



[Green Hat 2030] 新しい、庭付き一戸建。

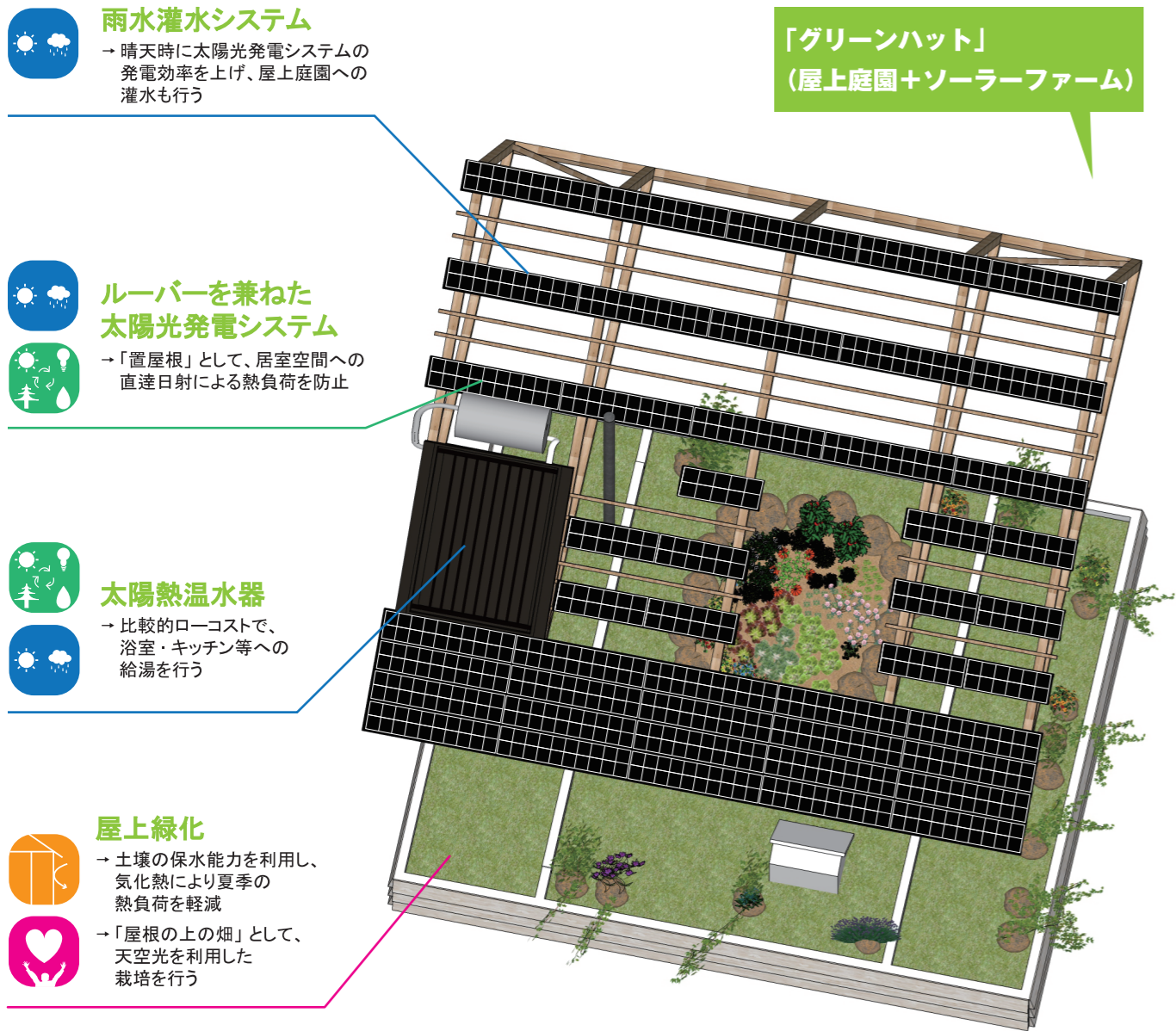


関東学院大学の GREEN HAT 2030 は、ネット・ゼロ・エネルギー・ハウス (ZEH) による「生活価値の向上」と「社会への貢献」が誰にでもわかり、また何より、誰にでも手に入る可能性がなければ、ZEH を普及につなげることはできないという観点から「アフォーダブルな ZEH」を目標に建設されました。

GREEN HAT 2030 は、屋上に庭 (菜園) と創エネシステムの帽子をかぶせた「新しい、庭付き一戸建」です。

ZEH を目指すとき、外壁・屋根・間仕切壁・縁側、そして各種の設備など、住宅のそれぞれの部分が持つべき、「新しい役割」とは何か。ZEH によって、私たちの生活はどのように変わるのか。私たちの提案の本質は、この問いかけにあります。高価な設備機器や、特殊な材料だけに頼らず、伝統的な知恵や、既に存在する技術の潜在的価値にも注目し、それらを適材適所に組み合わせた、新しい「普通の家」のありかたを、常識にとらわれない自由な発想で提案します。





雨水灌水システム
→晴天時に太陽光発電システムの発電効率を上げ、屋上庭園への灌水も行う

ルーバーを兼ねた太陽光発電システム
→「置屋根」として、居室空間への直達日射による熱負荷を防止

太陽熱温水器
→比較的ローコストで、浴室・キッチン等への給湯を行う

屋上緑化
→土壌の保水能力を利用し、気化熱により夏季の熱負荷を軽減
→「屋根の上の畑」として、天空光を利用した栽培を行う

**「グリーンハット」
(屋上庭園+ソーラーファーム)**

自然エネルギー活用技術
太陽光・太陽熱利用に加え、壁面からの採光・中間期の自然通風など自然エネルギーを効率良く利用します。

省エネルギー設備
木質バイオマスを利用した暖房設備でCO₂のネット排出量をゼロに近付け、COPの高いヒートポンプエアコンで必要最小限のエネルギーによる空調を行います。

建物外被の熱遮断技術
外壁・屋根の断熱性能を高め、太陽電池を利用した遮光ルーバーで夏季の直達日射を遮蔽します。

健康増進技術
ペチカウォールが水回りのヒートショックを防止し、自然通風が中間期の心地よい室内を作ります。

高断熱と自然採光を兼ねる「透過する壁」
→透明断熱材(エアサンドイッチ)を利用し、自然光を室内空間に取り込む

蓄熱間仕切壁
→蓄熱蓄熱材(PCM)を充填した「ペチカウォール」(熱を蓄える壁)
→ストーブからの輻射熱を蓄熱し、居室側・水回り側の両方を穏やかに暖める
→両側面を土塗りで仕上げ、さらに蓄熱性を高める

超高断熱外壁
→充填断熱と外張断熱の併用による、U値0.22の高断熱を実現する

蓄電池
→日中に発電した電力を貯蓄し夜間に使用

蓄熱縁側
→冬季は日射のダイレクトゲインを受け、敷き詰められた砂利の中にストーブからの温水を回し、ペリメーター全体から室内の暖房を行う

打ち水蛇籠
→夏場、屋上の雨水灌水システムからの水が軒先へと伝わり、ぼたぼたと蛇籠に落ちることで打ち水効果のように涼しい風を室内に運ぶ

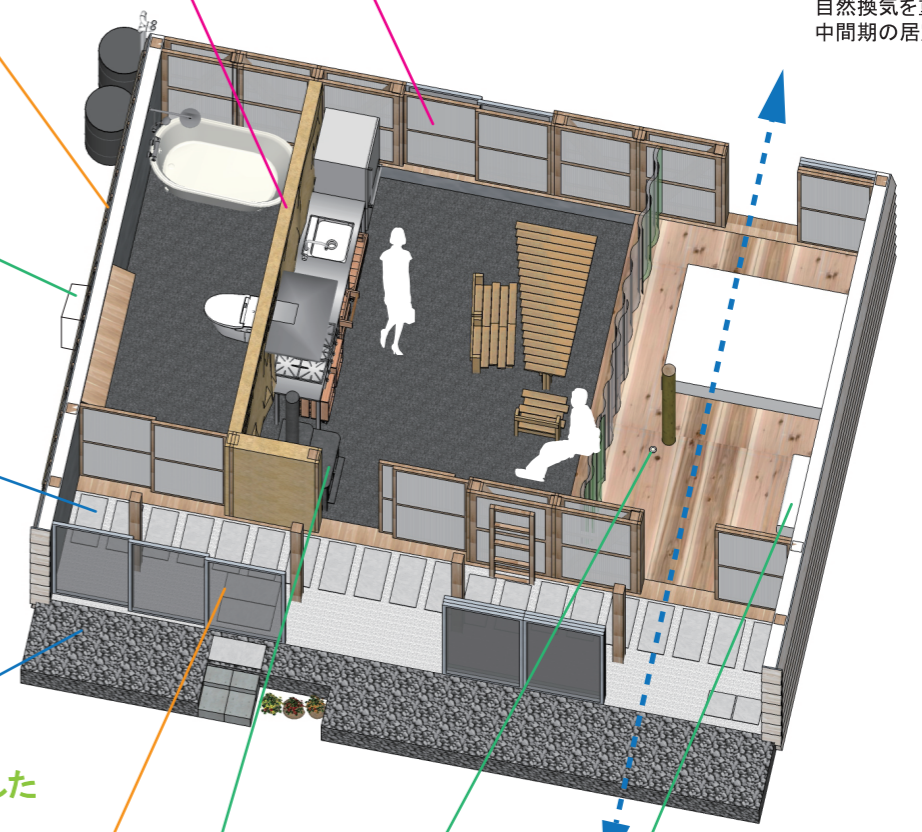
Low-E複層ガラスを使用したカーテンウォール
→全面開閉により、季節に応じて採光・通風・採熱を自在にコントロールする

薪ストーブ(orペレットストーブ)による暖房
→木質バイオマスを燃料に用いることで、資源循環型社会を実現する
→ストーブ内の銅管により温水をつくり、縁側の床蓄熱材を温め、冬季のペリメーター暖房を行う

LEDによる高効率照明
→小型のLEDライトを配置し、少ないエネルギーでアンビエント照明を確保
→充電式のLEDランタンで、必要なタスク照明を確保
→透過する壁から室内の明かりが屋外に漏れ、街路の明るさに貢献する

ヒートポンプによる最小限の冷房
→居室を1室にまとめ、建物の断熱性能を高めることで小型のエアコンで効率良く冷房する

南北開口による自然通風
→居室の南北に引き違いの開口部を設け、効率の良い自然通風を行う
→夏季・冬季の室環境だけでなく、自然換気を重視することで中間期の居室環境を高める



縁側付き居住空間

冬暖かく、夏涼しい一室の居室空間
→キッチンと薪ストーブを備えた土間
→寝室とリビングを兼ねた「上の間」



南北面に設置した、透明断熱材による「光を通す構造壁」(U=0.27)



屋上に設けた菜園。生ごみはコンポストに入れ、肥料として用いる。



GREEN HAT 2030 は東西方向に伸長可能で、居室部分を2〜3層に重ねることもできる。



太陽光パネルによる日射遮蔽ルーバー。上部から雨水による灌水を行う。



光を通す構造壁による明るい室内。木琴テーブル・チェアは学生によるデザイン。



蓄熱間仕切り壁となる土塗り壁は、DIYで施工可能。(学生による施工の様子)

エネルギー

GREEN HAT 2030 は、ZEH を目指す上で最も重要な 2 つの要素である、熱損失の最小化（超高断熱化）と、再生可能エネルギーによる発電（太陽光発電）に対する、抜本的な提案です。
構造壁と開口部内側の断熱引戸に「透明断熱材」を採用し、断熱上の弱点（ヒートブリッジ）を解消するとともに、室内の光環境を向上させ、一般的には相反する「超高断熱化」と「採光」を両立しています。
太陽光発電では、これまでの太陽光パネルが他の用途に役立っていないことへの疑問から、太陽光パネルを夏季の日射熱遮蔽用ルーバーとして機能させ、また、雨水を灌水して発電効率を上げることを試みています。灌水された雨水は、屋上の菜園への水やりや、軒先への打ち水として二次利用され、その一部は再び雨水タンクに戻ります。

ライフ

南北面の「光を通す構造壁」と、サッシ内側の断熱引戸に用いられた透明断熱材により、居室に自然光が得られ、光環境が向上します。超高断熱の外壁・屋根・床に守られた室内は、空調のために細かな空間に分ける必要がなく、伝統的な民家に通じる素朴で一体的な居住空間が生まれます。
必要に応じて設ける間仕切壁は、家全体の熱容量を上げるための蓄熱壁として機能させることで、住宅内の温熱環境が安定し、水周り等でのヒートショックを抑えた健康的な環境が得られます。
屋上菜園で収穫した野菜から生じる生ゴミは、コンポストで肥料にして、再び屋上菜園に用いられます。住民自らが主体的に、かつ楽しく、「小さな循環システム」に参加することが、環境負荷を抑えた社会の構築を始める第一歩となります。

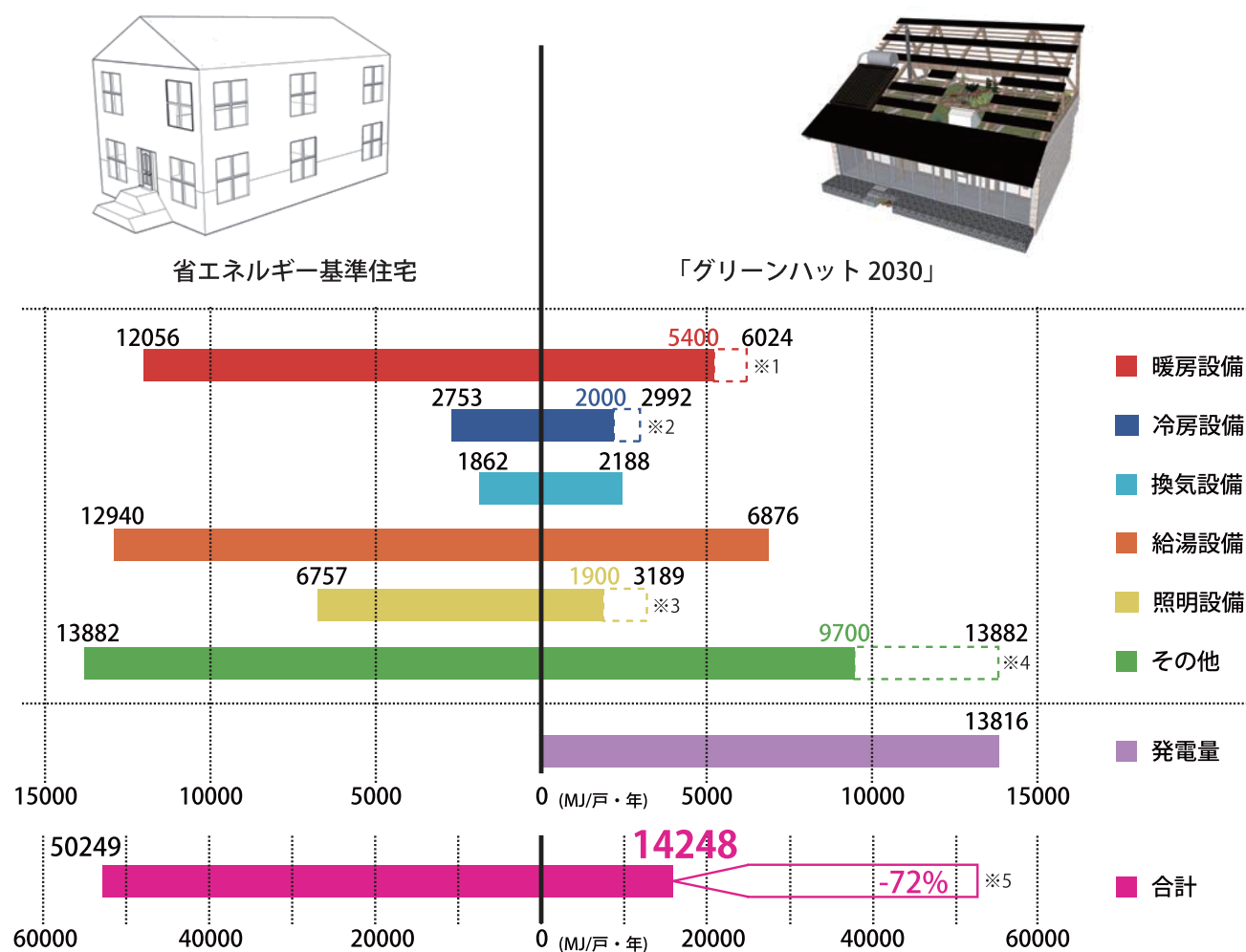
アジア

東西方向へ伸長可能で、居室部分を2〜3層に積層することもできる GREEN HAT 2030 は、多様な家族構成に対応し、同じコンセプトで集合住宅（長屋）も設計可能な ZEH です。規模の大小を変化させることで、人口密度の異なるアジア諸都市への対応が可能となります。
GREEN HAT 2030 は「文化的にもアフォーダブルな（異なる文化圏でも受け入れられる）ZEH」です。外壁の仕上げ材や、土塗りの蓄熱間仕切壁には「その土地で手に入れやすい材料」を用いており、時には住み手自らによる DIY も可能です。透明断熱材・太陽光パネル・蓄電池など、我が国の省エネ技術を活用しつつ、その土地ならではの ZEH を生み出していくことができます。

GREEN HAT 2030は、透明断熱材を利用して「光を通す構造壁」を作り、アルミ・樹脂複合サッシの内側に「断熱引き戸」を設置するなど、断熱の弱点（ヒートブリッジ）を解消し、外壁・開口部でU値0.20~0.27、屋根でU値0.10以下の、極めて高い断熱性能を確保しています。

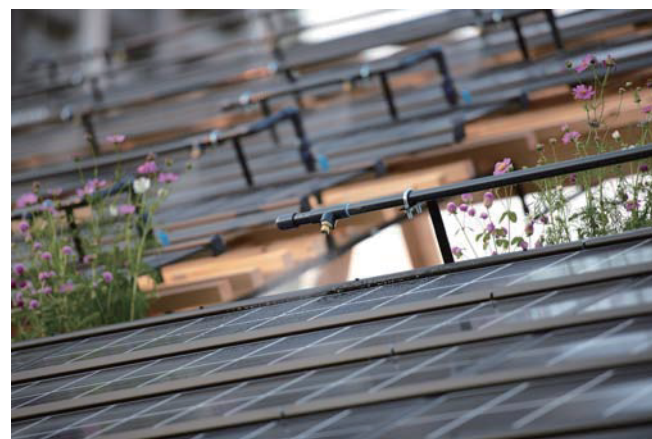
こうして住宅からの熱損失を最小限に抑える一方、太陽光発電パネルへの灌水で発電効率を上げ、安価かつ面積当りの取得エネルギー効率が高い太陽熱温水器を給湯に用いるなど、適材適所の創エネルギーを行っています。ZEH実現に欠かせない、こうした基本的な技術に加え、床に玉砂利を敷き詰めた蓄熱縁側、PCM蓄熱材を利用した西面外壁のパッシブ換気システム、木質バイオマス熱源とする薪ストーブ、蓄電池、太陽電池を利用したLEDランタンなど、さまざまな技術を組み合わせ、省エネルギー化を図っています。これらの技術が、例えば太陽光パネルが「発電」と「夏季の屋根面への直達日射軽減」を兼ねているように、一石二鳥、時には一石三鳥の役割を果たしていることが、GREEN HAT 2030の特徴です。

また、日本の伝統的民家に見られる縁側は『蓄熱縁側』として、土壁は『蓄熱間仕切り壁（ペチカウォール）』として、そして障子は『断熱引き戸』として再解釈し、実現しています。伝統的な知恵に、さらにアイデアを加えることで、未来の省エネルギー住宅に向けた「パッシブな環境装置」と捉え直しています。



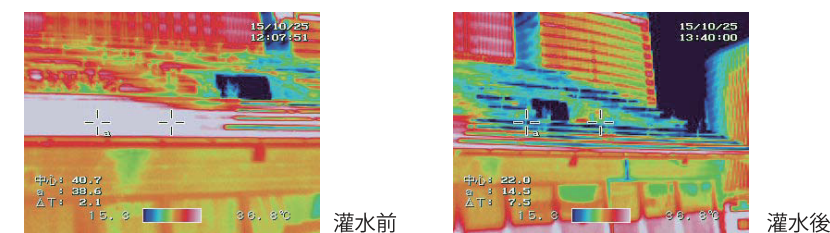
IBEC「住宅及び建築物に関する省エネルギー基準・計算支援プログラム」によるシミュレーション。
IBECのプログラムによる評価に加えて、※1~※4の各項目について、本計画の内容に即した評価を行っています。

- ※1 縁側床蓄熱体への太陽熱ダイレクトゲインの評価により、約 10%の暖房負荷削減
- ※2 太陽光パネル兼ルーバーによる、屋根水平面への直達日射遮蔽の評価により、約 30%の冷房負荷削減
- ※3 LED照明器具の使用、蓄電池から照明器具へのDC給電、太陽電池ランタン使用によるベースライト減の評価により、約 40%の照明エネルギー削減
- ※4 2030年時の省エネルギー家電普及、乾燥機を必要としない建築計画、設備器具に過剰に頼らないライフスタイルの提案により、約 30%の「その他エネルギー」削減
- ※5 本シミュレーションでは木質バイオマス使用は省エネルギー評価に加えていませんが、LCCO2減による環境負荷削減の観点で、今後評価を検討すべき項目と考えています。



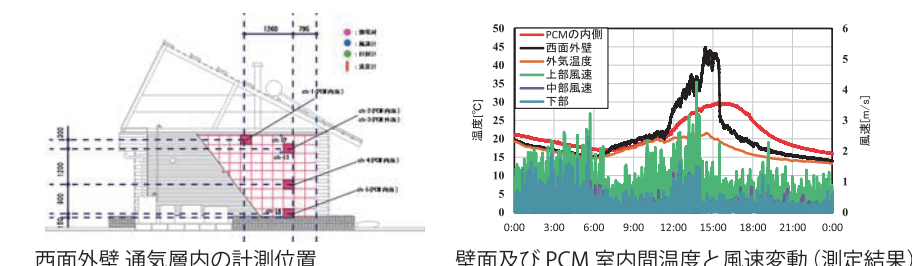
雨水灌水システム

陸屋根に設置したドレーンから雨水をタンクに貯留し、晴天時に太陽電池パネルに表面に少しずつ灌水させます。カルキを含まない雨水がパネルの表面温度を抑えることで、発電効率の向上が見込めます。今回の展示・実測期間中（10月後半）では、晴天時の昼間で、パネル表面温度を約20℃下げる効果がありました。



西側蓄熱壁

西面外壁の通気層に西日で蓄熱するPCM蓄熱材を設置し、PCMが放熱する夜間に、通気層内に上昇気流を発生させます。この気流が室内の空気を通気層内に誘引することで、室内の空気が換気されます。機械に頼らない「パッシブな換気システム」の提案です。



太陽熱温水器

太陽から得られた熱エネルギーを「熱のまま利用」できる太陽熱温水器は、太陽光パネルと比較して面積比で4~5倍のエネルギーを得られる、効率の良い太陽エネルギー利用方法です。アジアでの普及もすでに進んでいます。



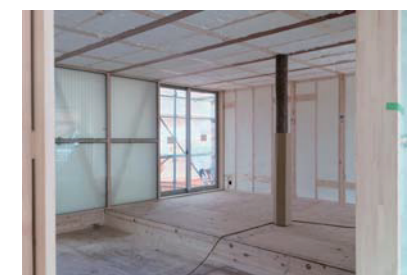
蓄電池

昼間に太陽電池で発電された電力は、備えられた蓄電池に蓄えられ、夜間の照明に利用されます。



薪ストーブ

木質バイオマス(薪)を燃料とし、カーボンニュートラルな特性を有する薪ストーブを、居室の暖房・蓄熱縁側への温水供給に利用します。燃焼後に生じる灰は、屋上の菜園の土壌を中性化し、植物の生育を助けます。



超高断熱屋根・外壁

屋根と東西の外壁には、水発泡ウレタンフォーム断熱材を充填し、さらに壁体外側にカナライトフォームを外張り施工することで、屋根はU値0.10、壁はU値0.22の、極めて断熱性の高い外皮を、現実的なコストで形成しています。



蓄熱縁側

冬季の日射熱を縁側の床に敷き詰めた玉砂利に蓄熱することで、縁側全体を「パッシブな暖房装置」として利用します。夏季は、深く設けられた庇(ひさし)が縁側への日射を遮ります。

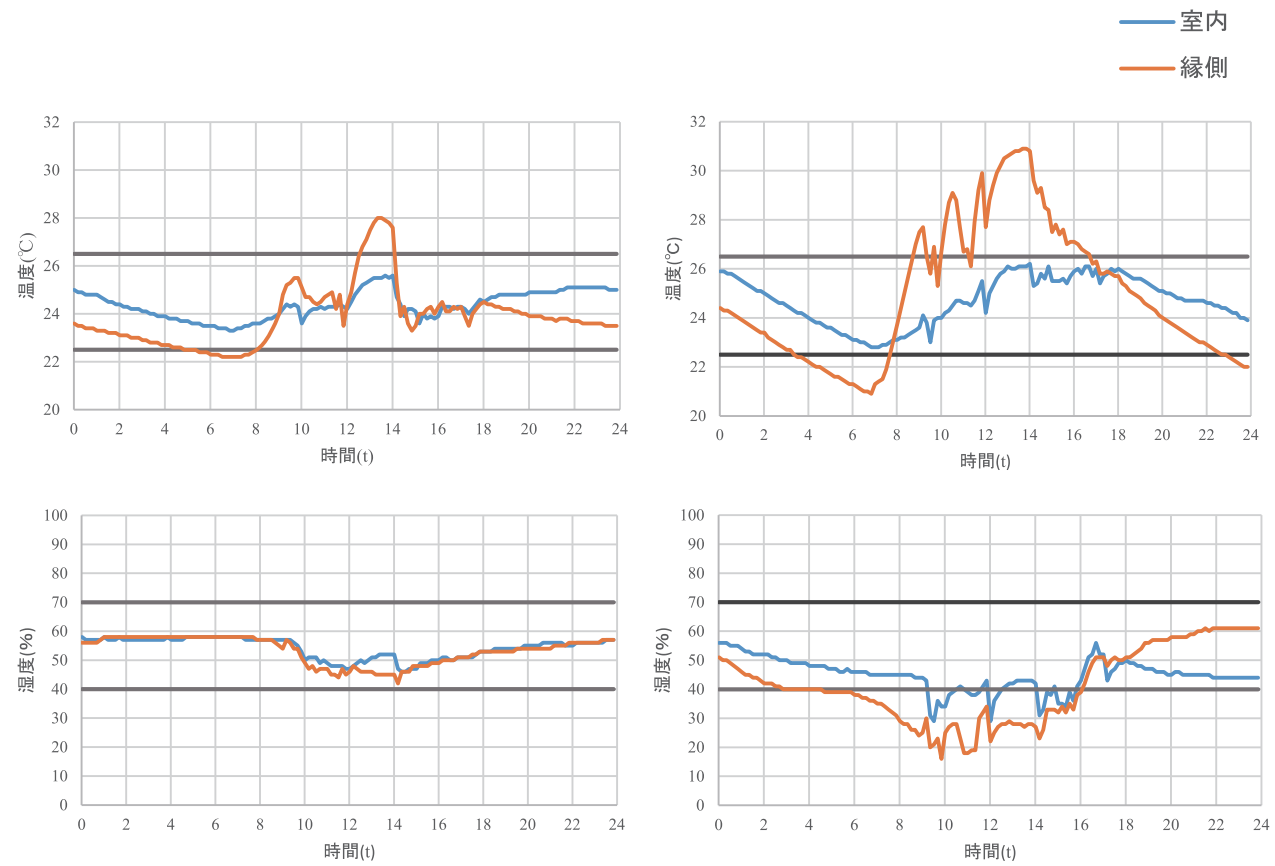


打ち水蛇籠

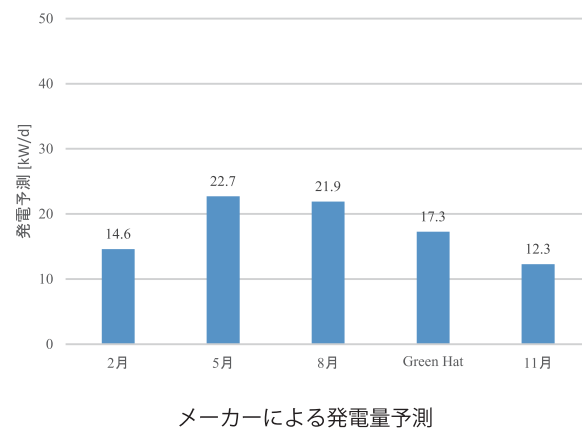
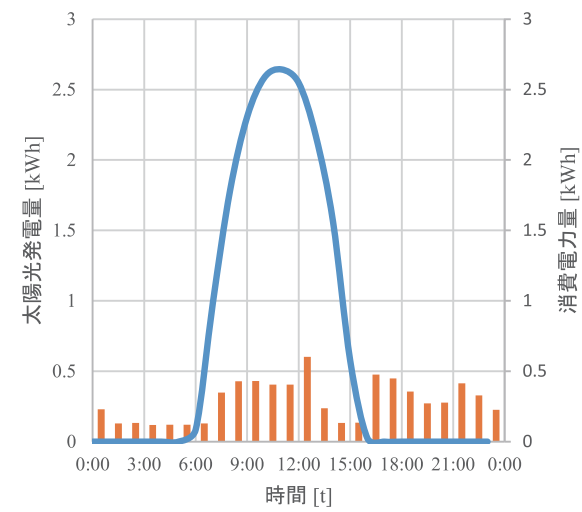
屋上の雨水灌水システムにより軒先から滴った水は、軒先の蛇籠(じゃかご)の土中に保水されます。蒸発時に気化熱が奪われるため、室内に涼しい風が入り、夏季の冷房負荷をさらに軽減できます。

室内温熱環境

縁側がバッファ空間になることで、室内の温熱環境を快適に保つことができます。

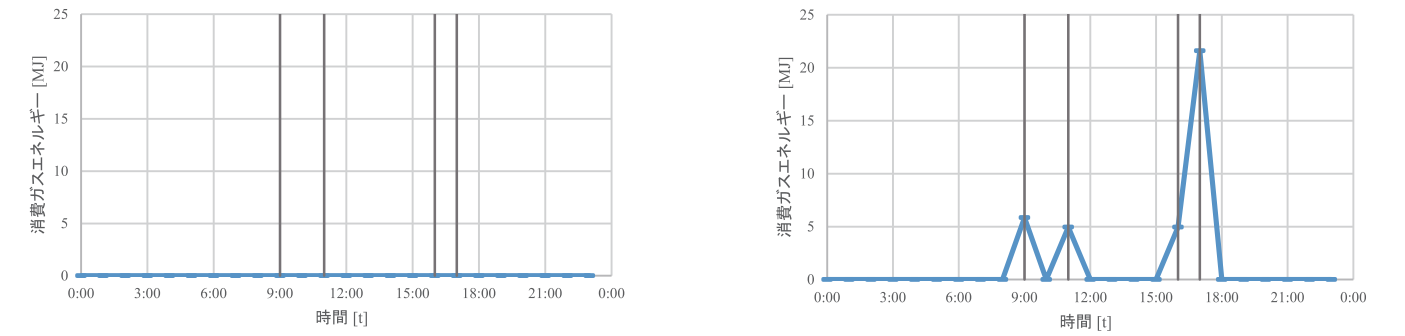


消費エネルギーと PV 発電量 / 蓄電



ガス消費量

お天気が続けば、グリーンハット 2030 の屋根に設置された太陽熱温水器で給湯用のお湯をすべてまかなうことができます。太平洋側の横浜やアジアでは、住宅のエネルギー消費の 1/3 を占める給湯用エネルギーを削減できます。

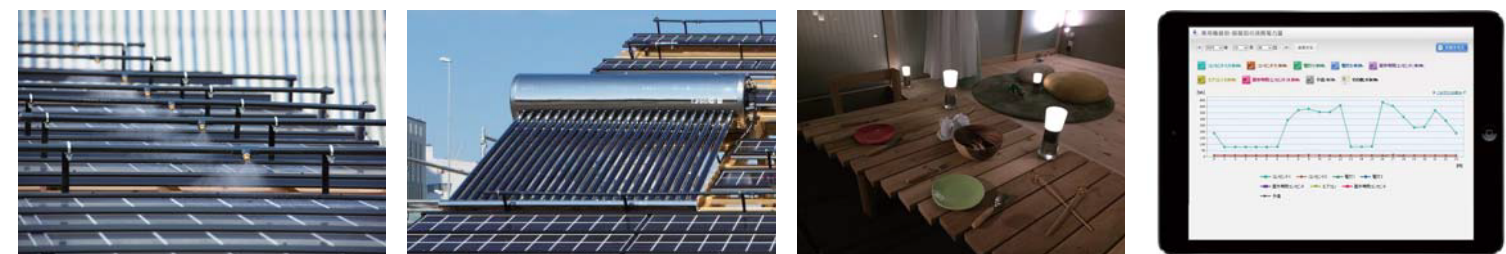


太陽熱温水器のみから給湯を行った日

太陽熱温水器を使わずガスで給湯を行った日



照明には、昼間に太陽光で充電したランタンを室内で使い、消費電力を抑えます。
 夏季・中間期は、南北の窓を解放することで風が抜け、温度を下げます。
 また、縁側から屋上のハッチを開けることで、縁側にたまった熱を効率よく排出できます。
 エアコンや加湿器を使わず、自然換気や散水、打ち水などの生活行動により、消費エネルギーを抑えます。
 夜間は、すべての窓・断熱戸を閉めることで、室温を 23 ~ 25°C 程度、湿度 50% の環境を維持することができます。



太陽光パネルへ雨水による散水を行い、表面温度を下げることで、発電効率を向上させます。
 昼間は太陽光発電を使い、夜は蓄電池にたまった電気を使います。

GREEN HAT 2030は事業代表者を関東学院大学、施工元請を桧家グループ（桧家ホールディングス）が担当し、その他、34社の協力企業により実現しました。アジアでの普及を視野に入れ、比較的ローカルな技術でZEHを実現する目的から木造在来工法が採用されていますが、きわめて短い工期で現場施工を完了するために、設計期間中に20回を超える打ち合わせを学生／施工者間で実施し、綿密に計画を行っています。

GREEN HAT 2030は「住み手が主体的に参加する」ことが一つのテーマであることから、学生が企画・デザインだけでなく、施工の一部にも加わっています。具体的には、「蓄熱間仕切り壁」を実現する土塗り壁で、左官のプロフェッショナル（ぬり貫）から指導を受け、実際の配合・現場施工を実施し、その他にも、外壁の仕上げ塗装、屋上菜園への植え付けなどを学生が施工しました。

協力企業一覧（実現に向けてご協力いただいた企業の皆様に、厚くお礼を申し上げます）

HINOKIYA 桧家グループ

POLUS-TEC ボラスグループ **KATZDEN ARCHITECT** **TOTO** **AGC 旭硝子**

LIXIL Link to Good Living **KYOCERA** **NEC** **XSOL**

DAIKO **株式会社 吉 銘** **KANEKA** 株式会社 カネカ **ナリウヒ-タ-**

朝日工業社 **NICHIA 二子八株式会社** **NORITZ** **NIPPON AQUA**

ADVAN **INAGAKI** **株式会社 カ ナ イ** **SEKISUI** **石巻 工房**

fabricscape **植物自由区 shokubutsu freak+** **SPHELAR POWER** スフェラーパワー株式会社 **有限会社 ぬり貫** **株式会社 栄住産業 EUJU SANGYO Co., Ltd**

YAMAZEN **NICE** **Marubeni Building Materials** **第一産商株式会社** **MITSUBISHI ELECTRIC**

小西泰孝建築構造設計 **SONOBE DESIGN OFFICE**

ATSUSHI + NAOKO KASUYA / KAO

土塗り壁



ぬり貫（埼玉県新座市）で、土塗り壁に使う土土の種類と配合を検討。



現場で、土・水・藁を配合し、翌日の施工に備える。

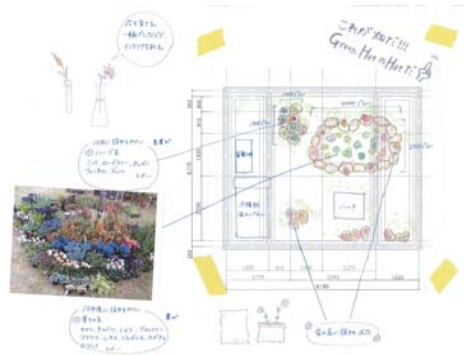


職人に指導を受けながら、学生が施工を実施。手のひらで仕上げることで、表面に風合いをつける。

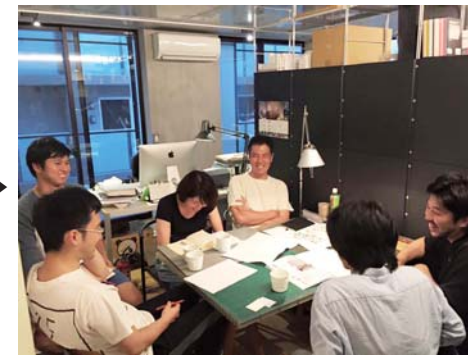


完成した土塗り壁。伝統的な材料を、パッシブな環境装置（蓄熱間仕切り壁）として用いる。

屋上菜園



学生によるアイデアスケッチ。「畑」をコンセプトにした菜園のため、10月に採れる野菜を調べる。



造園デザイナー（植物自由区）との打ち合わせ。野菜だけでなく、季節感のある花も加える。

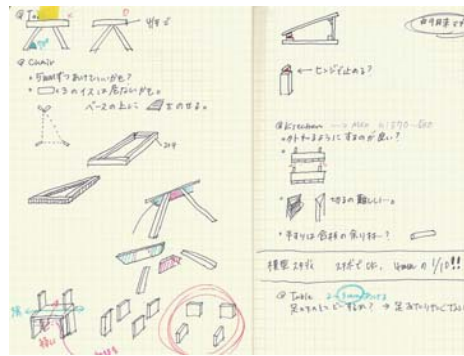


一般公開期間終了の頃に食べ頃になるよう、圃場で育てられてきた苗を現場で畑に植える。



完成した屋上菜園。菜園はグリーンハットの「小さな循環システム」を表現する要素となる。

家具



学生によるスケッチ。2×4の限られた部材で作るために、組み合わせとディテールを検討する。



石巻工房（宮城県）での打ち合わせ。工場長の千葉さんに図面を見てもらい、製作方法を検討。



石巻工房の様子。製作中の家具や、家具に使用する部材を見学させていただく。



完成した家具。木琴テーブルは実際に音を出すことができ、チェアは連結してベンチになる。

カーテン



ファブリックスケープ（大阪市）での打ち合わせ。生地を選定・重ね方・ヒダのスタディを行う。



完成したカーテン。補色となる青と黄色の生地を重ね、コンセプト色である「緑」を表現する。

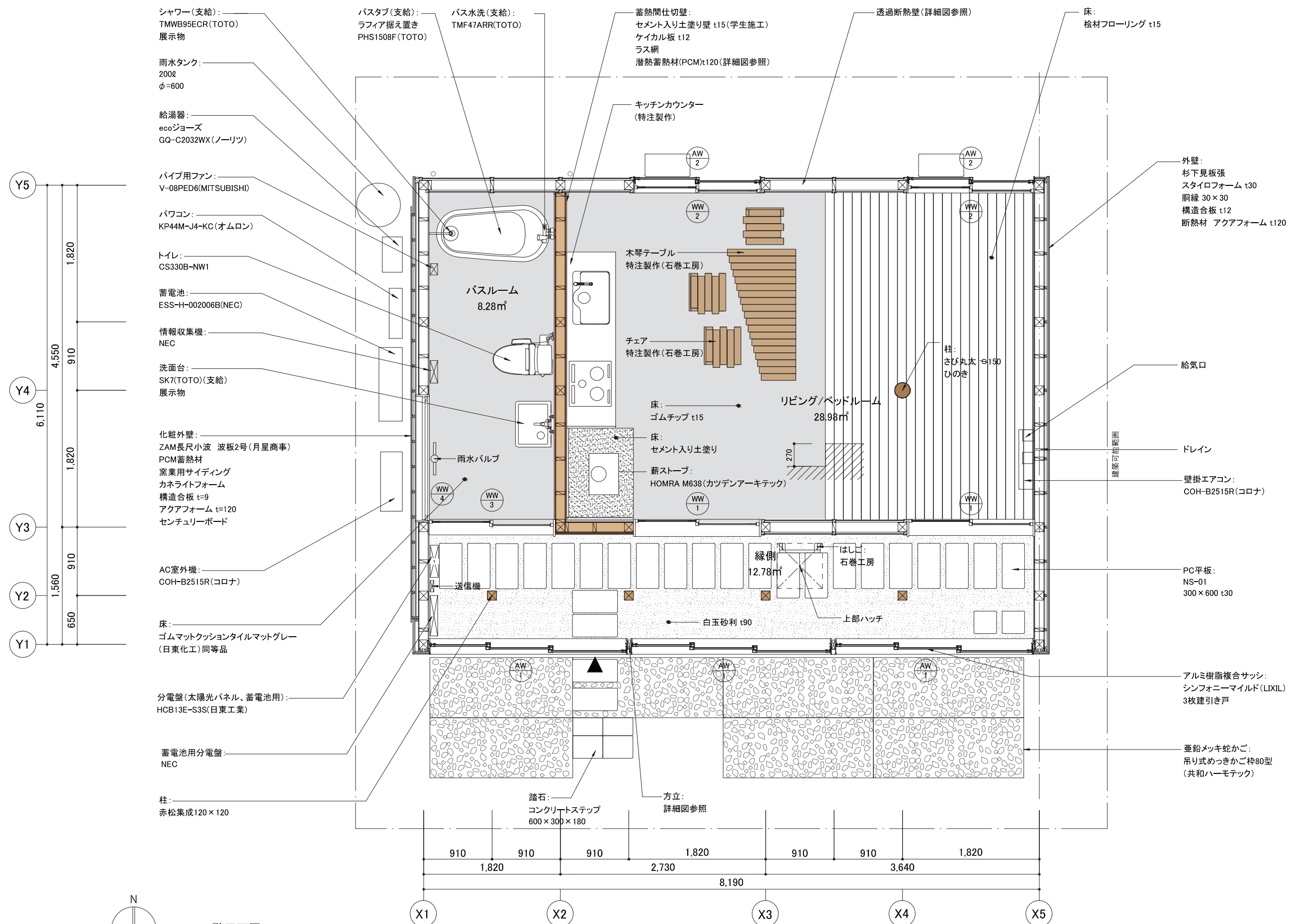
外壁



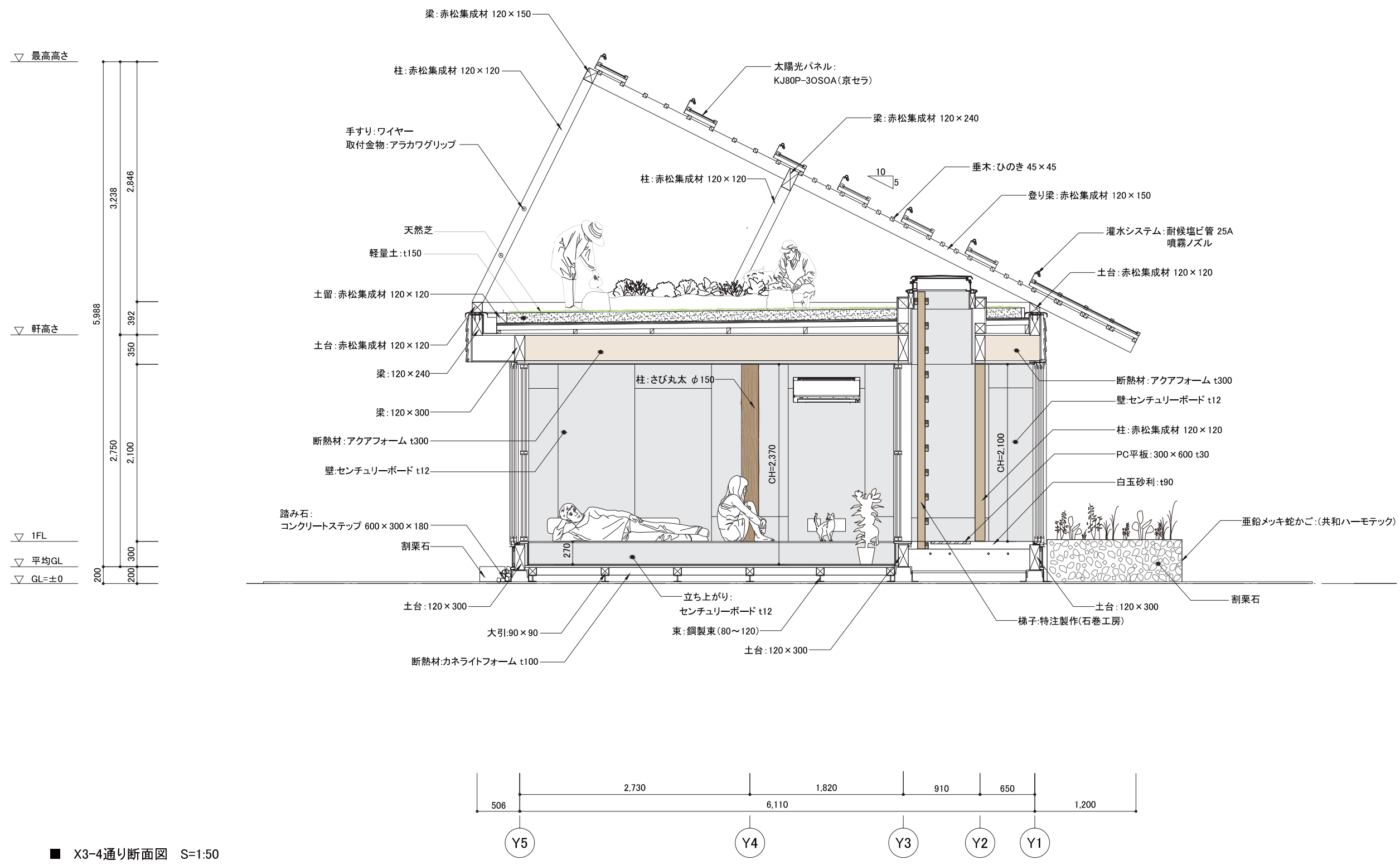
学生による外壁塗装の様子。可能なことはDIYで行うコンセプトの実施。塗料は水性塗料。



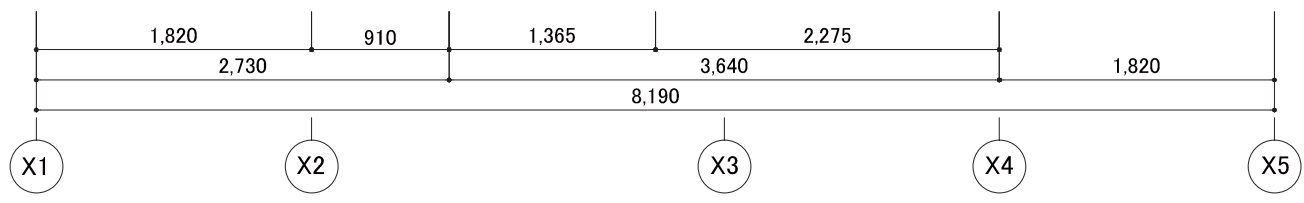
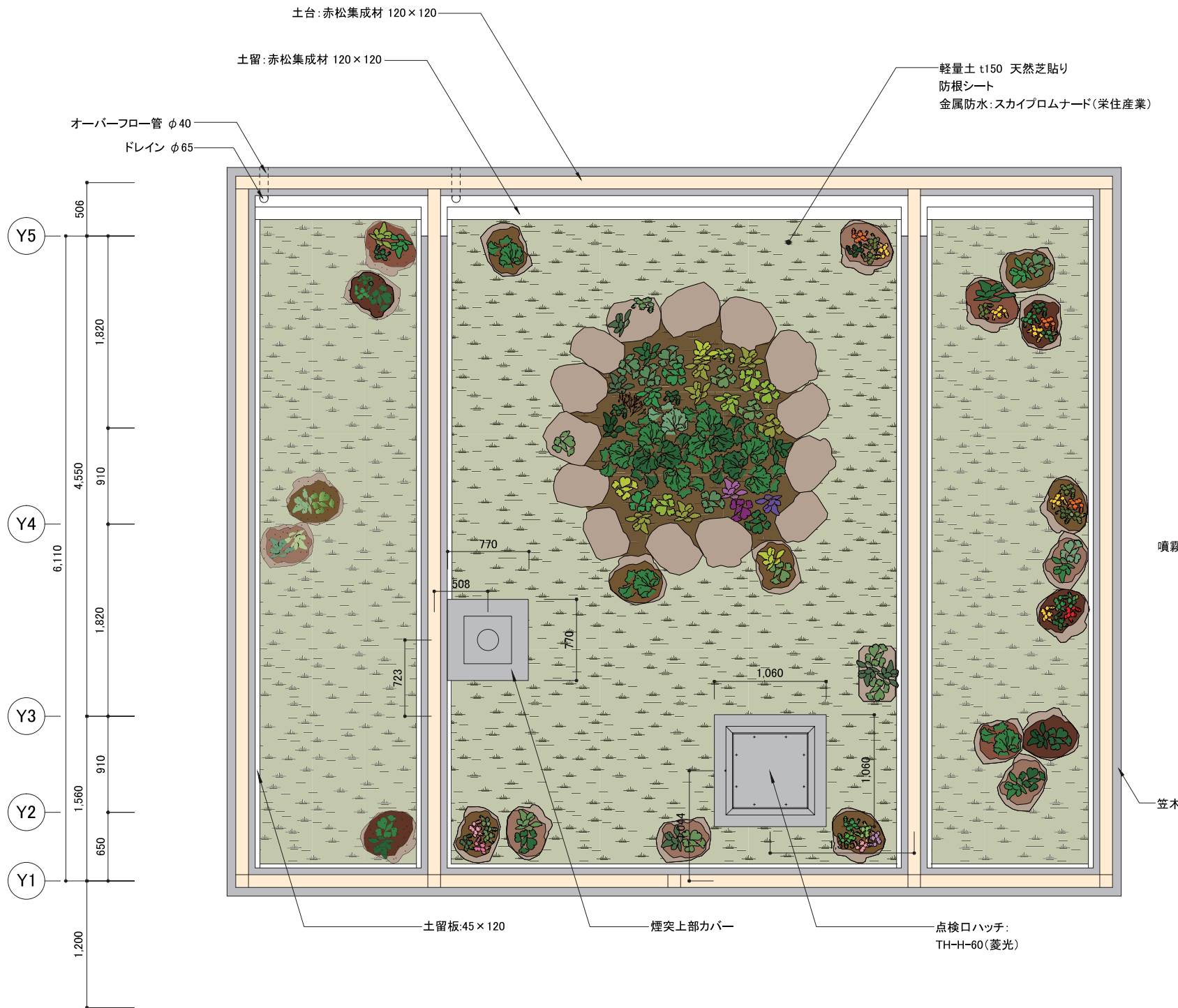
完成した外壁。外壁を白く塗ることで、屋上の「グリーンハット」が引き立っている。



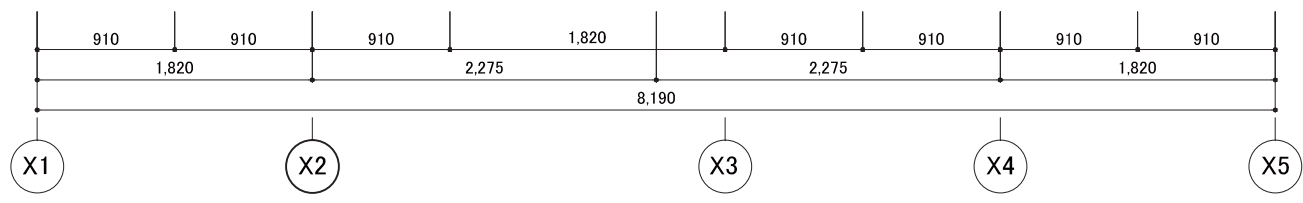
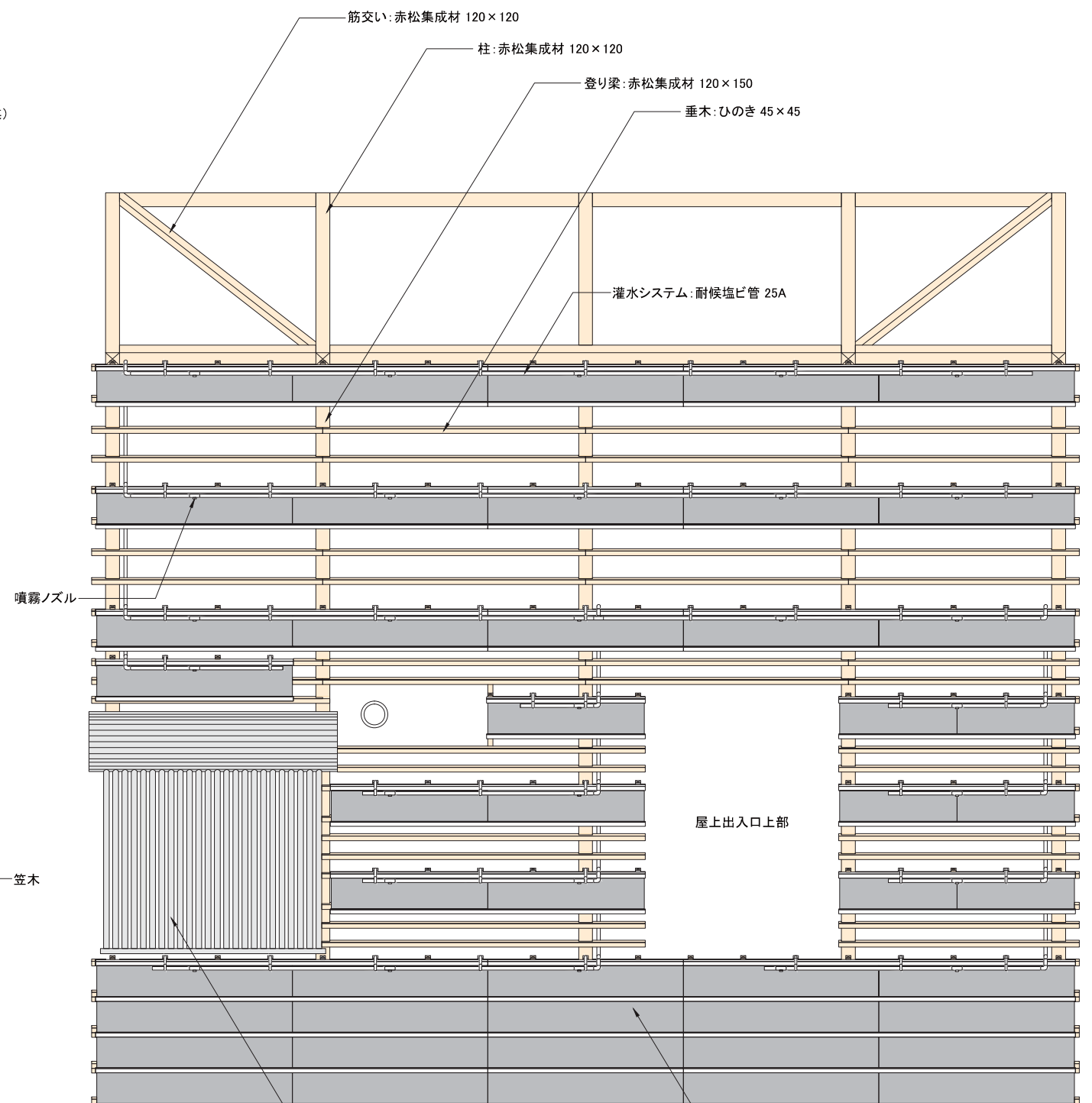
■ 1階平面図 S=1:50



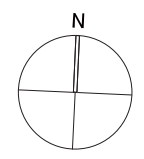
■ X3-4通り断面図 S=1:50



■ 屋上土台伏図 S=1:50



■ 屋根伏図 S=1:50

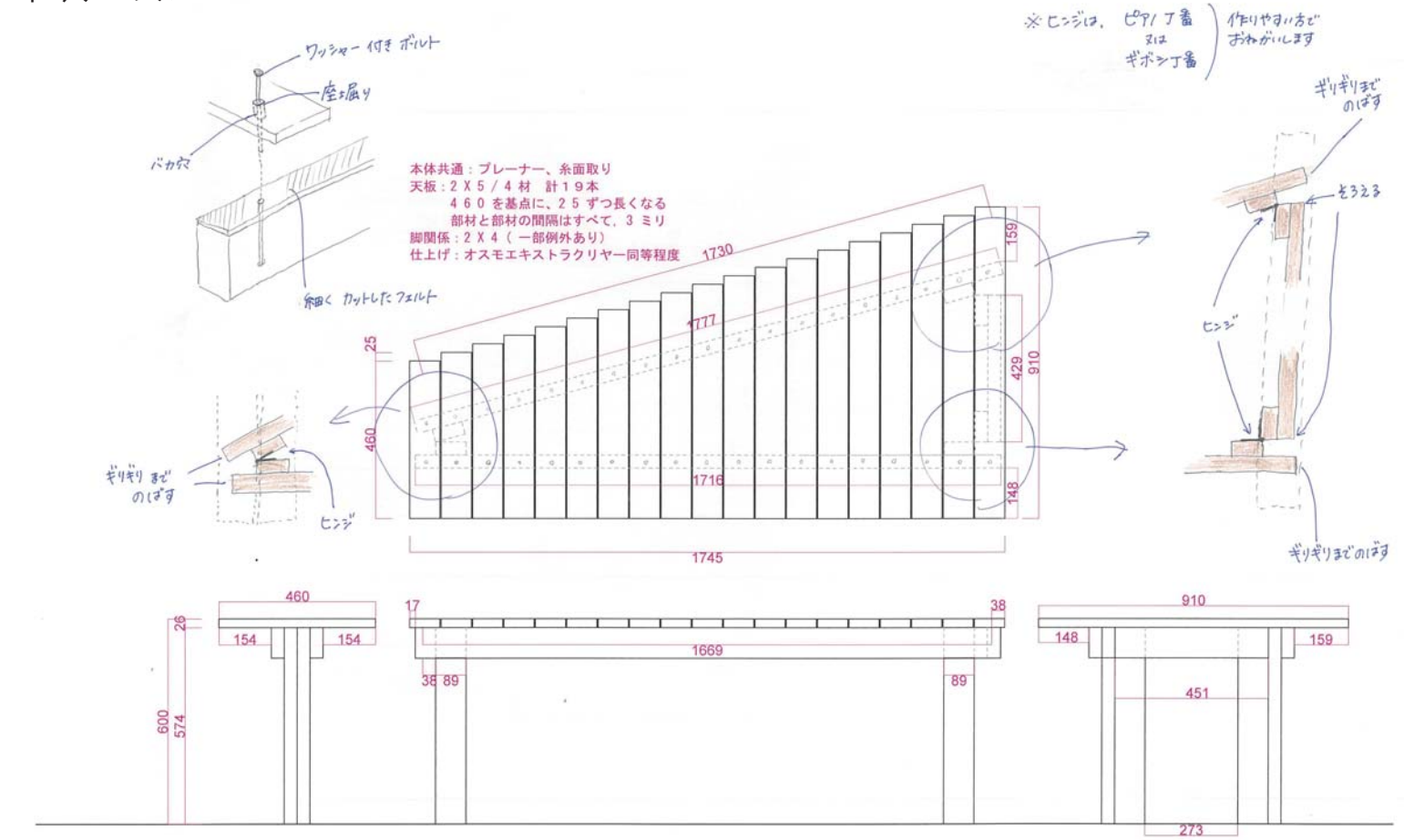


GREEN HAT 2030 では、「人に近い住宅」「住み手の参加」を象徴する要素として、家具が重要な役割を担っています。今回学生がデザインし、石巻工房が製作した『テーブル』『ダイニングチェア』『キッチンワゴン』は、それぞれ 2×4 シリーズの構造部材を組み合わせて作られています。これらは、安価な材料でもアイデアとデザインを工夫することにより、親しみの持てる楽しい家具を作ることができる、という理念のあらわれです。

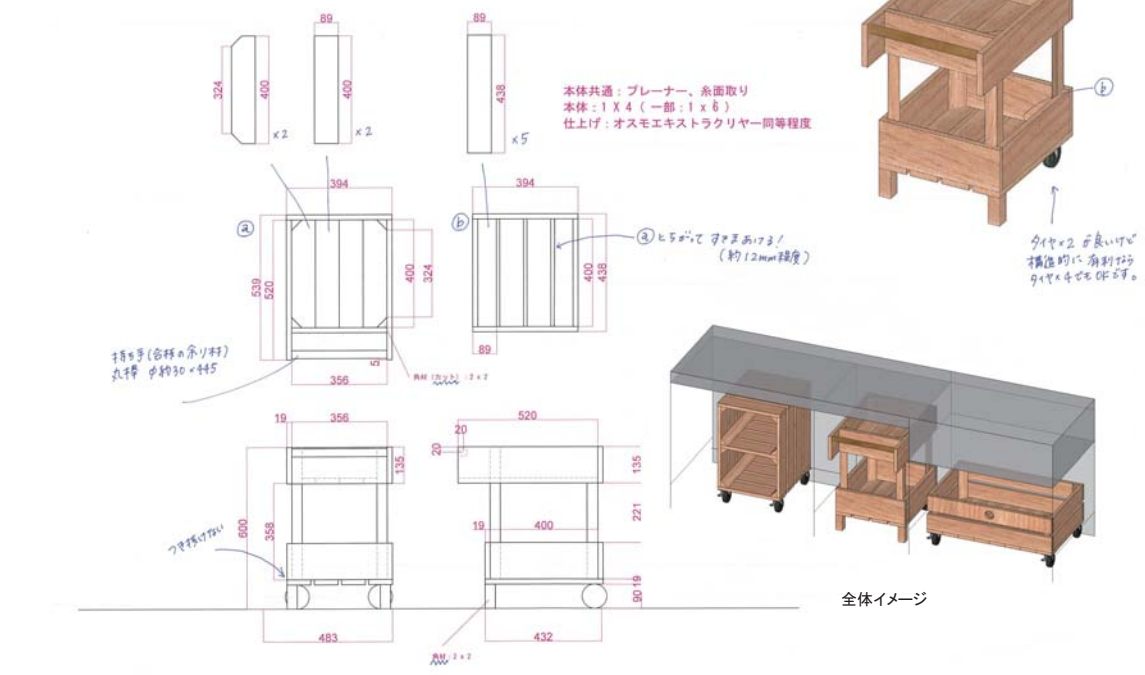
『木琴テーブル』は、使用人数によって、対面距離が変化することによる、コミュニケーションの多様化をコンセプトに学生が考案したもので、天板の形状が木琴に類似していることから、実際に木琴（シロフォン）の構造を調べ、天板のディテールに取り入れることで「楽器としても使えるテーブル」が実現したものです。

連結してベンチにできる 3 脚のダイニングチェアは、座面を通常の椅子よりも低く設計することで、座った際に堅苦しさを感じず、くつろいだ雰囲気を得られるように考慮されています。

木琴テーブル



キッチンワゴン



チェア

