱給湯システムの設備概要を示す。

2020 年 1～12 月を分析対象とする。12/11 以降の温湿度データは含まれていない。実際に暖房が使用されていた 1/1～5/1、12/2～12/31 を冬期、冷房が使用されていた 6/6～10/12 を夏期、5/2～6/5 と 10/13～12/1 を中間期と呼ぶ。

温湿度データは、図 3 に示す室内 4 点(1F 中央階段、1F 北洋室、2F 北洋室、B1F 床下)と外気 1 点(玄関軒下)で、携帯型温湿度ロガーを用いて 60 分ごとに連続測定を行った。消費電力量は、HEMS により記録された 1 時間ごとの主幹消費電力量と、用途・ゾーンで分類した系統別消費量とを用いる。LP ガスと水道の使用量は、1 ヶ月または 2 ヶ月ごとの計量メータ読み取り値を用いる。

3. 分析結果

1. 温度・相対湿度の状況

図 4 に全期間の日平均温度・相対湿度の推移を、図 5 に各居室の冬期・夏期・中間期における温度と

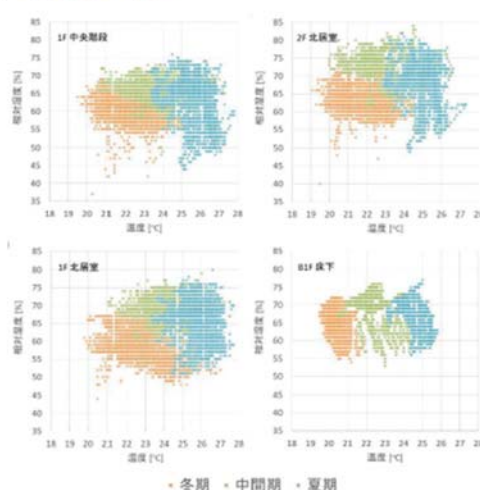


図 5 各居室の温湿度状況

相対湿度の関係を示す。温度は、すべての居室で冬期・中間期は 20～26℃程度、夏期でも 24～27℃程度と安定している。相対湿度は、冬期ではすべての居室で 50～70%程度と安定しているが、夏期では 45～80%程度と大きく幅があり、中間期では 60～80%程度と高く推移している。B1F 床下を除く居室では 8 月上旬から 10 月上旬の約 2 ヶ月間で相対湿度が 20%程度ゆるやかに上昇する傾向が見られた。これは、居住者へのヒアリング結果から 7 月まで一部の期間でエアコンの運転モードが除湿になっていたと考えられる。運転モードは居住者が容易に

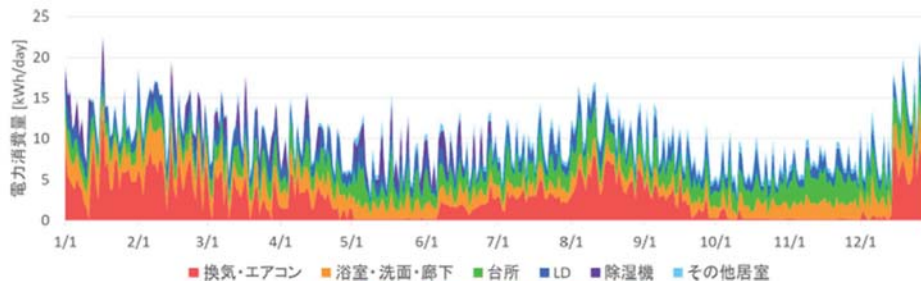


図 6 全期間の日積算消費電力量の推移

切り替えられる仕様となっている。B1F 床下は、温度は冬期に 19～21℃程度、夏期に 23～26℃程度、中間期に 21～24℃程度と他居室と比較して 2～5℃程度低く、相対湿度は全期間で 55～75%程度と安定している。

3.2. 電力消費の状況

図 6 に全期間の日積算消費電力量の推移を、HEMS の記録システムを用途・グループ化して示す。図 7 に冬期・中間期・夏期の系統別期間合計消費電力量を示す。冬期・夏期で最も消費量の多かったグループは換気・エアコンであった。居住者へのヒアリングより、除湿機は 6/29 以降稼働を停止していたことが分かっている。図 8 と図 9 に夏期と冬期における 1 時間当たりのエアコンの期間平均・最大消費電力量を示す。夏期の冷房・除湿運転は、昼間の消費電力量が夜間よりもやや大きい傾向が見られたが終日安定した稼働状況が見られた。一方、冬期の暖房運転は夜間の利用が主で日中はあまり使用されていない。6～7 時と 15～17 時の最大負荷時に定格消費電力 1020W を超えるが、平均すると非常に低負荷で稼働していることが分かった。図 10 に換気設備の時間消費電力の推移を示す。ほとんどの期間で 6W 前後を推移したが、9 月中旬～10 月中旬においては 10W 前後を推移した。

3.3. 太陽熱利用・ガス消費の状況

太陽熱給湯量の直接計測は行っていないため、推定による分析を行った。まず、LP ガスの消費量は一部の月において 2 ヶ月分の合計値のみの入手であったため等分した値を各月の LP ガス消費量とした。これらと LP ガスの発熱量(99MJ/m³)から、LP ガスによる給湯加熱量を求めた。上水使用量も 2 ヶ月

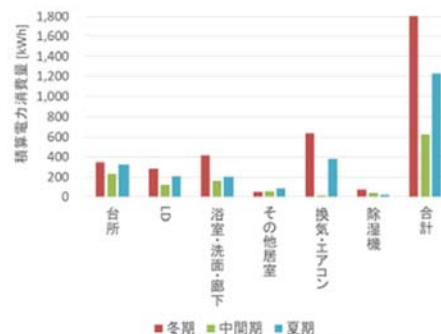


図 7 期間別積算消費電力量

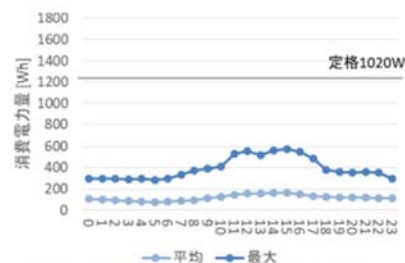


図 8 夏期の時刻別エアコン消費電力量

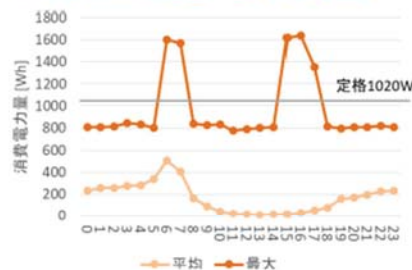


図 9 冬期の時刻別エアコン消費電力量

分の入手のみであった月は同様に等分した値とした。さらに、日本における水使用量の文献⁴⁾から、水使用量の 64%を給湯使用量と推定し、給湯温度に給水温度(名古屋)の文献値⁵⁾を、給湯温度に 42

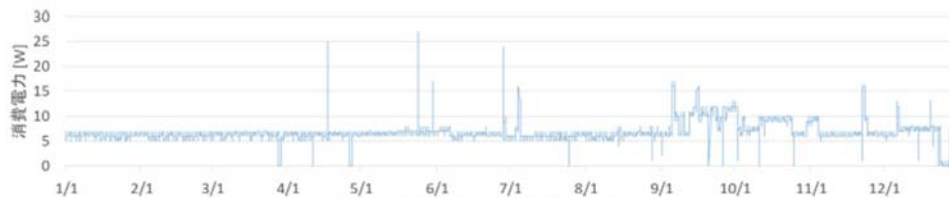


図 10 換気設備の消費電力推移

℃を用い毎月の給湯負荷を推計した。最後に、毎月の給湯負荷と LP ガスの加熱量の差を太陽熱給湯システムの供給熱量と概算した。図 11 に結果を示す。1 月、12 月は 33%、46%とやや低かったが、2～3 月、11 月は約半分、4～10 月は 9 割前後と太陽熱による給湯が過半を占めた。年間の太陽熱依存率は 70%であり、高い水準を維持していた。

4. PHPP 計算結果と考察

図 12 に対象建物の年間冷暖房負荷の PHPP 計算結果と実測結果との比較を示す。気象条件・利用状況の前提条件が異なるものの、冷房・暖房ともに大きな差は見られず、PHPP の予測が妥当であることを確認した。

パッシブハウスの断熱・気密条件が近年の日本の省エネ基準と比較してどの程度省エネルギーになっているかを確認するため、対象建物の PHPP 計算結果をベースに、仮に日本の省エネ基準に近い断熱性能であった場合を試算し比較した。図 13 に冷暖房消費量の平成 25 年省エネ基準と ZEH 基準との比較を示す。なお、対象建物の居住人数・気象条件・設備・換気性能は変更せず、各部材の U 値と窓の日射取得・日射遮へい性能を各基準による UA 値と ηA 値を満たすように調整した。パッシブハウスの外壁断熱厚さは日本基準の約 3 倍であり、暖房における差が顕著であると考えられる。

5. まとめ

豊田パッシブハウスを対象に、室内温熱環境とエネルギー消費量の実態を分析し、年間を通じて良好な温熱環境が維持されていたこと、日本の省エネルギー基準と比較し大幅に空調エネルギー消費が削減されていることを確認した。

【謝辞】対象住宅の居住者の皆様にはデータ収集に多大なるご協力を頂いた。ここに記して謝意を表す。



図 11 太陽熱供給量と太陽熱依存率 (推定)



図 12 冷暖房消費量の PHPP 結果と実測の比較

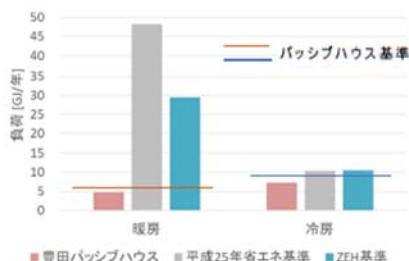


図 13 各基準による冷暖房消費量の PHPP 結果の比

【参考文献】

- 1) Passive House Institute, <https://passivehouse.com/>
- 2) Design PH, <https://designph.org/>
- 3) 建もの燃費ナビ, CPU, <https://www.cpu-net.co.jp/product/t-nenpi/> (文献 1～3 の閲覧日 2021/2/8)
- 4) 東京都水道局, 平成 27 年度一般家庭水使用目的別実態調査, p.128
- 5) 日本建築学会, ソーラー建築設計データブック, オーム社, p.128

注 1) 2010 年以降の国内発表論文で表題に「高気密高断熱住宅」を含み、Q 値・C 値が論文中に明記されているものを用いた。