



OASIS created by photosynthetic panels

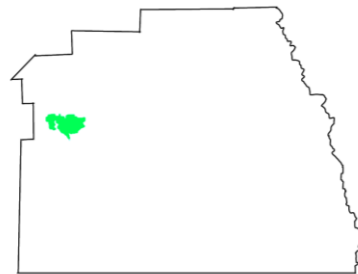
敷地について



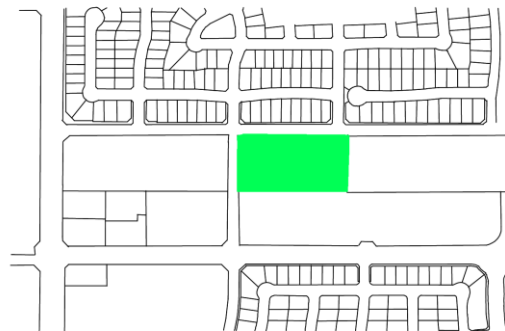
アメリカ



カリフォルニア



バイセリア



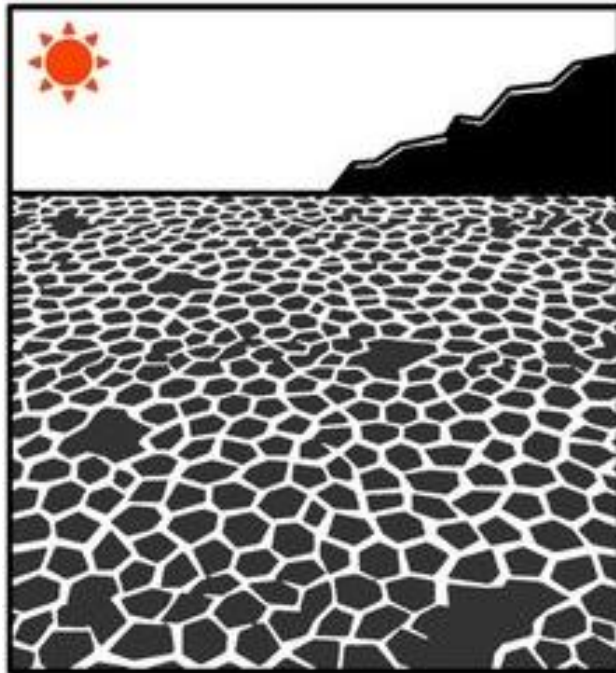
敷地

調査地は、カリフォルニア州中央部に位置するバイセリア市です。カリフォルニアの文化は、他の多くの移籍先から影響を受けています。

特にラテンアメリカと東アジア。カリフォルニアはまさにメルティングポットとの国際交流の拠点となっています。

カリフォルニアの課題

干ばつ



山火事



竜巻



カリフォルニア州の降水量のほとんどは、冬に雪として降る。気候変動による**乾燥**により、シエラネバダ山脈の積雪量は減り、春の雪解け水の量が減り、草木に必要な湿気が減少している。それらの乾燥した草木が摩擦しあうことで、火災が発生し、燃え広がり**山火事**が発生する。

その他にも、最近起きた竜巻問題を課題として挙げる。竜巻の頻発地域である米国中西部は、北極からの寒気団とカリブ海からの暖気団が衝突する地域であり、両気団の衝突で大気不安定になったときに竜巻が発生しやすくなる。米国中西部の上空の偏西風、上空に行くに伴い、風向けが時計回りに変化するという気象条件の時は、積乱雲が回転しやすくなる。これらの気象条件が揃うことにより、米国中西部では、強力な**竜巻**が多数発生する傾向がある。

カリフォルニアの気候特性

基本的な気候条件

夏季の温度範囲.
過去最高気温(1980)
過去最低気温(1963)

(F)

34
111
19

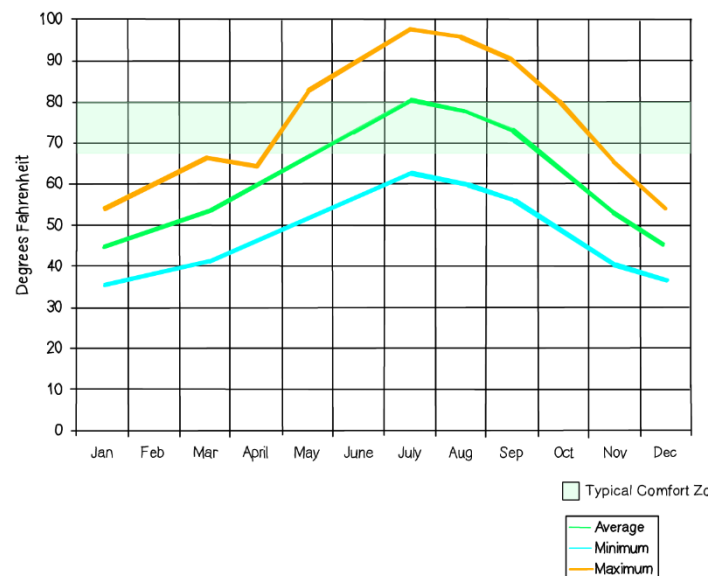
基準都市 バイセリア

緯度: 36.46 N

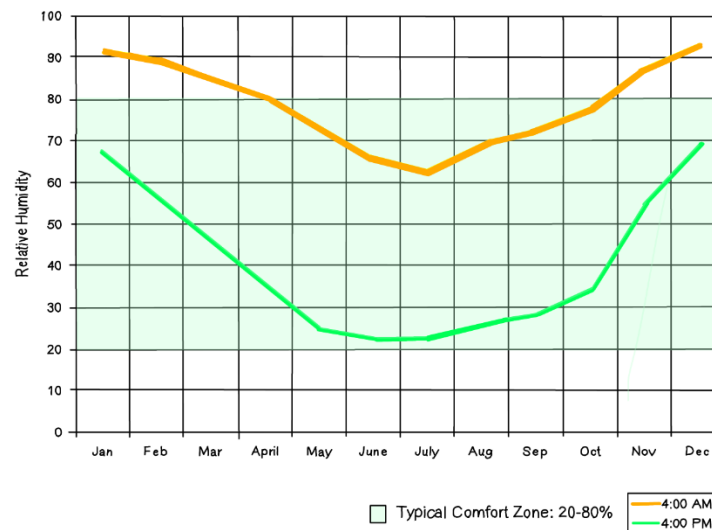
経度: 119.43 W

標高: 328 ft

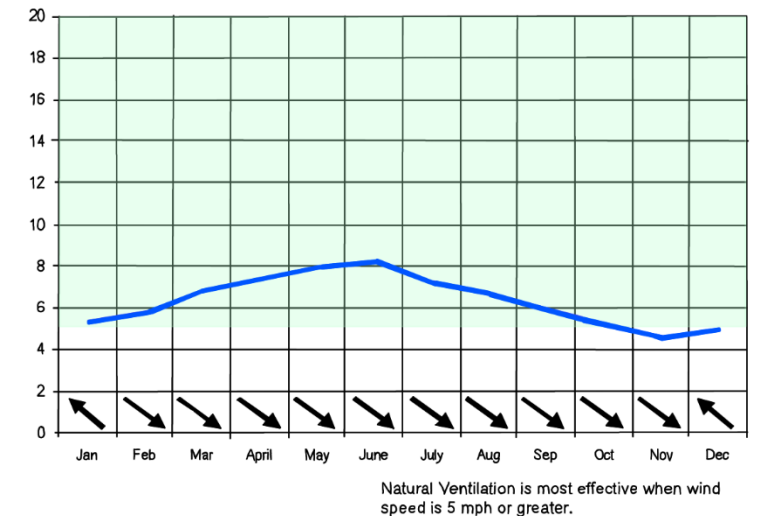
Temperature



Relative Humidity



Wind Speed



計画の説明

▶光合成建築

植物が**光合成**をするように、建築が光エネルギーから電気と酸素を生み出す。光合成建築とは建築が樹木のように機能する新しい居住環境システムである。

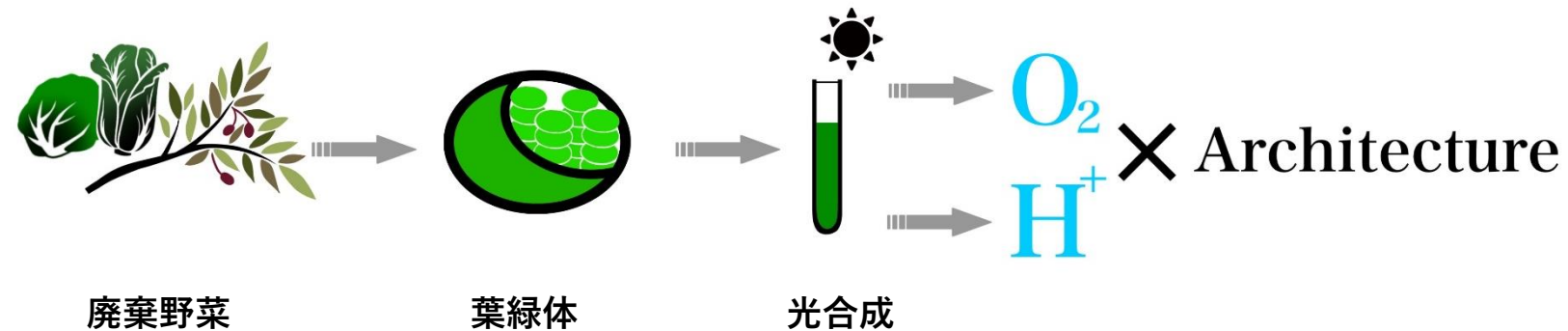
葉緑体の溶液を透光性のあるパネルやチューブに注入し、建築物の窓や屋根などに組み込む。窓や屋根、住居に必ず存在するものが光合成することで建築自身がエネルギーを生み出す。パネル内の**水**は生活排水をろ過し循環させる。使用する葉緑体は農作物の廃棄を使用する。持続可能な社会を目指した**エコ**な住宅である。

重なり合う緑のパネルは重なれば重なるほど色が濃くなる。それはまるで樹木の木陰にいるように感じさせる。建物と建物の間は住民が通る道になっており、木の幹のように枝分かれしている。それはまるで敷地全体が樹木であるかのように。乾いた地の**オアシス**となりうるような住宅を設計した。

光合成建築の理念

「**光合成**建築」とは、松尾康光と川上比奈子による融合研究である。自然は自然だけで生きていけるが、人間は自然なしでは生きてはいけない。しかし人間は自然を破壊し、多くの植物を粗末にしている。世間は自然との調和を考えている中、自然との接し方や繋がりがたではなく、建築が自然となり新たな共生を提案する研究である。

捨てる緑から少しでも酸素とエネルギーを再生し、建築を建てる時代から**建築を植える**時代を目指すものである。



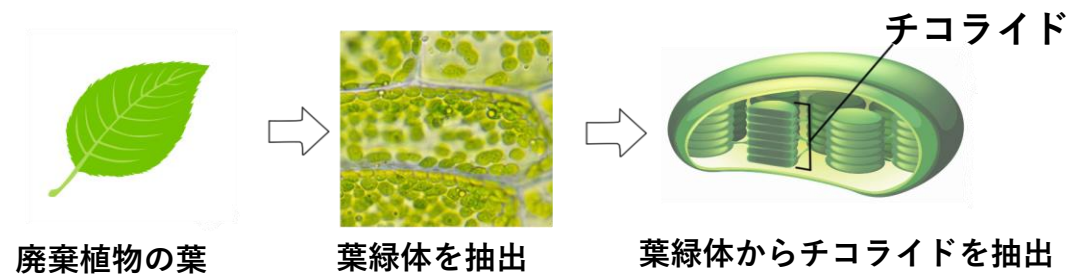
光合成パネル16m²から20Wを発電
15.5分でO₂を1L生成=5m樫1本と同様
Green光に包まれる安らぎ空間を創出

- ① 土地造成や間伐、農場などから生まれる伐採樹木や廃棄植物から**葉緑体**(クロロフィル)を抽出する。
- ② 葉緑体の**チコライド**を抽出する。チラコイドの溶液をガラスなどの透過素材へ注入し光合成パネルを作成する。
- ③ 光合成パネルを屋根・壁・窓などに活用する。生成された**O₂**は自然へ還す。**H⁺**はエネルギーへ変換。

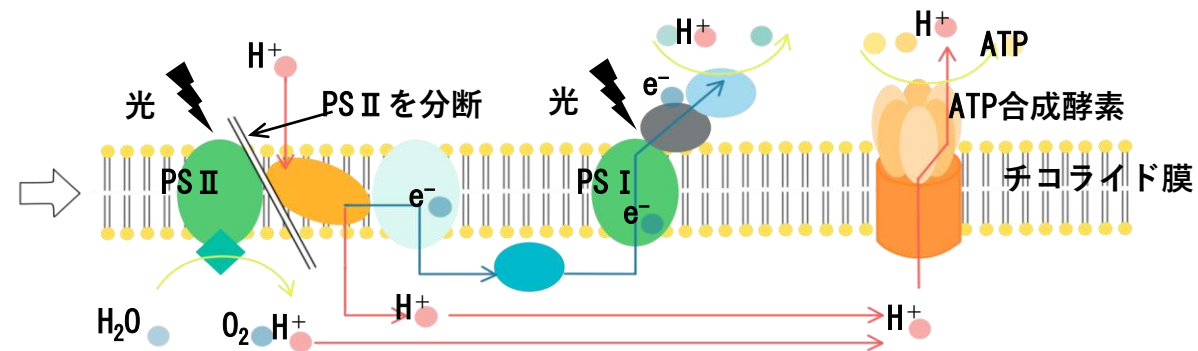
光合成建築

新たな共生のシステム

「光合成燃料電池」のメカニズム



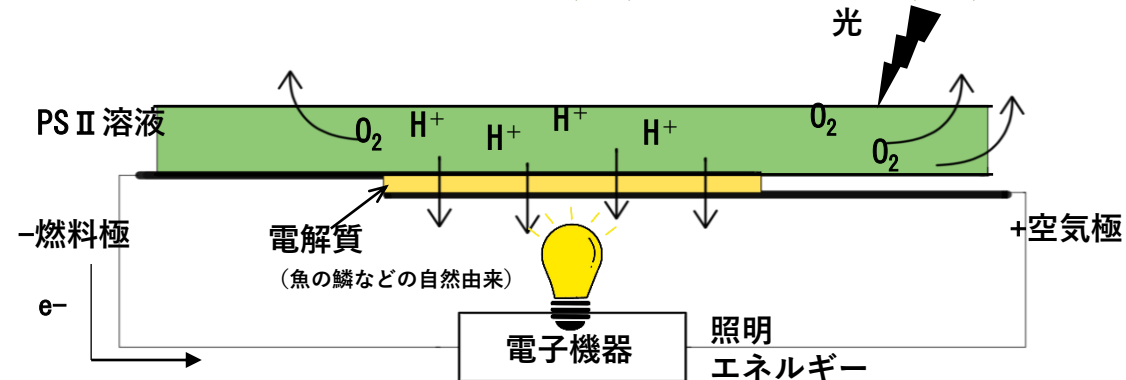
余った農作物や処分せざるを得ない植物等の緑色の全ての植物から葉緑体を抽出できるので、無駄を生じさせない。



チコライド膜の反応を分断してPS II を抽出

植物の葉緑体に含まれるチラコイド膜から光化学系II複合体 (PS II) のみを抽出。光合成によって酸素、水素イオン、電子を生成させ、光エネルギーを電気エネルギーに変換する。再生可能かつ環境調和型素材による新規光バイオ燃料電池。

PS II 溶液に光が照射されると酸素(O₂)と水素イオン(H⁺)と電子(e⁻)が生成



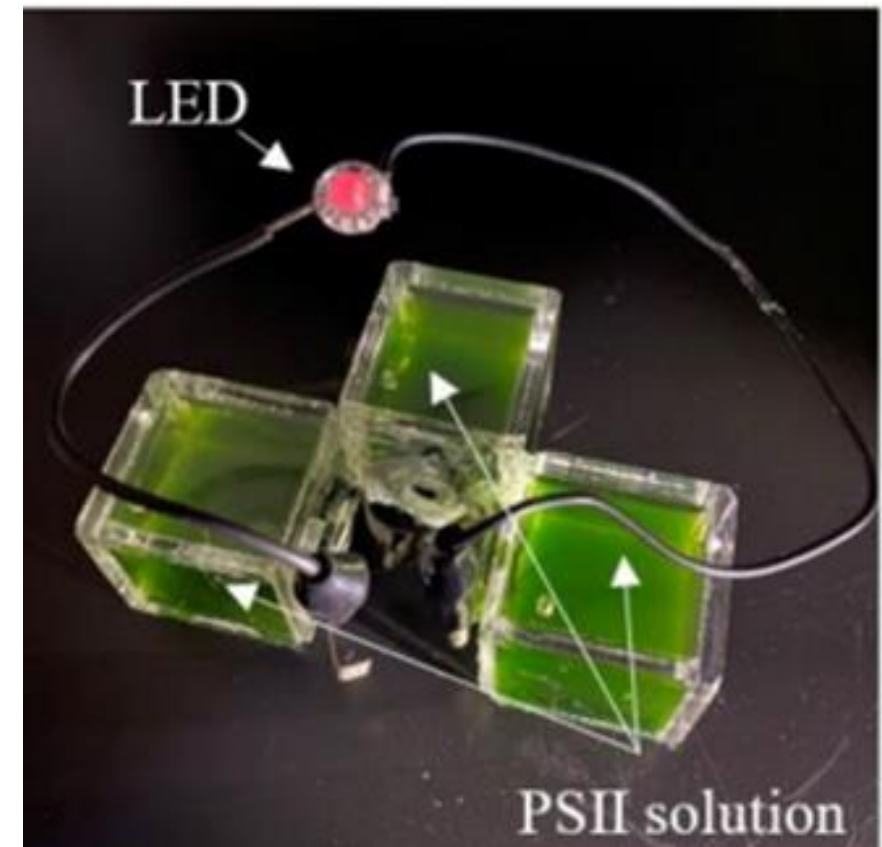
得られた酸素は自然へ還し、水素は燃料電池の燃料として利用

メカニズムの概念図

「光合成燃料電池」 7つの特色

- ① 光合成メカニズムPS IIに着目
- ② 光照射に伴い水素イオンと酸素を生成
- ③ 水素イオンは電池の燃料として利用
- ④ 蛍光灯下でも動作可能で高効率
- ⑤ 1か月以上にわたり安定・発電可能
- ⑥ 白金触媒が無い場合でも発電可能
- ⑦ 様々な建築エレメントに適用可能

世界初「光合成燃料電池」でLED点灯



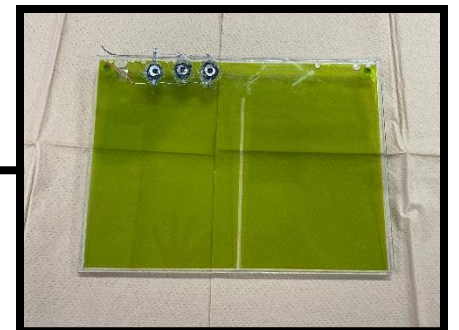
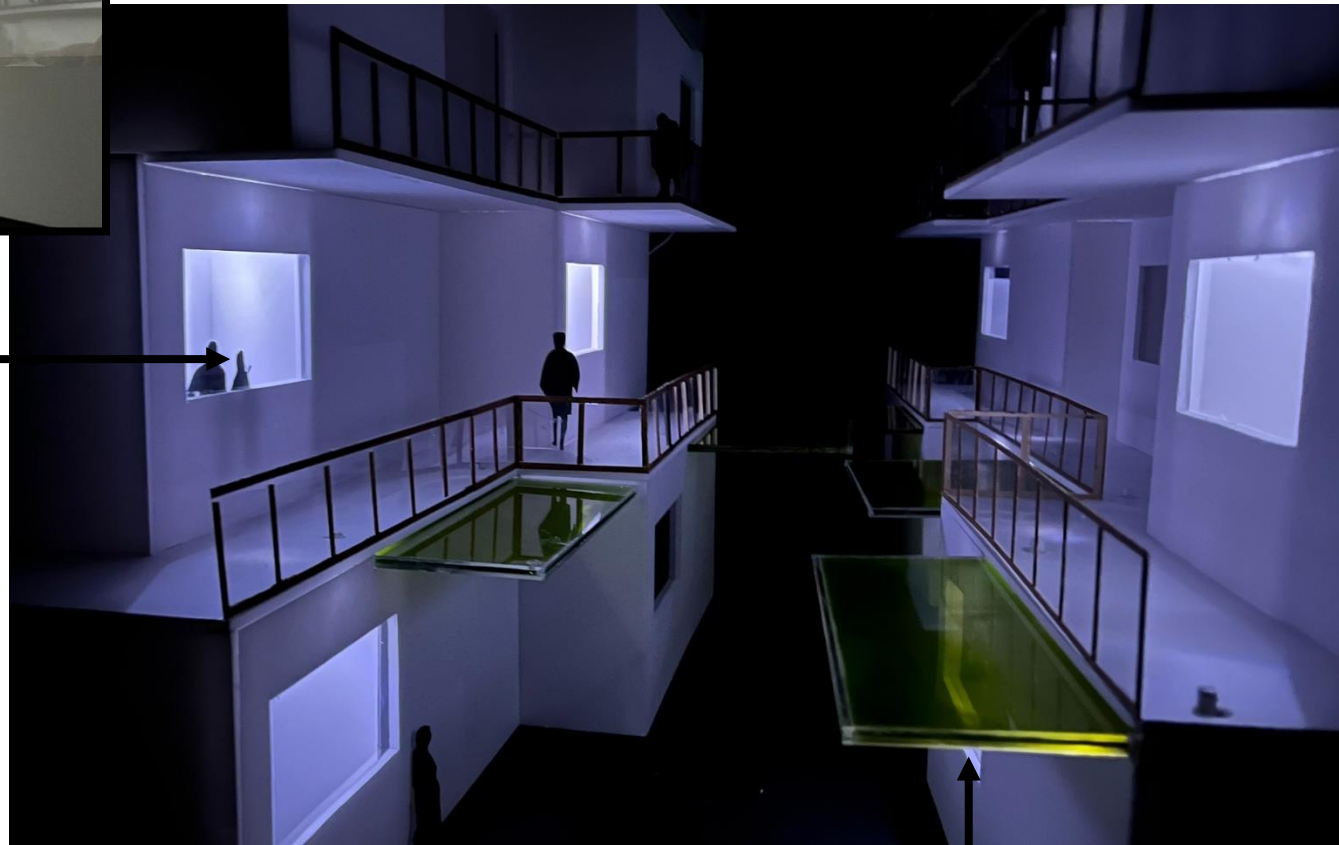
参照論文：

- ①川上比奈子、松尾康光「光バイオ燃料電池と融合する『光合成建築』」、色材協会誌、93,12,393-398頁、2020年
- ②Akinari Iwahashi, Takuya Yamada, Hinako Kawakami and Yasumitsu Matsuo : "Novel Biofuel Cell Using Hydrogen Generation of Photosynthesis", Journal of Functional Biomaterials, 11, 81(pp.1-15),2020

「光合成燃料電池」による発電



配線

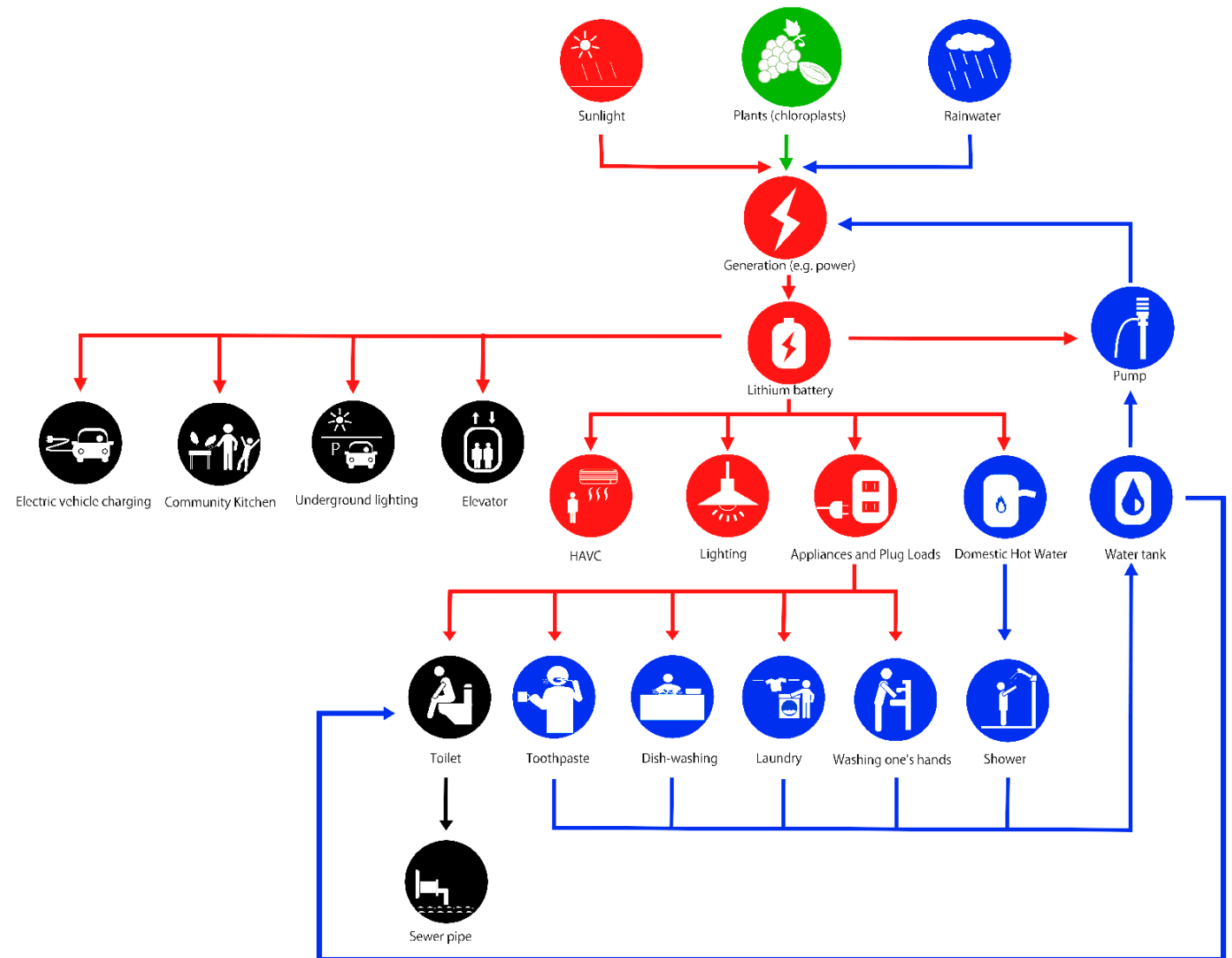


光合成燃料電池による発電
(夜の風景)

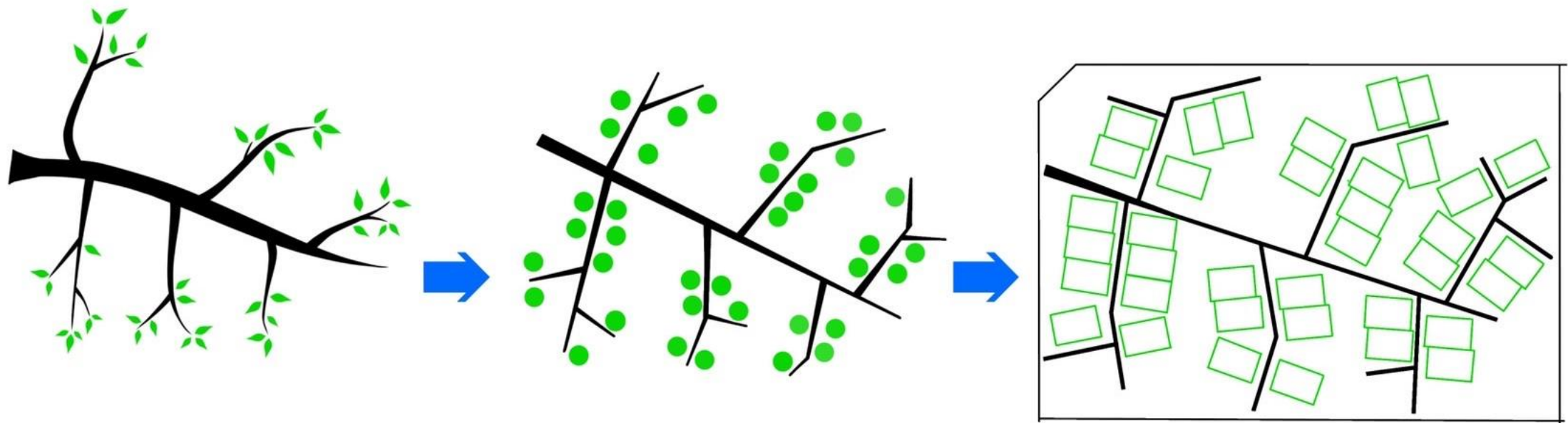
光合成パネル

光合成建築の特徴

- ・ 壁・屋根・床・窓、建築エレメント自体が**燃料電池**として機能する。
- ・ スマートフォン、パソコンなど電気機器を各所で**充電**できる。
- ・ 分散型発電のため**非常時災害時**に強い。
- ・ 木漏れ日のよう緑光の内部空間と**自然**に溶け込む外観を創出。
- ・ パネル型、チューブ型、ボウル型など**多様な形態**と**サイズ**に適用可能。
- ・ 大気汚染を光合成によって、生成した酸素が緩和させる。
- ・ リチウムイオン電池で**蓄電**可能
- ・ 水が流れるパネルが**山火事**による延焼を防ぐ



デザインアイデア ゾーニング



自然から派生した配置

枝分かれが生むコミュニティ

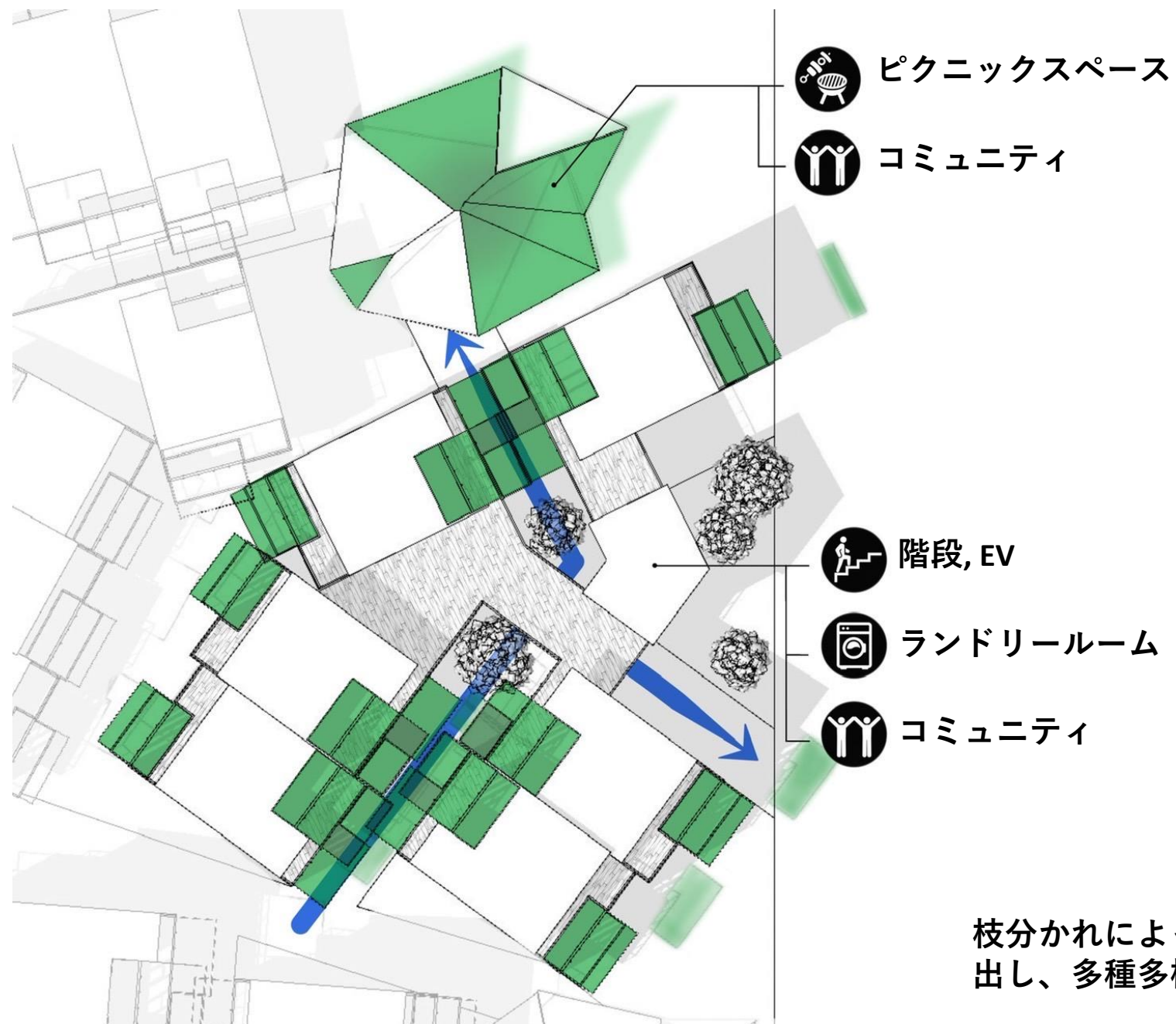
多種多様な空間と方向性

幹と枝が全ての道になる

デザインアイデア コミュニティスペース

交流が増えるデザイン

住居間は誰もが通れる道になっており、広場やランドリールームなどの公共のスペースへ行く動線になっている。こうすることで住民同士が顔を合わせる機会が増え生活が豊かになる。



屋外スペース

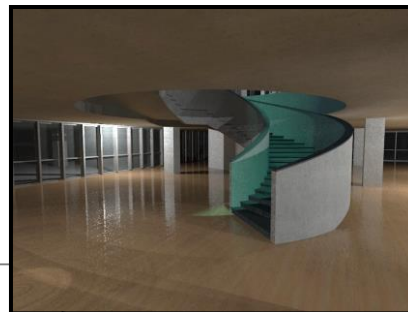
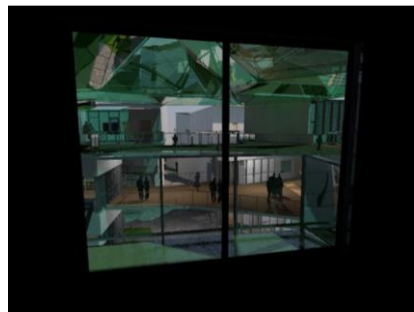
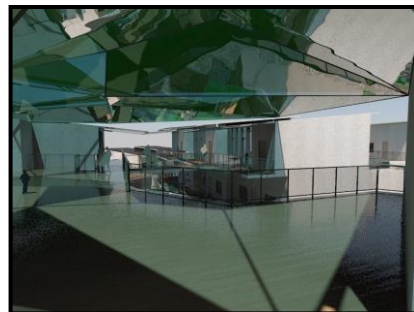
道の先に屋外広場を設け、子供達の遊び場や多目的に利用できるプレイエリア、住民のためのBBQやピクニックスペースとして利用する。豊かな自然の中で体を動かし、交流を盛んにする。

共有スペース

枝分かれの空間は、道が交わっているように人々も交わる。住民のアクセスの多い場所に溜まれる広場を設け、日常の交流の場とした。さらに、公平性の動線も考え中心となる場所にランドリールームを設けた。

枝分かれによってあらゆる方向性を生み出し、多種多様な交わるポイントとなる。

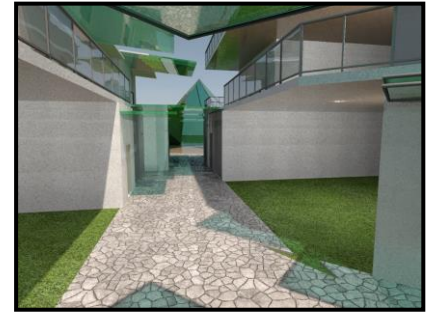
デザインアイデア 光合成パネルの配置



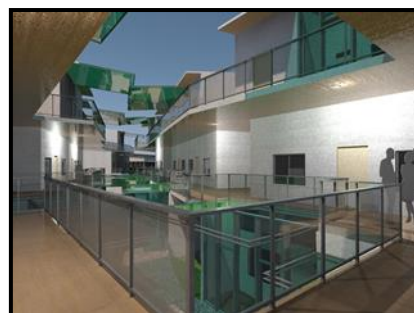
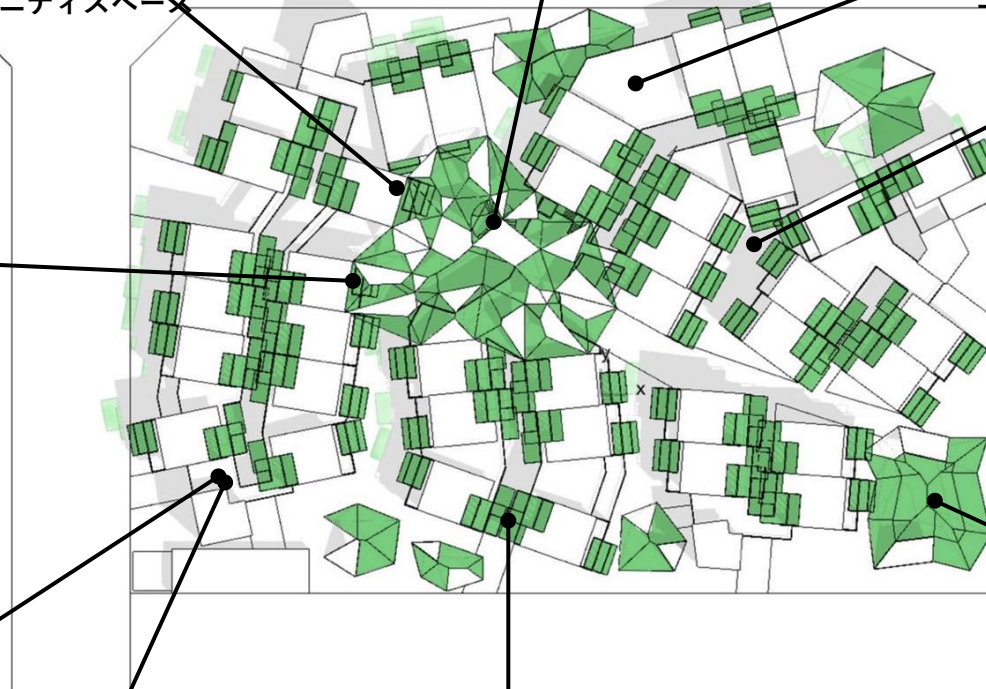
室内から見た
コミュニティスペース

地下階段

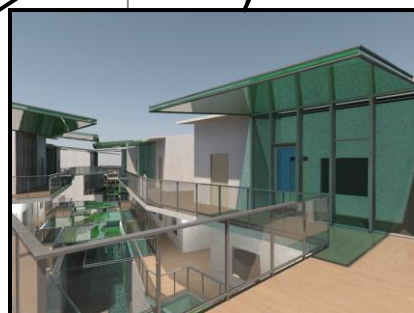
枝分かれが生む
コミュニティスペース



中央コミュニティスペース



2,3階から見た緑の道

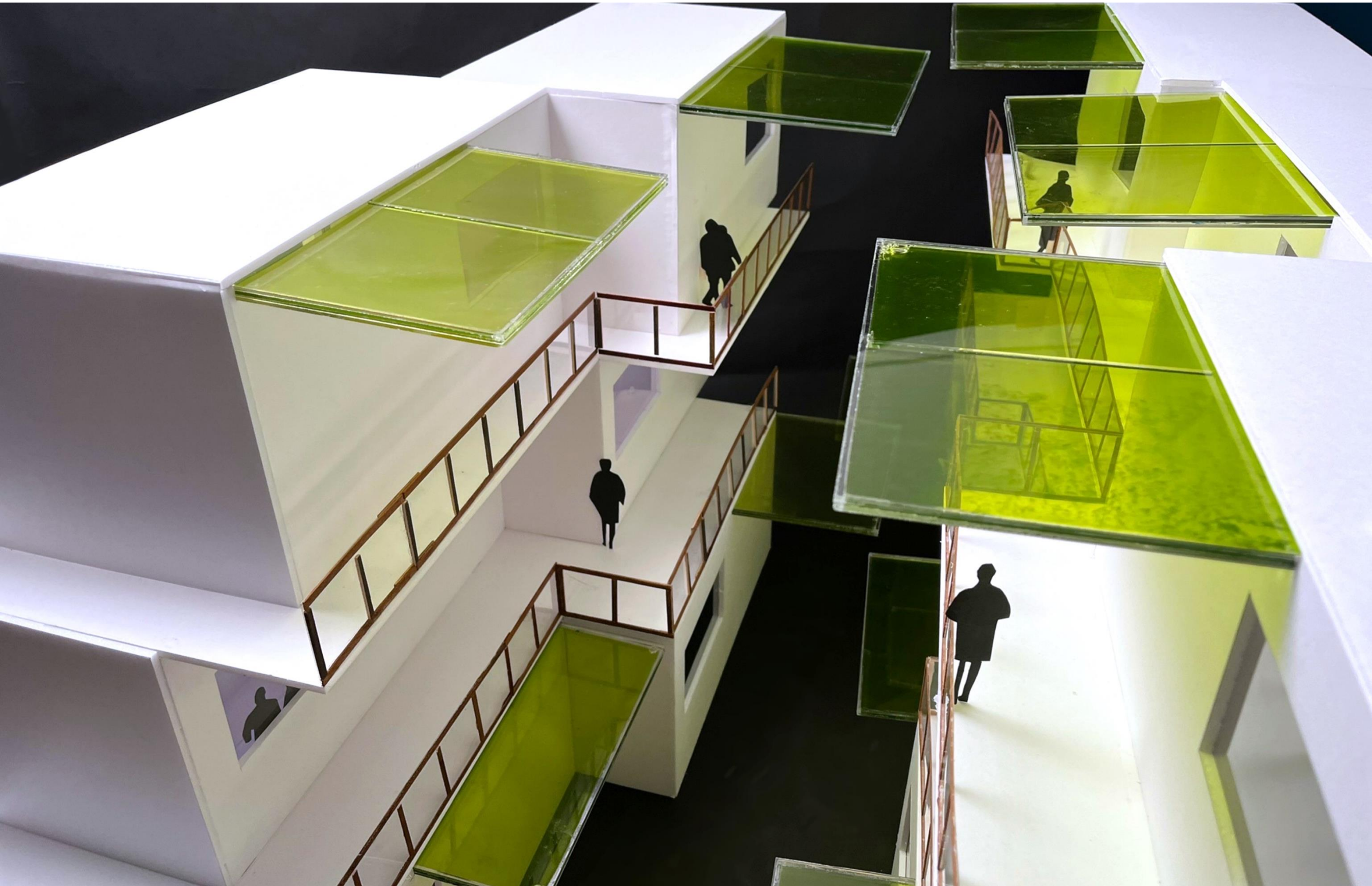


地上階から見た緑の道



枝先に続くミーティングスペース

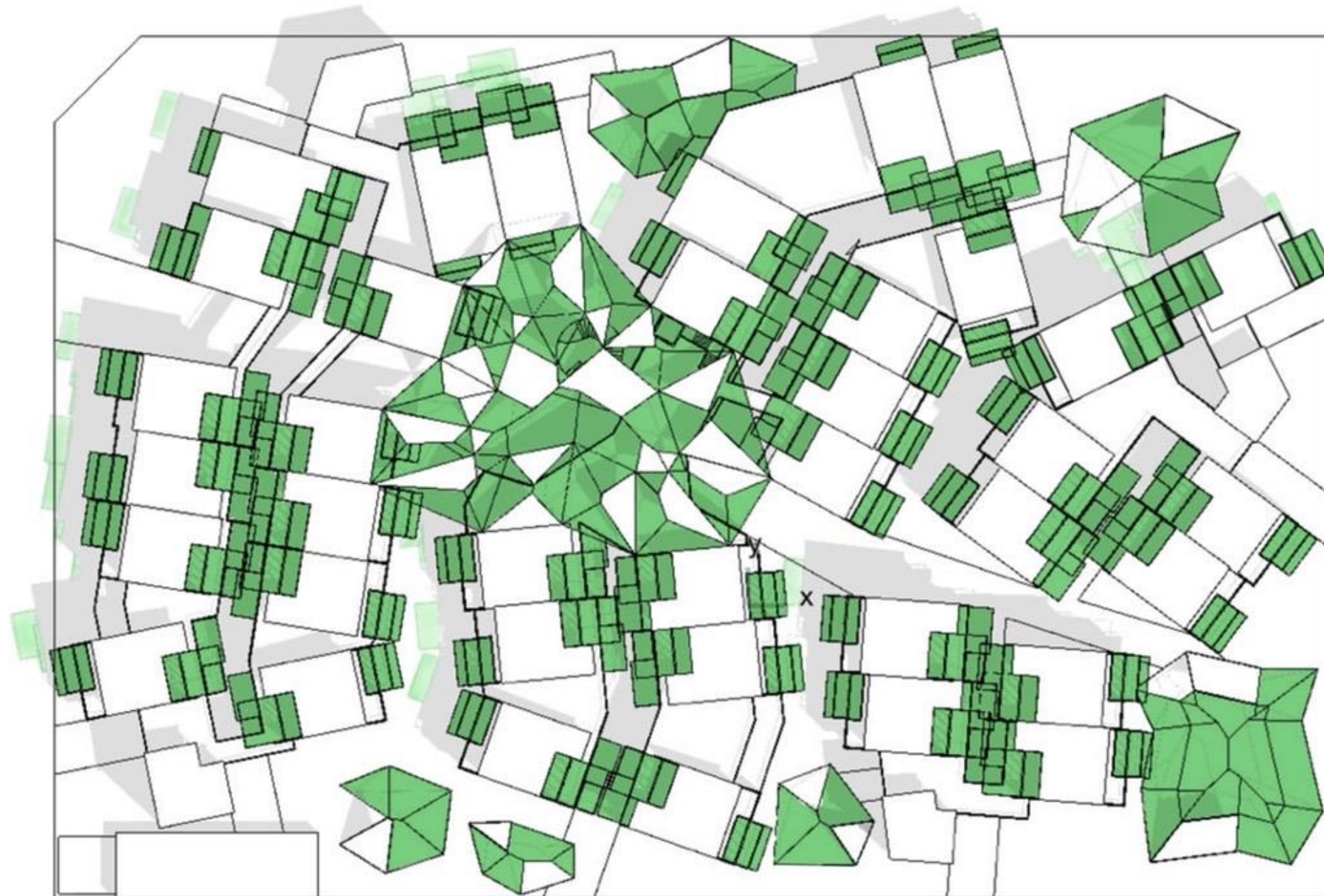








敷地配置図



平面図

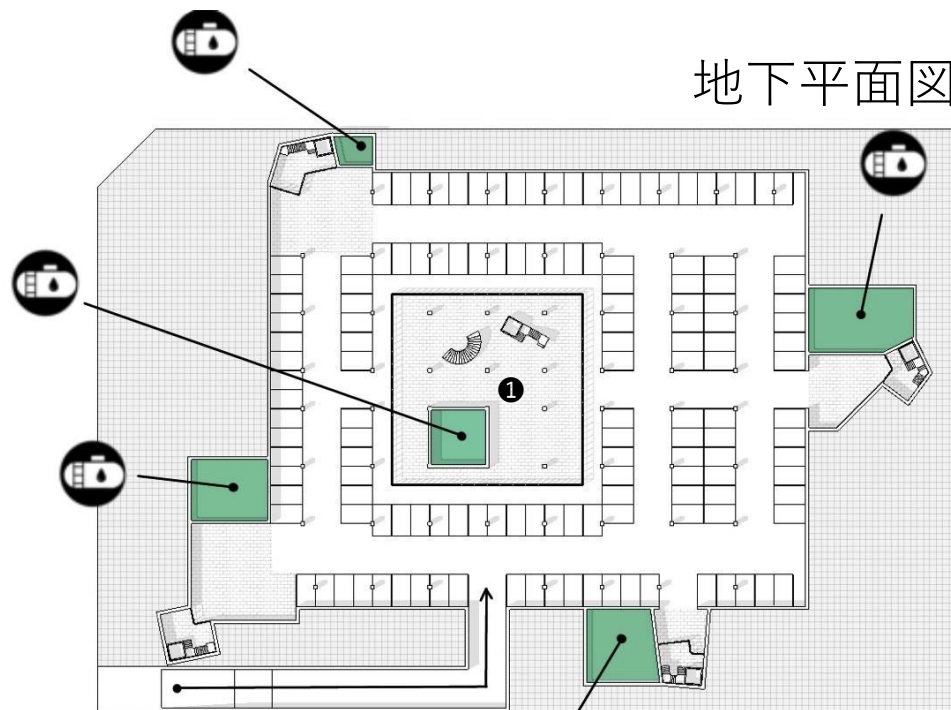
2階平面図



3階平面図



地下平面図



貯水槽

1階平面図



- | | | | | |
|------------|--------------|--------------|----------|------------|
| ① 避難所 | ③ 地下駐車場入り口 | ⑤ ピクニックスペース | ⑦ バスルーム | ⑨ コンピュータラボ |
| ② 充電ステーション | ④ コミュニティキッチン | ⑥ ミーティングスペース | ⑧ プレイエリア | ⑩ ランドリールーム |

立面图



断面图



詳細平面図

自然換気



1F平面図(3LDK)

生活排水を利用



光合成パネルによって
生成されたエネルギーの利用



- | | |
|-----------|---------------|
| ① 玄関 222㎡ | ④ 中間領域 370㎡ |
| ② 台所 296㎡ | ⑤ ユニットバス 444㎡ |
| ③ 居間 518㎡ | ⑥ 寝室 1332㎡ |

中間領域
多種多様な利用
 ・くつろぐ
 ・瞑想
 ・崇拝
 ・コミュニケーション

詳細平面図

2F(2LDK)平面図



- | | | | |
|------|------|----------|------|
| ① 玄関 | 111㎡ | ④ 中間領域 | 444㎡ |
| ② 台所 | 370㎡ | ⑤ ユニットバス | 296㎡ |
| ③ 居間 | 518㎡ | ⑥ 寝室 | 888㎡ |

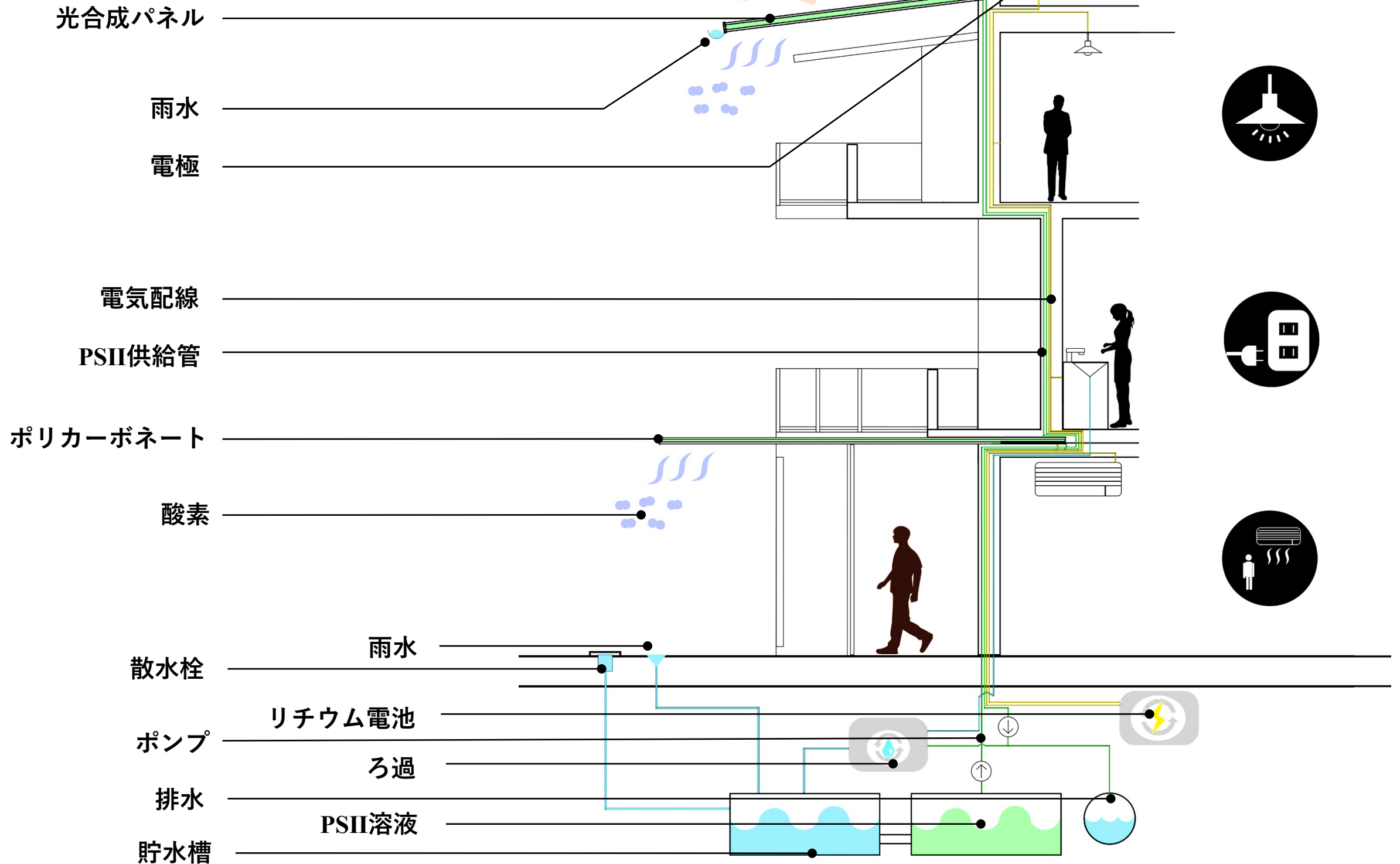
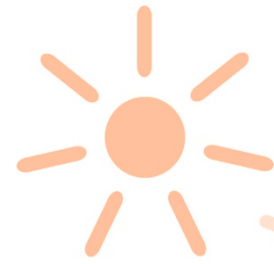
3F(1LDK)平面図



光合成パネル

- | | | | |
|------|------|----------|------|
| ① 玄関 | 186㎡ | ④ 中間領域 | 444㎡ |
| ② 台所 | 248㎡ | ⑤ ユニットバス | 124㎡ |
| ③ 居間 | 372㎡ | ⑥ 寝室 | 372㎡ |

詳細断面図 光合成パネル



環境概要

光合成パネルは電力を作るのに、植物と水と太陽光が必要である。植物は農業を行なっている人達が住む共同住宅であるため、彼らの農場から剪定や雑草処理で刈った葉を共同住宅に持ち運びそれを用いる。

水はカルフォルニア州にとってとても大切なものだ。多くの水を一度に使うことはできず、節水しなければならない。そこで雨水の利用と生活排水の利用によって賄う。カルフォルニア州は降水量が少なく必要な水の10%ほどしか賄えない。だから私たちは生活排水を用いることで足りない水を補う。生活排水で利用する水はシャワーで用いた水と、炊事の時の水、洗顔手洗いの時の水、洗濯時の水である。それらの水は洗剤が含まれるため、PHが低い。つまりその水は酸性である。光合成パネルはPHが低い水を用いることによって電力の生産を促進させる。だから生活排水を用いることは光合成パネルにとって良い。

太陽光は誰にとっても平等に降り注ぐものである。また雨の少ない土地であるため晴れや曇りの日が多いだろう。曇の日でさえも発電できるため、これらの気候にも適している。

光合成パネルは太陽光パネルと比較して安価にそして簡単に作ることができる。しかし使用に当たって条件がある。光合成パネルの中の溶液の交換である。その溶液は水と植物によってつくる。その溶液を3ヶ月に一度総入れ替えを行う。今回提案した共同住宅では480トンの水が必要であり、それを1日と何時間をかけてポンプを用いて交換していく。その時に発生するポンプの電力も光合成パネルで生み出した電力で補う。

作り出した電力でその敷地で必要な電力を賄う。そして水はリサイクルし循環させる。この設計は循環型電力自給を行う実験的な建築である。

メカニカルシステム概要

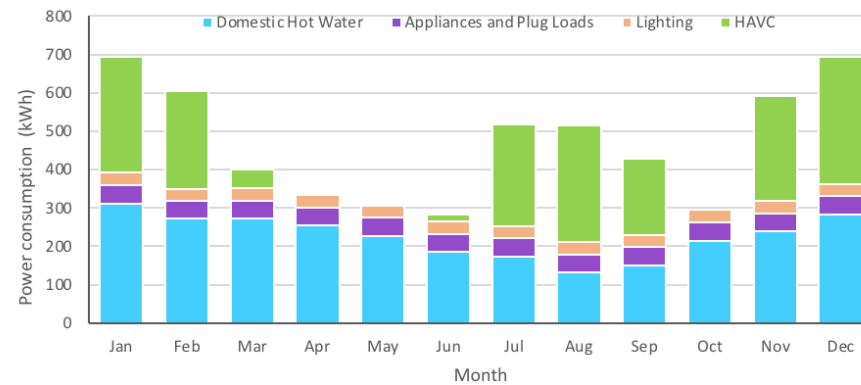
	システム詳細
暖房装置	11.2 HSPF 高い省エネ効率を実現した室外機
冷却システム	SEER19.7。冷媒ガス R410A
換気	窓による自然換気
照明システム	100%LED (440ml/W)
家庭用温水システム	43ガロンヒートポンプ給湯機 (1台あたり)、 年間給湯保温効率 3.0
再生可能エネルギー／ 発電システム	光合成パネル (電力の生産量 195kWh/m ³ ・ 月)

エネルギー表まとめ

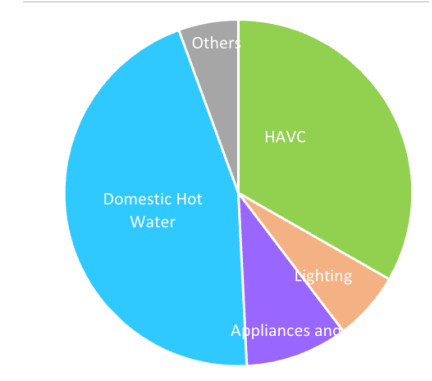
年間最終用途概要表

	kWh/m ² - year	kBtu/sf-year
HAVC (kWh)	17.786	653244.995
Lighting (kWh)	3.422	125667.274
appliances and Plug Loads (kWh)	5.084	186744.381
Domestic Hot Water (kWh)	24.158	887270.265
Other	2.970	109070.223
Gross EUI	53.419	1961997.139
Renewable Production	62.733	2304069.775
Net EUI	-9.314	-342072.636

月間 電力消費割合



年間 電力消費割合

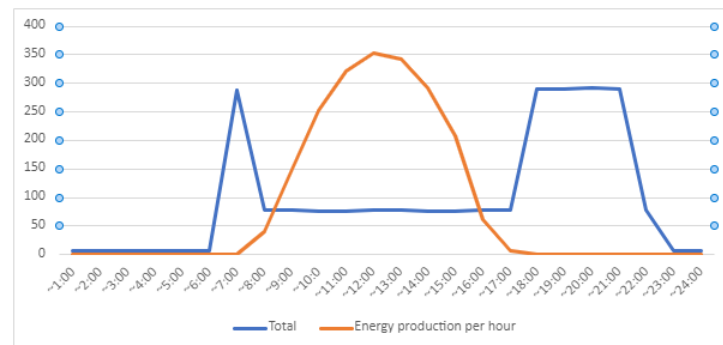


メインとなる光合成パネルは、それだけで敷地全体を賄えるほどの発電量があり、非常時の停電に備えて消費しきれなかった電力を蓄えておくことも可能です。

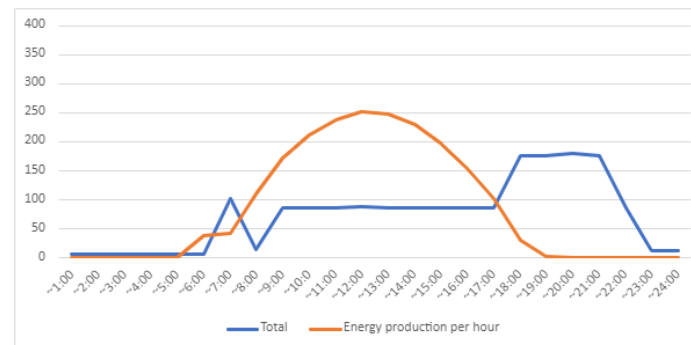
雨水収集可能な面積(m²) : 973.47
 収集可能な水の量(t) : 249.99

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
HAVC (kWh)	302.715	255.78	48.825	0	0	18.9	263.655	302.715	198.45	0	274.05	332.01
Lighting (kWh)	32.53432307	29.3858402	32.53432307	32.60928695	32.53432307	31.48482878	32.53432307	32.53432307	31.48482878	32.53432307	31.48482878	32.53432307
appliances and Plug Loads (kWh)	47.57622917	47.57622917	47.57622917	47.57622917	47.57622917	47.57622917	47.57622917	47.57622917	47.57622917	47.57622917	47.57622917	47.57622917
Domestic Hot Water (kWh)	311.658345	272.04912	271.621845	253.59075	226.98324	185.2389	172.86003	131.84703	151.2189	214.28874	238.5612	282.64374
SUM	694.4838972	604.7911894	400.5573972	333.7762661	307.0937922	283.1999579	516.6255822	514.6725822	428.7299579	294.3992922	591.6722579	694.7642922

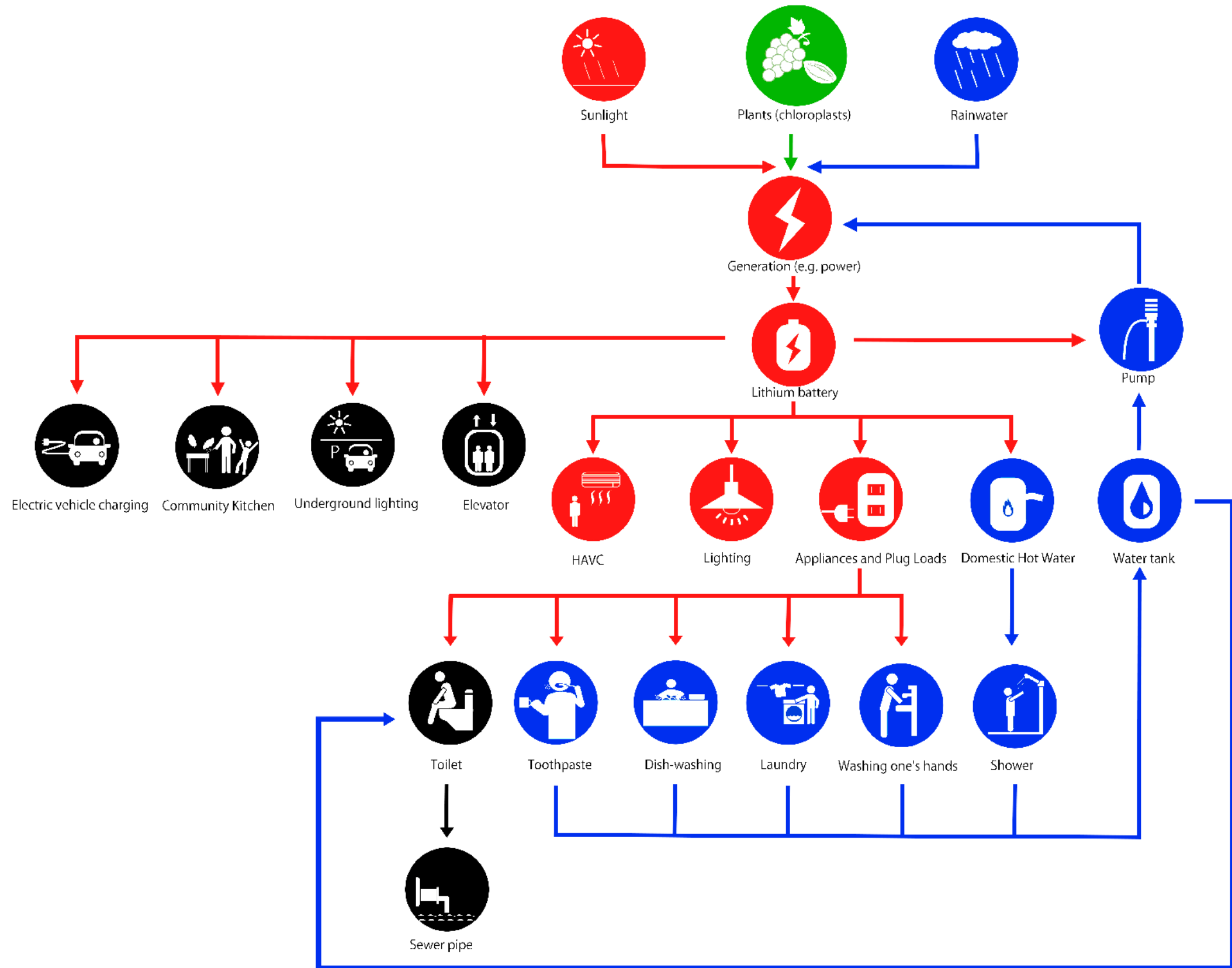
1世帯の電力を賄うのに必要な光合成パネルの体積 : $5\text{m} \times 5\text{m} \times 0.12\text{m} = 3\text{m}^3$
 1世帯を1年間に賄うのに必要な光合成パネルの水の量 : 30t
 計画に用いた光合成パネルの体積 : 483.243m^3
 光合成パネルが1年間で必要とする水の量 : 1920t
 貯水槽の体積 : 1457.49m^3



1日の消費電力量と電力生産量 (1月)



1日の消費電力量と電力生産量 (8月)



ストレージシステム

