



- p2 コンセプト・アイデア (エネルギー/ライフ/アジア)
- p6 省エネルギー効果
- p7 技術
- p8 実行力/教育・啓発・コミュニケーション
- p9 将来的な普及・展開



1 コンセプト アイデア

ZEH を達成し加えて大幅な節水も実現 「+水」にかかるエネルギーも合わせトータルで ZEH です。



撮影：野口毅

撮影：野口毅

これからの住宅・エネルギーのあるべき姿はどのようなものか。
この提案は、「エネルギー」「ライフ」「アジア」の3つの観点から、
立命館大学の学生が中心となって、
それぞれの分野を超え、経験と知識を活かしながら考え合い、つくりあげました。
私たちが世界に向けて発信する、次の時代の ZEH (ネット・ゼロ・エネルギー・ハウス) です。



ZEH+水

入れ子構造を基本とし、省エネ・創エネ技術を盛り込むことで ZEH をつくりあげ、
水の垂直カスケード利用・再生利用といった「+水」のアイデアにより、
エネルギーと水の両方で高度に自立した住宅です。



住み継ぎ

入れ子を基本とした室内計画は、
住まい手の家族構成の変化や多様な住まい方に対応できる、
フレキシビリティを備えています。



オフグリッドへの展開

「+水」がエンジンとなり、
インフラ整備が不十分なオフグリッドも含む、
あらゆる場所に ZEH を展開することができます。

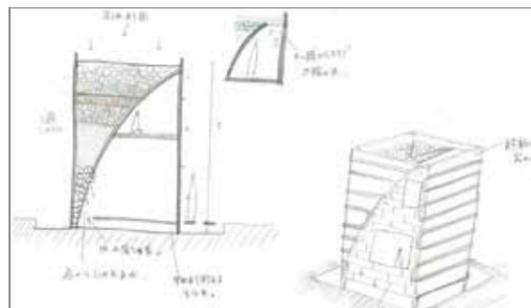
「+水」ができるまで

1



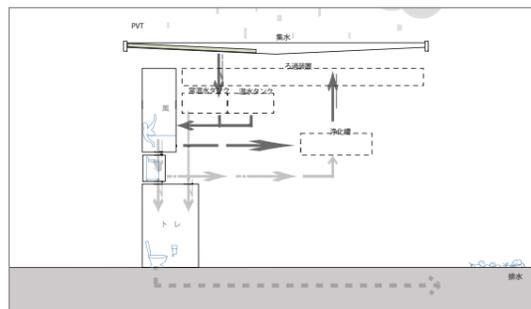
琵琶湖に近くもともと水の研究が盛んです。アジア
への展開を考えると水がテーマになりました。

2



初期の案では、家自身がろ過装置であり、ろ過過
程を暮らしながら見るというものでした。

3



専門分野を超えてメンバー皆で話し合ううちに、
水の垂直カスケード利用の形が見えてきました。

4



家庭内水循環を達成するために、ろ過膜カートリ
ッジを扱っている会社を探し訪ねました。



撮影：野口毅



入れ子を基本に省エネ・創エネの徹底で ZEH をつくる 研究で培った経験とノウハウを詰め込んだ住宅です。

エネルギー

入れ子構造を基本とし、サッシや建具といった開口部を工夫します。それにより、住まい手が選択的に環境を調整することを可能としながら、建具外と内の2重で守ることを実現しました。

入れ子構造

中央にリビング・寝室といった家の重要な機能であり空調空間となる場所をコアとして配置、その周囲を中間領域とし光や風を選択的に取り入れる環境調整空間とすることで、熱的環境と住まい方の両面から有効なレイアウトとなります。

ウレタン遮熱工法 協力: (株)ウイングート

トリプルガラス・樹脂サッシ 協力: 旭硝子(株)・(株)LIXIL

信楽焼蒸散ルーバー 協力: 近江化学陶器(株)

断熱建具

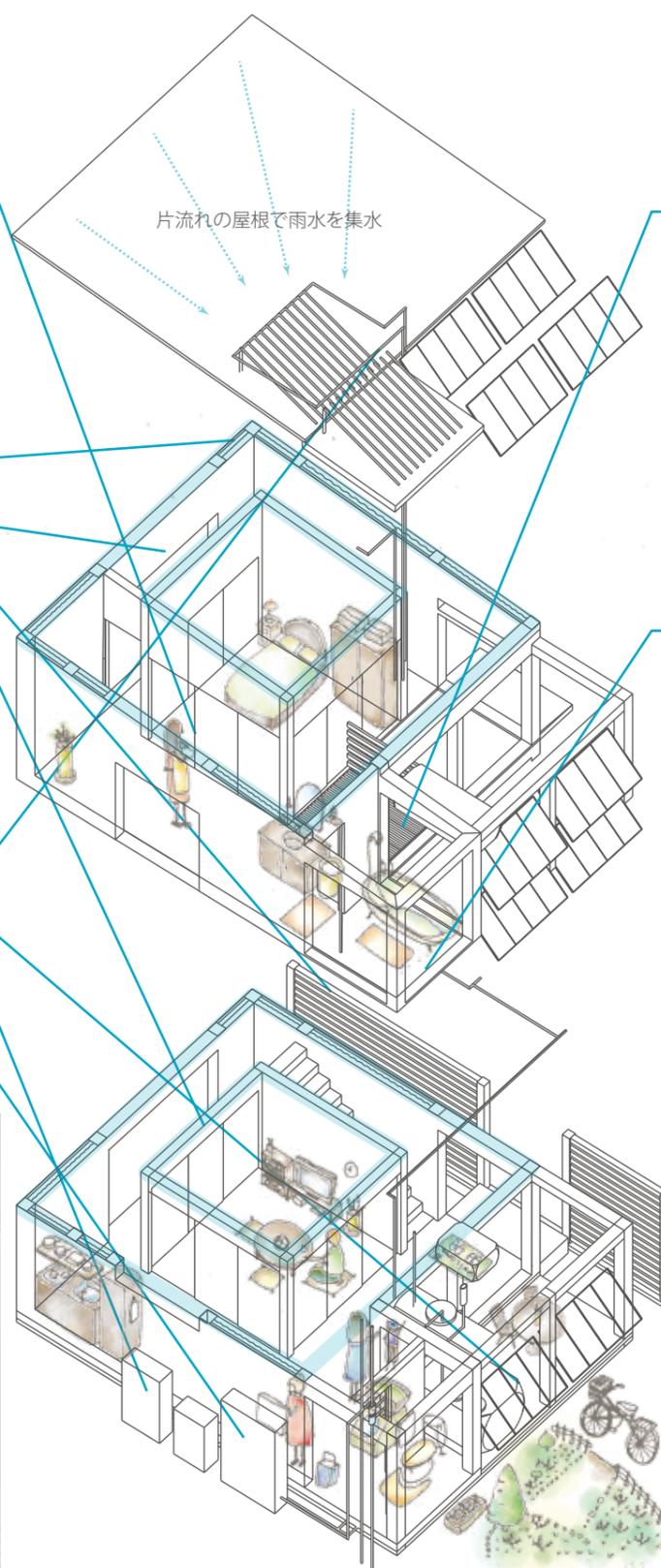
自然エネルギーを電気と熱の両方で最大限活用し、蓄電池を組み合わせ賢く利用します。さらに複数電源の確保により災害にも強くなります。

真空管式太陽熱集熱装置 協力: (株)寺田鉄工所

PVパネル 協力: 京セラ(株)・パナソニック(株)

蓄電池 協力: ニチコン(株)

エネファーム(燃料電池) 協力: 大阪ガス(株)



ZEH に加わる水利用のあり方を根本から見直す、「+水」の提案 エネルギーと水、それら両方に関して高度に自立した住宅です。

ZEH に「+水」のアイデアを組み込みます。用途ごとに繰り返し水を利用し、また雨水や使用後の水を浄化・再生して利用することにより、エネルギーと水の両方で高度に自立した住宅をつくりあげます。

+ 水の垂直カスケード利用

「風呂→洗濯→トイレ」と、要求される水質の順番に繰り返し水を利用します。また雨水を膜モジュールで浄化することで、風呂用途に利用可能となります。住宅のプランにおいても、片流れの屋根を用いて、南西角において集水し、その真下に風呂が位置し、トイレ・洗濯スペースがさらにその下に位置する計画になっており、この水の垂直カスケード利用を象徴しています。

+ 水の再生利用

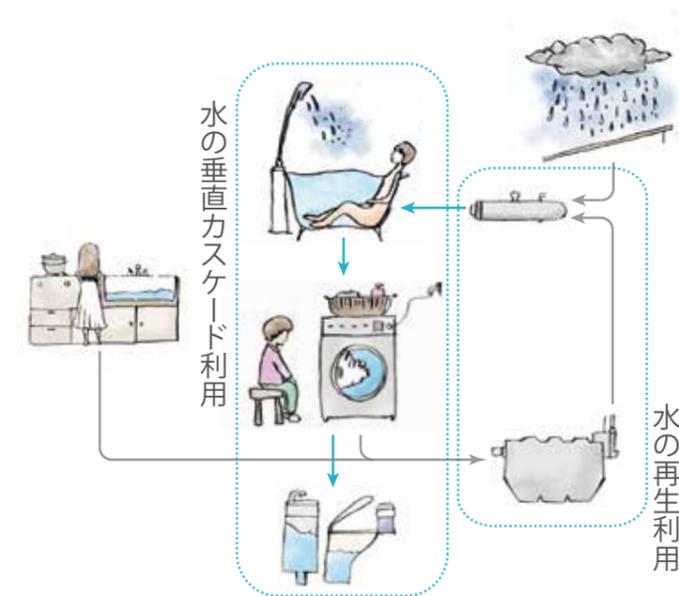
膜モジュールと浄化槽を使用して、トイレ以外の排水を浄化して飲料以外の用途において、繰り返し使用します。これにより、上水の使用を限りなくゼロに近づけます。

膜モジュール 協力: ダイセン・メンブレン・システムズ(株)

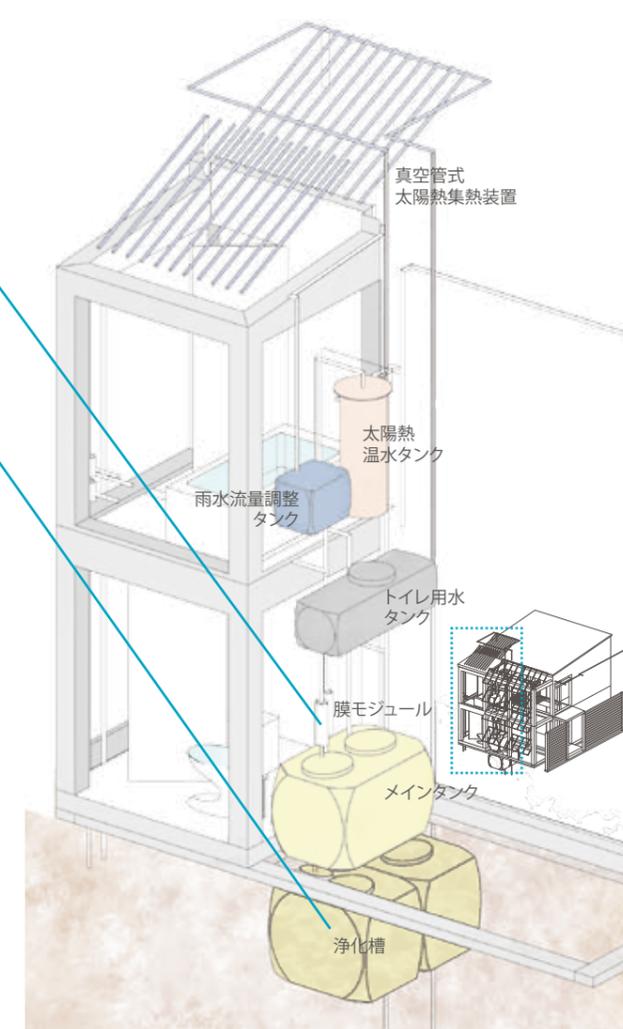
きれいな水と病原菌やウイルス、汚れを分離。UF膜やMF膜など原水水質や利用用途に応じて膜の孔径を選択する。

浄化槽 協力: フジクリーン工業(株)

微生物の力で汚れた水をきれいにする、日本が世界に誇るコンパクト水処理技術。



水の再生利用



撮影: 野口毅



撮影: 野口毅



入れ子構造で生活の変化、多様なライフスタイルに対応 居住者の家族構成の変化にも対応するフレキシブルな住宅です。

ライフ



住み継ぎ 家族形態の変化に対応していきます。

若夫婦スタイル（現状）

若夫婦が住むベーシックな入れ子構造。
ここからさまざまな住まい方の変化が生まれていく。

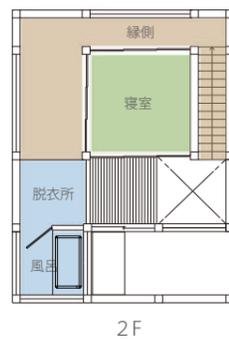


夫 妻 長男

身支度を済ませ、リビングで朝食

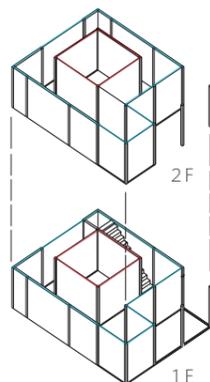


1F



2F

シンプルな
入れ子構造



1F

熟年夫婦スタイル

長男が独立し2人暮らしとなり、夫婦それぞれのスペースを分離させ、個々の趣味の空間としても使用する。



夫 妻

寝室で夫と妻の就寝前

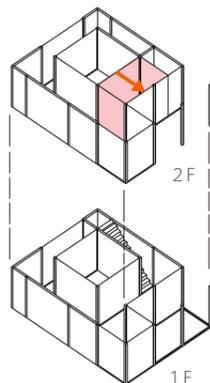


1F



2F

吹き抜けをなくし
空間を増やす



1F

2世帯住居スタイル

長男夫婦が家に戻り、フレキシブルな可動間仕切りや格子壁を用いて、空間を効率良く使う。

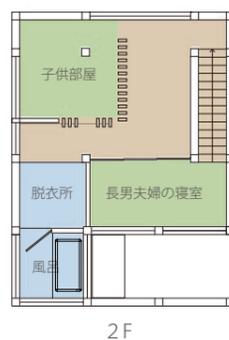


長男 孫 嫁 夫 妻

リビングが2世帯家族の交流の場

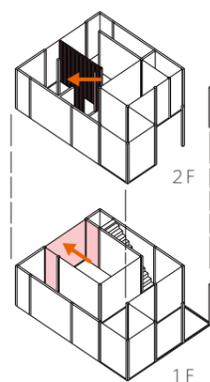


1F



2F

格子壁で寝室から
子供部屋を見守る



1F



暮らし方 ライフスタイルの変化に対応していきます。

シェアハウススタイル

階段を玄関2箇所に設置することで各階のプライバシーが保たれながら生活する。



大学生 A 大学生 B

それぞれの友人を招いてパーティ

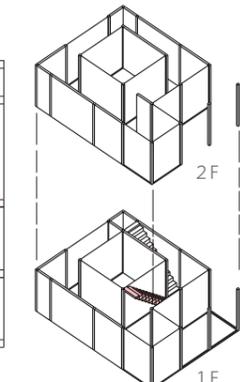


1F



2F

階段を増やし
プライバシーを守る



1F

独身一人暮らしスタイル

2階を吹き抜けにすることで、開放的で光あふれる空間が生まれる。

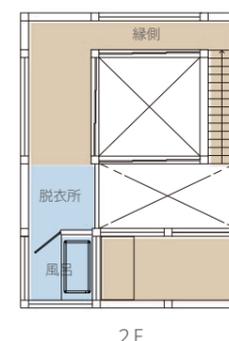


会社員A

デッキに出て、趣味の読書の時間

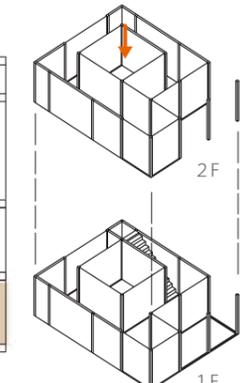


1F



2F

2F コアを
吹き抜けにする



1F

地域をつなぐ土間スタイル

廻るように住居間を貫く土間は、地域の人と交流する土間ダイニングとして活用できる。

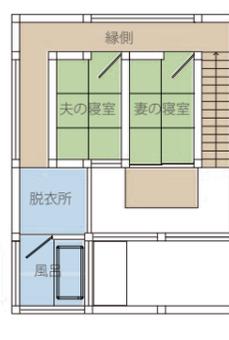


夫 妻

近所の子供や母たちの集いの場

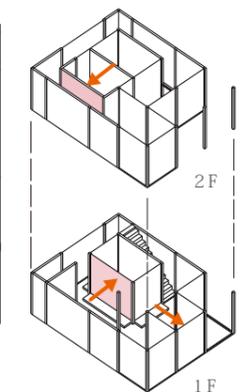


1F



2F

間仕切りを動かし
廻り土間を作る



1F

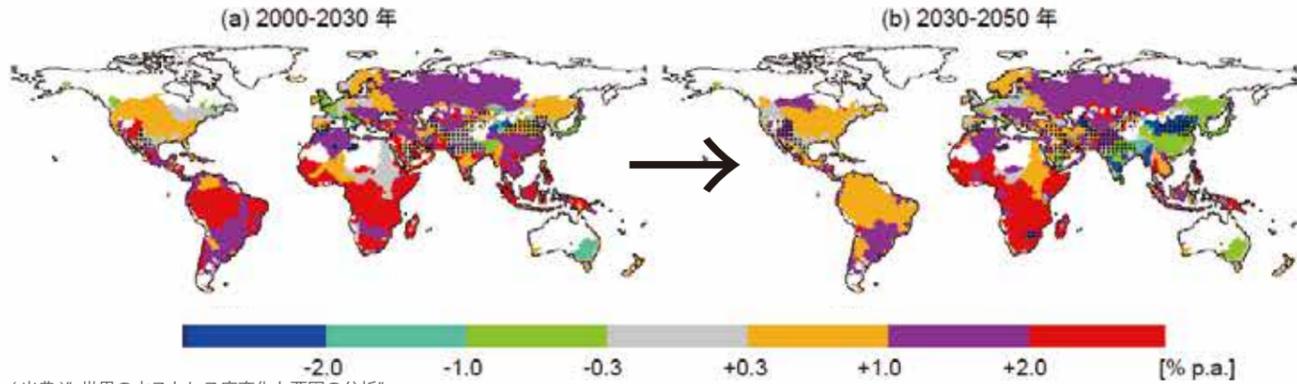


「+水」がエンジンとなり ZEH をオフグリッドにも展開 インフラ整備が不十分な地域も含め、あらゆる場所に対応した提案です。

アジア

アジアにおけるエネルギーと水需要の背景

水ストレスと水のインフラ整備



(出典)「世界の水ストレス度変化と要因の分析」

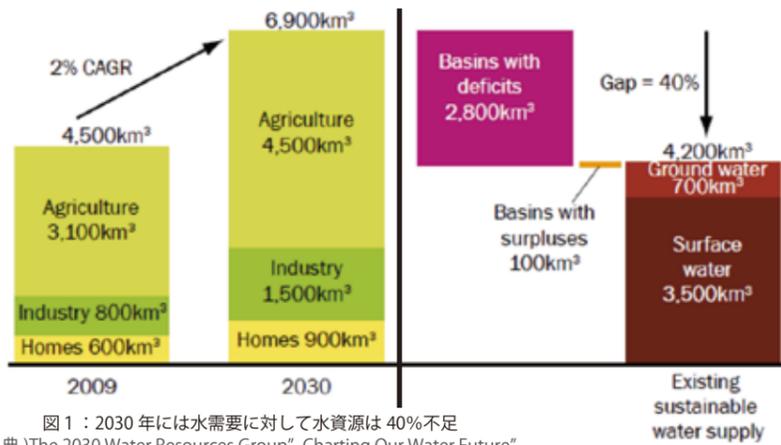


図1：2030年には水需要に対して水資源は40%不足

(出典)The 2030 Water Resources Group "Charting Our Water Future"

今回の私たちの提案は、オフグリッド地域全体に「ZEH+水」によるシステムを発展させることで、小さな単体でのインフラの整備を行います。東南アジア諸国では、急増する水需要に対してインフラ整備が追いついていません。そのため水ストレス下に晒される人口は年々増え、必要とされる量の水をまかなう事が出来ません。水の有効活用など水の新しい使い方や、利用方法が求められていくでしょう。

世界とアジアにおける ZEH の重要さ



(出典)2050年の低炭素社会実現に向けたアジア・世界のエネルギー需要供給見通しに関する分析 Journal of Japan Society of Energy and Resources, Vol.32, No.5 より

これから未来において、エネルギーの需要が高くなり、不足していくエネルギーをどうやってまかなっていくかが課題となっていきます。インフラ整備を行ううえで、それらの問題を解決していくためにも、ZEHは有効であると考えます。

「+水」で水供給が十分でない地域や水ストレスが高い地域にも対応

水コアを共有する集合住宅モデル



水コア＝水処理を担う棟

- 1 家庭1 家庭2
1つの水コアに複数家庭の水処理の棟を配置する。
- 2 お風呂 洗濯機 トイレ
水コアに隣接させて水のカスケード利用を配置する。(1Fトイレ 2F洗濯 3Fお風呂)
- 3
カスケード利用の配置の周りに、入れ子の空間構成を行い室内の計画を行う。

水コア挿入を挿入する伝統住宅モデル

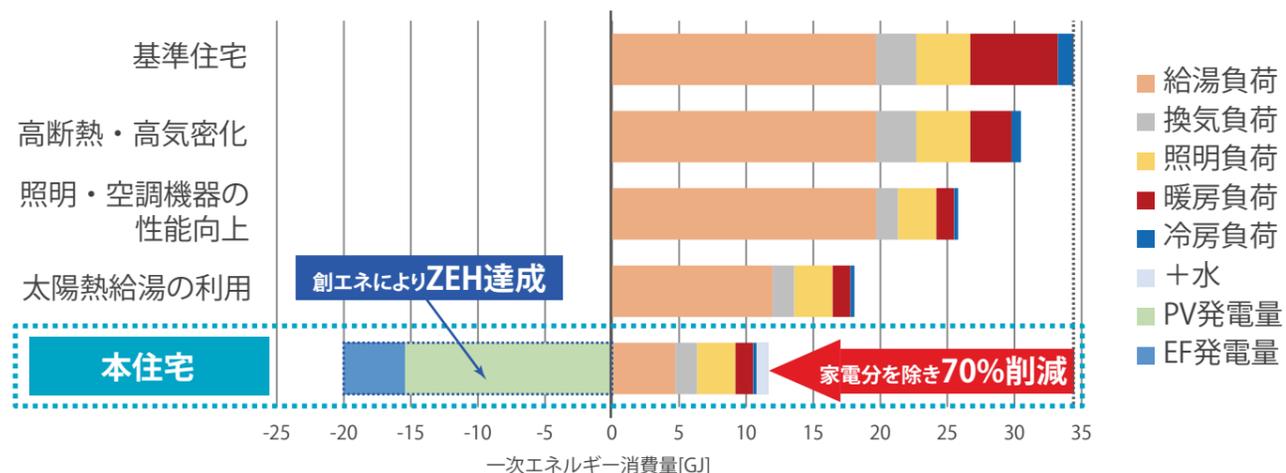


水コア＝お風呂＋洗濯＋トイレ

- 1 水の浄化のシステムを各家庭でひとつずつ持つ。 **名称: ボンガ/クバ**
パドレシュワル地域
- 2 雨水集水 お風呂 洗濯機 トイレ
土藁の家+「水」
既存住宅に水コアを挿入した家。水のインフラが一軒で成り立たせることが可能になる。
- 3 既存伝統住宅 水コア 外壁
既存の外側を覆う壁を一枚入れることで内子と外子を作り、入れ子環境を作る。

2 省エネルギー ZEH を達成し加えて大幅な節水も実現 効果 「+水」にかかるエネルギーも合わせトータルで ZEH です。

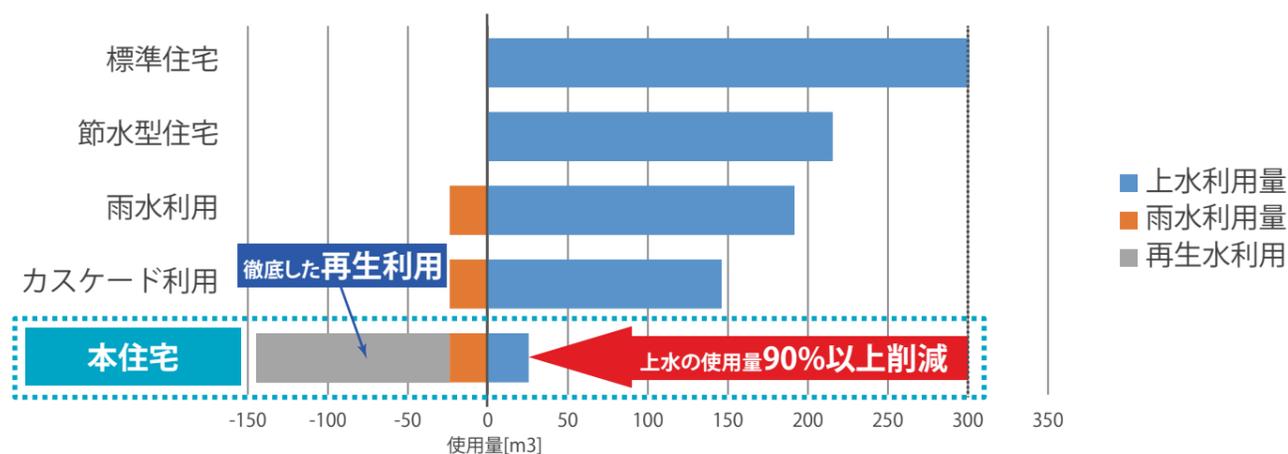
エネルギー消費量の大幅な削減



入れ子構造による空調負荷削減など省エネを徹底し、自然エネルギーの有効活用を図ることで、新省エネ基準相当の外皮性能を持つ一般的な住宅と比較して 1 次エネルギー消費量を約 7 割削減することができます。
PV パネルと燃料電池による発電分を合わせることで ZEH を達成します。

冷暖房負荷は THERB for HAM、PV 発電量は LIXIL の太陽光発電システム導入シミュレーション、その他は住宅・住戸の省エネルギー性能の判定プログラム Version.1.13.2 を用いて計算

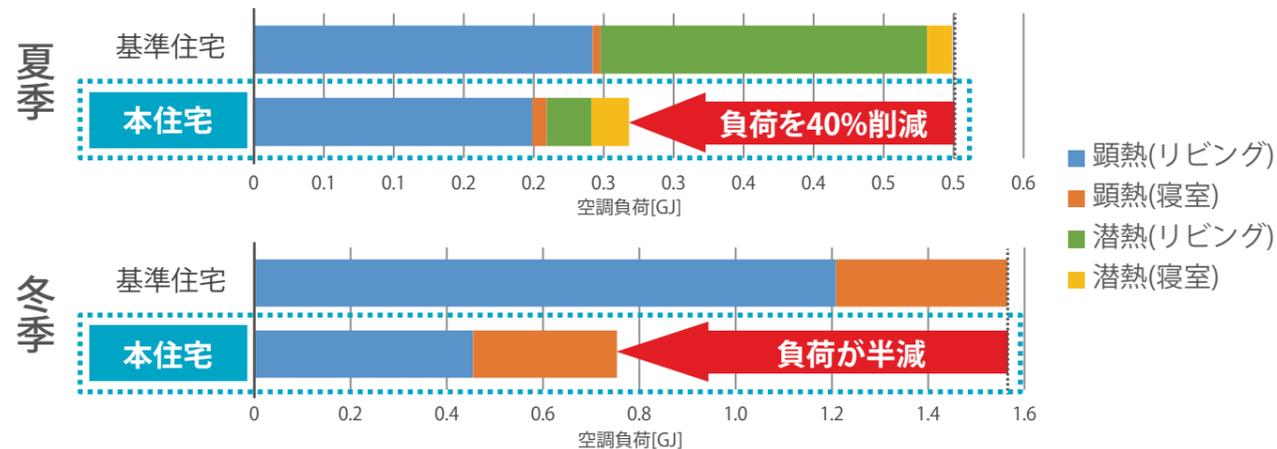
水使用量の大幅な削減



水の垂直カスケード利用と再生利用により、通常の住宅と比較して、9 割以上の上水使用量を削減することができます。節水トイレなどを利用している節水型住宅と比較しても圧倒的な節水を実現します。
さらに、排水の浄化により下水処理にかかる負荷も減らします。

3人世帯を想定、降水量は気象庁の横浜の2014年の1年間のデータを使用、一時間おきに屋根面積分を集水する計算を行った。
カスケード利用は洗濯に風呂使用水、トイレに風呂・洗濯使用水を利用することで、洗濯・トイレ使用水はすべてそれだまかなえるということ。いずれの場合もキッチン利用分は上水を利用。

入れ子構造の優位性



空調が必要な空間をコアとして中心に配置し、その周囲に「熱・光・風」を選択的に取り入れる環境調整空間を配置します。これにより夏季・冬季の空調負荷を大きく削減することが可能です。非空調時は断熱建具を開けることで、コアと環境調整空間が一体となった連続的な空間として用いることができます。
また、入れ子構造の温度変化を検証するため、画像のようなオリジナルのモニタリングソフトを作成しました。

THERB for HAMを用いて計算



3 技術 アジアへの展開を考えた技術の組み合わせ

研究で培った技術をエネマネハウスに多数利用しています。

省エネ技術



入れ子構造

空調空間であるコアと、その周囲を取り囲む環境調整空間で構成される。



ウレタン遮熱工法

ウレタンを現場吹付けで気密性を高め、アルミのシートと合わせて高い性能を発揮。



トリプルガラス
ハイブリッドサッシ

世界トップクラスの断熱性能を誇るガラスと樹脂とアルミのサッシでしっかり守る。



断熱建具

ポリカーボネートを用いた中空構造のシートと建具間の隙間を埋めて性能を向上。



信楽焼蒸散ルーバー

滋賀の伝統産業である信楽焼技術を応用。蒸散作用で周囲の温度を下げる。



入れ子構造



ウレタン遮熱工法



トリプルガラス・ハイブリッドサッシ



断熱建具



信楽焼蒸散ルーバ

創エネ技術



真空管式太陽熱集熱装置

太陽の力でお湯をつくる。周囲の気温に左右されず一年中高い効率が期待できる。



PVパネル

太陽の力で電気をつくる。自然エネルギーをしっかり活用。



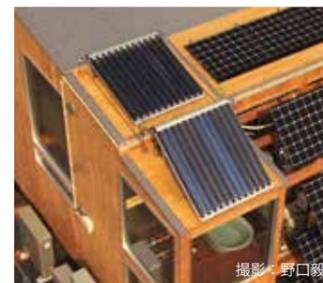
蓄電池

1台で高い蓄電性能を誇る。日負荷を安定させ電力インフラに負荷をかけない。

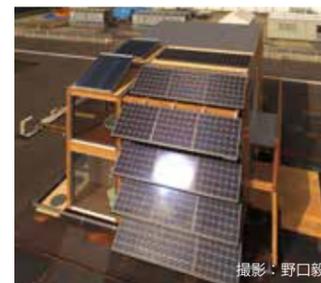


エネファーム (燃料電池)

発電効率に優れたSOFC型を採用、電気とお湯を効果的に生み出す。



真空管式太陽熱集熱装置



PVパネル



蓄電池



エネファーム (燃料電池)

水の提案



水の垂直カスケード利用

家庭での水の使い方を根本から見直し、大幅な節水を実現する。



膜モジュール

水道局などでも使用されているものであり、高いレベルの水質浄化が期待できる。



浄化槽

微生物の力で水をきれいにする技術で、クリーンである。



水の垂直カスケード利用



膜モジュール



浄化槽

その他



木造軸組構法

シンプルで多く用いられている構法であり、多様な住宅への応用が期待できる。



簡素な内装

費用を安く抑え、住まい手側の多様なアレンジに対応する。



木造軸組構法



簡素な内装

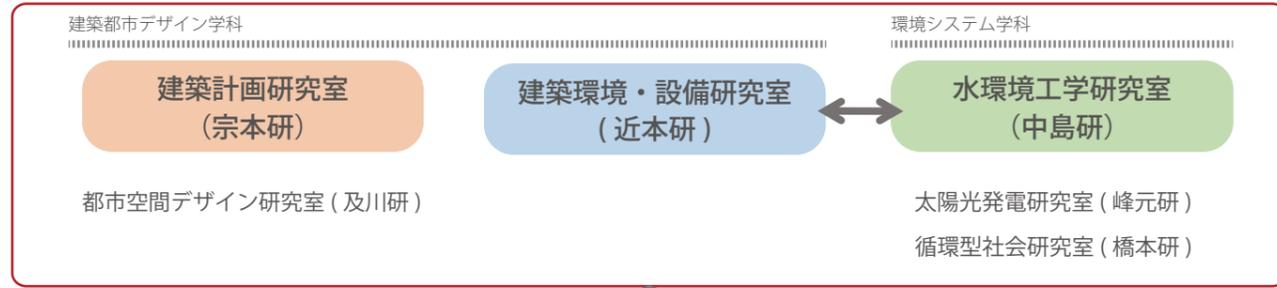
4 実行力 実施体制・協力企業

建築系と水環境の強力なコラボレーション。

5 教育・啓発 コミュニケーション

構想段階から今日に至るまで 学生が自発的に考え、アイデアを広げてきました。

学内での体制と学外の協力企業



立命館大学BKCリサーチオフィス (学内と企業のバックアップ)

協力企業

| | | | |
|--|--|---|---|
| <p>建築設計</p> <p>SMA (株)宗本晋作設計事務所</p> | <p>設備設計</p> <p>SANKO TECHNO CREATE (株)三晃テクノクリエイト</p> | | |
| <p>建築施工</p> <p>コラボハウス (株)コラボハウス 燃料電池提供</p> <p>タナカヤ (株)タナカヤ PVパネル提供</p> | <p>設備施工</p> <p>和久環組 (株)和久環組 パソコン提供</p> <p>三晃空調 (株)三晃空調 蓄電池提供</p> | | |
| <p>大阪ガス (株)大阪ガス 打ち水タイル提供</p> | <p>KYOCERA 京セラ(株) 断熱工法協力</p> | <p>Panasonic (株)パナソニック ガラス提供</p> | <p>nichicon ニチコン(株) サッシ協力</p> |
| <p>近江化学陶器(株) 空調協力</p> | <p>Win Gate Co., Ltd. (株)ウイングゲート</p> | <p>AGC 旭硝子 旭硝子(株) 衛生器具協力</p> | <p>LIXIL Link to Good Living (株)LIXIL 膜モジュール協力</p> |
| <p>SINKO 新晃工業(株) その他協力企業</p> | <p>DAIKIN ダイキン工業(株)</p> | <p>TOTO TOTO(株)</p> | <p>ダイセン・メンブレン・システムズ(株)</p> |
| <p>EMC 株式会社寺田鉄工所 (株)寺田鉄工所 その他協力企業</p> | <p>朝日機器株式会社 朝日機器(株)</p> | <p>日製電機株式会社 日製電機(株)</p> | <p>kanzai 日本管材センター株式会社 日本管材センター(株)</p> |
| <p>GRUNDFOS grundfosポンプ(株)</p> | <p>フジクリーン工業株式会社 (株)フジクリーン工業</p> | <p>MORIMATSU 森松工業株式会社 (株)森松工業</p> | <p>TERAL (株)テラル</p> |

ここまでの活動

| | | | |
|---|------------------------------|---|--------------------------------|
|  | 5月 NEXT21 住まい方の発想 |  | 9月 JIA 全国模型大会 提案を広める取り組み |
|  | 6月 学内コンペ 多様なアイデアが集う |  | 9月 家具作り オリジナルの発案 |
|  | 7月 企業との打ち合わせ アイデアを形にする |  | 10月 施工期間 蒸散ルーバー |
|  | 8月 同済大学・東京大学 合同ゼミ |  | 10月 パンフレット 学生による自主作成 |
|  | 8月 ラオス・インドネシア 学生との交流 |  | 10月 展示案内 来場者との意見交流 |

6 将来的な普及・展開

未来を見据えた ZEH+ 水のかたち

アジアから、世界のオフグリッド地域への展開を兼ね備えた提案です。

アジアへの展開の Key word

「ZEH+ 水」の家を構成する5つのポイント



入れ子構造



暑熱地域での
空調利用にも有効



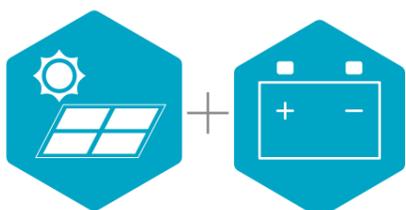
住み継ぎ



暮らし方



地域性を超えた
多様なライフスタイルに対応



エネルギーの自立



再生可能エネルギー利用の
有効な活用を促進



水の再生利用



上水の使用を限りなく
ゼロに近づける。



木造軸組構法
の採用



アジアにおいて広く普及する
木造軸組構法で応用が容易

オフグリッド地域へ



Kyaw Nyunt Maung

There are many places where a water supply isn't widely used in Myanmar of mother country.
This water system would become effective in the future.

母国のミャンマーにも上水が普及していない場所がたくさんあります。
将来この水システムが有効となるでしょう。



Tina Oktariani

Indonesia have water , but this pollution degree is very high.
The system that water can be purified is being purchased.

インドネシアでは水はありますが汚染度が高いものが多いです。
水を浄化できるシステムを現在求めています。

