

太陽光発電を主体とするエネルギー需給システムの検討  
～ 茨城県を事例に～

---

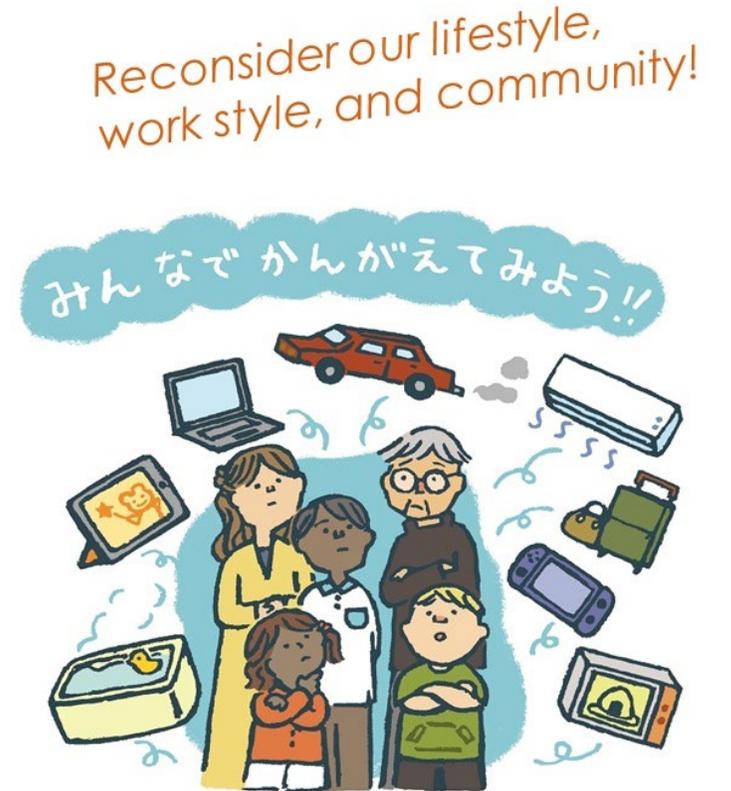
2025年 1月 25日

国立大学法人筑波大学  
株式会社エネルギー・生活科学研究所

---

# つくばグリーンホロニズムタウン—3つの基本方針

- *カーボンニュートラルを達成*
  - 利用する電源：再生可能エネルギーと未利用エネルギー
  - 活用する手法：CO2分離・回収・利用技術
- *エネルギー需給のバランス*
  - 供給されるエネルギーは自然条件により変動
  - 需要はデマンドサイドマネジメント
- *生活・仕事・移動様式の変容*
  - エネルギー製造量の予測に準拠して行動
  - 電動車は運輸の代わりに調整電源に適用



© Kaori Takahashi

## (想定時期・規模)

- 想定時期・地域 : 2030年, 茨城県内都市部のコミュニティ
- 供給電源 : 県内の再生可能エネルギー, 他
- 部門・規模 : 家庭部門, 100 – 200軒程度

# つくばグリーンホロニズムタウン（学術研究タイムライン）

## つくばグリーンホロニズムタウン

再生可能エネルギー需給型  
コミュニティ予備的な需給見通し

つくばグリーンホロニズム  
タウン-3つの基本方針

## 再生可能エネルギー需給型コミュニティ

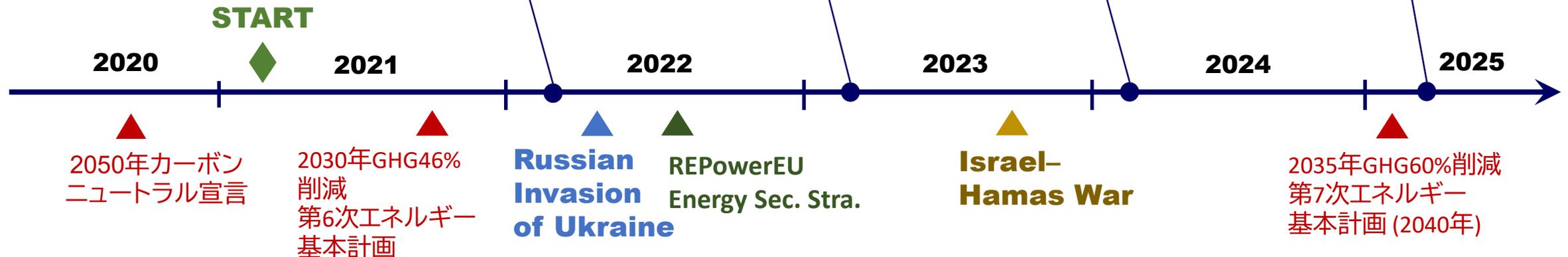
エネルギー需給  
バランス機構

需要形成シナリオ  
と需要データ制作

## 太陽光発電を主力エネルギー とする地域コミュニティ

需要家機器による  
需給バランス手法

平年値を活用した  
システム構成方法



# 「変動性再生可能エネルギー」に係る基本的な課題（2021年）

ゼロ・エミッション  
エネルギー供給(茨城県)

Photovoltaic (PV) Power Plant



Ibaraki Pref.



Resource Allocation Planning

Residential PV



エネルギー自給率 & 環境適合

つくばグリーンホロニズムタウン

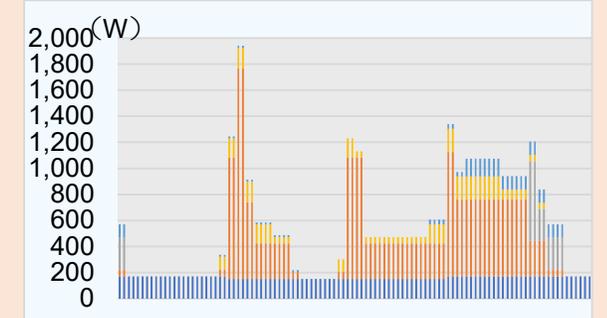


© Kaori Takahashi

How to adjust Supply and Demand?

エネルギー需要プロファイル  
(省エネ含む)

Electricity Demand



Energy Demand Forecasting

Heat Demand



経済効率性

# 「予備的な需給見通し」の課題：季節間の需給ギャップ（2021年）

- 太陽光発電を主力エネルギーとした場合の需給ギャップ（茨城県）

期間 需給ギャップ	季節分類			
	冬期 (12 - 2月)	春期 (3 - 5月)	夏期 (6 - 8月)	秋期 (9 - 11月)
季節間需給ギャップ	供給 << 需要	供給 >> 需要	供給 > 需要	供給 ≈ 需要
<ul style="list-style-type: none"> <li>供給: 太陽光発電</li> <li>需要: 電力 + 燃料</li> </ul>				
代表日の日射と 気温・水温プロフィール	<p>On Jan. 2, 2019</p>	<p>On May 16, 2019</p>	<p>On Aug. 18, 2019</p>	<p>On Nov. 10, 2019</p>

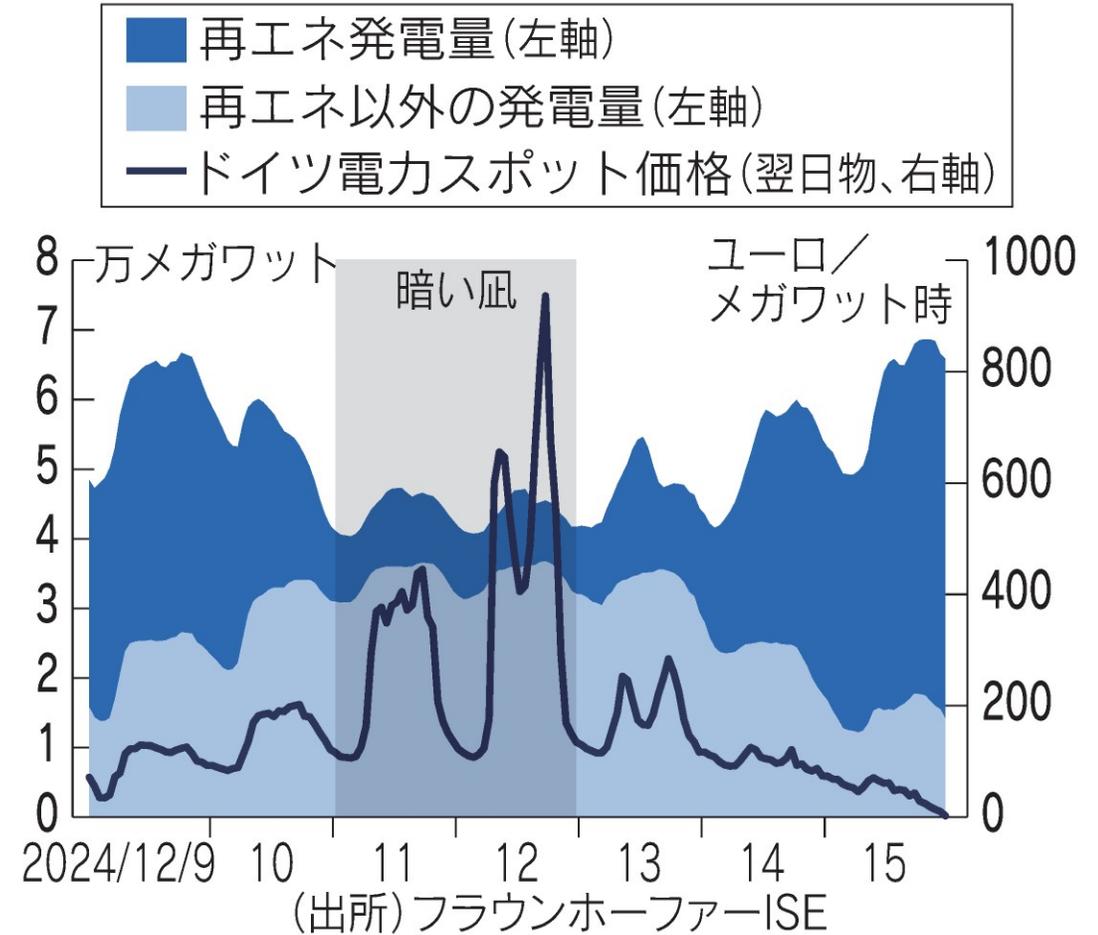
# 「予備的な需給見通し」の課題：暗い嵐（Dunkelflaute）（2021年）

- ‘Dunkelflaute’ strike—Electricity Price record in Germany *(Published: 12 December 2024, Sweden Herald)*

( December 11–13, 2024 in Germany )



Photo: Rudger Maning / DWD

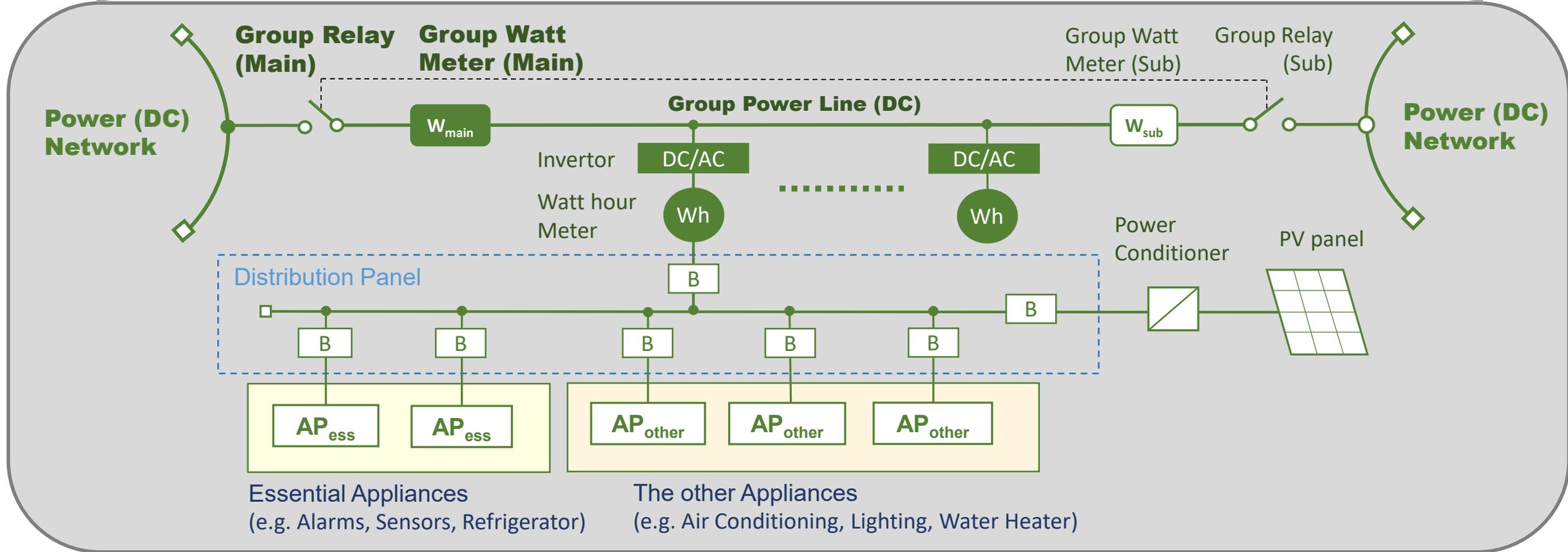
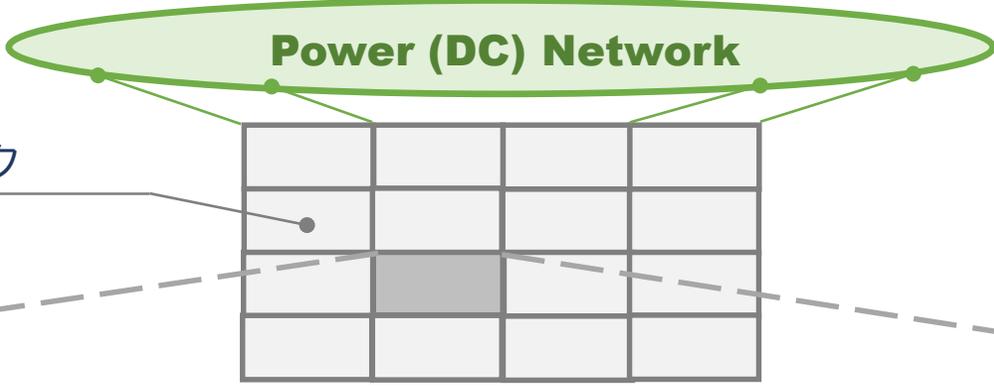


**€1,013/MWh = €1.01/kWh = ¥162/kWh**

# エネルギー需給バランス機構；デマンド・リリース（2022年）

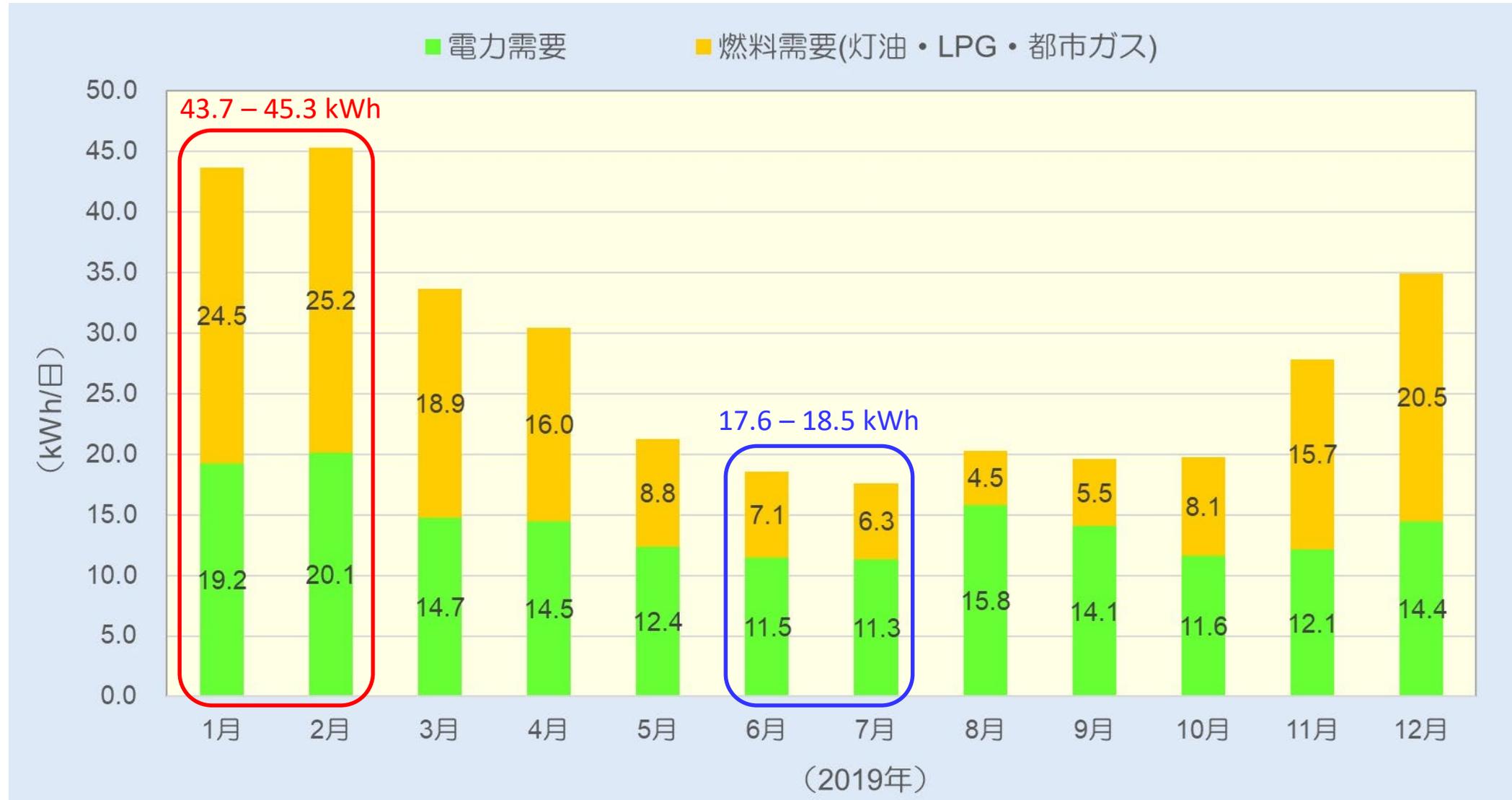
再生可能エネルギー需給型コミュニティ  
(100 - 200軒程度)

需要家ブロック  
(10軒程度)



# エネルギー需要：月別プロフィール（2023年）

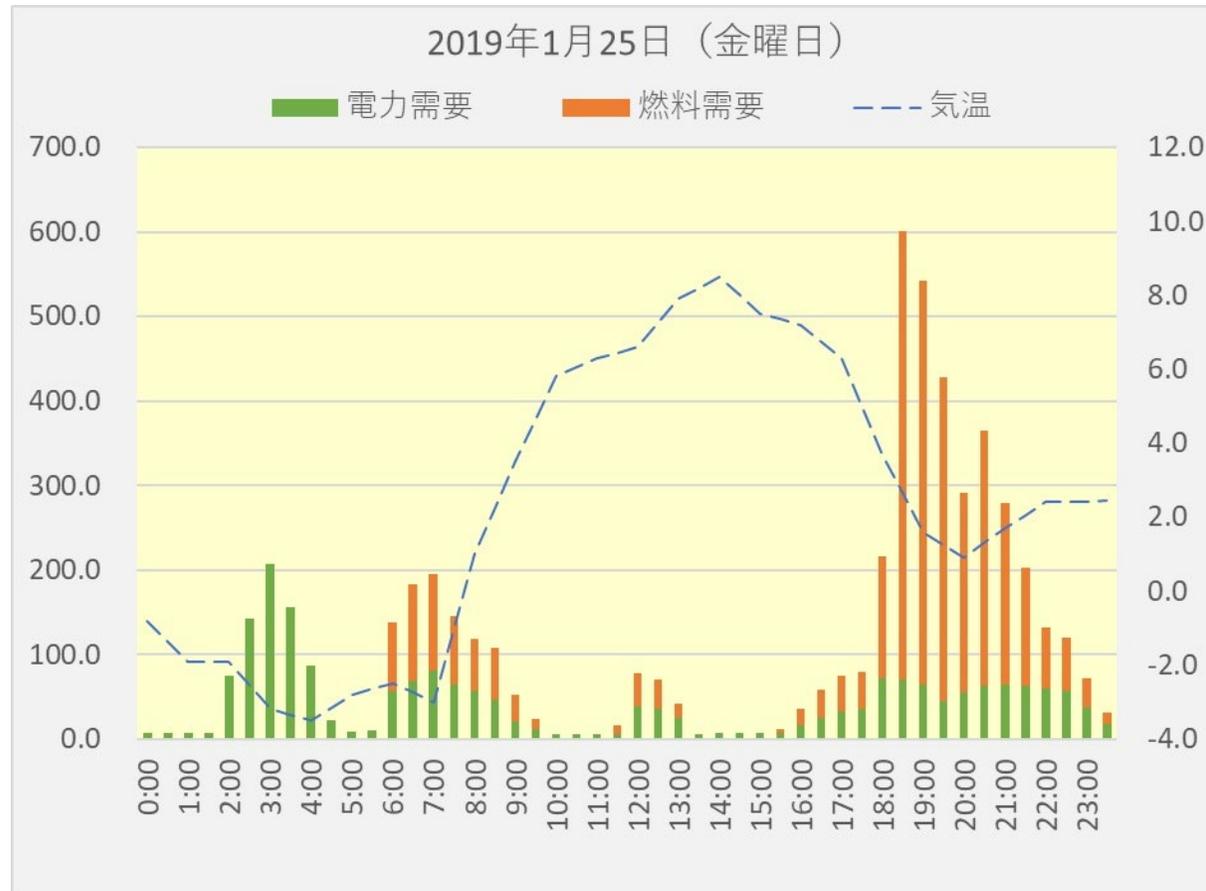
- 電力需要（電力）と燃料需要（灯油・LPG・都市ガス） [茨城県・家庭部門；2019年]



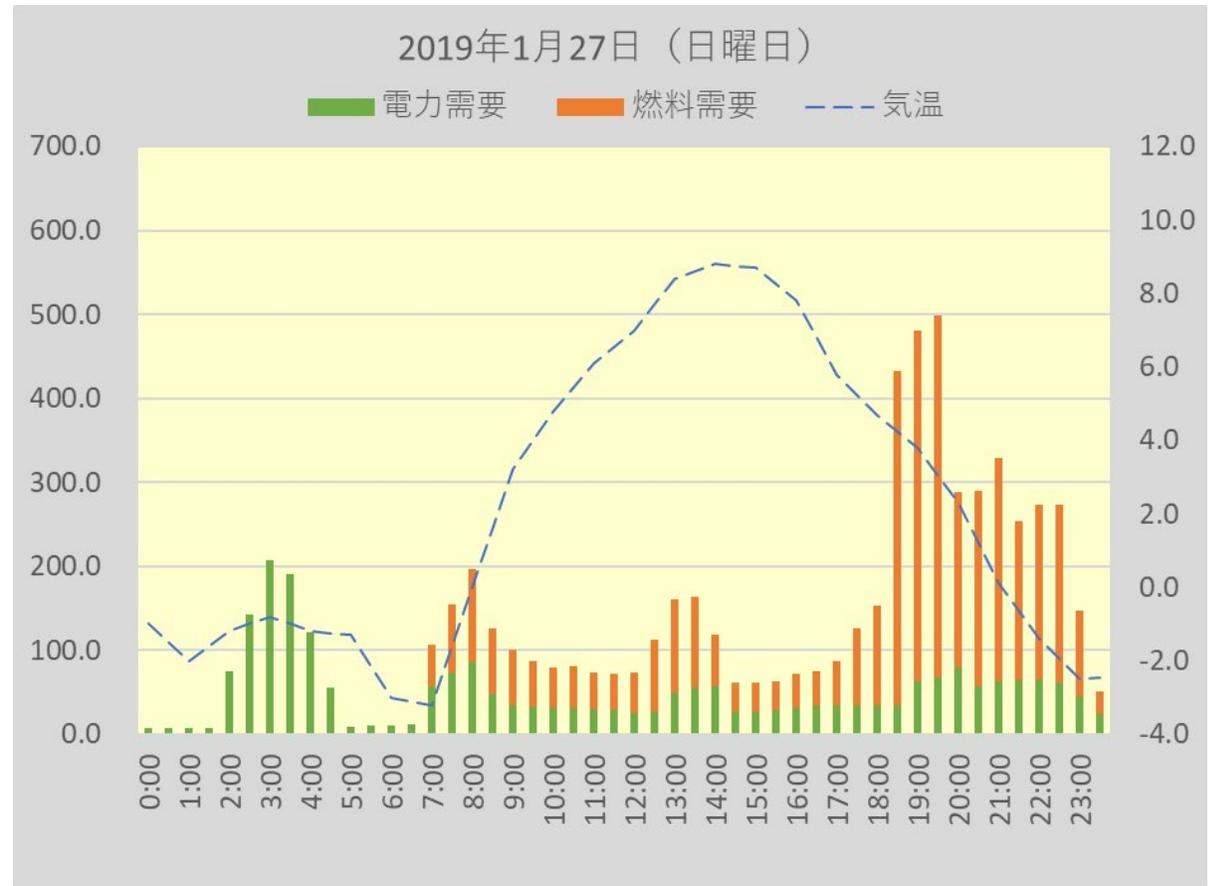
# エネルギー需要：日別プロファイル（2023年）

- 電力需要（電力）と燃料需要（灯油・LPG・都市ガス） [in year 2019]

（冬期：平日・昼間外出）



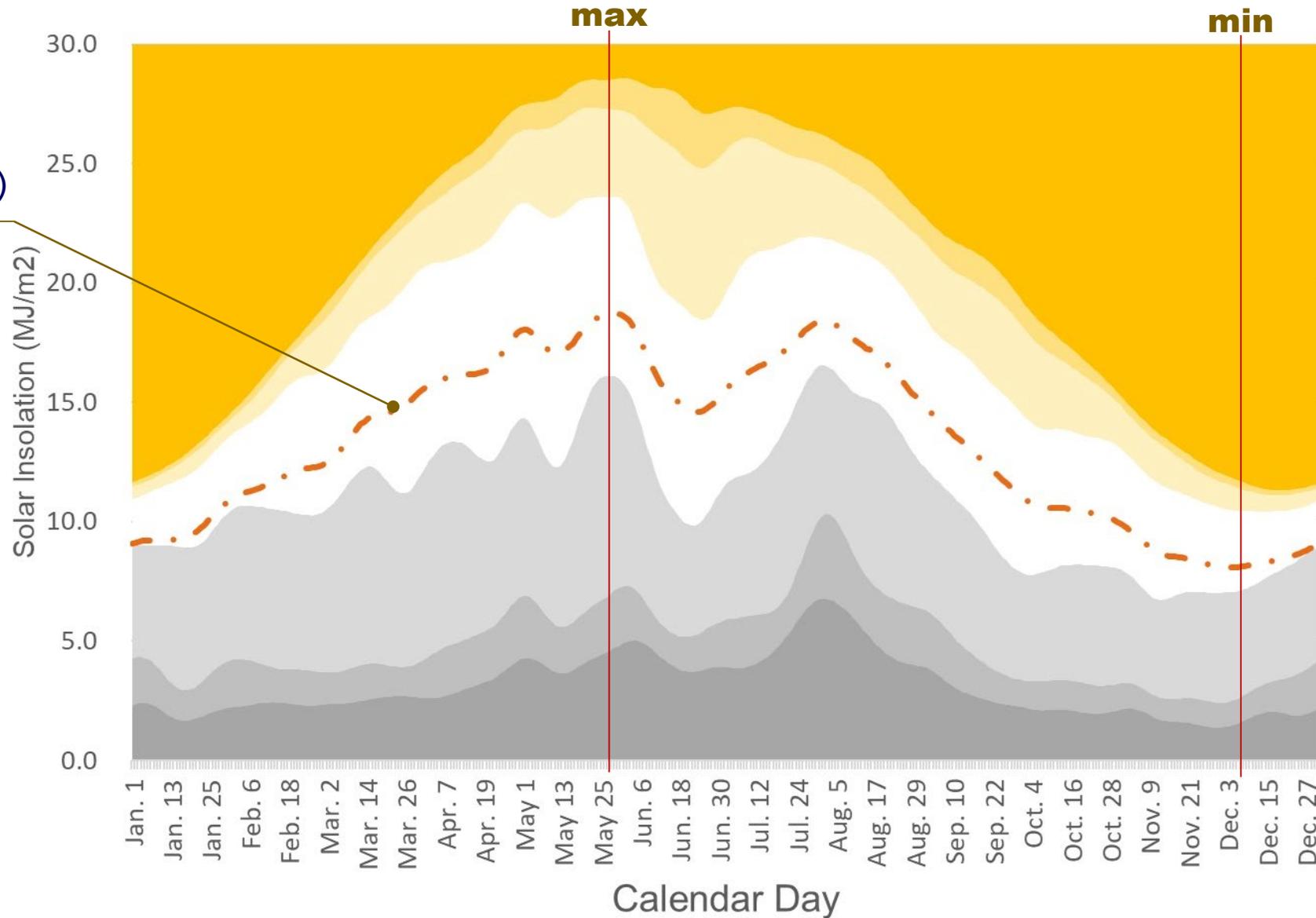
（冬期：休日・昼間在宅）



# 「日射量の平年値」と変動区分（つくば市）（2023年）

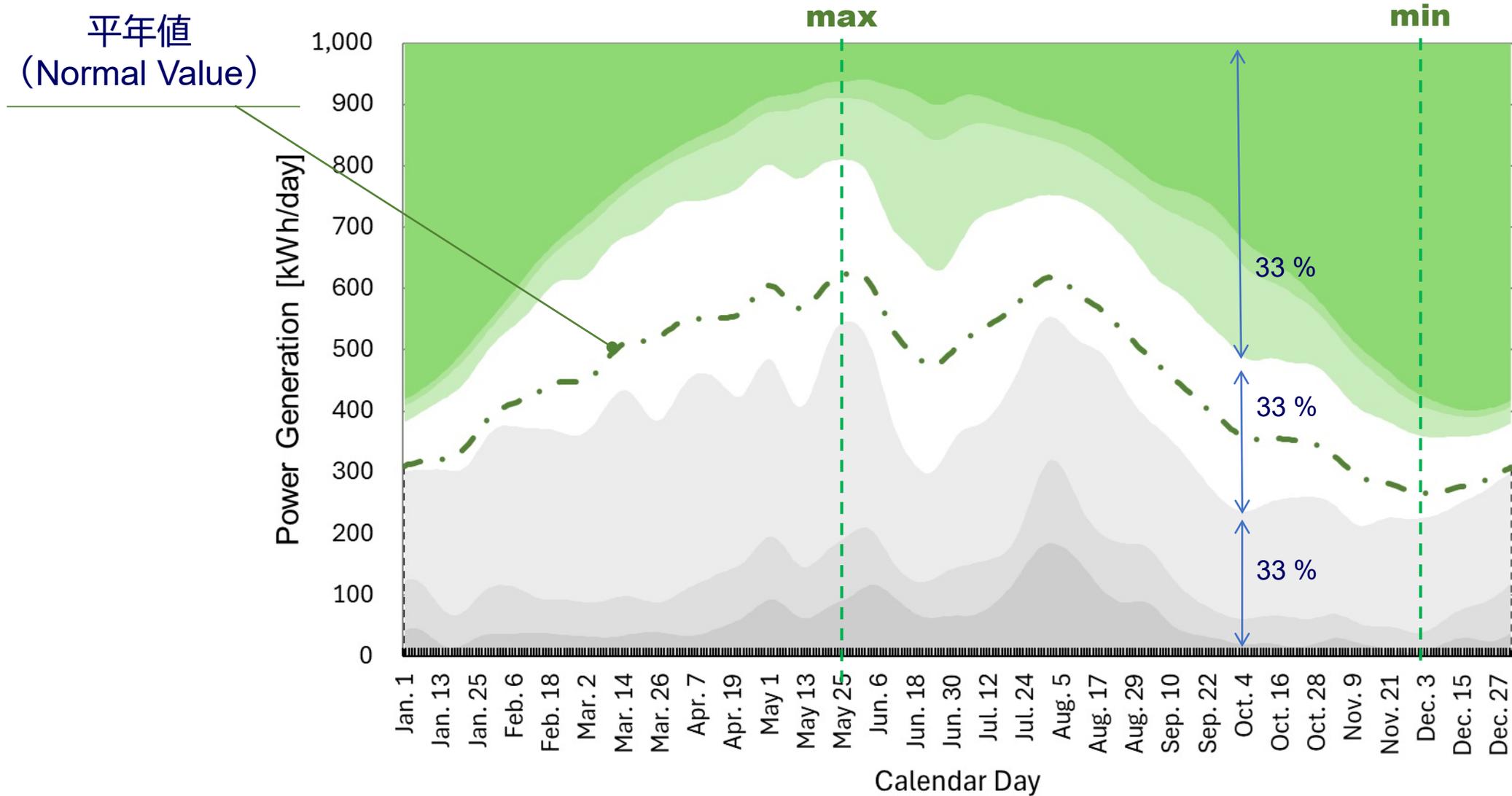
● 日射量の平年値と変動区分（1989–2018年; 30年）

平年値  
(Climate Normal)



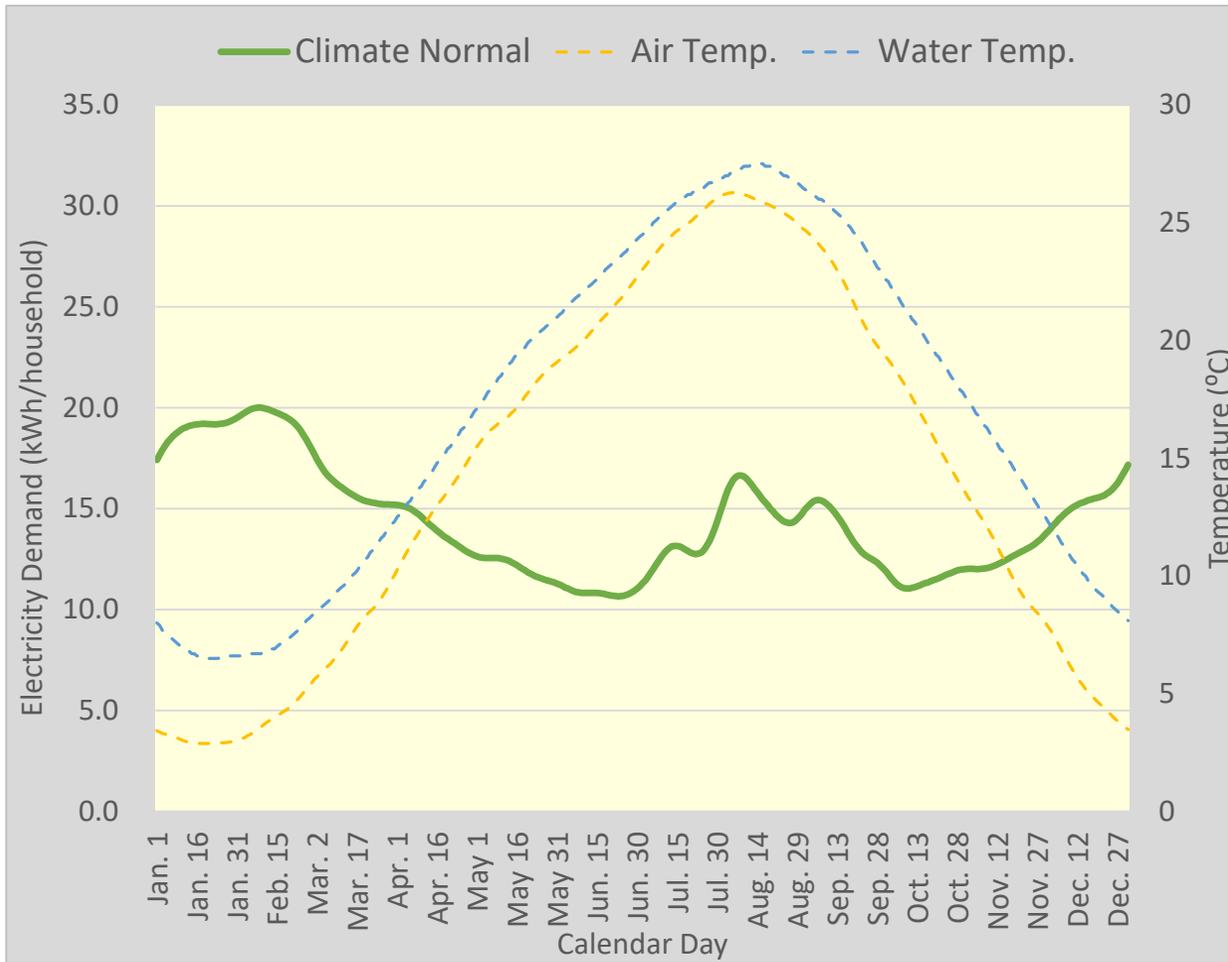
# 「太陽光発電量の平年値」と変動区分（つくば市）（2023年）

- 太陽光発電量の変動指標〈1989-2018年〉（PV容量100kW at つくば市）



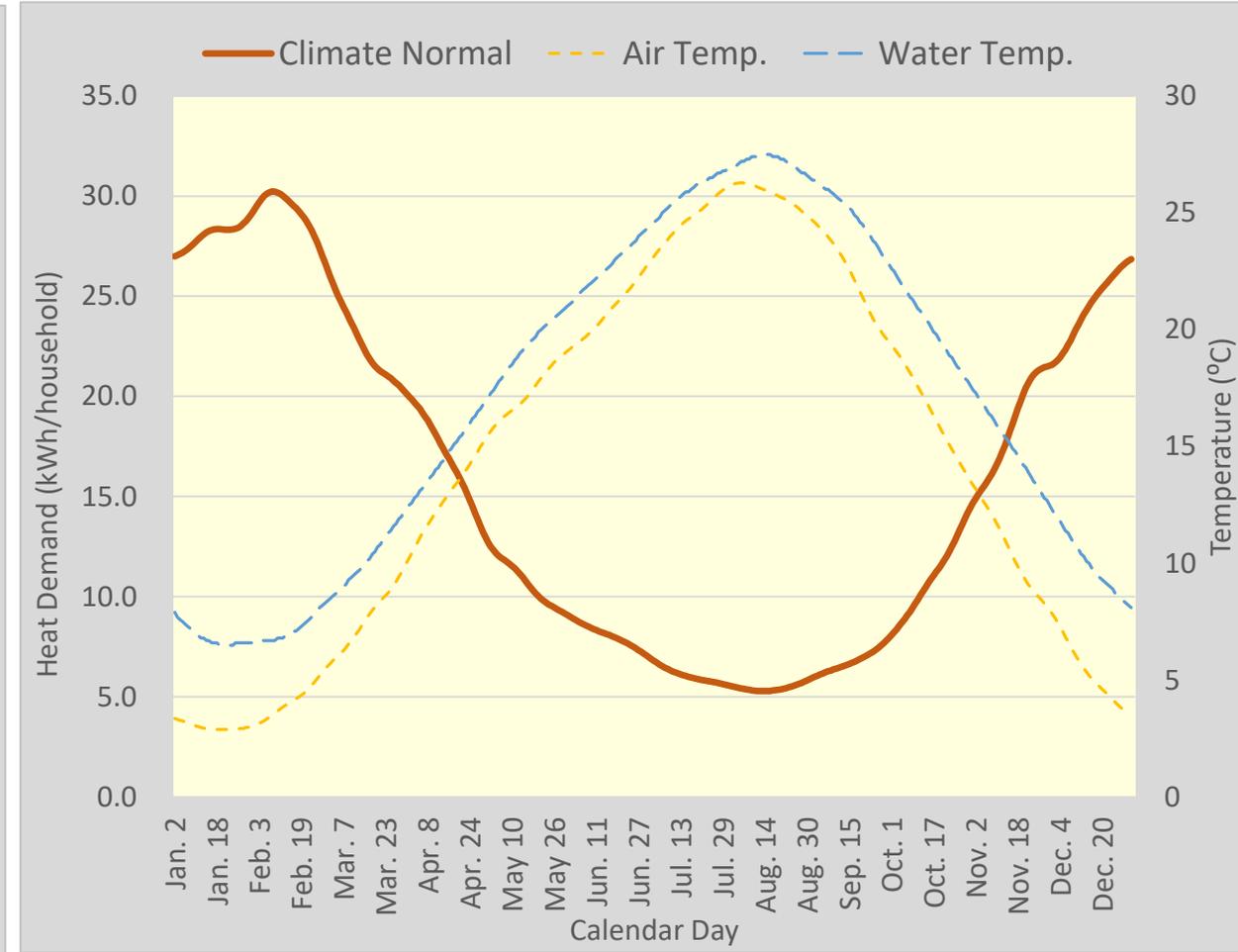
# 「電力需要と燃料需要の平年値」 (つくば市) (2024年)

## ● 電力需要の平年値 (つくば市; 2008–2018年)



(主用途) 空調(暖房・冷房), 動力, 給湯(HP給湯機), 厨房(電磁調理器), テレビ・PC, 他

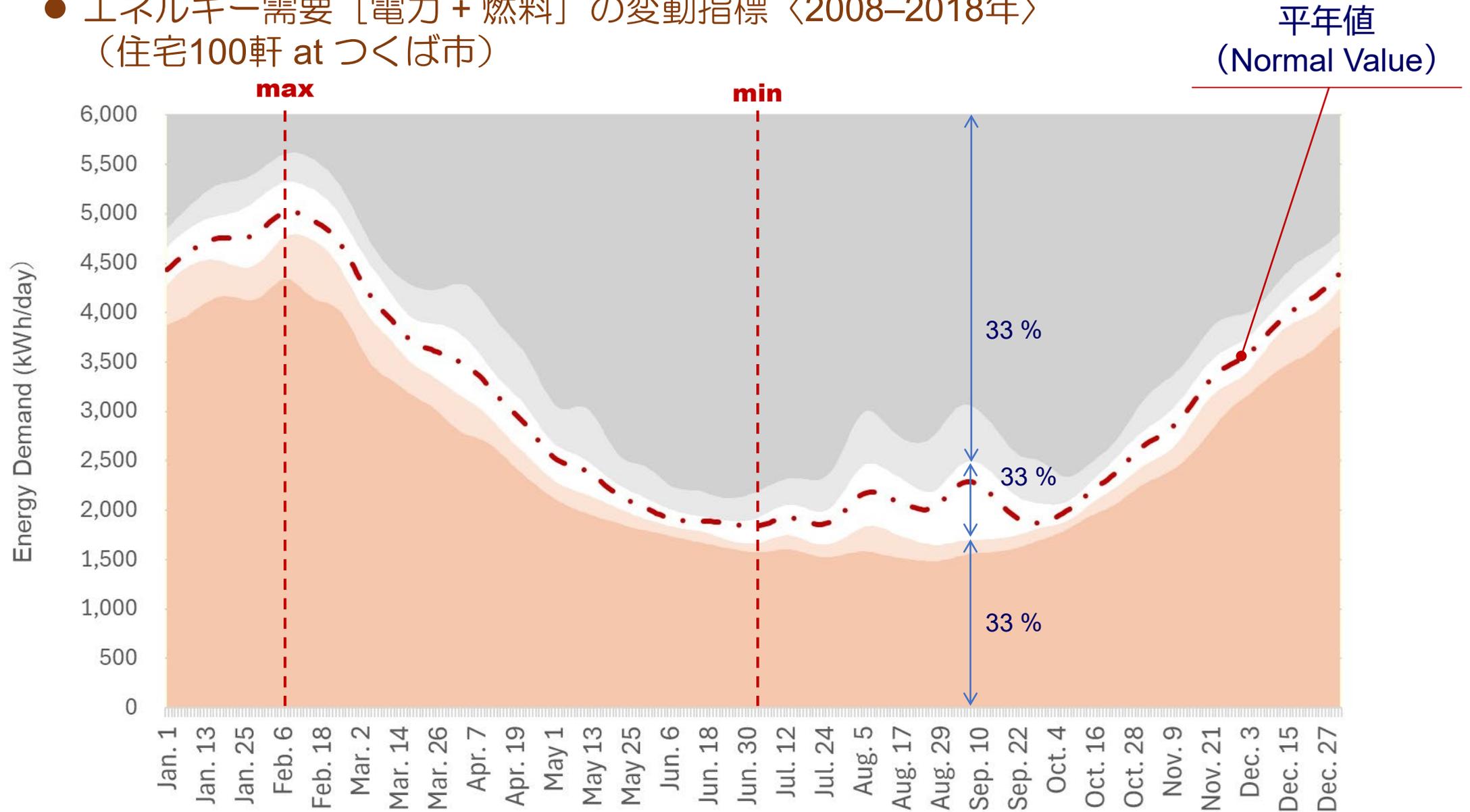
## ● 燃料需要 (灯油・都市ガス・LPG) の平年値 (つくば市; 2008–2018年)



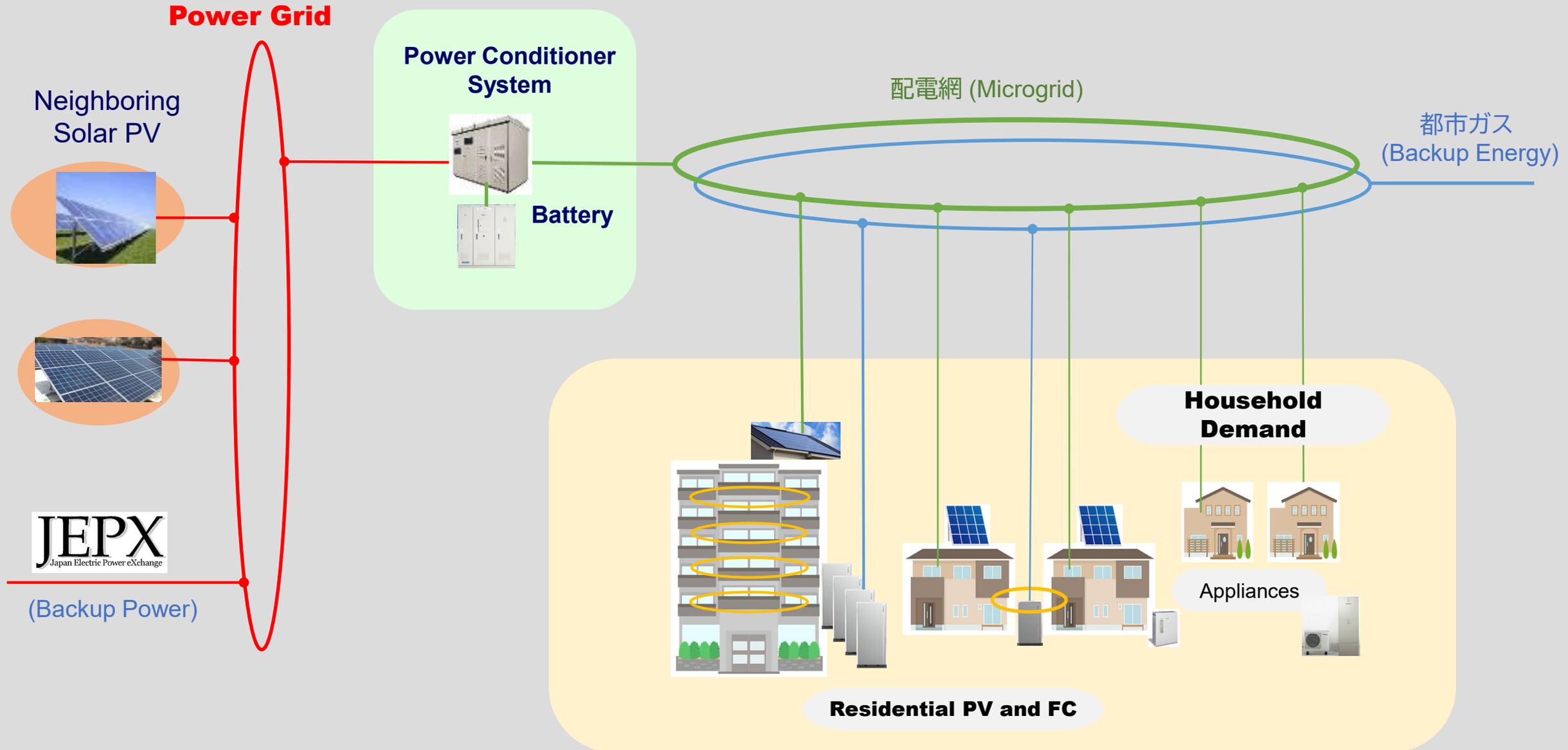
(主用途) 暖房(ストーブ), 風呂・給湯(ガス瞬間式), 厨房(ガスコンロ)

# 「エネルギー需要の平年値」と変動区分（つくば市）（2024年）

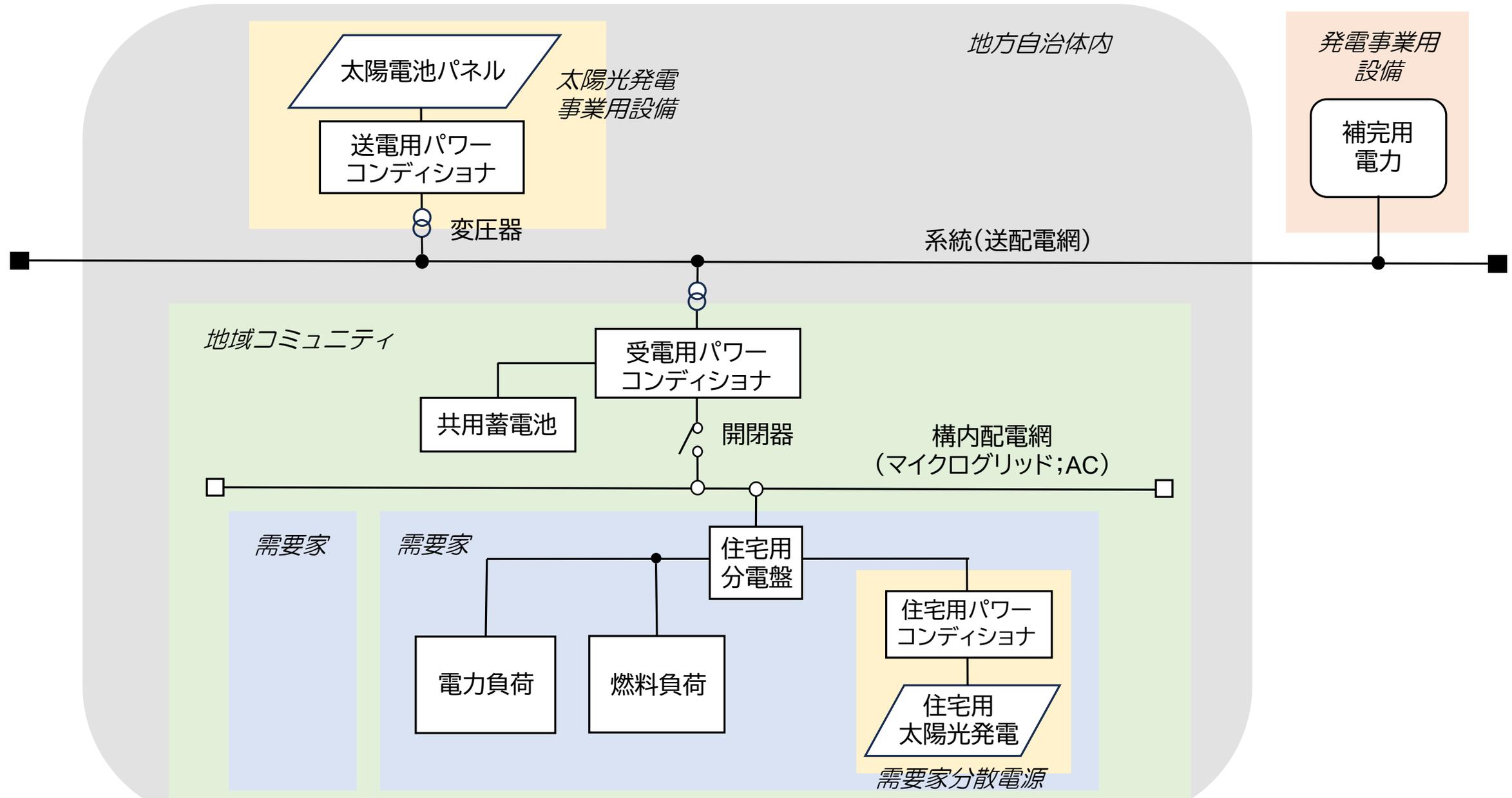
- エネルギー需要 [電力 + 燃料] の変動指標 <2008–2018年> (住宅100軒 at つくば市)



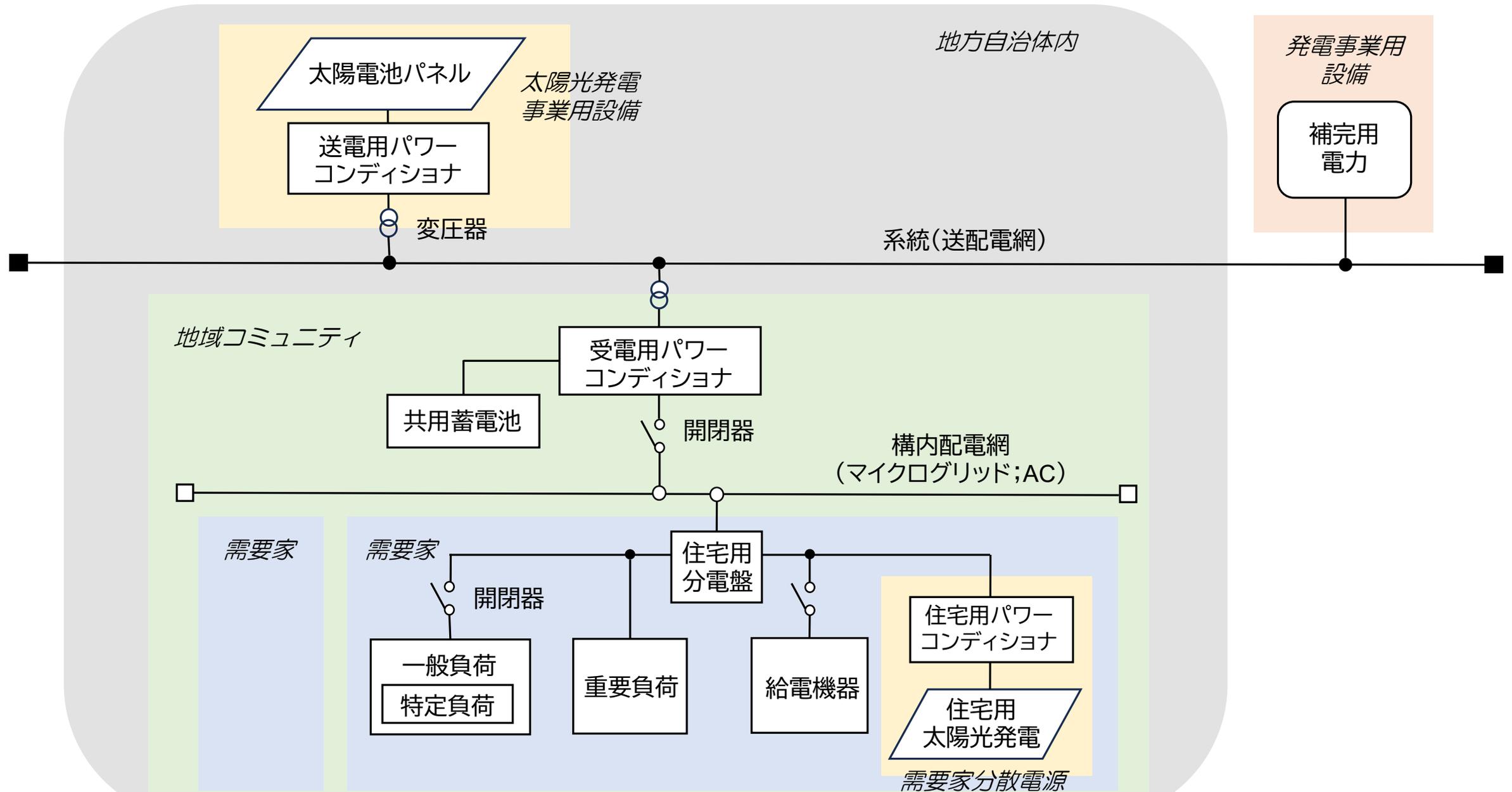
# 太陽光発電を主体とするエネルギー需給システム（イメージ）



# エネルギー需給システムの構成（供給側）



# エネルギー需給システムの構成（需要側；デマンド・リリース機構）



# 需要の抑制手法（デマンド・リリースの分類）

## デマンドサイドマネジメント（DSM）

### デマンドレスポンス（DR）

### デマンド・リリース（Demand Release）

### エリア別 / 時刻別（Spatial / Temporal）

### 用途別（Applicational）

[一般負荷を対象に]



- 厨房（IHヒータ, コンロ）



- 風呂・給湯（HP給湯機, 瞬間式給湯器）

- 暖房\*（ヒータ, ストーブ）



- 動力（洗濯機, 乾燥機）



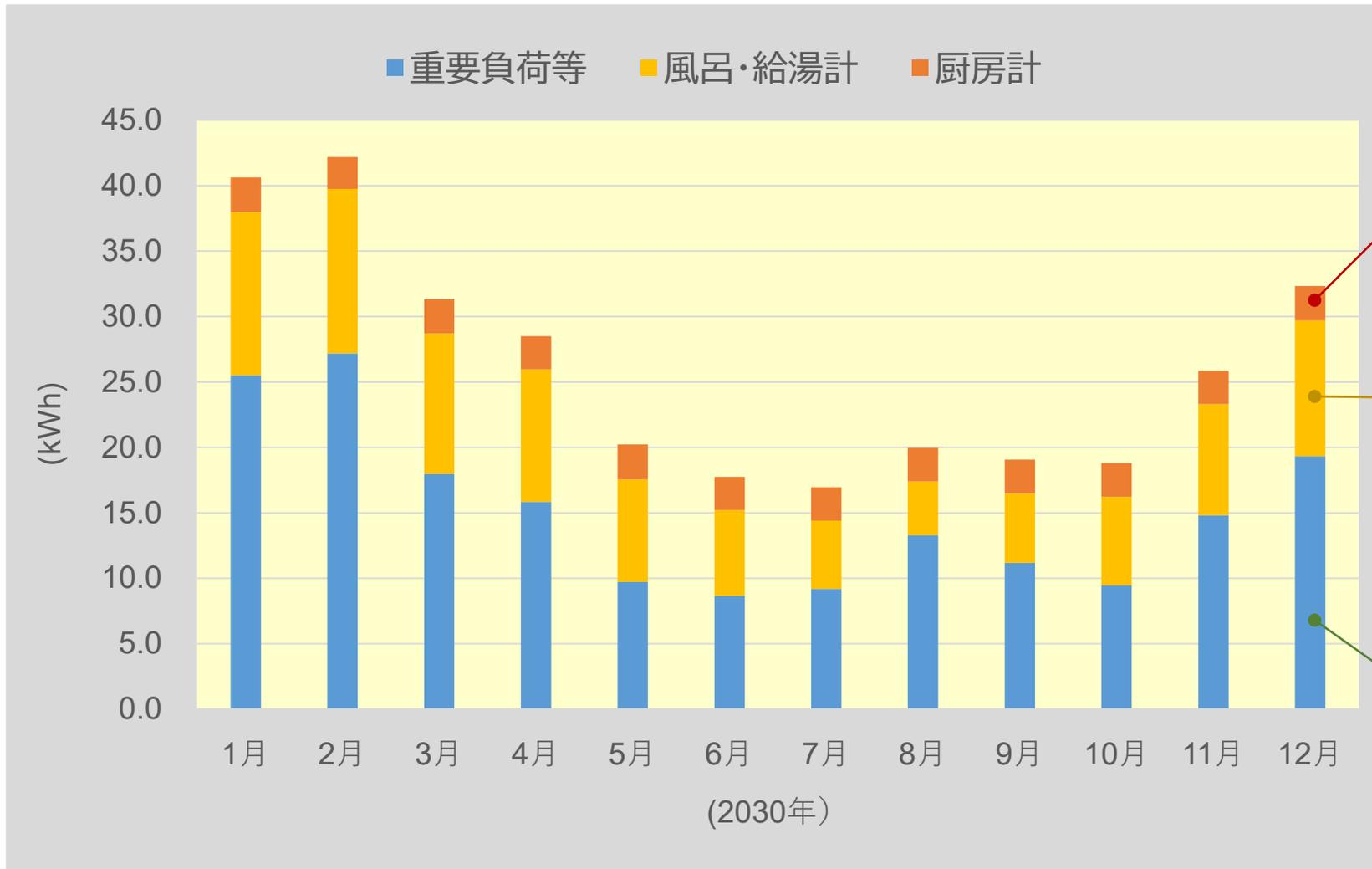
- テレビ・照明\*



\*:重要負荷を除く

# デマンド・リリースの効果推定（1）：用途別の需要抑制

## ● 2030年需要の用途別内訳（2030年1月 - 12月）



厨房計 10 % (6 - 15 %)  
・ IHクッキングヒータ  
・ ガスコンロ

給湯計 32 % (21 - 39 %)  
・ ヒートポンプ給湯機  
・ ガス瞬間式風呂・給湯器

重要負荷・その他計 58 %  
・ 空調, 暖房, 照明  
・ 動力, TV, インターネット

# 太陽光発電を主体エネルギーとする“地産地消”の課題（まとめ）

- (1) 「太陽光発電（PV）を主体とする地域コミュニティ」のエネルギーシステムの構成は、
- 『平年値の導出手法』を用いて、太陽光発電量とエネルギー需要から設計できる。
  - （茨城県の場合は）再生可能エネルギー自給率は『40%未満』にとどまる。
  - 住宅用PVの増加は再エネ自給率の改善には寄与しないが、『経済的な運用』が可能となる。
- (2) 需要側の管理手法として「デマンド・リリース（用途別の需要抑制）」を採用すると、
- 抑制する用途（e.g. 給湯）に依り『再エネ自給率の改善』ができ、いずれの用途でも『ブラックアウト頻度の緩和』に寄与する。
  - エネルギー需給の調整には『需要側での管理には限界』がある。
- (3) 変動性再エネを大量に導入した地域コミュニティでは、
- “平常時でない気象や需要”の発生した時には、『運輸部等から給電（e.g. 計画運休）』が必須となる。
  - 需給調整のために『可制御の補完用エネルギーの導入』が必要となる。

Think together about everyone's community!



*Thank you for your attention!*