

住宅・建築物技術高度化事業

木製クワトロサッシの開発と ローコストエコハウスへの適応技術開発

(平成26年度～平成27年度)

- 木原 正進 キマド株式会社 代表取締役
- カイサル・スラム キマド株式会社 工場長
- 中村 勉 株式会社中村勉総合計画事務所 代表取締役所長
- 浅井 美絵 株式会社中村勉総合計画事務所 所員

背景・目的

①クワトロガラスの性能をもつ高性能木製サッシの開発

ロードマップ: 2013年度省エネ法の改正と、2020年までに住宅の省エネ基準義務化

省エネ基準の計算ソフト: 開口部は8~12%程度、 $4.65\text{W}/\text{m}^2\cdot\text{K}$ 以下と設定

Ua値が低い場合は**開口部性能を強化するか、開口部面積を小さく**推奨

壁の熱貫流率基準 $0.53\text{W}/\text{m}^2\cdot\text{K}$ に近い \Rightarrow クワトロガラス(H26試験値: $0.51\text{W}/\text{m}^2\cdot\text{K}$)

②エコハウスへの実践的適応技術の開発

壁の熱貫流率と同等の性能を持つ開口部がローコストで開発されることにより、大きな面積のガラスを採用した自由度の高い、高性能のエコハウスを設計することが可能となる



公的期間による各種性能試験(断熱試験)

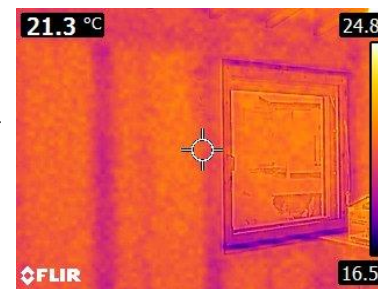
技術開発の概要

革新的な4重ガラスの木製サッシ開発として、断面検討から公的試験による防火性能の取得、防音性・耐候性の実証データ取得と、実用化に至る検証までを実施した。また、実装実験を行い、建物が完成した時点で気密測定や温度測定、サーモカメラによる性能検証を行った。それらによって、クワトロサッシが壁の断熱性能に匹敵する効果を発揮している結果が得られた。

実装実験を行ったエコモデルハウスは、UA値 $0.27\text{W}/\text{m}^2\text{K}$ 、シミュレーション値としての設計一次消費エネルギー量は $45\text{GJ}/\text{戸}\cdot\text{年}$ 、太陽光発電システムの導入でBEIは0.35となった。事業終了以降に経過観察を行い、設計値と実績の比較検証を続けている。

- (1)クワトロ木製サッシの断面形状に関する技術開発
- (2)クワトロ木製サッシ専用の副資材の技術開発
- (3)防火及び物理試験に関する技術開発
- (4)耐候性向上のための技術開発
- (5)ペアガラスと木材の面接合に関する技術開発
- (6)枠コーナー接合に関する技術開発
- (7)内蔵型ブラインドの開発

(8)ローコストエコハウスの技術開発



クワトロサッシ設置住宅の温熱調査

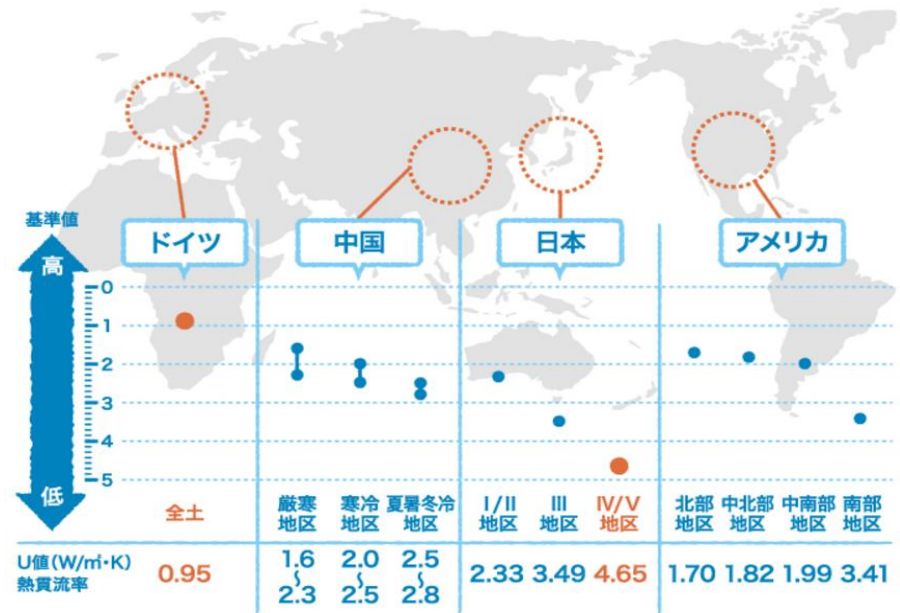


ローコストエコハウスの完成・ゼロエネハウス普及

技術開発成果の先導性

- 日本の住宅は世界各国の基準に比べて開口部の断熱性能が劣るという指摘があるなかで、本技術開発において革新的な4重ガラスの木製サッシが熱貫流率0.51W/m²Kという世界トップクラスの断熱性能を発揮した。
- 防火性能においては、最大1700mm×2400mmのサイズの窓が防火認定を取得し、防火地域における設計の自由度が高くなる。
- 防音性能においても優れた効果を発揮し、交通騒音に悩む消費者に引き合いがある。
- 販売価格を抑えるため、価格と性能の両方をにらみながら性能評価試験を受けた、需要に合わせた開発成果といえる。消費者はローコスト製品からハイスpek製品まで省エネ基準を達成しつつ、選択ができる開発製品となった。
- エコモデルハウスの経過観察で得た結果は、机上の設計値を超える一次消費エネルギー量53.8GJ/戸・年であった、平成25年省エネ基準90GJ/戸・年から40%以上の削減効果を発揮している。

●世界の窓の断熱基準



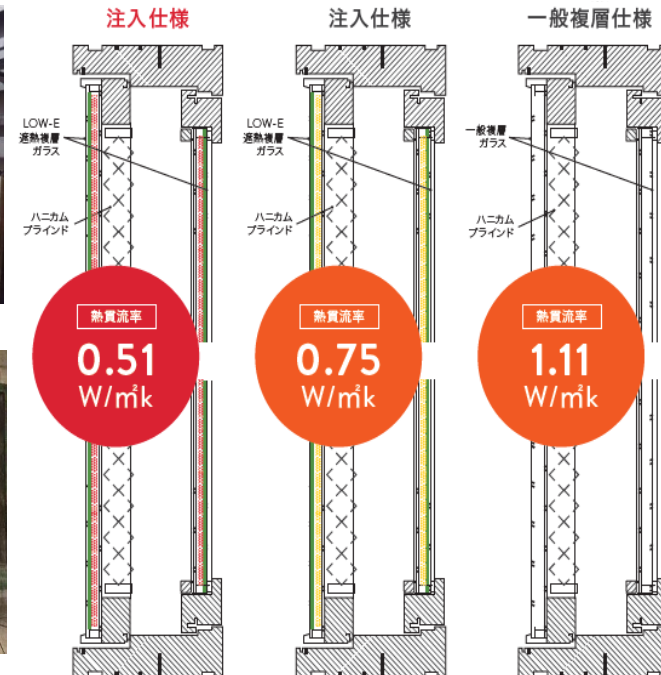
資料：YKK AP調べ（ドイツ：建築物のエネルギー性能に関するEU指令（2014年予定）、中国：第12期5カ年（2011～2015）、日本：平成11年次世代省エネ基準、アメリカ：EPA/DOEエネルギー省計画）



防火試験



遮音性能試験

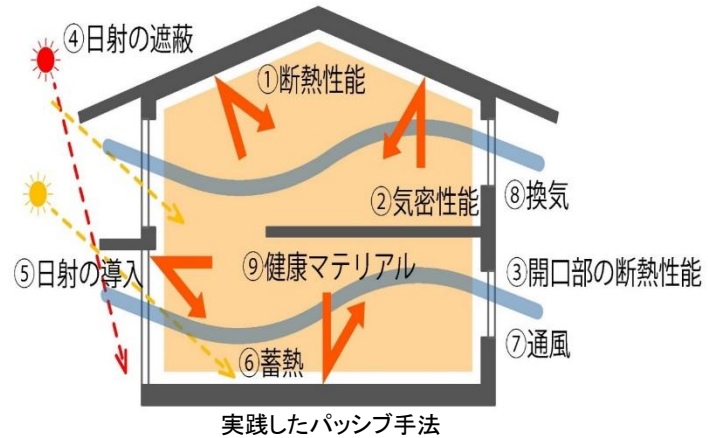


技術開発成果の先導性

事業期間中に設計したエコモデルハウスは、木の温かさを大切にした仕様になっていて、外壁とほぼ同じ断熱性能を持つ木製クワトロサッシを使用することで、下図のような大開口でも、外皮平均熱貫流率UA値0.27W/m²K(Q値0.86)というダントツの性能を持っている。

建材の性能だけでなく、日射のコントロール・蓄熱床・室内空気の流れなどが考えられたパッシブ型のゼロエネルギーハウスである。

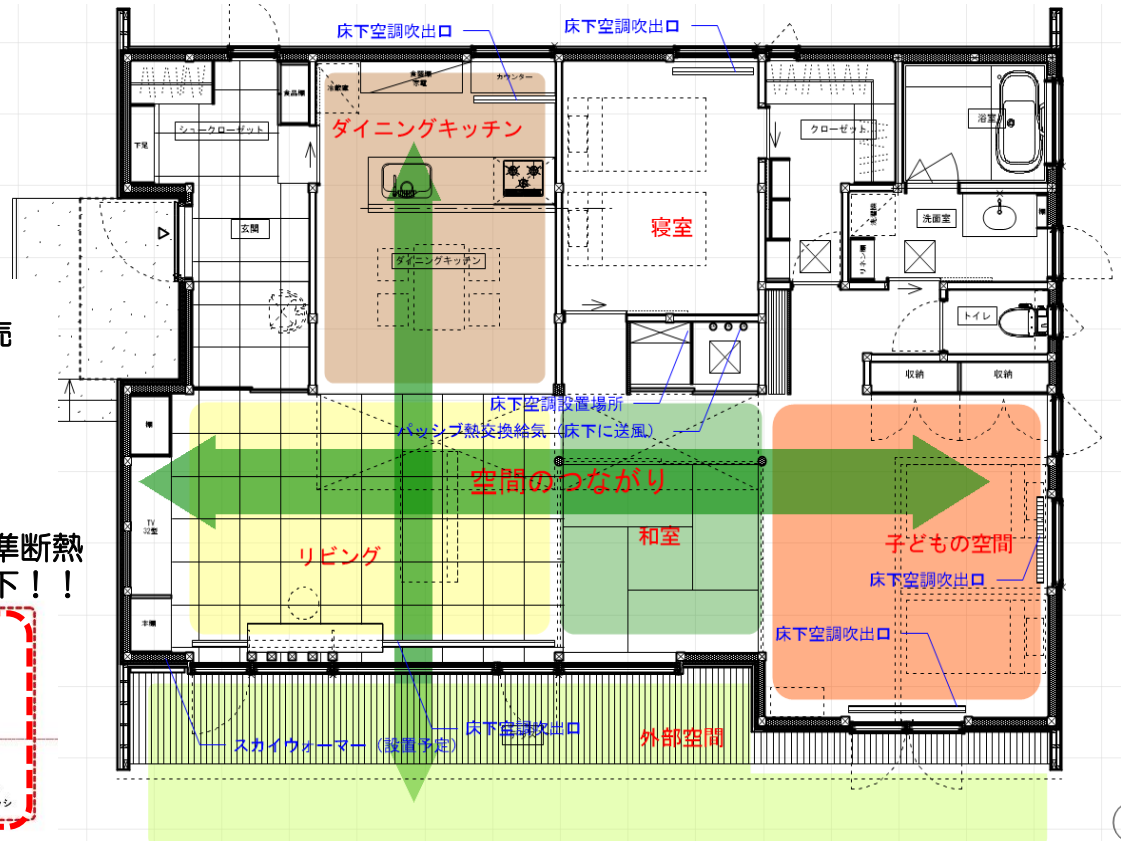
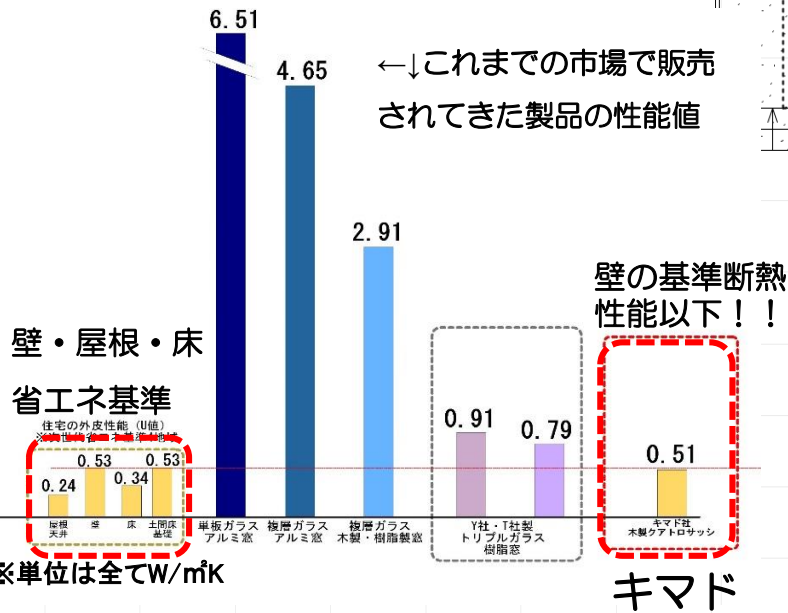
太陽光発電を3.75kw載せて、ゼロエネルギーハウスが完成した。



南面に7.2m+1.8mの大開口(木製クワトロサッシ)をもつエコモデルハウス

技術開発成果の先導性

エコモデルハウスは、省エネ基準適合の地域モデルとして注目を集めている。大開口や吹き抜けを持ちつつも、部位毎の外皮性能が均質なため、屋内のどの部屋にいても温度差が少ないという結果が得られている。



南面に7.2m+1.8mの大開口(木製クワトロサッシ)をもつエコモデルハウス

■建物外皮性能表

部位	性能	仕様
壁: U値: 熱貫流率(W/m ² K)	0.298	充填部: セルローズファイバーt=90 外断熱: ロクセラムボードt=50
屋根: U値: 熱貫流率(W/m ² K)	0.199	充填部: ウッドファイバーt=90 外断熱: ロクセラムボードt=50+50
基礎: U値: 熱貫流率(W/m ² K)	0.160	ネオマフォームt=100
開口部: U値: 熱貫流率(W/m ² K)	0.51~1.02 (試験値)	木製断熱気密クワトロサッシサッシ(キマド社)
UA値: 外皮平均熱貫流率(W/m ² K)	0.27	

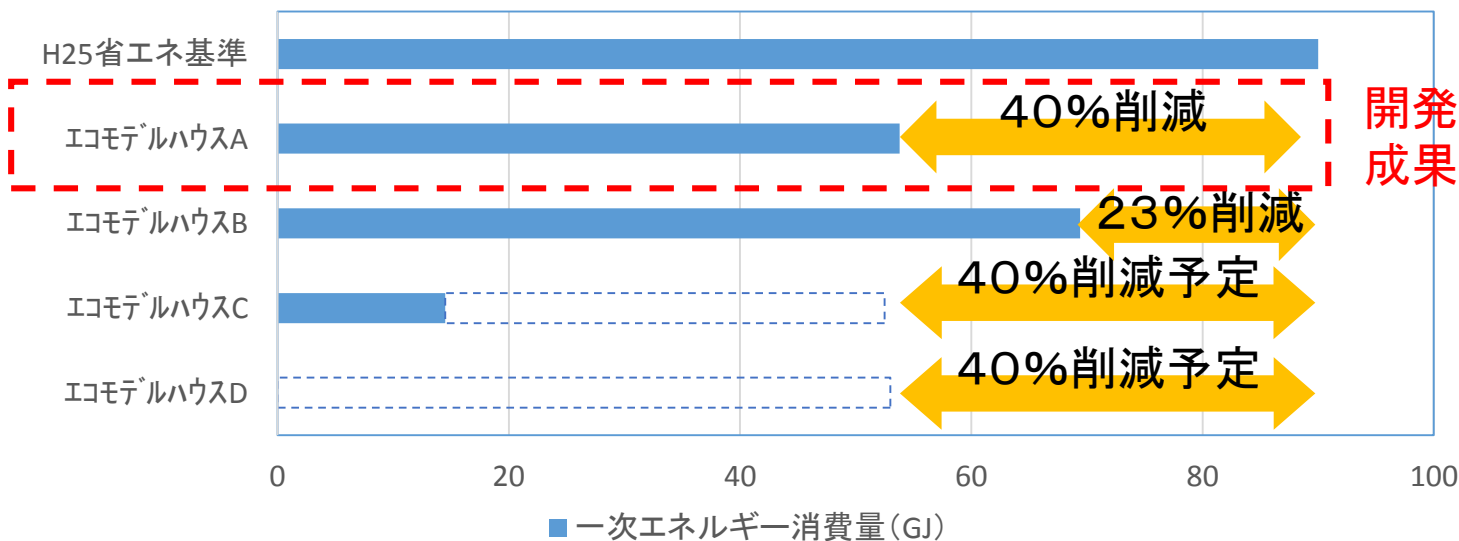


平面

技術開発成果の先導性

実装実験 ← ● → 事業終了以降

対象地域: ⑥地域区分	H25省エネ基準	エコモデルハウスA (愛知)	エコモデルハウスB (東京)	エコモデルハウスC (千葉)	エコモデルハウスD (富山)
規模(m ²)	120	115	157	113	125
UA値(W/m ² K)	0.86	0.27	0.46	0.44	0.39
設計一次エネルギー消費量(GJ)	90	63	60	53	70
太陽光発電設置(kW)	—	3.75	4.0	4.3	5.5
BEI	—	0.35	0.35	0.37	0.38
一次エネルギー消費量実績(GJ)	—	53.8	69.4	観察中	観察予定

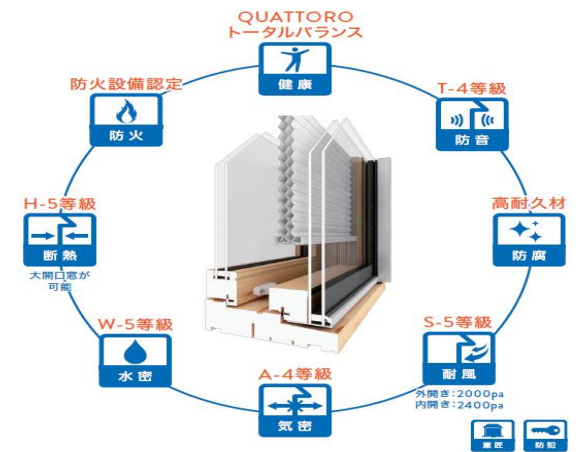


開発成果

エコモデルハウスAの場合、仮定値を超えて、省エネ基準値の40%減を達成した。すなわち、CO₂排出量も40%削減を達成したといえる。

技術開発の効率性

本開発技術の骨格および性能評価、エコモデルハウスの設計は事業年度内に完了している。性能評価は公的試験場において取得したものであり、将来も有効である。事業費の多くは部品開発のための消耗品費・委託費であったが、事業終了から1年たった現在も安定した精度を保っている。新たな開発は不要であり、効率的に成果を得たと判断できる。エコモデルハウスにおいては、事業年度終了以降、自己負担で経過観察を実施している。(右図、木製クワトロサッシがすべての性能がトップクラスであることをアピールするイラスト)



実用化・市場化の状況

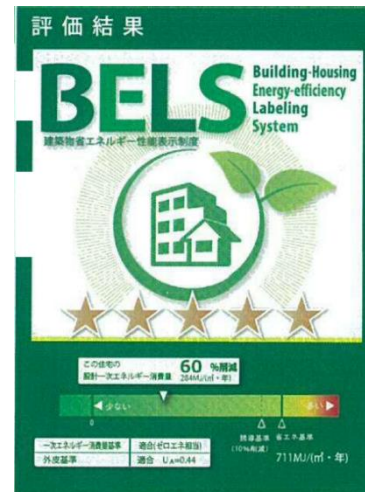
・現在までの実用化・市場化の状況(出荷状況): 4,500万円程度出荷

本製品の市場は新築戸建住宅のZEH適合率90%以上の時代を想定していたが、現状はごく僅かな市場において活動している。構成員自ら、省エネ基準・ZEH適合率向上のために、講習会等を開いて目標達成に向けて努力をしている。

製品名称	想定される主な技術の利用者、取引先	想定される市場規模	技術の利用件数・出荷件数等
木製クワトロサッシ (ダブルペアサッシ)	建材商社	年間各県約10%へ適用すると想定すると	
	設計事務所	40県×400戸=16,000戸 1戸あたり20窓で320,000窓	10県×400戸=4,000戸 1戸あたり20窓で80,000窓
	ゼネコン/工務店	320,000窓×60千円/窓 ≒192億円/年	80,000窓×60千円/窓 48億円/年

技術開発の完成度、目標達成度

木製クワトロサッシに関して性能面で目標を達成した、エコモデルハウスに関しては、事業終了以後1年間分の経過データを分析したところ、机上での数値を達成する案件と、そうでない案件と両方がある。この結果に対して、出荷した窓の精度の問題か、設計の問題か、新築案件も含めて検証を行いながら次年度も経過観察を続ける。



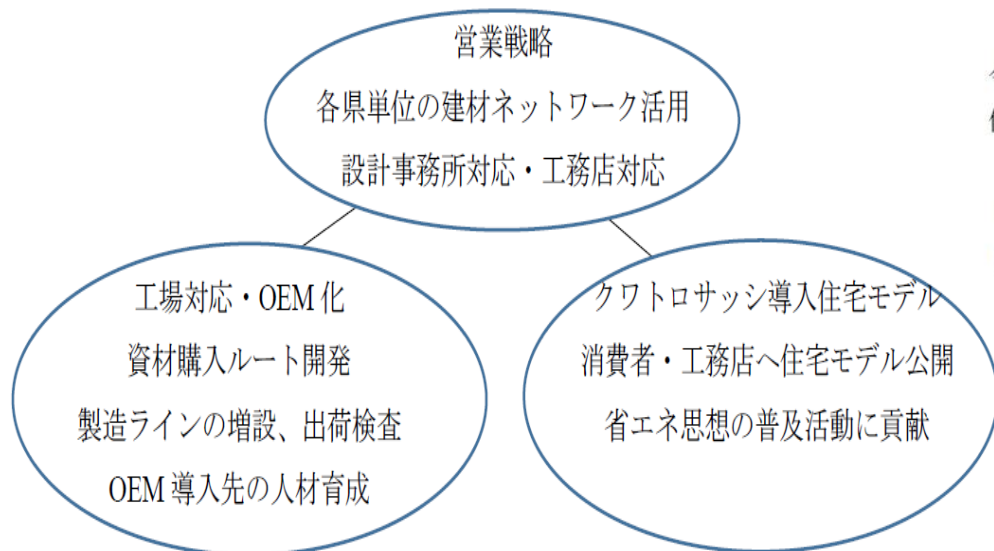
技術開発に関する結果(成功点と残された課題)

- ・成功点…一番のポイントは4重ガラスを日常生活に用いることができたこと。キマドの既存技術を応用し、製造期間を複層ガラスの窓と同期間で製造できること。省エネ基準の壁と同等の性能を持ち、均質な屋内環境を実現でき、ZEHにも対応できること。
- ・残された課題…取り付け現場での施工性の課題が残っている、それぞれの部品は性能と日常生活において機能はしているものの、限られた技術者でないとその調整が難しい。この点において、技術者育成を持って解決する考えである。エコモデルハウスにおいては、まだ経過観察中である。

今後の見通し

開発者は、本技術開発成果の普及を目的に”木の文化を創造する研究会”を設立した。木製サッシは製造過程におけるCO2排出量が最も少ないエコ建材である。同じく木材を扱っているプレカット会社等と協働し、彼らが持つ地場のネットワークにおける省エネ基準・ZEH適合率促進の活動を行っている。地場の中小工務店がそれらを実践すると、ゆくゆくは低炭素社会実現に貢献するという仕組みとなる。

■技術開発終了後の実用化プロセス



～工場対応・OEM化～

キマド㈱では、開発時の部品や資材に頼らず、今後も調整・改良を行い消費者にローコストで供給できるよう努力する。

この木製クワトロサッシを全国に供給するために、全国で普及できるシステムを開発していく(右図: OEM工場設置計画)。



「木創研広窓パッシブ型ゼロエネルギーハウス」



木創研ゼロエネ住宅は、木のもつ魅力や温かさを大切に、内外装や断熱材には自然材料を極力使用し、外壁とほぼ同じ断熱性能を持つキマド社製のクワトロサッシを使用することで、外皮平均熱貫流率UA値0.27W/m²K (Q値0.86) というダントツの外皮性能を持った住宅となります。

木創研ゼロエネ住宅は断熱性だけではなく、日射のコントロール・蓄熱床・室内空気の流れなどが考えられたパッシブ型ゼロエネルギーハウスです。

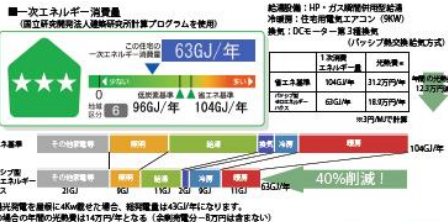
この住宅は一次消費エネルギーを省エネ基準より約40%削減しており、太陽光発電を4Kw載せることで、※ネットゼロエネルギーハウスとなります。

※ネットゼロエネルギーハウスとは、冷暖房、換気、給湯、照明の一次消費エネルギー量を太陽光発電による創エネで0に出来る住宅のことです。(家電等に使用するエネルギーは除く)

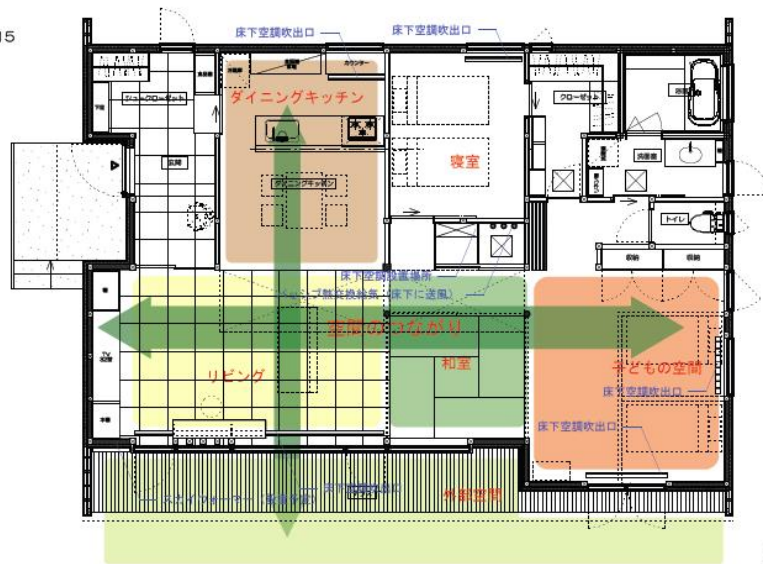


■建物外皮性能表

部位	性能	仕様
壁：U値：熱貫流率(W/m ² K)	0.298	充填部：セルロースファイバーt=90 外断熱：クワセラムボードt=50
屋根：U値：熱貫流率(W/m ² K)	0.199	充填部：ウッドファイバーt=90 外断熱：クワセラムボードt=50+50
基礎：U値：熱貫流率(W/m ² K)	0.160	ネオマフォームt=100
開口部：U値：熱貫流率(W/m ² K)	0.51~1.02 (試験値)	木創研熱気密クワトロサッシ (キマド社)
UA値：外皮平均熱貫流率(W/m ² K)	0.27	



南側の7.2mの開口部や庇は日射シミュレーションソフトを使用し冬季には室内に日射を入れたい大理石に露熱させ、夏季は日射を室内に入れないように横封を行って庇の位置を決定している

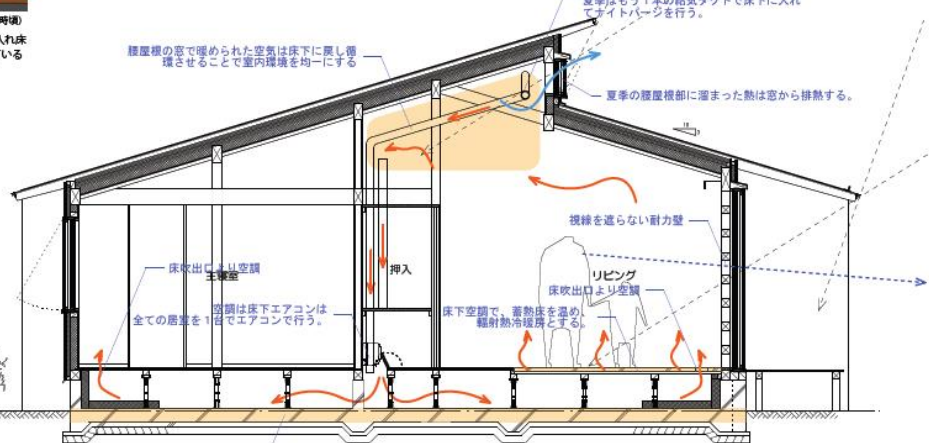


平面図 S: 1/100

結露は換気機を通してパッシブ熱交換を行い、床下に導入する。夏季はもう1本の給気ダクトで床下に入れてナイトバースを行う。

屋根裏の窓で暖められた空気は床下に戻し循環させることで室内環境を均一にする。

夏季の屋根裏部に溜まった熱は窓から排熱する。



断面図(冬季) S: 1/60

- 建物概要
 - 敷地面積：428.29m²
 - 建築面積：143.05m²
 - 延床面積：115.58m² (35.02坪)
 - 構造・規模：木造平屋建て
- 主な仕上
 - 外壁：杉板大和貼り (空気層)
 - 屋根：ガルバリウム鋼板
 - 床：カバ無垢フローリング
 - 蓄熱床：大理石
 - 壁天井：和紙クロス



設計・監理
株式会社シンプオリ

施工
株式会社シンプオリ



冬の冷気 (あるいは室内循環空気) をスカイウォーム内に取り込み、太陽熱で温めて室内に導入する装置