

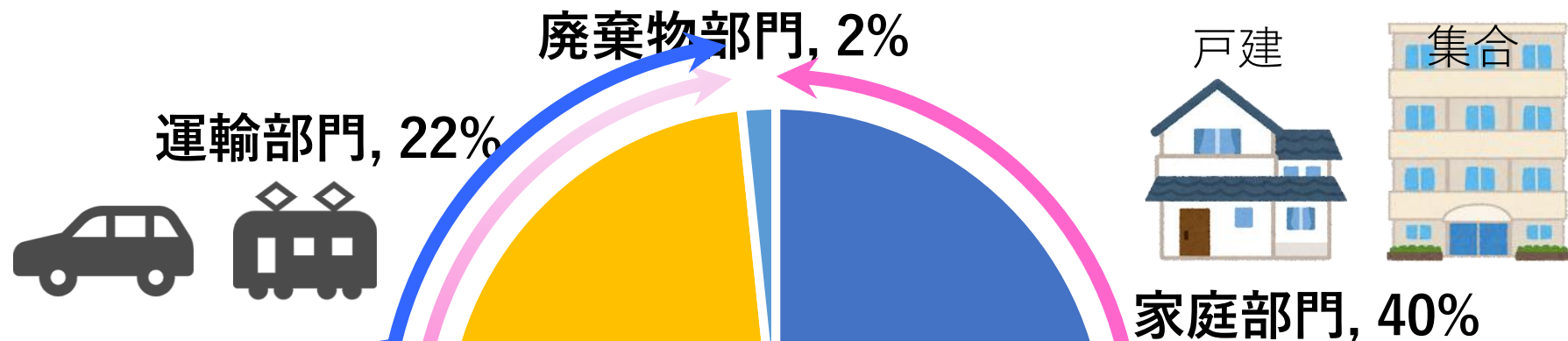


第4回 エネルギー ～暮らしの脱炭素化を整理して考える～

芝浦工業大学 副学長・システム理工学部教授
磐田 朋子

3つのテーマの関係性

[日野市のCO₂排出量の内訳（2020年度）]



第3回モビリティに関する脱炭素の検討範囲

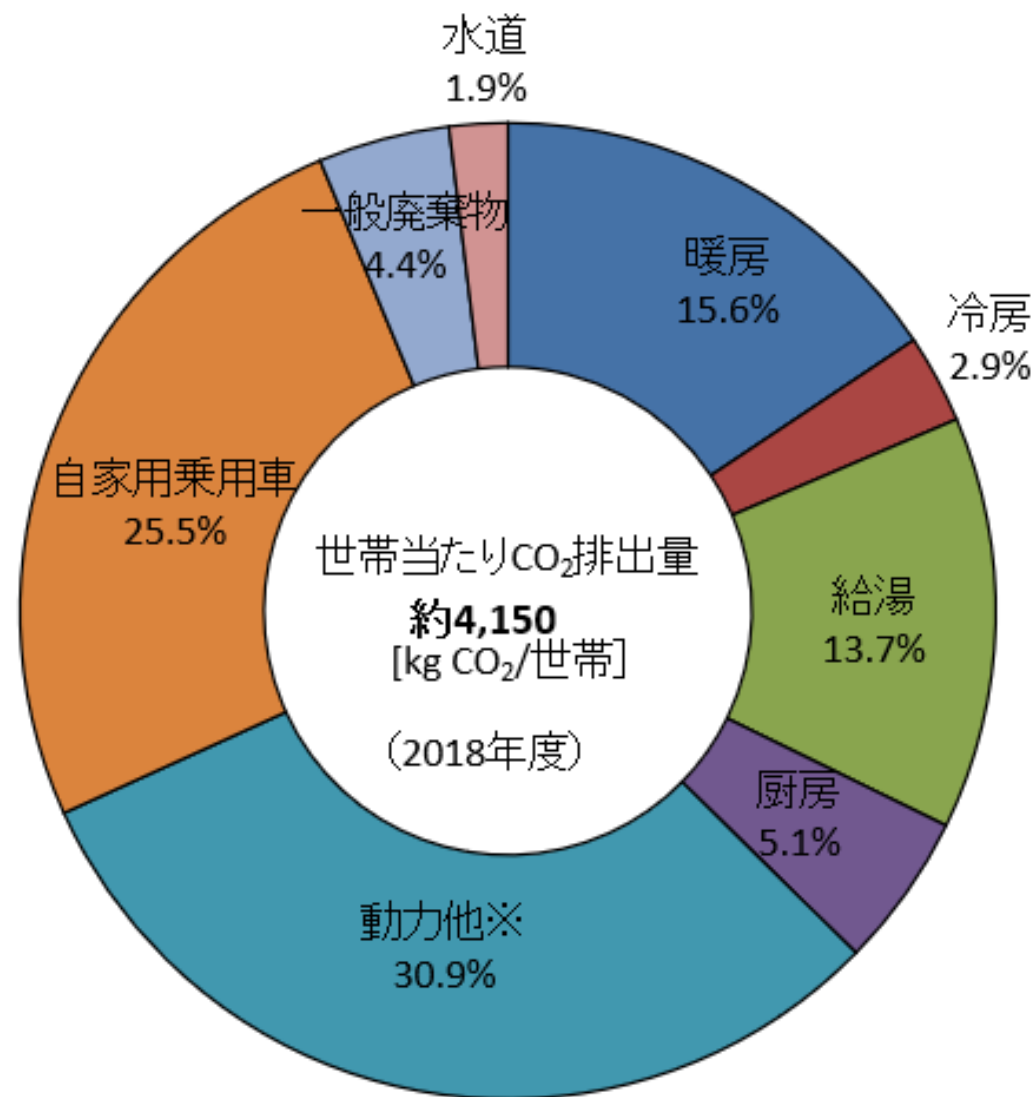
第4回エネルギーに関する脱炭素の検討範囲

資料：多摩地域の温室効果ガス排出量
(1990年度～2020年度)
(オール東京62市区町村共同事業)
をもとに作成

オフィスビル、商業施設、病院、学校、工場など・・・
住宅以外の建物

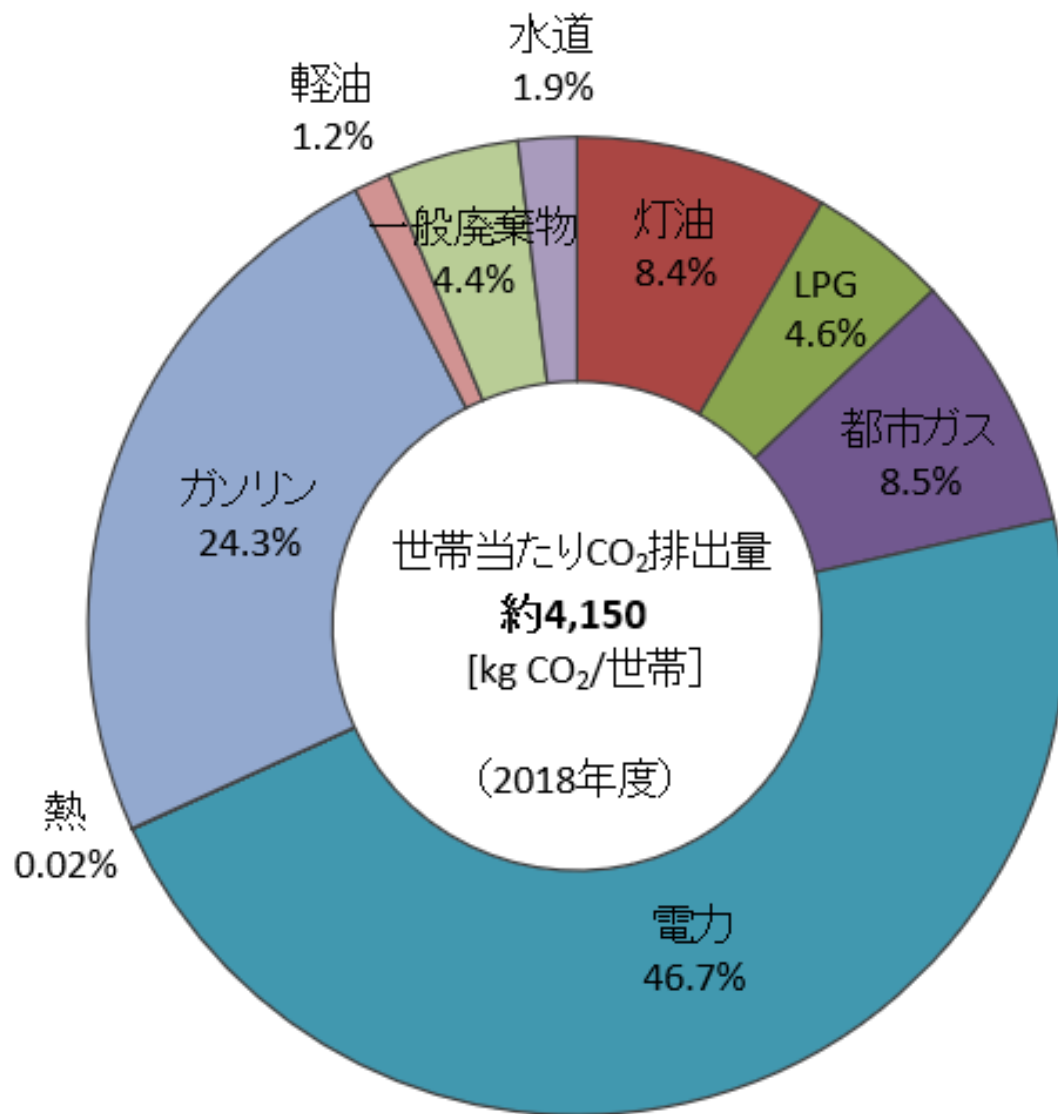
(参考資料)

家庭生活からのCO₂排出量の内訳 (全国平均)



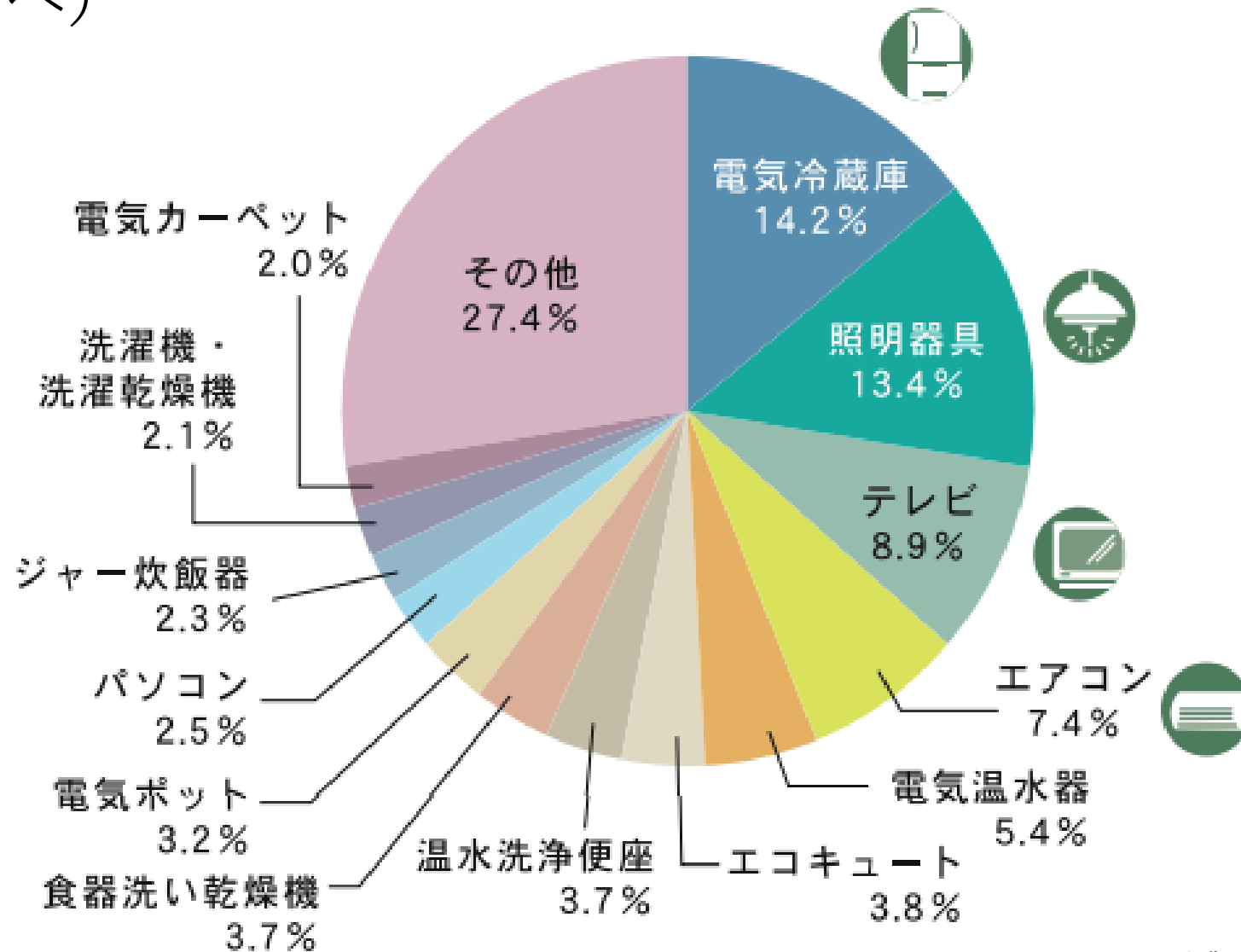
(参考資料)

家庭生活からのCO₂排出量の内訳 (全国平均)



(参考資料)

家庭における電力消費量の内訳 (省エネセンタ ー調べ)



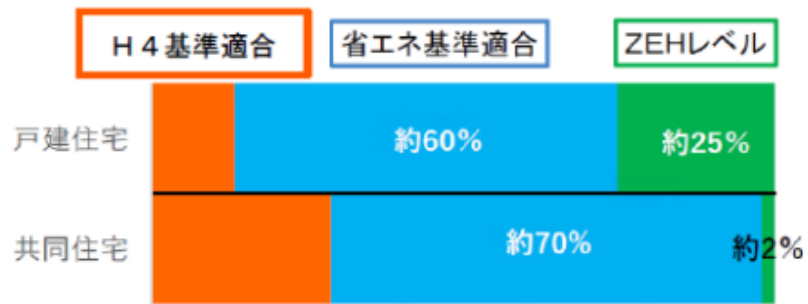
「新築」と「大きな」建物は法律で対策

2025年4月から全ての新築住宅・非住宅に省エネ基準適合が義務付けられ

++

〈現行〉	非住宅	住宅	〈改正〉	非住宅	住宅
大規模 (2000㎡以上)	適合義務 (2017.4~)	届出義務	➔	適合義務 (2017.4~)	適合義務
中規模	適合義務 (2021.4~)	届出義務		適合義務 (2021.4~)	適合義務
小規模 (300㎡未満)	説明義務	説明義務		適合義務	適合義務

※エネルギー消費性能に及ぼす影響が少ないものとして政令で定める規模(10㎡を想定)以下のもの及び、現行制度で適用除外とされている建築物は、適合義務の対象から除く



【省エネ基準適合率】

87% (戸建) ➔

100%に!

72% (共同) ➔

「既築」建物の対策は難しいがインパクトが大きい

【住宅】

既築：約6,200万戸（57.5億平米）

※空き家率13.6%

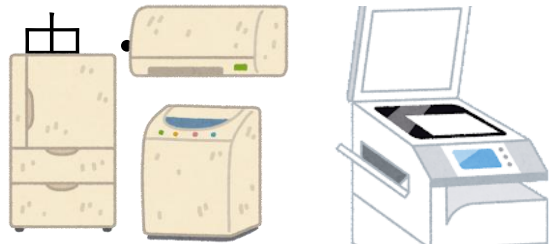
新築：年間約90万戸（0.8億平米）

【非住宅】

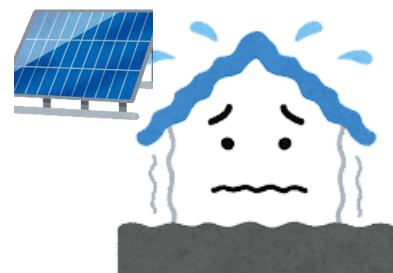
既築：約26億平米

新築：年間約0.5億平米

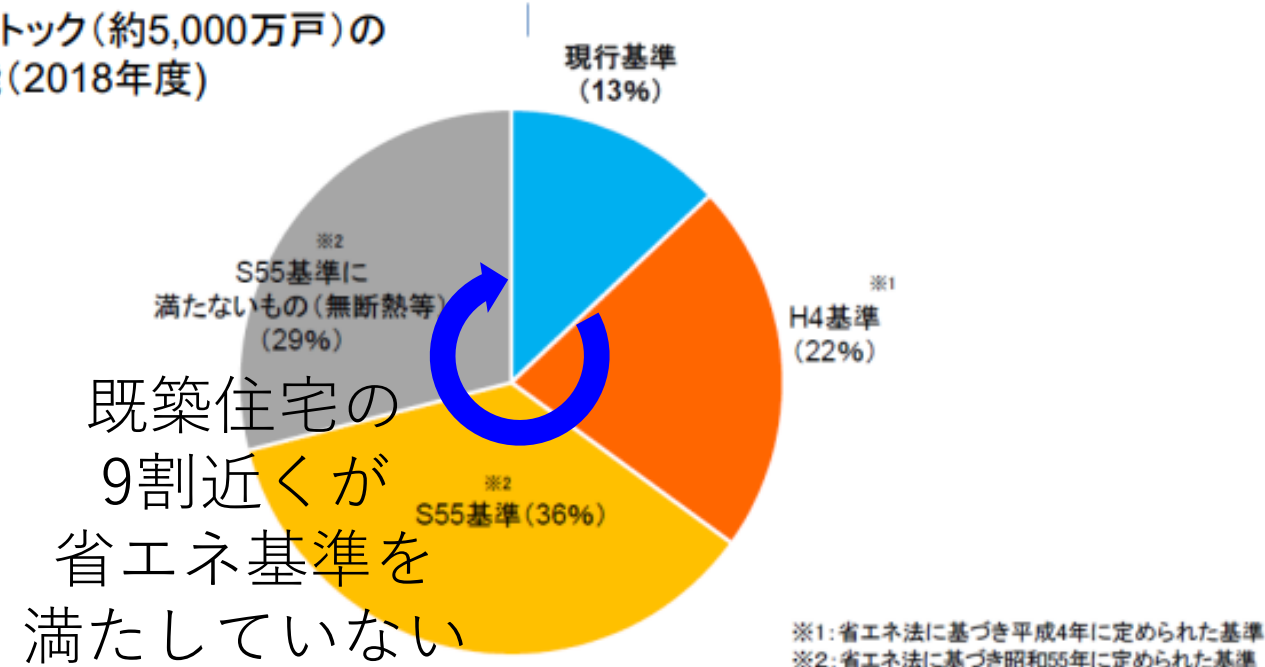
古い電化製品を
大事に使用



(2018年度時点)
地震や災害
が心配・・・



■住宅ストック(約5,000万戸)の断熱性能(2018年度)



出典:国土交通省調査によるストックの性能別分布を基に、住宅土地統計調査による改修件数及び事業者アンケート等による新築住宅の性能別戸数の推計を反映して算出(R1年度)。



何をしたら
CO₂を減らせる
のかわからない・・・

ゼロカーボン対策を整理して考えましょう！

$$\text{CO}_2\text{排出量} = \text{人口} \times \frac{\text{生活満足度}}{\text{人口}} \times \frac{\text{物やエネルギーの必要量}}{\text{生活満足度}} \times \frac{\text{エネルギー量}}{\text{物やエネルギーの必要量}} \times \frac{\text{CO}_2\text{排出量}}{\text{エネルギー量}}$$

第1項 第2項 第3項 第4項

生活の満足度を削る？
“努力の省エネ”

生活の快適性を維持しつつ、その生活に必要なエネルギー自体を減らす

できるだけ少ないエネルギー消費で必要なエネルギーを満たす
“エネルギー効率を上げる”

どうしても発生してしまうエネルギー消費を、ゼロカーボンなエネルギーで供給する

太陽光
風力
水力
太陽熱
薪や木質チップ
原子力発電
など

(例)

- エアコンの設定温度は夏は28度、冬は20度に。
- こまめに電気を消しましょう。
- お風呂は時間を空けずに入りましょう。

⇒人によっては生活の満足度を下げる環境に関心がない人も巻き込む対策は？

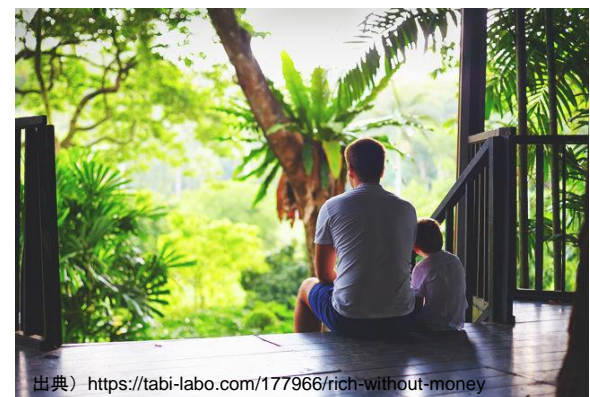
ゼロカーボン対策を整理して考えましょう（第2項）

$$\text{CO}_2\text{排出量} = \text{人口} \times \frac{\text{生活満足度}}{\text{人口}} \times \frac{\text{物やエネルギーの必要量}}{\text{生活満足度}} \times \frac{\text{エネルギー量}}{\text{物やエネルギーの必要量}} \times \frac{\text{CO}_2\text{排出量}}{\text{エネルギー量}}$$

第1項 第2項 第3項 第4項

生活の快適性を維持しつつ、その生活に必要なエネルギー自体を減らす

- エネルギーを使わなくても“豊か”な生活へ。価値観を変える教育。
『足るを知る』 『不便さを楽しむ』 『買えない“幸せ”を考える』 『ミニマムライフ』
- 吸湿発熱/吸汗速乾の衣類など。
“技術開発”と“普及”



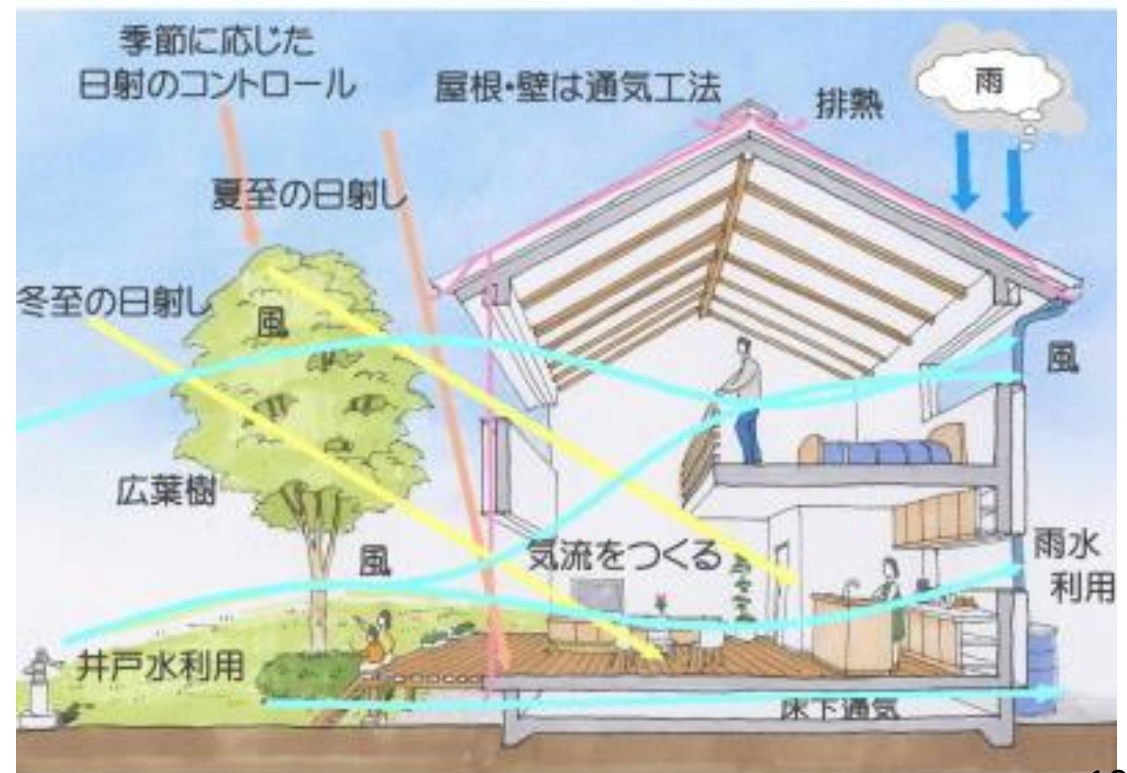
ゼロカーボン対策を整理して考えましょう（第2項）

$$\text{CO}_2\text{排出量} = \text{人口} \times \frac{\text{生活満足度}}{\text{人口}} \times \frac{\text{物やエネルギーの必要量}}{\text{生活満足度}} \times \frac{\text{エネルギー量}}{\text{物やエネルギーの必要量}} \times \frac{\text{CO}_2\text{排出量}}{\text{エネルギー量}}$$

第1項 第2項 第3項 第4項

生活の快適性を維持しつつ、
その生活に必要なエネルギー自体を減らす

できるだけ設備機器を使わないで済む暮らし
を可能にする建物の工夫
“パッシブデザイン”

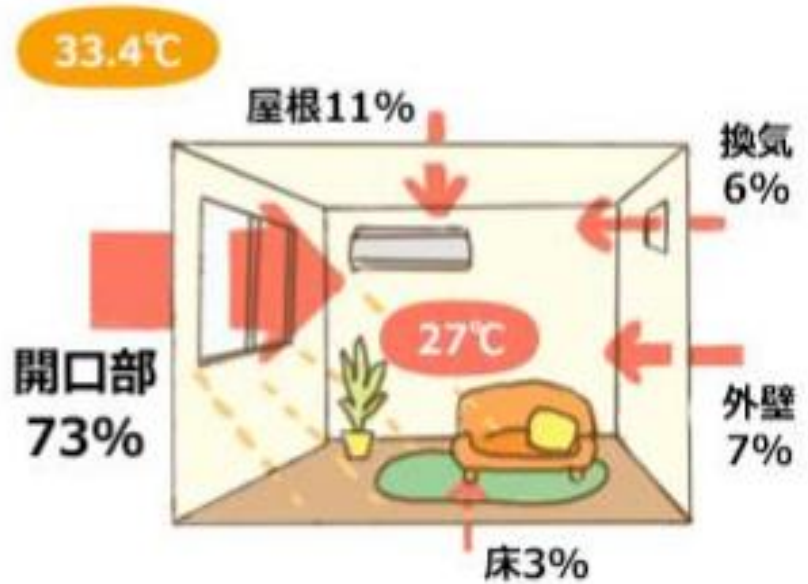
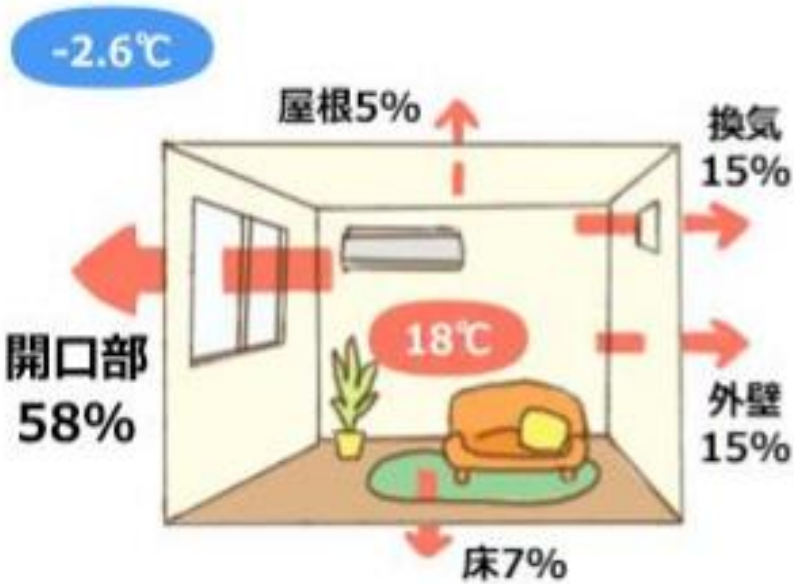


ゼロカーボン対策を整理して考えましょう (第2項)

生活の快適性を維持しつつ、
その生活に必要なエネルギー自体を減らす

冬の暖房時の熱が
開口部から流失する割合 **58%**

夏の冷房時(昼)に
開口部から熱が入る割合 **73%**



断熱改修：特に窓！



健康増進
にも貢献

参照：一般社団法人日本建材・住宅設備産業協会
平成11年省エネ基準レベルの断熱性能の住宅での試算例

ゼロカーボン対策を整理して考えましょう (第2項)

生活の快適性を維持しつつ、
その生活に必要なエネルギー自体を減らす (まちづくり編)

- 「風の道」を活用したまちづくり

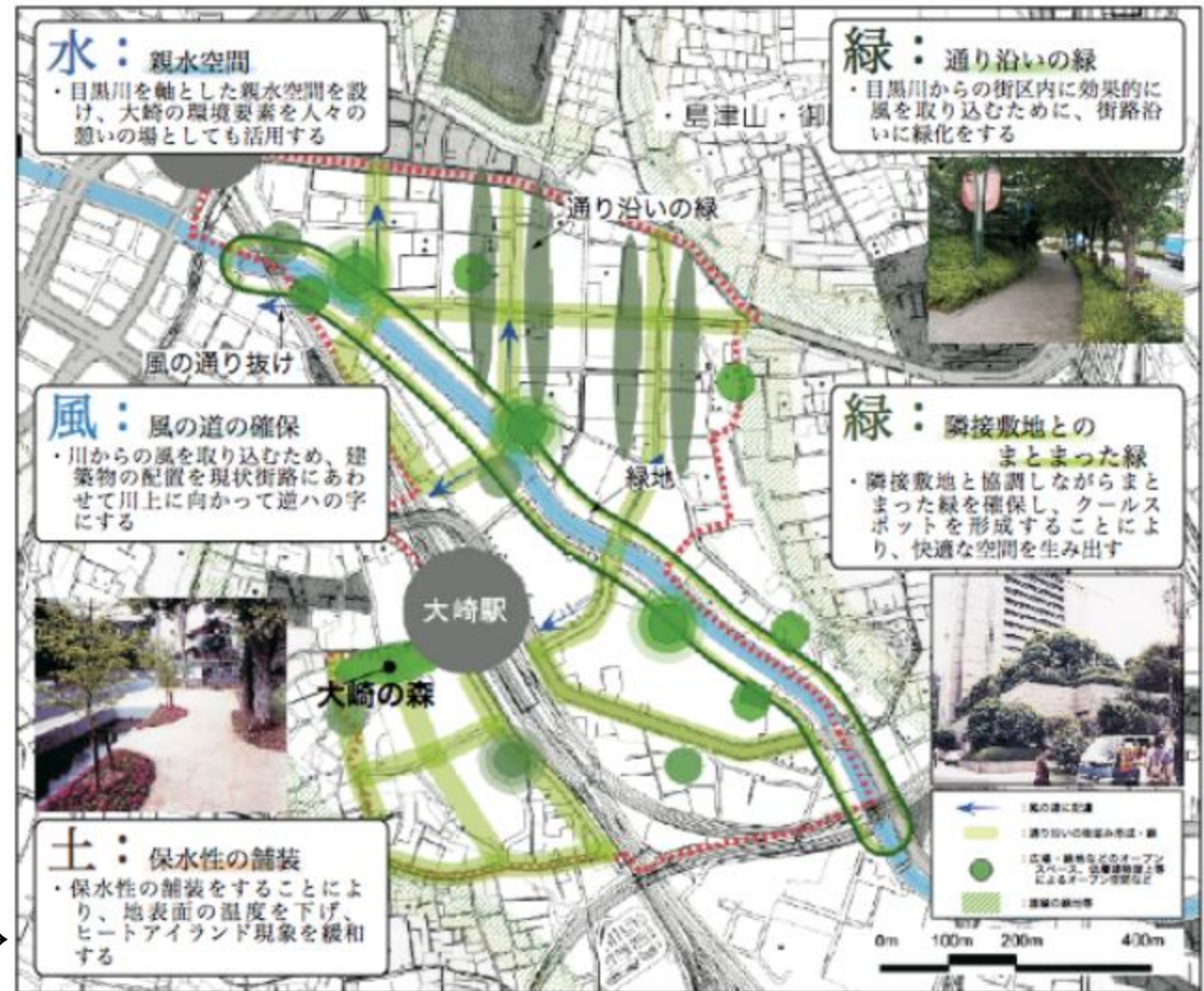
風、水、緑地、土壌の最適配置

⇒水の蒸発熱を活用して、ヒートアイランドを緩和

⇒周辺気温が低下すると、建物における

- ①空調運転時間が減る
- ②空調機器のエネルギー効率が向上するというダブルメリット。

品川区大崎駅周辺地域都市再生ビジョン→



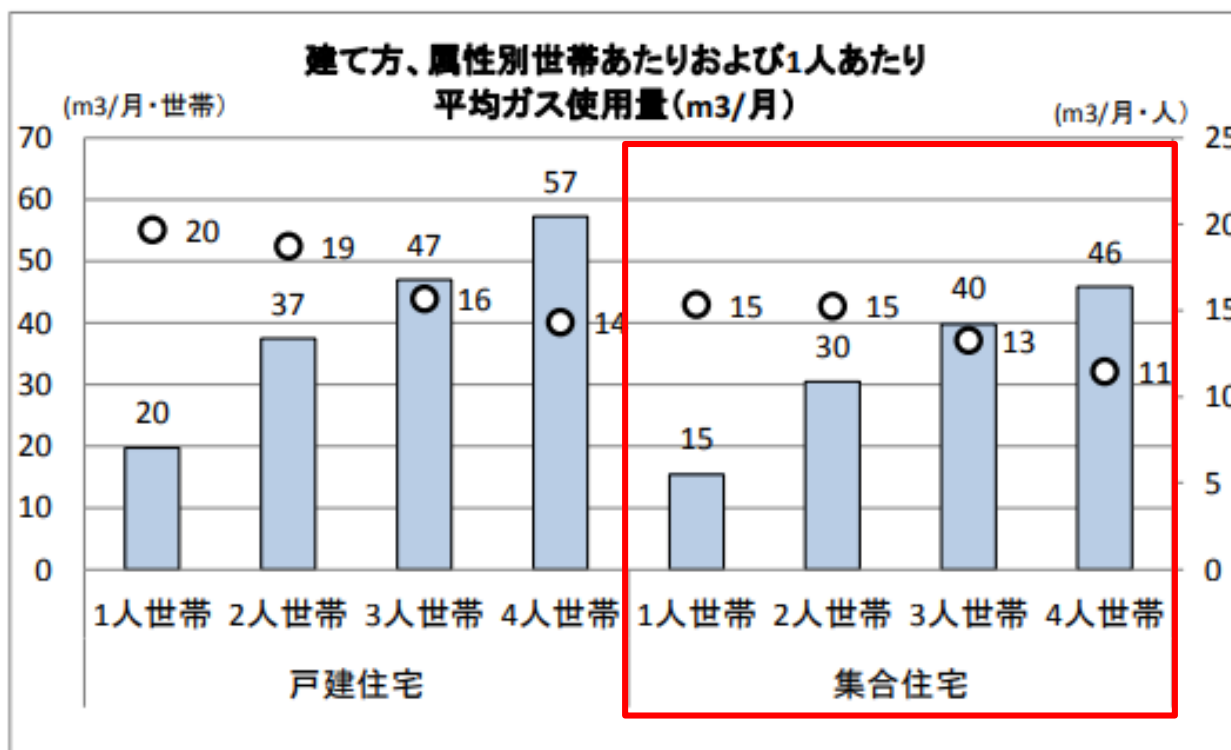
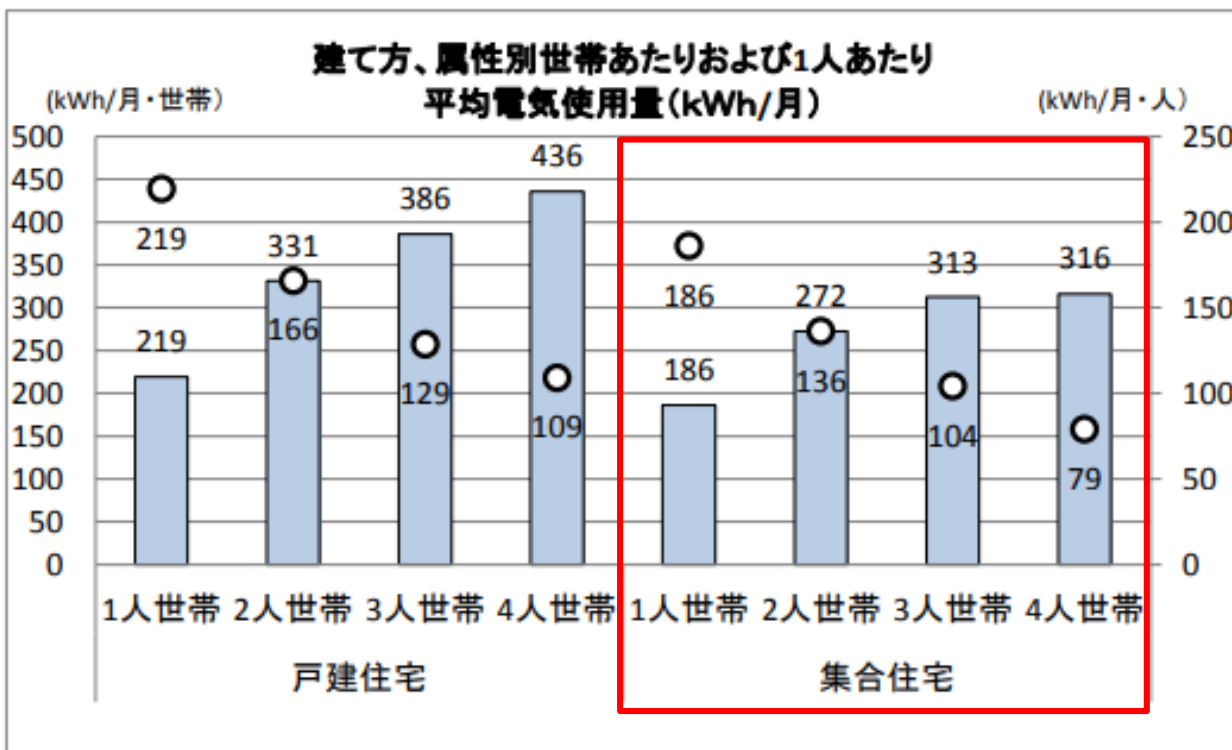
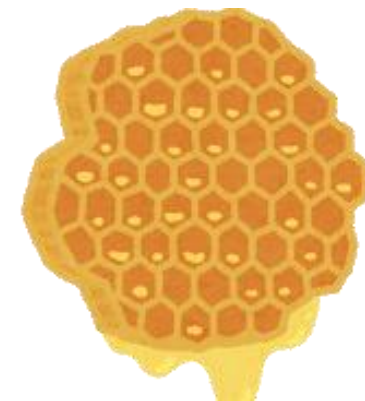
図引用) <https://www.nilim.go.jp/lab/bcg/siryoutnn/tnn0730pdf/ks073009.pdf>

ゼロカーボン対策を整理して考えましょう（第2項）

生活の快適性を維持しつつ、
その生活に必要なエネルギー自体を減らす（まちづくり編）

戸建から集合住宅への住み替え促進？

・・・延床面積が小さくなる効果 + 断熱効果が大きい効果



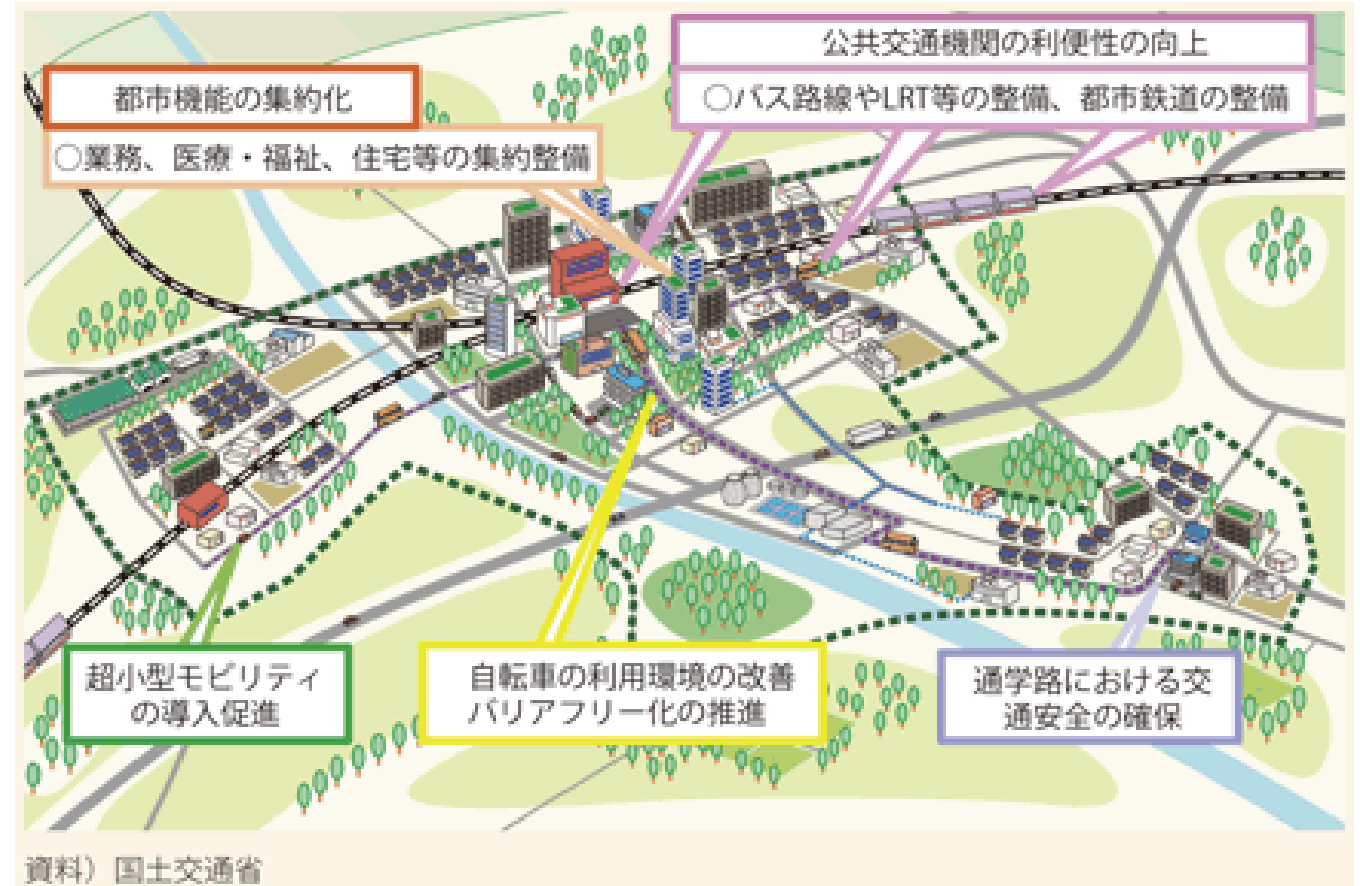
図引用) https://www.kankyo.metro.tokyo.lg.jp/climate//home/energy.files/syohidoukouzittaityousa26honpen_3.pdf

ゼロカーボン対策を整理して考えましょう（第2項）

生活の快適性を維持しつつ、
その生活に必要なエネルギー自体を減らす（まちづくり編）

まちの機能を集約化した“コンパクトシティ”に？

- ✓ 街のコンパクト化で移動距離を減らす。車社会から公共交通・徒歩・自転車へ。
- ✓ シェアリングエコノミーの推進
（ex. クール／ウォームシェアスポット設置、シェアオフィス、カーシェア、銭湯文化）
- ✓ IT技術で無駄を減らす
（ex. 建物・地域全体のエネルギーマネジメント、再配達防止）



(参考) シェアリングエコノミーとは？

マンションでカーシェア



シェアオフィス (コワーキングスペース) の設置

銭湯で“お風呂シェア”
(ウォームシェア)

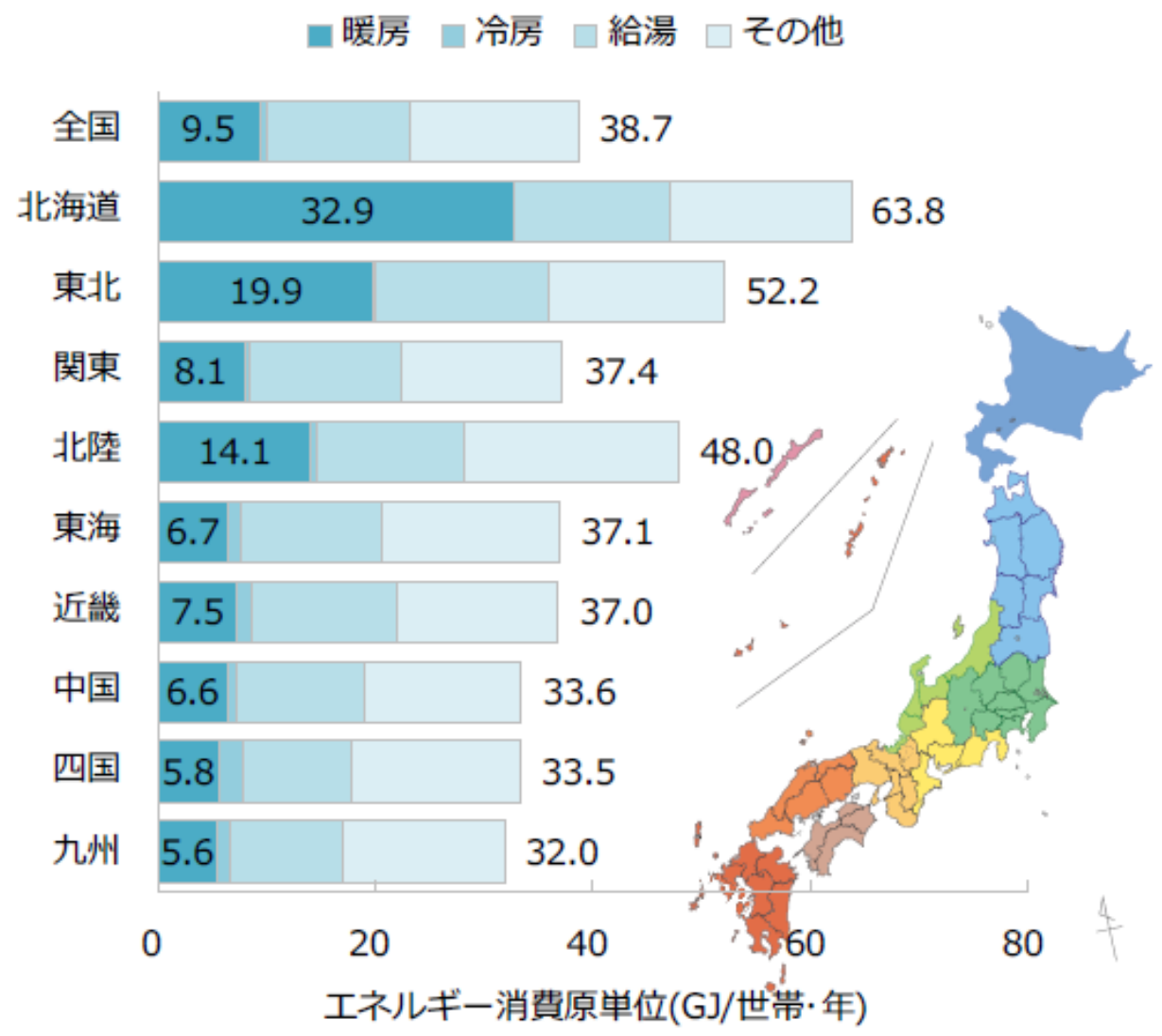
毎日のお得なサービス		入浴料	
●お風呂、お風呂1名につき2名まで入浴可能	●お風呂1名につき2名まで入浴可能	大人(中学生以上) 490円	小学生 290円
●お風呂1名につき2名まで入浴可能	●お風呂1名につき2名まで入浴可能	幼児(3歳以下) 100円	幼児(3歳以下) 100円
●お風呂1名につき2名まで入浴可能	●お風呂1名につき2名まで入浴可能	●お風呂1名につき2名まで入浴可能	●お風呂1名につき2名まで入浴可能

ゼロカーボン対策を整理して考えましょう（第2項）

生活の満足度あたりのエネルギー必要量を減らす（まちづくり編）

- 季節に合わせて移住？
 - ✓ コロナ禍をきっかけにテレワーク、リモート授業促進
 - ✓ 夏は涼しい場所で、冬は暖かい場所で生活（ワーケーション、健康に良い？）
 - ✓ 増え続ける空き家の活用策に？
 - ✓ 姉妹都市と連携？

（ただし実施できるのは一部の限られた職種のみ）



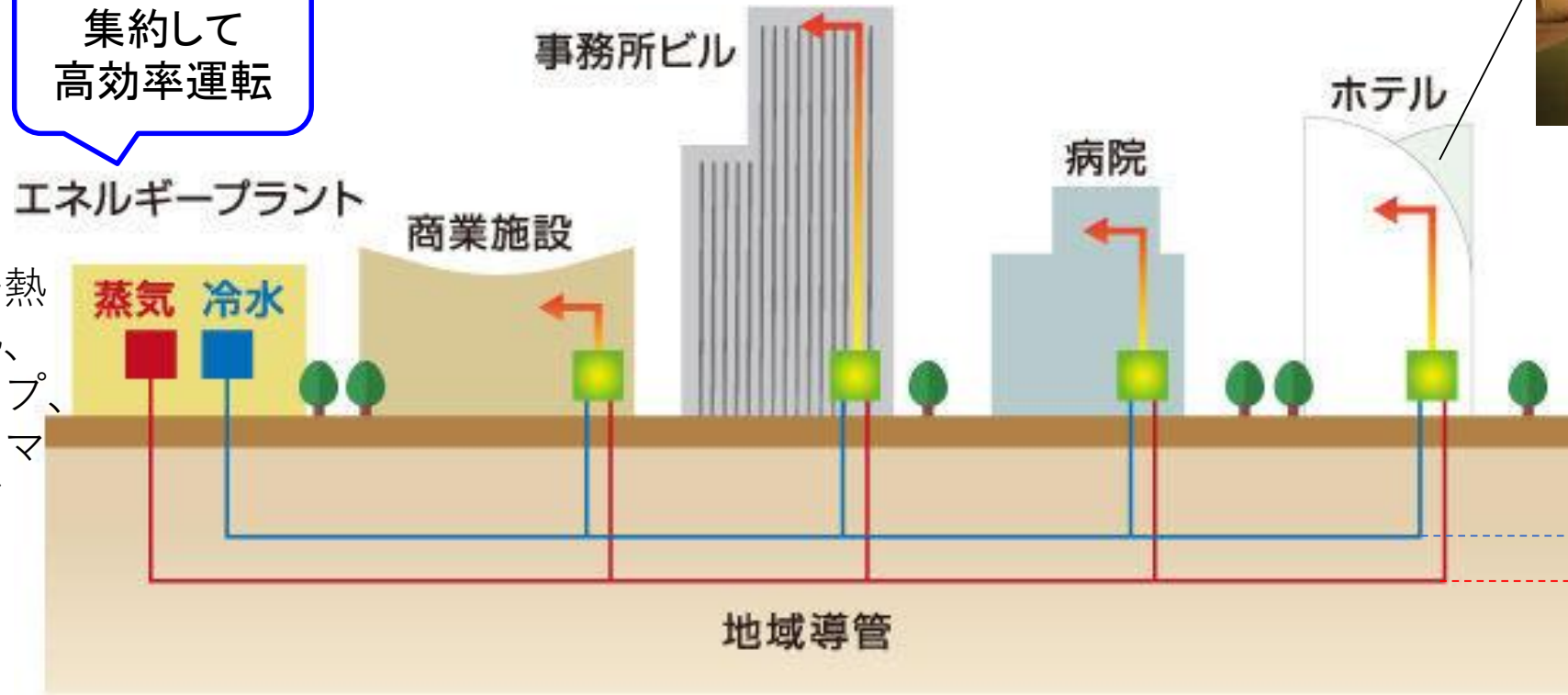
出所：家庭用エネルギー統計年報2016年版、住環境計画研究所（注）2人以上の世帯、電力二次換算

ゼロカーボン対策を整理して考えましょう（第2項）

生活の快適性を維持しつつ、
その生活に必要なエネルギー自体を減らす（まちづくり編）

地域冷暖房システム

集約して
高効率運転



お風呂カフェで
クール/ウォームシェア

欧州では、
熱源に太陽熱
や下水道熱、
ヒートポンプ、
木質バイオマ
スの利用が
急増中！



北欧では
一般住宅も
地域熱供給を
受けている

ゼロカーボン対策を整理して考えましょう（第3項）

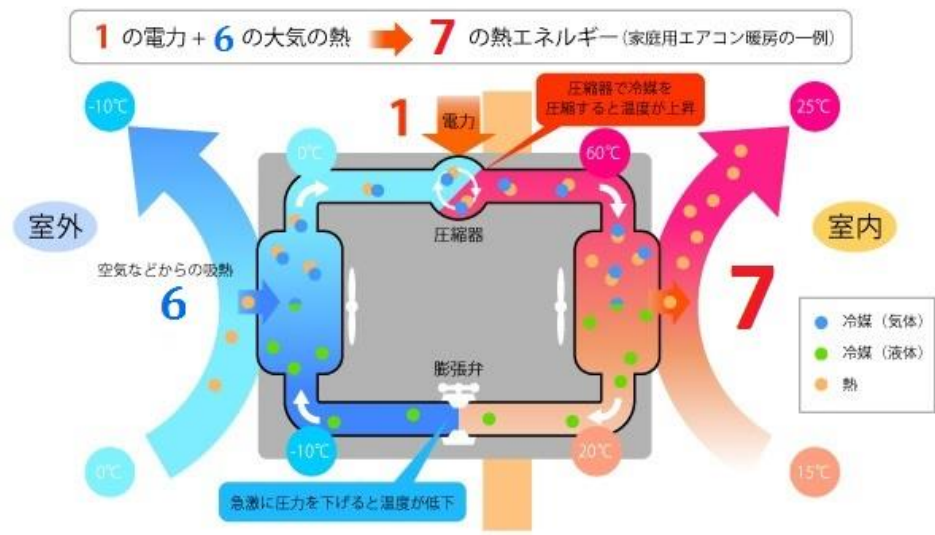
$$\text{CO}_2\text{排出量} = \text{人口} \times \frac{\text{生活満足度}}{\text{人口}} \times \frac{\text{物やエネルギーの必要量}}{\text{生活満足度}} \times \frac{\text{エネルギー量}}{\text{物やエネルギーの必要量}} \times \frac{\text{CO}_2\text{排出量}}{\text{エネルギー量}}$$

第1項 第2項 第3項 第4項

できるだけ少ないエネルギー消費で必要なエネルギーを満たす
= エネルギー効率を上げる対策

◆ヒートポンプ（※）の活用

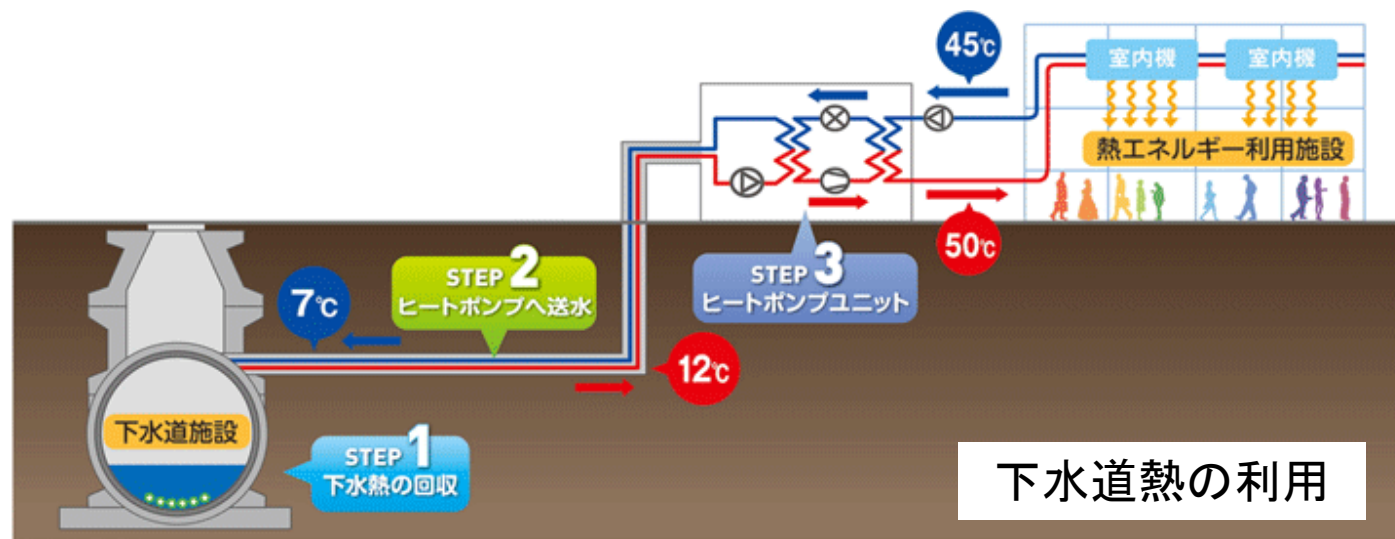
（※） 1のエネルギーで3～8倍の熱を移動させる技術。
室内と室外の温度差が小さいほど、熱を移動させる効率が向上する。



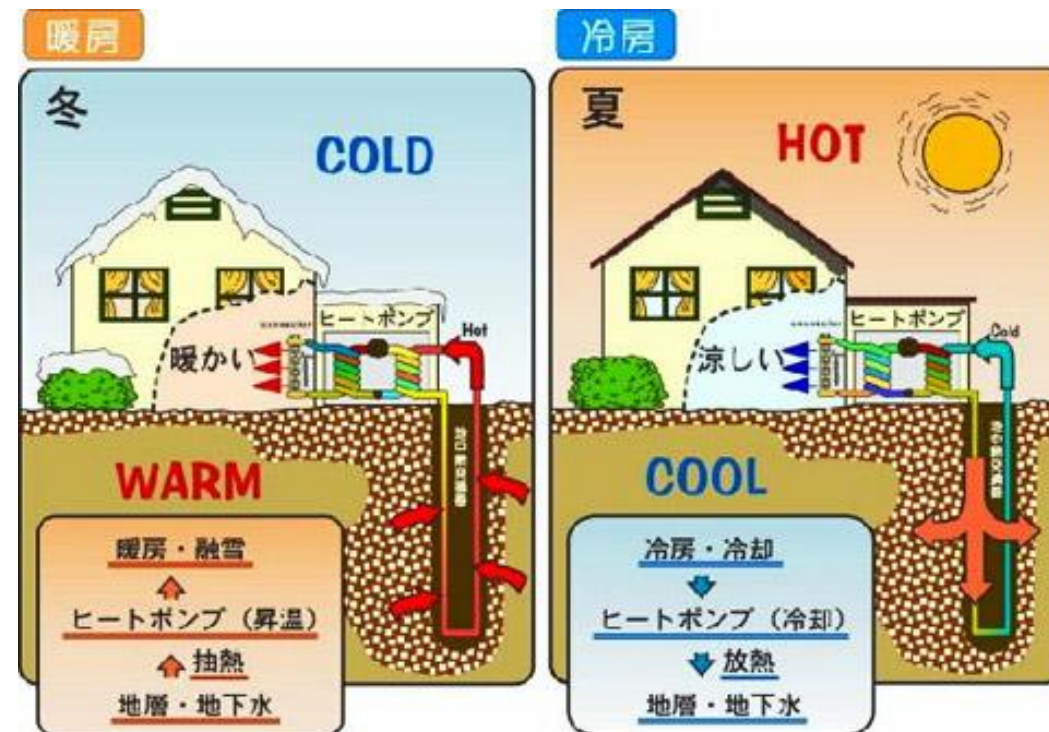
エアコンや冷蔵庫、エコキュートなどで既に使われている技術です！

ゼロカーボン対策を整理して考えましょう (第3項)

ヒートポンプ技術で、大気熱、地中熱、未利用熱を利用すれば、少ないエネルギーで多くの熱を供給できる



※温度は一例です



図引用：地中熱利用促進協会HP

ゼロカーボン対策を整理して考えましょう（第3項）

できるだけ少ないエネルギー消費で必要なエネルギーを満たす
=エネルギー効率を上げる対策

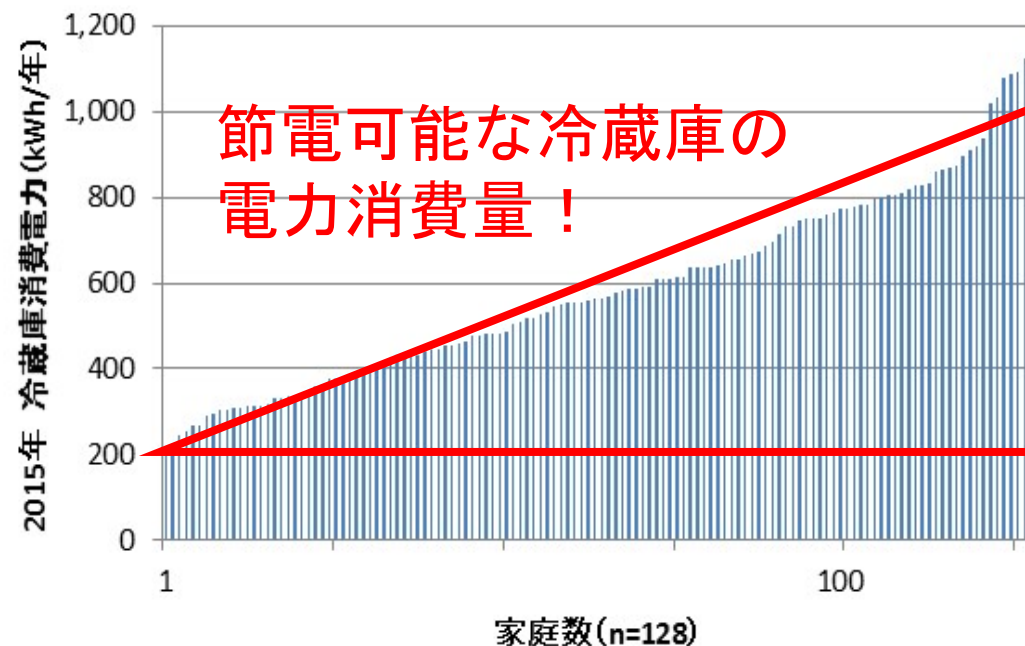
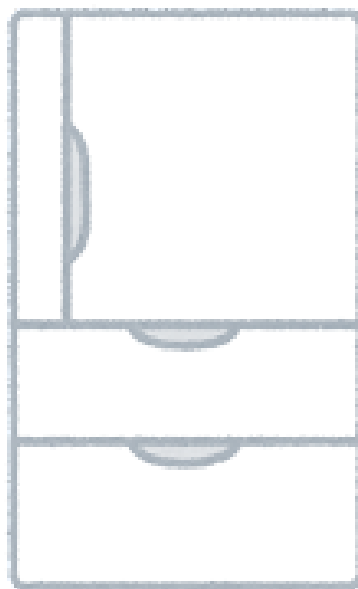
◆省エネ型製品（電化製品、自動車など）の普及



白熱球
40W
450ルーメン



LED電球
5W
450ルーメン

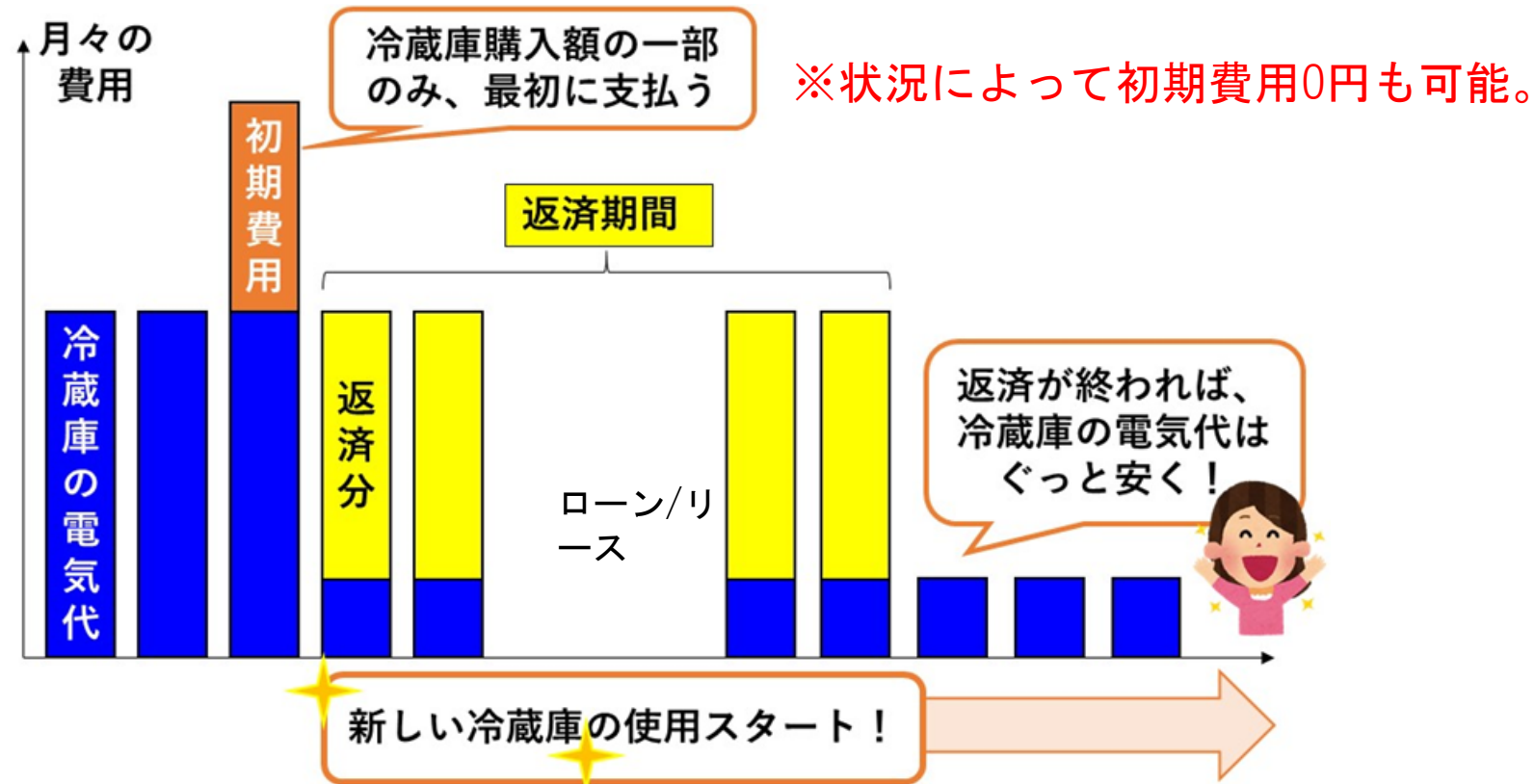


<参考> “節電払い”社会実証研究（2016～2018年）

節電払いとは？

機器を買い替える際に必要な初期費用の一部を金融機関などが立て替え、省エネ機器導入によって節約した電気代相当額を月々の実際の電気代と一緒に支払うことで、機器代を返済していく仕組み。

⇒アドバイスから「行動」へ！



ゼロカーボン対策を整理して考えましょう（第4項）

$$\text{CO}_2\text{排出量} = \text{人口} \times \frac{\text{生活満足度}}{\text{人口}} \times \frac{\text{物やエネルギーの必要量}}{\text{生活満足度}} \times \frac{\text{エネルギー量}}{\text{物やエネルギーの必要量}} \times \frac{\text{CO}_2\text{排出量}}{\text{エネルギー量}}$$

第1項 第2項 第3項 第4項



ゼロカーボンなエネルギーを供給する

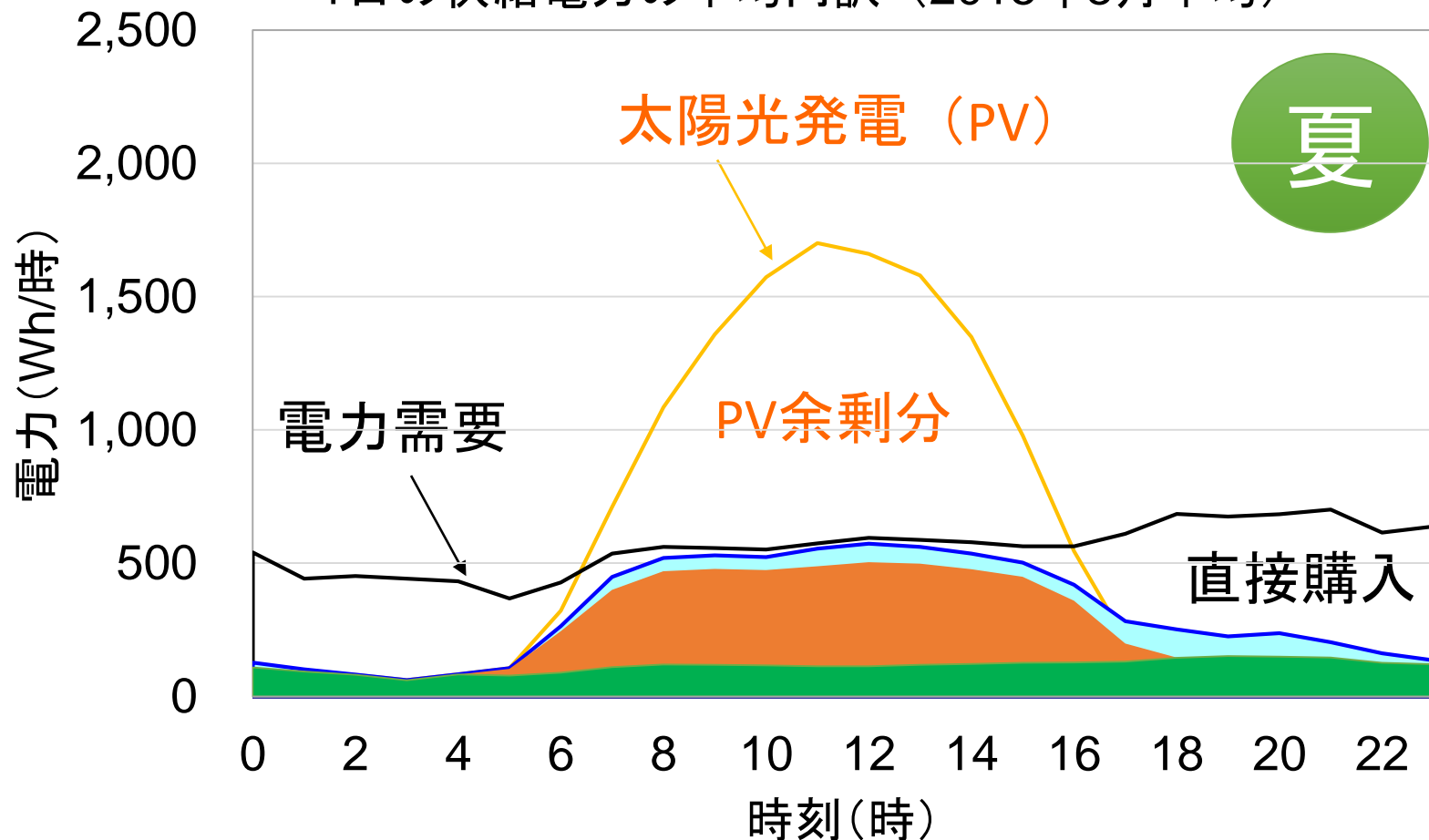


- ✓ 太陽光発電
 - ✓ 太陽熱暖房／給湯
 - ✓ 薪や木質チップ
 - ✓ **ゼロカーボン契約に切り替え**
(再エネ電力、カーボンニュートラルガスなど)
- ※原子力発電もCO₂ゼロ電源

ゼロカーボン対策を整理して考えましょう (第4項)

東京都 新築PV設置義務化

太陽光発電を備えた住宅における
1日の供給電力の平均内訳 (2015年8月平均)



※つくば市では3.5kWの太陽光発電の年間発電量は約4,310kWh。
住宅の電力需要は約4,600kWhなので、蓄電池（または電気自動車）があればほぼ自給できる。



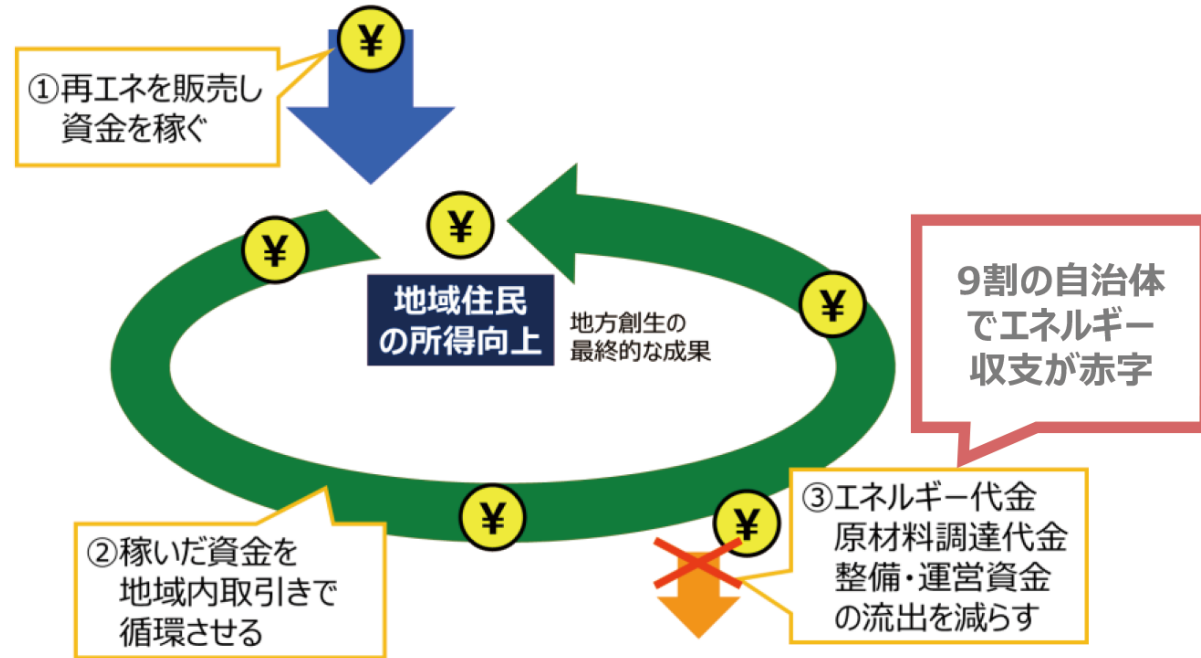
地域の再生可能エネルギーの活用等による地域経済への効果

- ・地域の雇用、資本
- ・利益の社会的投資
- ・熱等の副産物、地域内未利用資源の活用
- ・地域事業者による施設整備、維持管理
- ・再エネ地産地消

地域に利益をもたらすためのポイント

地域経済活性化
地域課題の同時解決
エネルギー自給

再エネ導入の視点で見た地域の経済循環構造

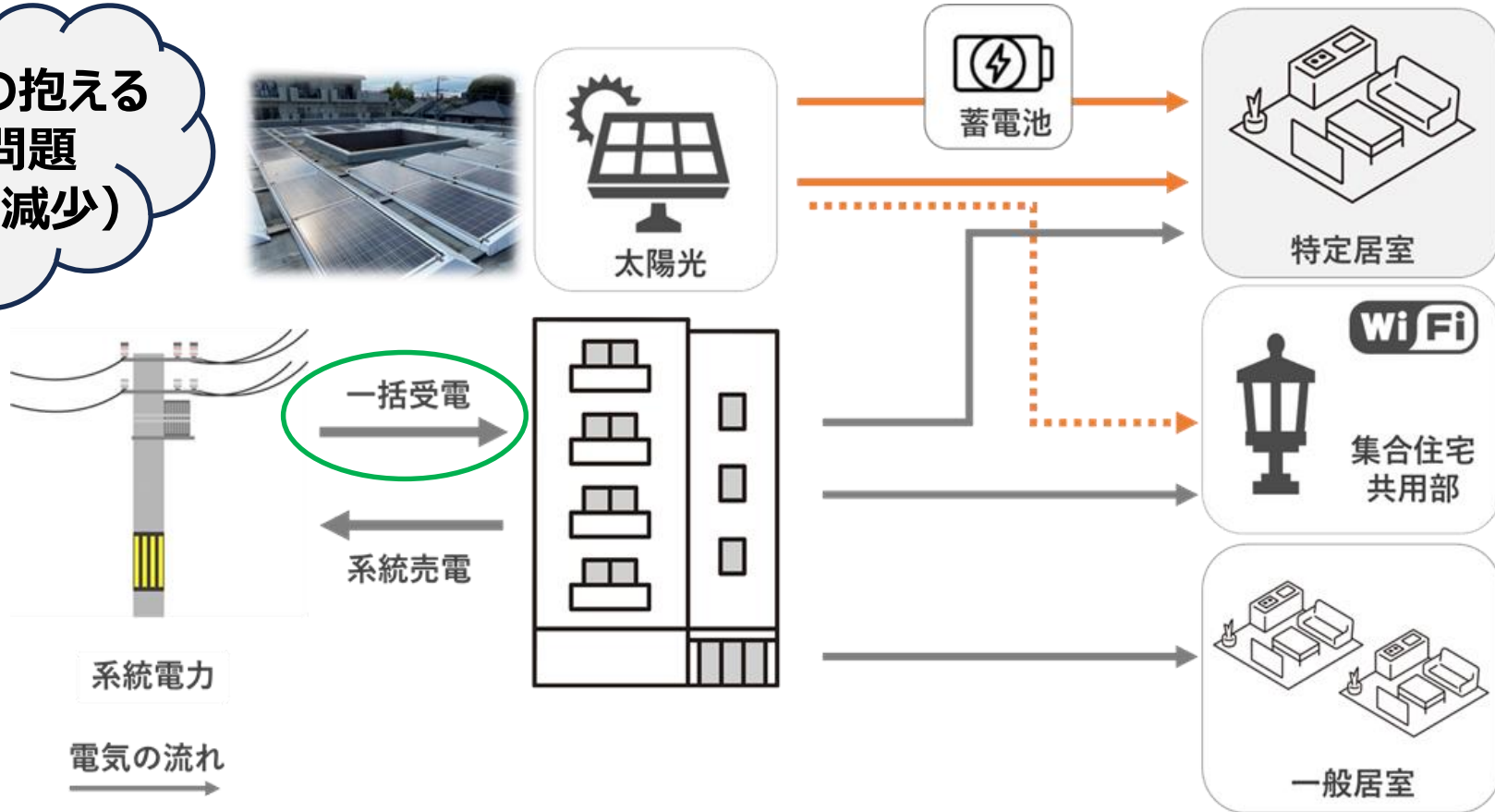


地域に貢献する/地域の困り事を解決する環境ビジネス
→多くの市民の理解を得られて市全体のCO₂削減につながる



×

オーナーの抱える
空室問題
(収益の減少)



入居率の低い居室
(ex.北側、半地下)

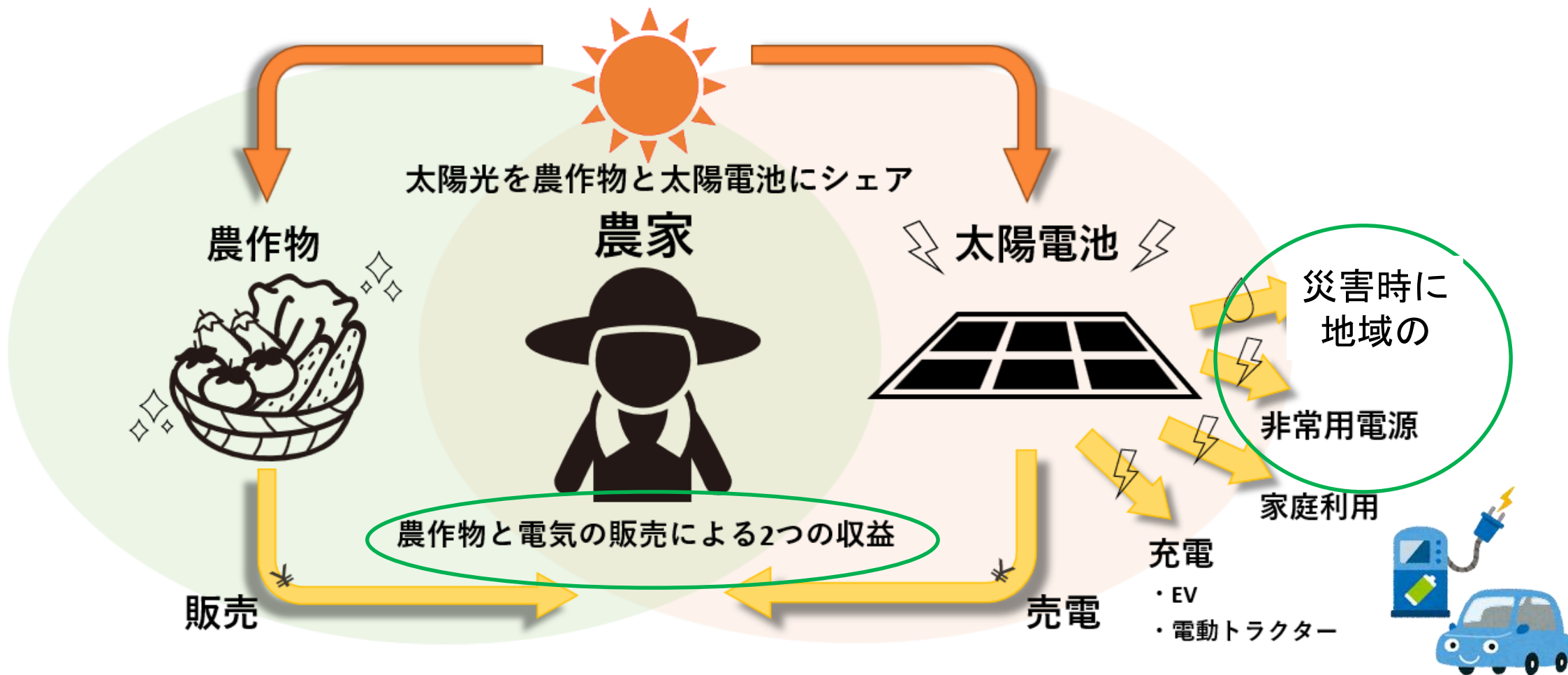
- ✓ 他居室よりも安い電気料金価格
(燃料調整費・再エネ賦課金不要)
- ✓ 再エネ電気で暮らせる部屋としての価値
入居率向上!

耕作放棄が進む農地

引用元) <https://www.pref.saitama.lg.jp/a0108/minuma/>

営農型太陽光発電

×



まとめ

CO₂排出量 =

$$\text{人口} \times \frac{\text{生活満足度}}{\text{人口}} \times \frac{\text{物やエネルギーの必要量}}{\text{生活満足度}} \times \frac{\text{エネルギー量}}{\text{物やエネルギーの必要量}} \times \frac{\text{CO}_2 \text{ 排出量}}{\text{エネルギー量}}$$

第1項 第2項 第3項 第4項

住宅の対策

非住宅の対策

街全体で取り組む対策

①それぞれの項の値を下げる対策には何がある？

②次に、その対策を実現するためには何が必要？

- ・ 情動的提案 (ex. 教育、情報提供)
- ・ 経済的提案 (ex. 新ビジネスに対する補助金、金利優遇)
- ・ 規制的提案 (ex. 法律、条例)

情報発信や経済的支援だけでは進まない、
もしくは早急に対策したいことは規制で！
Ex. 省エネ性能の低い集合住宅は賃貸禁
止に(inフランス)

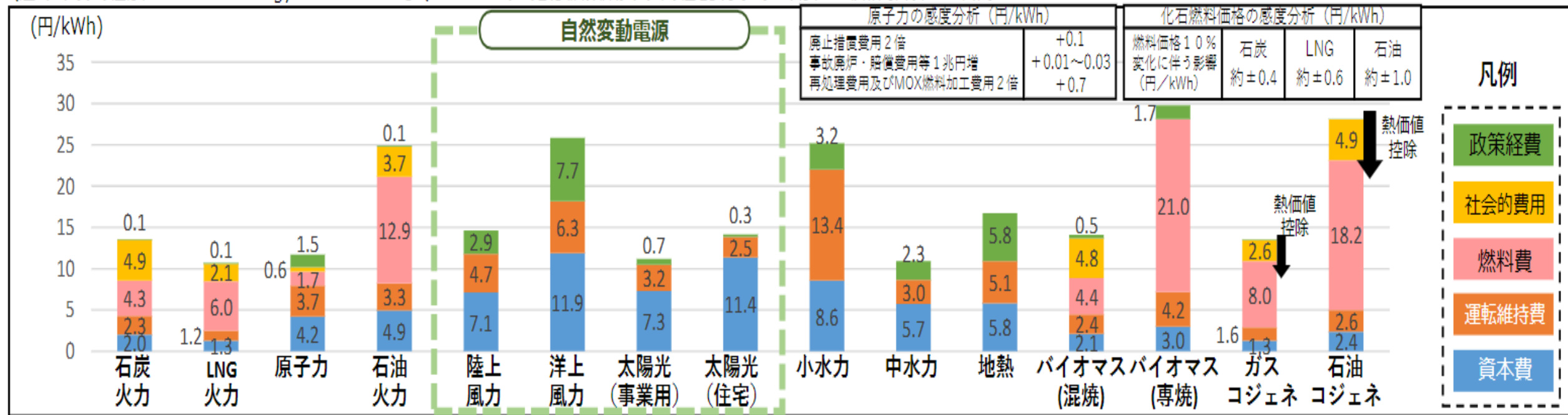
個人の脱炭素策に補助金を
つけるのではなく、ビジネス
を支援する補助金も！

(参考資料) 再生可能エネルギーの発電コスト比較

電源	石炭火力	LNG火力	原子力	石油火力	陸上風力	洋上風力	太陽光(事業用)	太陽光(住宅)	小水力	中水力	地熱	バイオマス(混焼、5%)	バイオマス(専焼)	ガスコジェネ	石油コジェネ
発電コスト(円/kWh) ※()は政策経費なしの値	13.6~22.4 (13.5~22.3)	10.7~14.3 (10.6~14.2)	11.7~ (10.2~)	24.9~27.6 (24.8~27.5)	9.8~17.2 (8.3~13.6)	25.9 (18.2)	8.2~11.8 (7.8~11.1)	8.7~14.9 (8.5~14.6)	25.2 (22.0)	10.9 (8.7)	16.7 (10.9)	14.1~22.6 (13.7~22.2)	29.8 (28.1)	9.5~10.8 (9.4~10.8)	21.5~25.6 (21.5~25.6)
設備利用率 稼働年数	70% 40年	70% 40年	70% 40年	30% 40年	25.4% 25年	33.2% 25年	17.2% 25年	13.8% 25年	60% 40年	60% 40年	83% 40年	70% 40年	87% 40年	72.3% 30年	36% 30年

(注1) 表の値は、今回検証で扱った複数の試算値のうち、上限と下限を表示。将来の燃料価格、CO2対策費、太陽光・風力の導入拡大に伴う機器価格低下などをどう見込むかにより、幅を持った試算としている。例えば、太陽光の場合「2030年に、太陽光パネルの世界の価格水準が著しく低下し、かつ、太陽光パネルの国内価格が世界水準に追いつくほど急激に低下するケース」や「太陽光パネルが劣化して発電量が下がるケース」といった野心的な前提を置いた試算値を含む。

(注2) グラフの値は、IEA「World Energy Outlook 2020」(WEO2020)の公表済政策シナリオの値を表示。コジェネは、CIF価格で計算したコスト。



(参考資料) 日本の太陽光発電はなぜ高いのか (自然エネルギー財団HP)

連載コラム 自然エネルギー・アップデート

ツイート

日本の太陽光発電はなぜ高いのか

2016年2月4日 木村啓二 自然エネルギー財団 上級研究員

世界的に太陽光発電の価格は劇的に低下しているが、海外と比べると日本の太陽光発電の価格は高い。国際エネルギー機関の資料によれば、2014年の日本における地上設置型の太陽光発電システムの価格は、2.5ドル/ワットであり、他の先進諸国におけるコストに比べて4割から9割高い(図1)。特にドイツやイタリアなどの太陽光発電が普及している国々に比べると、2倍近い価格差がある。

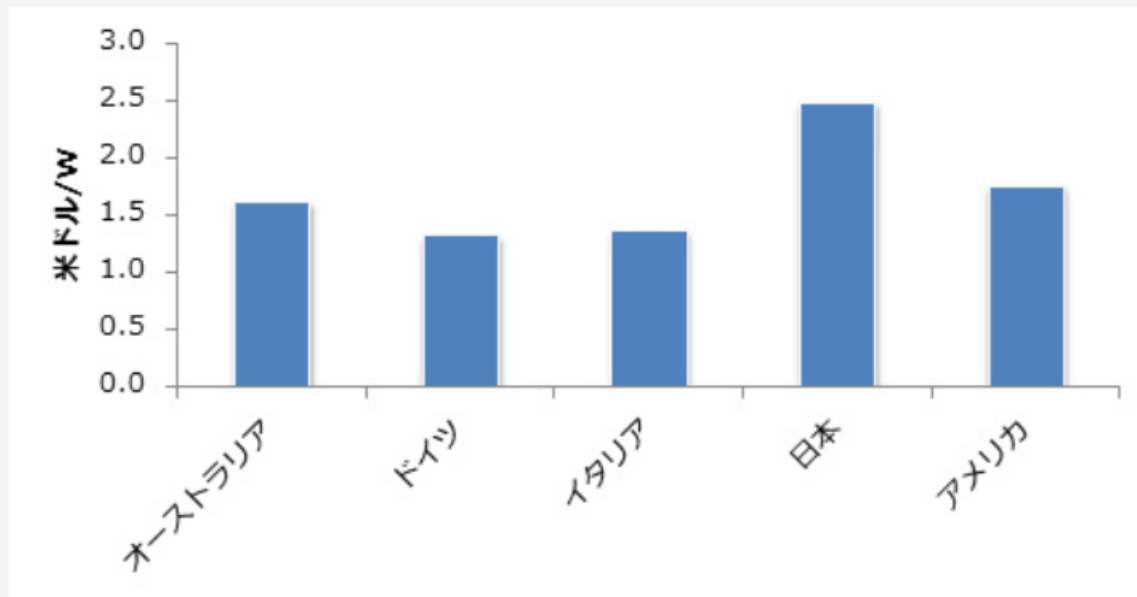


図1 2014年の地上設置型太陽光発電のシステム価格

出典: IEA-PVPS (2015) Trends 2015 in Photovoltaic Applications: Survey Report of Selected IEA Countries between 1992 and 2014.

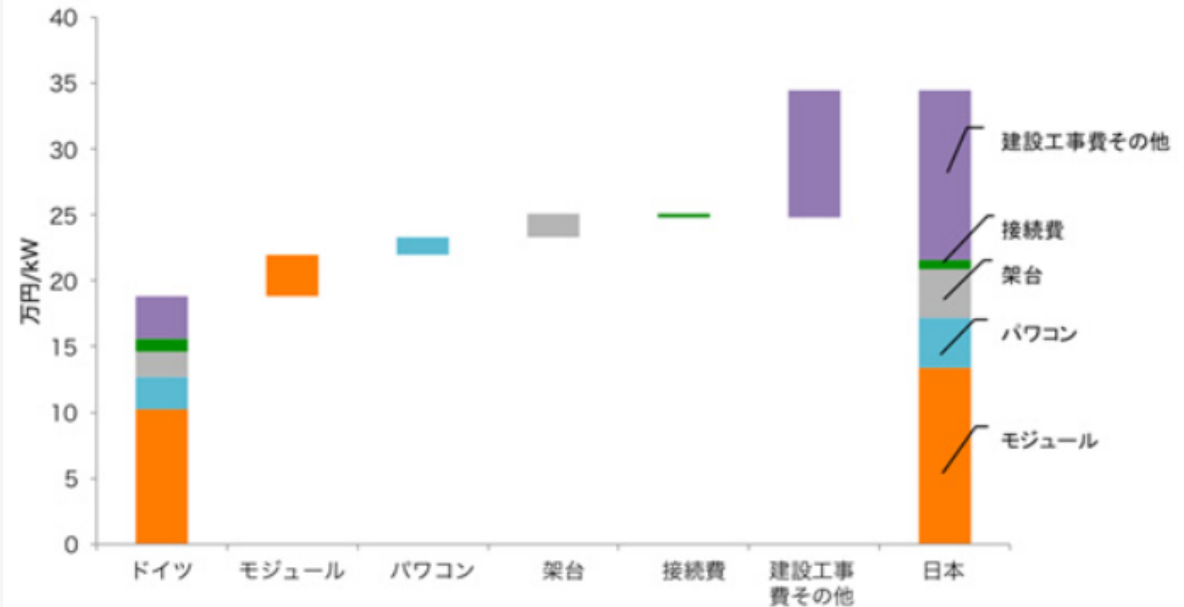


図2 10~50kWの太陽光発電システムの要素別コスト

- ✓ 施工期間がドイツの2~7倍→建設工事費が高い
- ✓ モジュール (太陽光発電のパネル部分) がドイツは中国・台湾製が大半