



エネマネハウス2014

芝浦工業大学コンソーシアム

2014.1.24

<http://www.kk.shibaura-it.ac.jp/akimotolab/zeh2014/index.html>



わたしたちが捧げる、2030年のシェア型居住スタイル

“母”という、あらゆる人の最大限の愛情を家にしました。

家計にやさしい、ゼロエネハウス

体に優しい空調が実現した、快適空間

集まって住むことで育む、おとなり同士のコミュニティ

エネルギーを生みながら、安心して暮らし続けられる未来の家

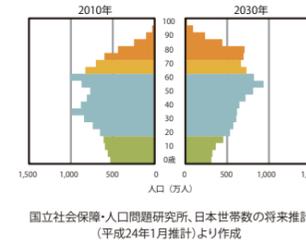
次世代のゼロエネルギーハウス実現を目指す芝浦工業大学コンソーシアムでは、“母の暮らし”を思い浮かべながら具体的な住居を計画することで、社会的な普及の可能性をもった居住環境を提案します。

新しいゼロエネルギーハウスとして提唱するこの住宅は、2030年の近未来に向けて学生達が母親世代に贈りたい住宅『母の家2030』として、省エネルギーのみならず、将来のライフスタイルやグローバルなシェア展開を視野に入れて計画されました。

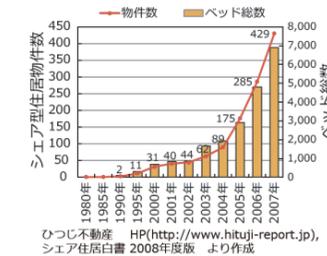
これからの日本の住まい方

2013年現在、総人口に占める65歳以上人口の割合(高齢化率)は24.1%(内閣府高齢社会白書より)、2030年には31.6%に達し、3人に1人が65歳以上となると予想されています。

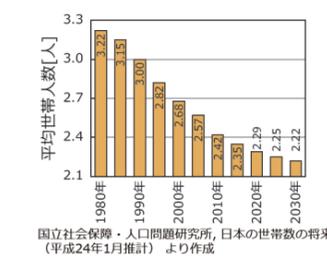
若者世代を中心として年々増加してきているシェア型居住は、今後各世代にも普及していくことで、高齢者の孤立化の問題、長寿社会のQOL(生活の質)の問題の解決に繋がると考えられます。



国立社会保障・人口問題研究所、日本世帯数の将来推計(平成24年1月推計)より作成



ひつじ不動産 HPI(http://www.hitujireport.jp), シェア住居白書 2008年度版 より作成



国立社会保障・人口問題研究所、日本の世帯数の将来推計(平成24年1月推計)より作成

母親世代に向けたゼロエネルギー技術

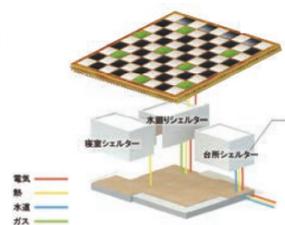
経済の中心で活動してきた生産年齢を過ぎて、蓄えてきた資産で生活する年代に入る世代にとって、消費し続ける生活は負担になります。ゼロエネルギー技術によって、負担の少ないライフスタイルへと転じる必要があります。このため、母の家2030では、ネットゼロエネルギーを目指し、無駄のない居住環境を提案します。

1. エネルギー・居住環境をシェアして安心して集まって住む



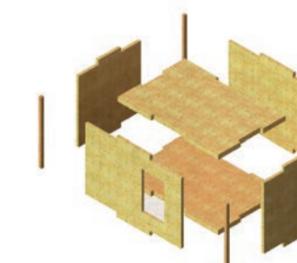
“個”に分散することでのエネルギー消費の非効率さや、社会での孤立化が近年の社会問題として叫ばれています。その解決の鍵がshare(共有、共用、分かち合う)にあると考え、エネルギー(energy)・環境(environment)・生活(life)をシェアするライフスタイルにより新たな居住空間を創出します。周辺環境と連続することでコミュニティと繋がることが出来る開放的なゼロエネルギーハウスを目指します。

2. エネルギーを生み、体にやさしい空調を実現した未来の家



ゼロエネルギーハウスの実現にあたり、エネルギーを伴う設備に依存しないパッシブ技術と、再生可能エネルギーの利用が大きな課題となります。本住宅では家を覆う屋根に着目し、これを「多層環境装置」と位置付けることで、太陽熱や太陽光発電、昼光、圧力差による空気の流れを積極的に利用する、パッシブ技術を開発しました。→呼吸する屋根

3. 災害にも耐えられる木のシェルターで、母たちの暮らしを守る

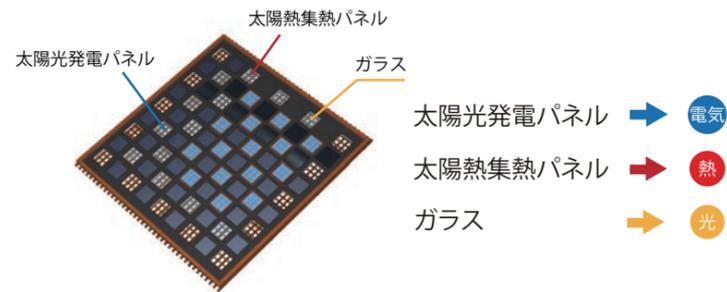


日本の誇るユニットバスなど高い機能性と容易な施工性をもったユニット技術は、国内市場を中心に浸透しています。また東日本大震災以降、住宅内避難という発想から、住宅内部に設置する高い耐震性能を持ったホームシェルターが注目されています。パッケージ技術により、高性能の居住性とともに、災害に備えた防災ユニットとしての付加価値を持ったユニットとして事業展開を狙う。→環境シェルター

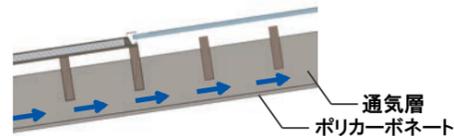
技術 「太陽エネルギーを最大限取り込み、最適に使う技術」

太陽エネルギーを電気、熱、光に分けて取り込む呼吸する屋根

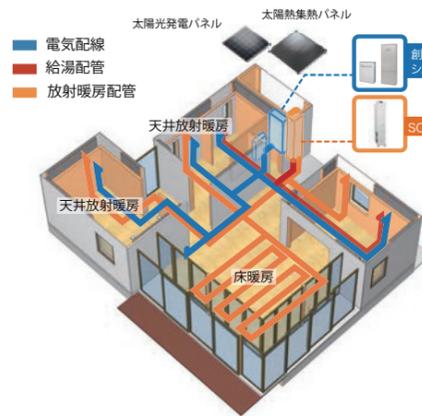
太陽光パネル29枚 (3.48kW)、太陽熱パネル8枚 (4㎡×2) と天窗 (28枚) によって電気、熱、光の太陽エネルギーを最適に取り込みます。



屋根通気層に気流を流し、日射による熱をシャッター式ファンによって、夏期は逃がし、冬期は組み合わせ床下に熱を回収します。



ソラマネシステム



創蓄連携システム
太陽光発電パネル
パワーステーション
蓄電池
SOLAMO
太陽熱集熱パネル
熱源一体型貯湯タンク

「呼吸する屋根」から取り込んだ太陽エネルギーを最大限に活用するために創蓄連携システムと太陽熱集熱パネルを組み合わせた「ソラマネシステム」を開発しました。

これによって住居内にエネルギーを供給し、蓄電・蓄熱を行うことでエネルギーを最適に使うことができます。

“母”の生活に寄り添った、“見える化”だけではない未来のHEMS



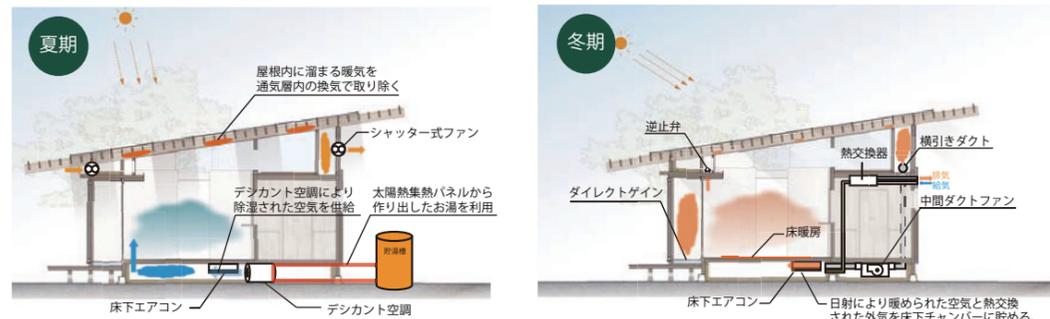
(左：HEMSトップページ/右：各機能ページ [空調・ロボット・照明・料理])

エネルギーの見える化により、住民の省エネ意識を向上させることを目的としている従来のHEMSに対して、本住宅で提案するHEMSには、母の生活をより豊かにするための機能も取り込んでシステムを構築しました。

電力を融通し合うSHEMSコミュニティのページでは、エネルギーの見える化だけでなく、お隣同士のコミュニティを育むためのコンテンツ (回覧板・リース・EVシェアなど) を設けた他、料理やロボットページ、健康ページなど、生活をサポートするための次世代型システムとなっています。

1年中、太陽エネルギーを最大限に使うための技術

太陽熱を空気で室内に運ぶ「呼吸する屋根」



夏期は通気層内にシャッター式ファンで外気を通気させ、屋根に溜まる日射熱を外に逃がし、居室内の空調負荷を低減します。

冬期は室内の空気を通気層に通し、日射熱を利用して空気を温めます。この熱を床下に送り熱を回収します。

太陽熱エネルギーによる放射空調とその可能性

太陽熱集熱パネルによって作られた温水を用いて、居間は床暖房、寝室と脱衣所は天井放射空調による体にやさしい温熱環境を形成させます。夏期には各放射パネルに冷水を流すことにより、放射冷房となり体に優しい涼しい空間を形成する可能性を秘めています。

床吹き出し空調が生み出す体に優しい空間

換気や呼吸する屋根から太陽の熱を回収した空気を床下チャンパーに溜めることで熱を無駄にしない空調を実現しました。吹き出し口が居間の外側にあるためドラフトを感じにくい体にやさしい空調です。

【夏】太陽熱エネルギーを利用した除湿空調

夏期において太陽熱集熱パネルから作られた温水をデシカント空調の再生用ヒータに用いることで、太陽熱エネルギーを使った除湿冷房を可能にします。

除湿された空気と排気される空気を熱交換することで、更なる省エネルギーを実現します。

【冬】室内の熱を外に逃がさない換気システム

パナソニックの熱交気調システムを用いて、室内の空調された熱を逃がさず、新鮮な外気を室内に供給します。冬期には、低温の外気ではなく、体に負担の少ない適度な温度の空気が室内に取り込まれることにより、暖房負荷削減も見込めます。

実行力 「新技術を目指して」

日本の伝統技術を応用したCLTの新構法確立

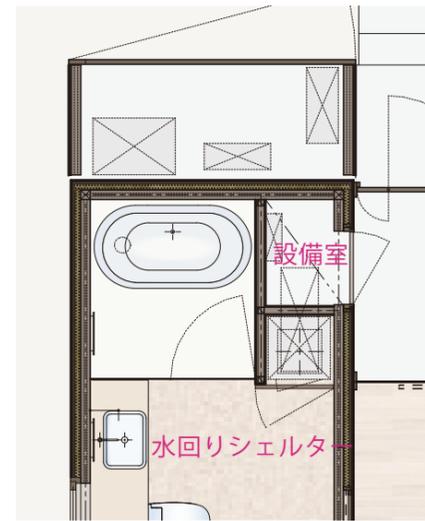
企業の方々との話し合いを経て実現した、CLTの新構法

今回採用したCLTの新構法は、建材メーカーや、工務店の方々と議論しながら提案したものです。芝浦工業大学の学生が、銘建工業、旭木材、丸宇住宅資材の3企業に1/30の詳細模型を使った提案を行い、実現の可能性を共同で検証してきました。今回のプロジェクトにおける最初の課題であったCLTの構法については、会議の度に激論が交わされ、幾度もの設計変更を経て、新構法として確立することが出来ました。



【構法について...】 日本の伝統技術である「ほぞ加工」を応用した新工法を模型を使った検討の中で確立してきました。従来の施工方法（金物を使って固定する工法）とは異なり、ほぞ加工とビスを用いた新構法は高強度でかつ低コストであるため「強すぎる素材」として知られるCLTの一層の普及に、大きく貢献すると考えられます。

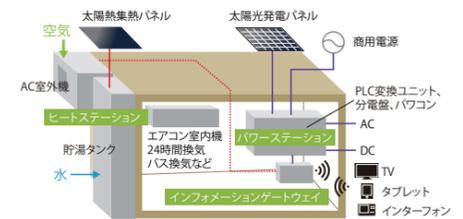
シェルターと高性能設備をパッケージ化させて、全世界へと普及させていく



将来の世界的な普及を視野に入れ、CLTシェルターを箱1つで1ユニットとして、内部に仕込んだ高性能な設備と共に普及させることを計画しています。海外の様々な地域の技術力や、施工力に左右されることなく、日本の高性能な設備までも輸出することが出来ます。今回「母の家」では水廻りユニットに設備室を設け、家の中の設備を一カ所に集約しました。

シェルター内で、いかに小さい設備室を設計できるかについて、図面、模型等を見ながら、学生全員で取り組みました。

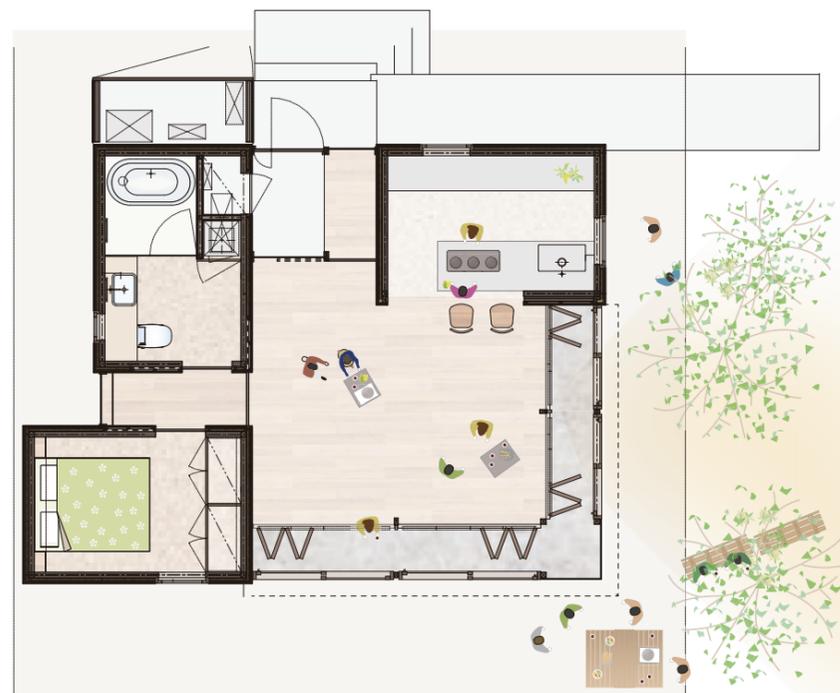
設備ユニットを小さく計画する実証実験として、将来的にはよりコンパクトな設備ユニットとして確立し、普及させていくことを目指しています。



母の生活に関わる新技術

2030年の母のために、新しい暮らしを提案します。

3つの環境シェルターと、大きな屋根に囲まれた生活の溢れるリビング



キッチンシェルター

IHを中心に広がる、2030年のキッチンスタイル

- [松岡製作所] と開発した、IHを中心とした暖かな食卓
- [学生設計] によるキャスター収納による自由度の高いキッチン
- [富士工業株式会社] の室内循環型レンジフードによる快適空間

水回りシェルター

あらゆる生活に対応する居室型入浴スタイル

- [学生設計] による脱衣室から浴室までの一室居室空間
- [東京ガス] ミスト浴でライフスタイルにより変化する入浴スタイル
- [銘建工業] によるヒートショックを予防する暖かな空間
- [アーキテック] と開発した設備室も埋め込んだ高性能ユニット

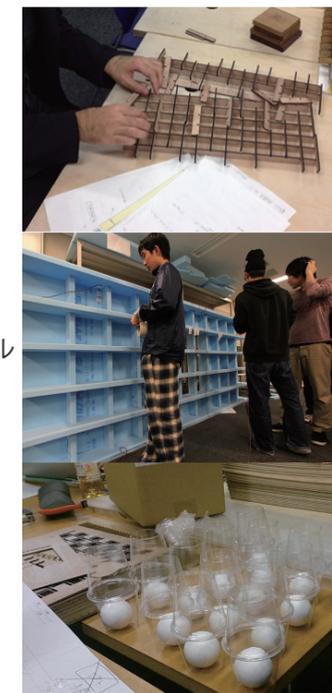
寝室シェルター

木造耐震シェルターによる快適寝室空間

- [銘建工業] によるCLTによる無垢材に囲まれた癒やし空間
- [銘建工業] の新構法による安全安心の宅内シェルター
- [天井放射空調] による包み込まれるような暖かい放射暖房

新型空調のための学生の取り組み

私たち芝浦工業大学が、今回提案させて頂く新しい空調「呼吸する屋根」は学生の取り組みによって実行された技術の一つです。



【計画】 模型作成による試行錯誤と議論を通じて、屋根の組み方を考えました。学生が施工できる方法が提案できました。

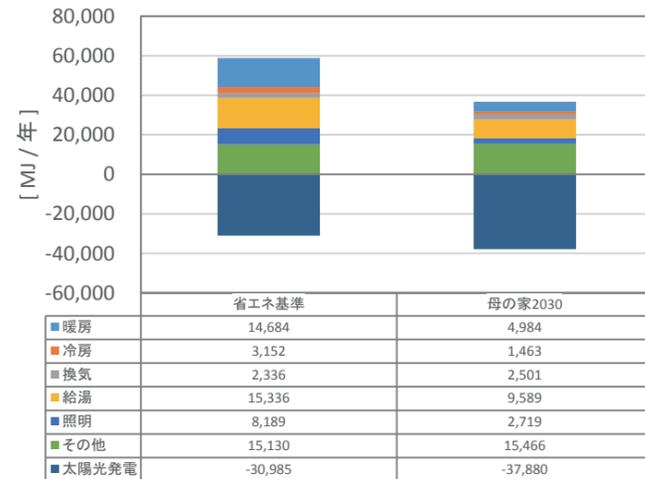
【検討】 屋根の通気等の性能は事前に実寸モックアップを作成し、温度や風速の計測によって検証しました。中間ダクトファンの使用も十分に検討しています。

【工夫】 昼間は室内の空気を通気層に通し、夜間は排気口から下降する冷気を抑える為の「逆止弁」は学生が発案し、実証実験を経て「母の家」に導入されました。

省エネルギー効果 「more with less ~ 最小限のエネルギーで最大限の暮らしを~」

省エネルギー基準の住宅よりも約38%の省エネを達成！！

省エネ基準と母の家2030の年間1次エネルギー消費量の比較



シミュレーションにより年間のゼロエネを達成

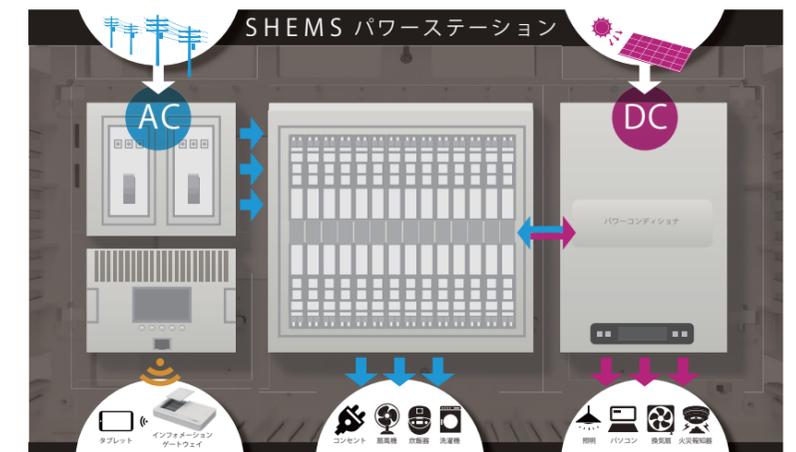
この「母の家2030」は年間エネルギー消費量が一般的な住宅の年間エネルギー消費量は58,827MJ/年（省エネ基準より算出）から36,722MJ/年となり、現在の省エネ基準の住宅よりも約38%の省エネルギーを達成できるというシミュレーション結果となります。また、太陽光パネルを用いることで、省エネ基準の太陽光発電量30,985MJ/年よりも多い37,880MJ/年を生み出しています。省エネだけでなく、創エネでも高い性能を保持しています。



太陽光発電とSHEMSパワーステーションで照明の省エネ

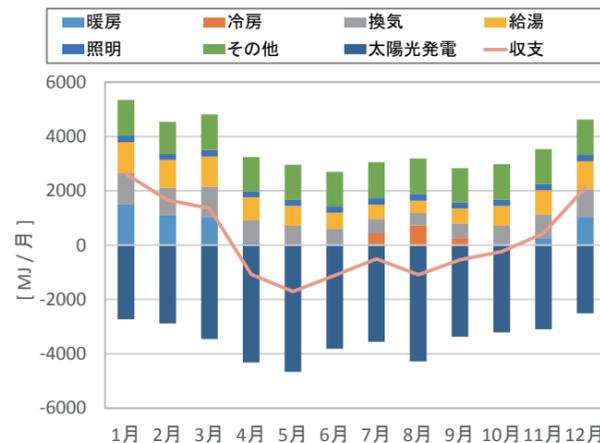
照明にDC（直流電流）対応のLED照明を採用することで、太陽光発電からの電気をそのまま利用でき、変換ロスを失くすことで照明のエネルギー消費量が8,189MJ/年から2,719MJ/年となり約67%の省エネを達成しています。

また、照明だけではなく、SHEMSパワーステーションにより、パソコンなどの黒物家電は太陽光発電のDCを受け、コンセント、扇風機などの白物家電は系統電力からのACを受けます。このように、AC、DCで分け管理することで、無駄な変換をなくすことができ、省エネルギー化を図れることが期待されます。将来的には、住宅間の電力融通や需給調整(デマンドレスポンス)を行うために必須となっていきます。



SHEMSパワーステーションの内部構造

母の家2030の月別1次エネルギー消費量の推移

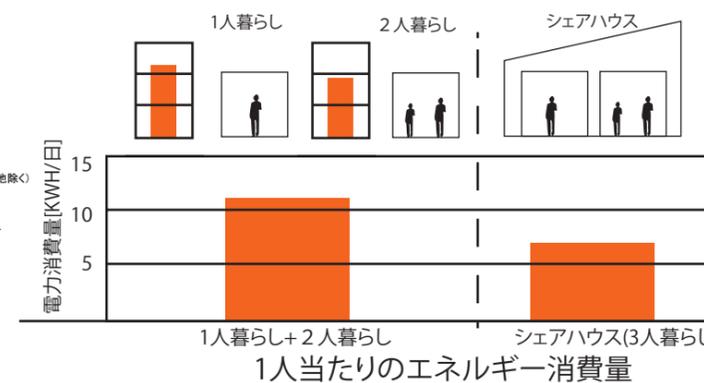


母に優しい空調システムはエネルギーも大幅削減

今回夏期の設定温度26℃、冬期は20℃で湿度は共に50%を基準として空調方式のエネルギー消費量を計算しました。

夏期は太陽熱エネルギーを利用し作ったお湯をデシカント空調の再生用ヒータで利用することで冷房のエネルギー消費量は3,152MJ/年から1,463MJ/年となり、約54%の省エネとなりました。太陽熱エネルギーを使った床暖房や住宅内の熱を逃がさず、床下に取り込む空調方式を用いることで、暖房のエネルギー消費量は14,684MJ/年から4,984MJ/年となり、約66%の省エネを達成しています。換気のエネルギー消費量は増えていますが、外気との熱交換を行うことで冷暖房の省エネに貢献しています。

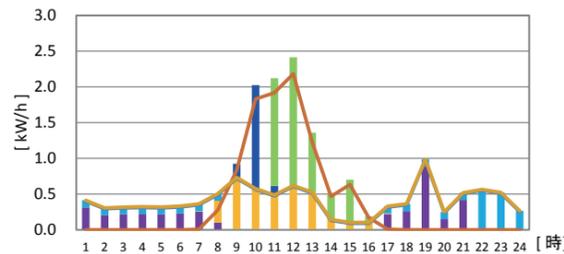
シェアによる省エネ性



シェアハウスによるエネルギー消費量の低減

1人世帯 + 2人世帯 エネルギー消費量：10.7GJ/日
↓
シェアハウス(1人+2人世帯) エネルギー消費量：7.7GJ/日
平成25年 省エネルギー基準に準拠した算定・判断の方法及び解説より算出
電力の送電、蓄電にはロスがあるため、無駄なく使用するためには、省エネにより自家消費が可能になるシェア型居住スタイルが求められます。
シェア型居住スタイル実現の技術
～全館空調・換気による省エネ化～
全館空調を採用していることで、異なる複数の世帯が別々の場所でも快適な温熱環境を可能にしています。
→1世帯のエネルギーで複数世帯分の快適性を確保

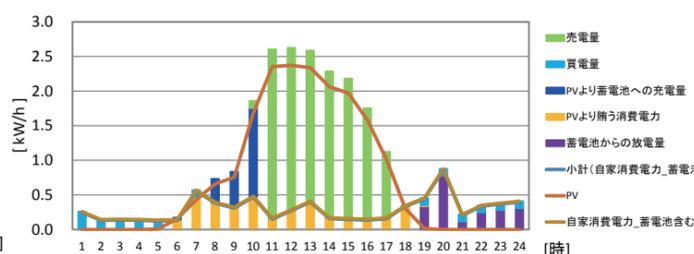
冬期における1日の電力消費量と発電量推移



夏期冬期共に昼間に得られる電気を蓄電池にためて、夜間に適切に利用することで、買電を限りなく少なくし、1日単位でのゼロエネも実現できます。

平成25年 省エネルギー基準に準拠した算定・判断の方法及び解説より算出
気象データは拡張アメダス気象データより参照

夏期における1日の電力消費量と発電量の推移



教育・啓発効果 「PBL^{*}によるTry and Errorの軌跡」

^{*} Project Based Learning



現場に立つことで学ぶ、建てるということ

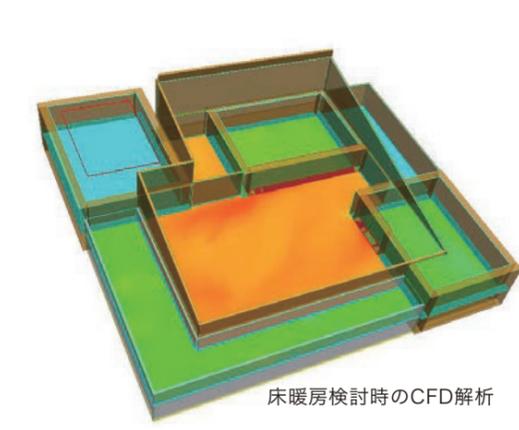


“誰でも出来る施工”の実証実験を目指して、学生が主体となって参加する工事を設計段階から計画してきたため、内装工事にとどまらず、あらゆる所に学生による成果が現れています。今回の家を大きく包む格子状の“呼吸する屋根”は、設計段階から意匠・構造・設備の先生方と多くの議論を重ねながら作り上げた屋根です。総勢70名程度の学生が大学周辺の仮工事場で施工した屋根は、CLTの環境シェルターとともに東雲駐車場へと運ばれました。

またシェルター外装工事や、床下機器取り付け、気密工事など、ZEHに欠かせない工事にも学生が積極的に携わっていくことで、真の体験学習となるゼロエネ・ハウスの施工を行うことができました。(下写真：外装工事の様子)



シミュレーションに基づく設計過程



CFD解析やQ値計算による温熱環境シミュレーション等を行うことで、設備・環境・施工等、様々な問題を検討しながら適宜設計を変更していく形を取りました。

CFD解析シミュレーションを用いた温熱環境設計では、得られた結果を基に、適切な性能の床暖房の機器などを選定するなど、住宅にそのまま反映しました。

詳細模型による設計検討



今回の設計に当たり、1/30の詳細模型による設計検討は非常に大きな意味を持っています。

CLTの新しい施工方法の検討や、呼吸する屋根のユニット割りの検討など、意匠と施工の間の問題を学生の手で考えながら検討してきました。

また、施工担当の方と工程表を組みながらどのように作るかを1から検討していきました。施工シミュレーションを発注作業等と併せて確認していくことで、現場での的確な作業に繋がりました。

学生中心に進めた会議



プロジェクトの初期段階から、学生が主体となって各会議を進めてきました。研究室の枠を越えて体制を組み、詳細模型の製作や検討用のシミュレーションデータ等を用意しながら、企業の方々との話し合いました。

大学開放デー関連企画 みんなのいえをつくるこどもWS



大学開放デーに合わせて子どもたちとZEHを考える「みんなのいえプロジェクト」を学生主体で企画しました。

こども達とエコ住宅について考えた後に自分達の理想のいえをつくってもらいました。

将来的な普及・展開 「都市・アジアへの展開」

都市への展開

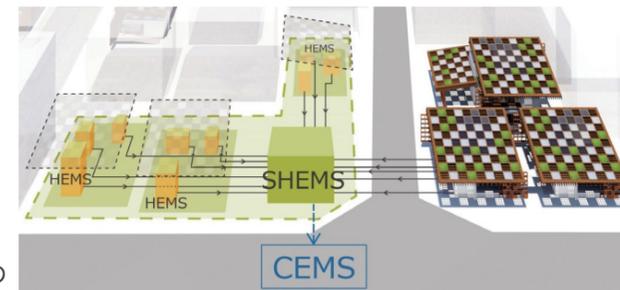
I.モノ・場所・エネルギーを介して繋がる、SHEMSコミュニティー



SHEMSという会所を設けることで、エネルギーとしての地域との融通はもてることながら、各住戸の収納スペースの確保やEV車の充電スポットとしての用途としても機能する。

これにより、モノの貸し借りやカーシェアなどといったSHEMS内(地域単位)のコミュニティを生み出すことができ、住戸としての開かれた設計だけでなく、システムとしても開かれた設計を行うことで、都市への発展が期待される。

II.SHEMS内でのゼロエネを目指して



住戸単位のHEMSは、1戸内の収支でゼロエネルギーを目指していますが、住戸間でつながるSHEMSの目標は、蓄電などによる常時ゼロエネルギーを目指しています。近隣単位でのエネルギー管理により、住宅間の電力融通や需給調整(デマンドレスポンス)を行うことによって、地域単位でのマネジメントシステムを構築します。

また化石燃料が電力供給の主流であるアジアにおいて、創蓄連系の発電、蓄電設備の利用が求められています。安価のEVやPHVを蓄電池として利用できればさらなら効果も見込めます。将来的にはPFCVも登場することで、他のエリアで充電し、送電網を利用せずに電気を運べる時代がくると考えられます。

グローバル「アジアへの展開」

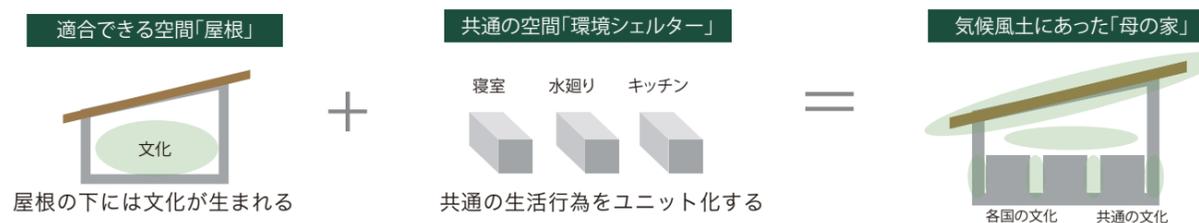
I.大きな屋根 ～あらゆる文化に適合する～

住宅における屋根は人々の暮らしを包括する役割を担っています。人々の暮らしは国や地域によって異なり、また隣人との関係性などによっても異なります。

母の数だけ家庭があり、母の数だけ文化がある。大屋根は世界の母たちの文化を、包み込みます。

III.アジアの気候に適した技術を開発・実証し、新たな市場を開拓

アジアの気候・文化などあらゆる国・地域に



II. 環境シェルター「世界の気候に適した技術の開発」

世界の多種多様な気候に対応する為に、日本のユニット化技術に環境設備をビルトインすることで普及する。

CLTによる環境シェルター

建物構造体として利用する木材パネルだけの輸出とは違い、欧州・カナダなどとの価格競争にさらされることがありません。

環境設備ビルトイン

シェルター単独で自立できるように、エネルギー、情報、生活に関する日本の最新環境設備をビルトインします。

現地での組み立て

簡単に積み上げられる環境シェルター

集成材などの部材で階高調整

集成材などを用いて階高調整をしなら組み立てます。専門の職人がいなくても現地で容易に組み立てることができます。

システムを売ることで、アジアの全ての文化を受け入れる。～「母なる屋根」

様々な文化を取り込み、屋根の形状や工法は変化していきます。これにより、地元の材料を使い、その地域の活性化につながります。



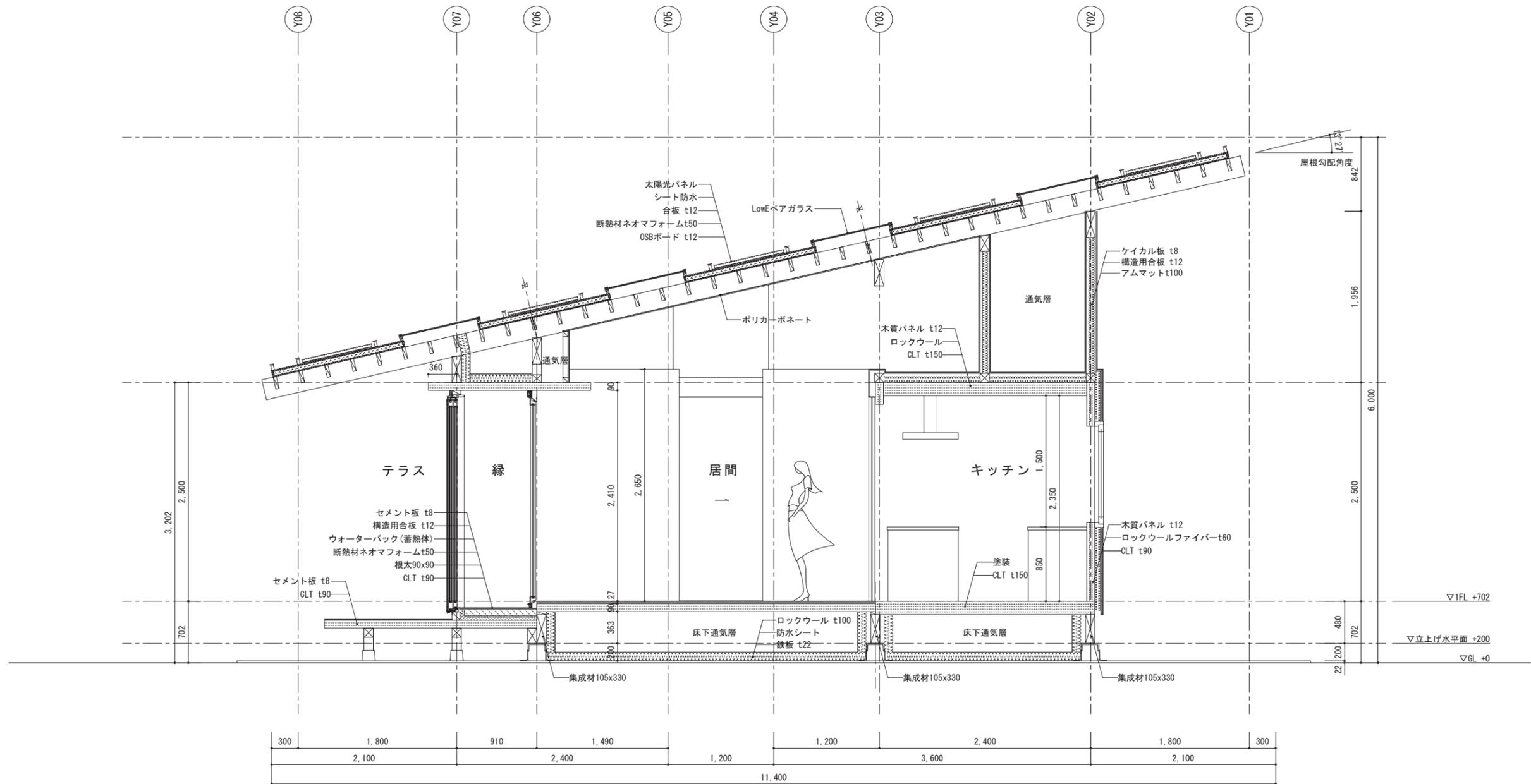
地域共生・地産地消のローカーボン住宅



変わらぬ文化(寝る、食う、洗う)を最低限確保する。

母の家では、無垢材→集成材→CLT→OSBという様々なスケールの木材を余すことなく使っていくことも実証しました。ZEHだけでなく、地産地消・地域共生によるローカーボン住宅の双方を考慮することで、より地域に根付いた文化的な住宅の普及を目指すことが出来ます。

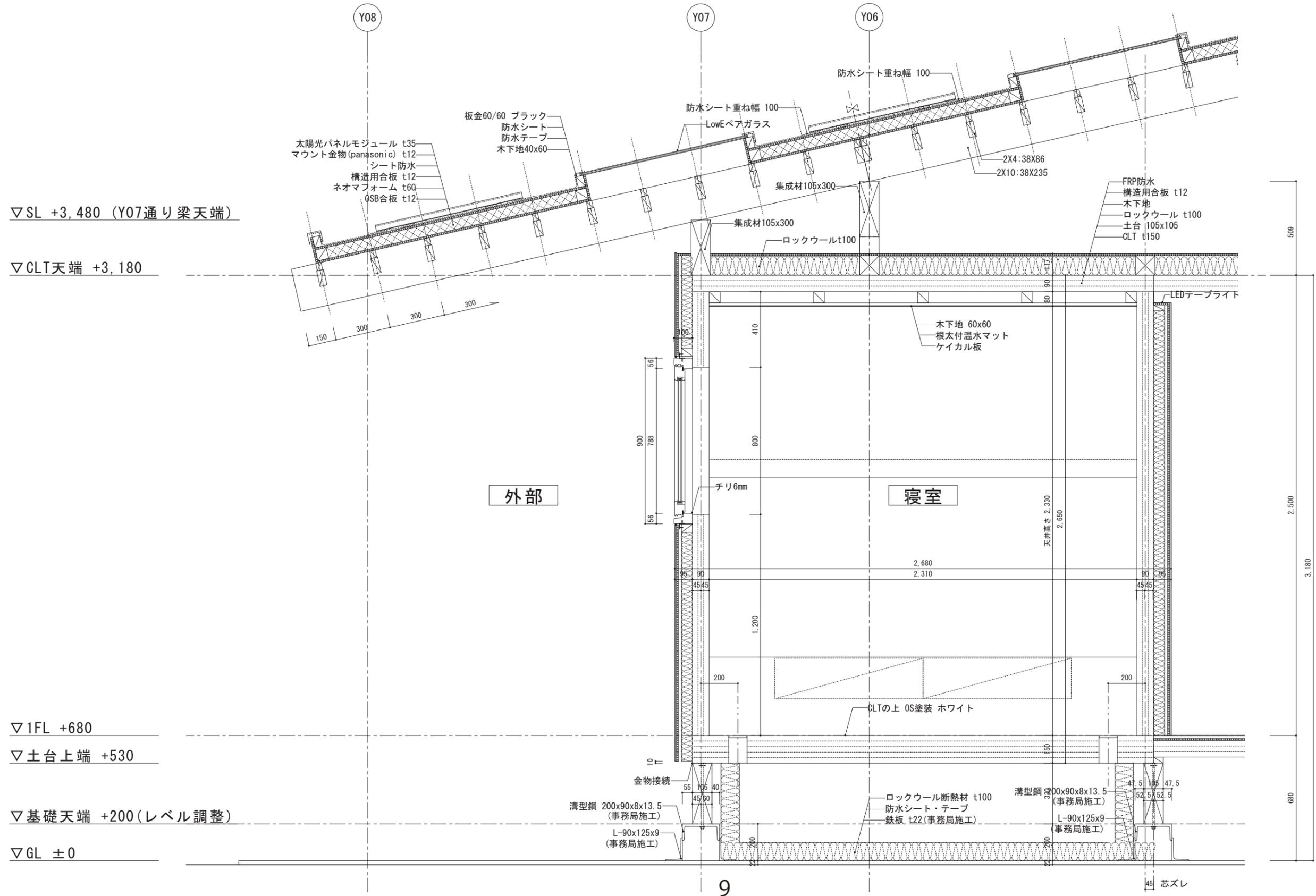
設計資料：断面図



断面図

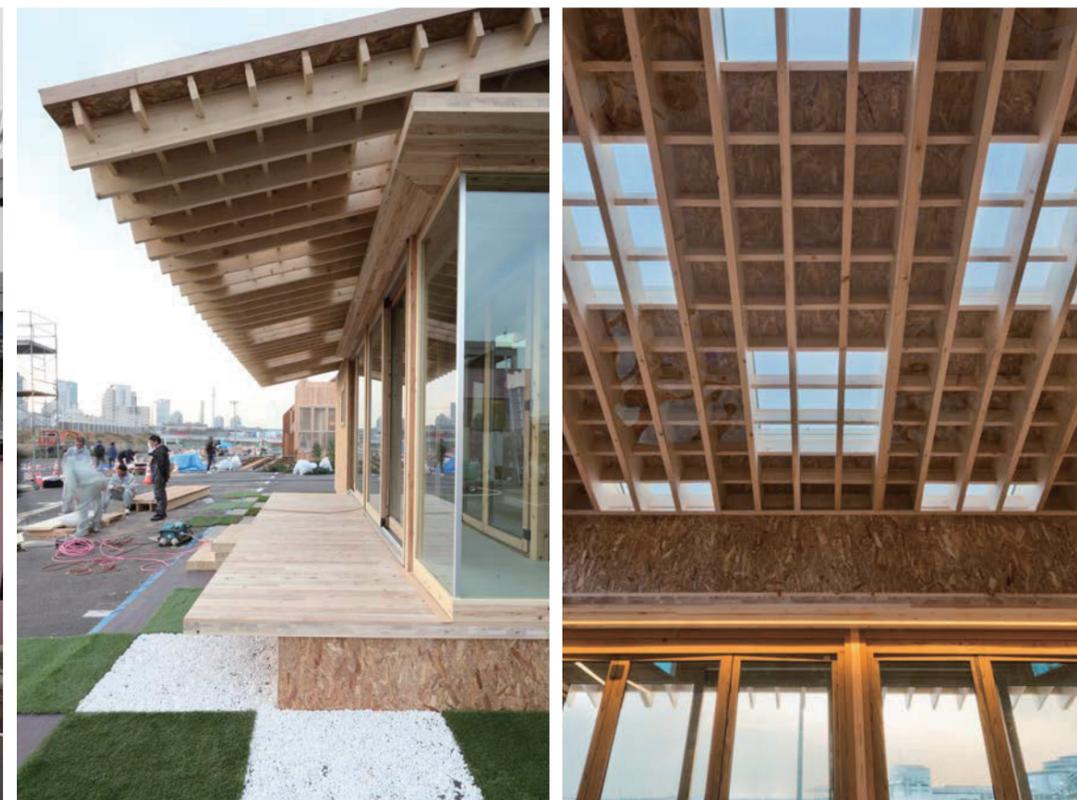
Scale = 1:50

設計資料：矩計図



矩計図
Scale = 1:20

プロジェクト竣工写真



竣工した“母の家2030”

- a. 鳥観写真： トップライトと太陽光発電パネル、集熱パネルが市松状に並ぶ
- b. 外部テラス： 軒下の開放的な縁空間と連続するテラス空間
- c. 天井見上げ： 市松状に太陽の光の降り注ぎ、暖かい空気が流れる“呼吸する屋根”
- d. 居間の内観： 3つの環境シェルターに囲まれた居間空間

