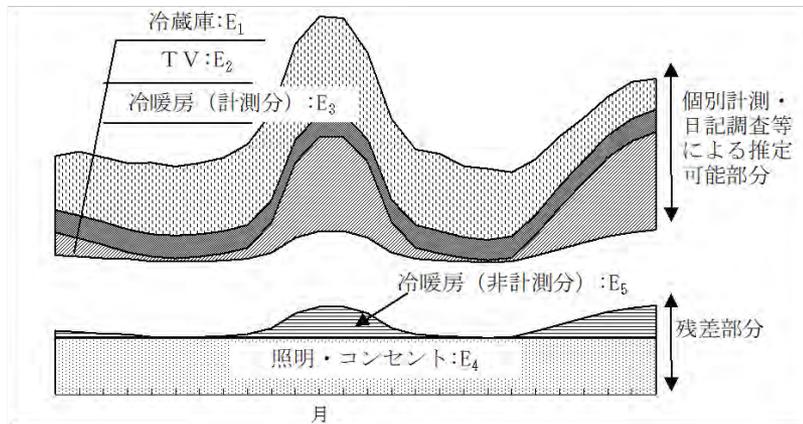


## 再生可能エネルギー利用を考慮した住宅 エネルギー消費の6用途分解

光熱費分析による用途分解法の例：ロードカーブ法（仮称）



### 内容

- 研究の背景
- 研究内容
- 分解手法等
- 分解例
- まとめ

熊本県立大学 環境共生学部  
田中 昭雄

# 1.研究の背景

2015年パリ協定（Paris Agreement：第21回気候変動枠組条約締約国会議（COP21））

2020年10月 「2050年カーボンニュートラル」宣言

2021年5月 「改正地球温暖化対策推進法」成立

- 非ZEH住宅のカーボンニュートラル化が必須

# 2. 研究内容・分解手法

## 1. 再生可能エネルギー利用量の推定

## 2. エネルギーの用途別分解

代表的な用途分解法

1. 直接計測法

2. 積上法（コンピュータシミュレーション含む）

3. 光熱費のロードカーブ（LC）法（仮称）分析

表 既存研究との比較

文献	分解手法	購入エネルギー + $E_r$						再生可能エネ	
		冷房 $c$	暖房 $h$	給湯 $w_u$	融雪 $s$	調理 コンロ $d$	その他 $o$	発電 自家消費 $E_r$	太陽熱給湯 $w_r$
住環境計画研究所	LC	○	○	○	-	○		-	-
エネルギー経済研究所	LC	○	○	○	-	○		-	-
環境省	LC	○	○	○	-	○	○	-	-
田中他（2016）	※	-	-	-	-	-	-	△	△
田中（2019）	LC	○	○	○	-	○	○	○	○
本報	RSVD	○	○	○	○	○△	○	△	△

○：推定，-：非推定，△：デフォルト式

LC：負荷季節変動パターン解析

RSVD：特異値分解の正則化解

※：コンピュータシミュレーション，重回帰分析等

### [表記方法]

●エネルギー量は全て最終エネルギー消費量でMJfと記す

●「地域」は省エネルギー法の地域区分I～VIII地域

●利用データ：家庭CO2統計，都民のくらしむき，気象データ

# 3.再生可能エネルギー利用量推定法

## 推定式(デフォルト式)の作成

### 作成法

- 1.環境省「家庭部門のCO2排出実態統計調査」分析  
(試験調査、H29年調査、H30年調査 個票データ)
- 2.シミュレーション等

#### (1) 太陽電池発電自家消費量 $E_r$

$$E_r = (0.0111 \ln(E_u) + 0.0665) \cdot I \cdot PV \cdot 3.6$$

$E_u$ : 購入電力量[MJ/月]

$I$ : 1月当たり水平面全天日射量[MJ/m<sup>2</sup>・月]

PV: 太陽電池定格容量[kW]

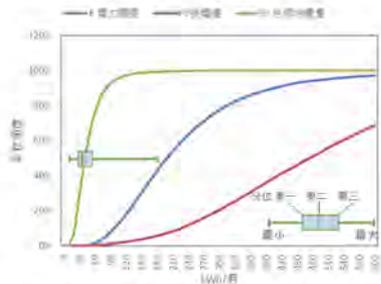
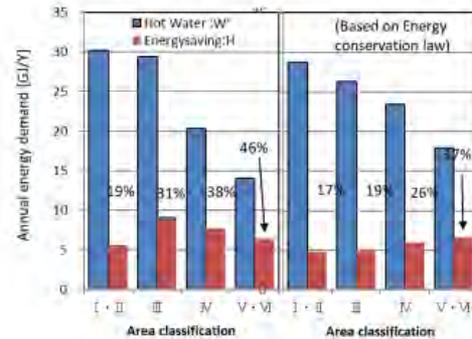


図 電力需要・発電量及び自家消費量累積頻度分布

#### (2) 太陽熱給湯利用 $w_r$



$$w_r = \begin{cases} 0.52FI, & \text{地域 I, II} \\ 0.82FI, & \text{地域 III} \\ 0.68FI, & \text{地域 IV} \\ 0.52FI, & \text{地域 V} \sim \text{VIII} \end{cases}$$

$F$ : 世帯員数[人]

$I$ : 水平面全天日射量[MJ/m<sup>2</sup>]

田中昭雄,石原修:住宅用太陽エネルギー利用設備の省エネルギー効果に関する研究,太陽エネルギー,41-6(2015),41-48.

# 4 用途分解法

正則化した特異値分解法 (RSVD: Regularized Singular Value Decomposition Method)

$$\mathbf{Y} = \mathbf{X}\mathbf{K}^T$$

$\mathbf{Y}$ : エネルギー観測値ベクトル  
 $\mathbf{X}$ : 説明変数ベクトル  
 $\mathbf{K}$ : 用途係数ベクトル

$$\mathbf{K}^r = \arg \min_{\mathbf{K}} \left\{ \|\mathbf{X}\mathbf{K}^T\|_2^2 + \alpha \|\mathbf{K}\|_2^2 \right\}, \quad \alpha \geq 0$$

$\alpha$ : 罰則の強さを調整するパラメータ

用途係数ベクトル  $\mathbf{K}$

$\mathbf{K}^r$ の 要素  $k_i$

$$k_i = y_i / x_i$$

$i$ : 用途

$y$ : エネルギー消費量

$x$ : 説明変数

説明変数ベクトル  $\mathbf{X}$

変数名	[単位]
<i>CDD</i> : 冷房度日 ( $DD_{22-24}$ )	[°C・日]
<i>HDD</i> : 暖房度日 ( $DD_{14-14}$ )	[°C・日]
<i>WDD</i> : 給湯度日 ( $DD_{40-40}$ )	[°C・日]
<i>SD</i> : 降雪日数	[日]
<i>I</i> : 水平面全天日射量	[MJ/m <sup>2</sup> ]

# 5.用途分解例

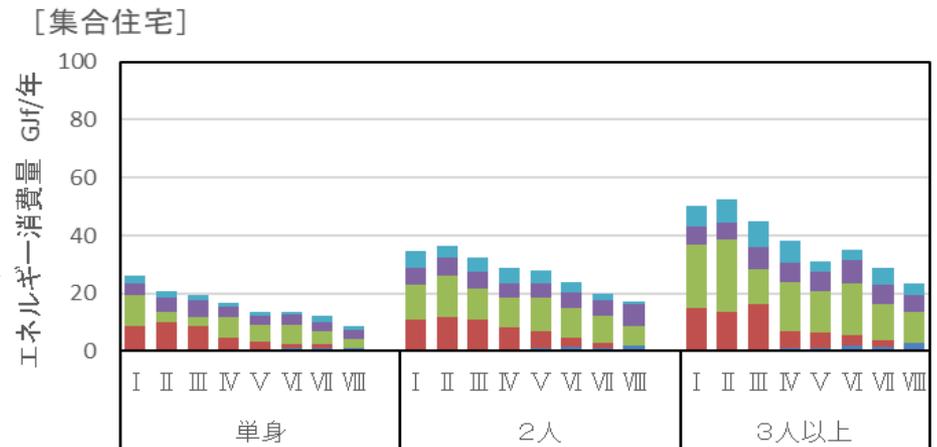
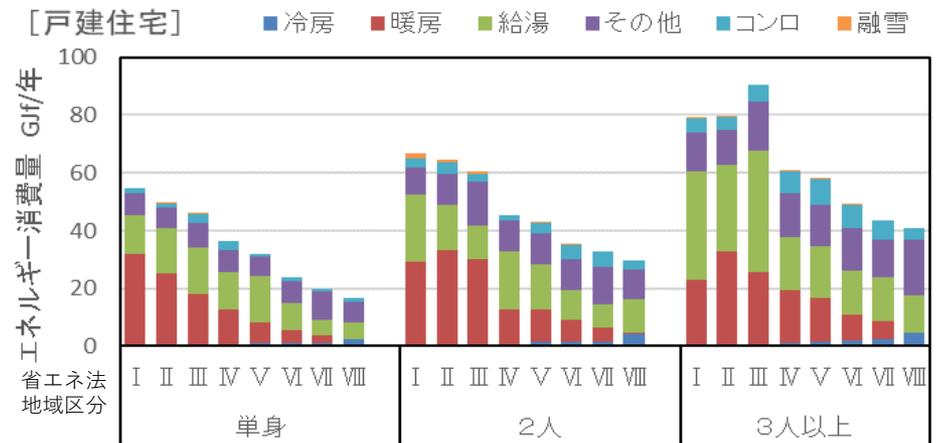
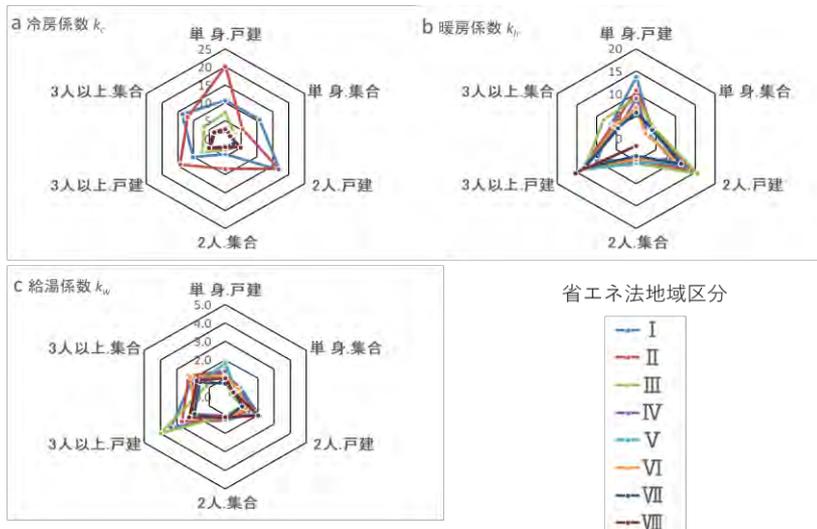
## (1) エネルギー消費の地域、住宅タイプ、世帯員数の影響

分析世帯  
家庭CO2調査H30年度調査

I地域：都市タイプ2

II～VIII地域：都市タイプ1

## (2)用途別エネルギー係数



## (2)COVID-19パンデミックの影響

エネルギー消費の大幅な変化なし  
用途構成には変化

東京都民のエネルギー消費は微減  
「片親と未婚子世帯」は8%増加



ほぼ全世帯で  
厨房コンロと暖房需要増加  
給湯需要は減少

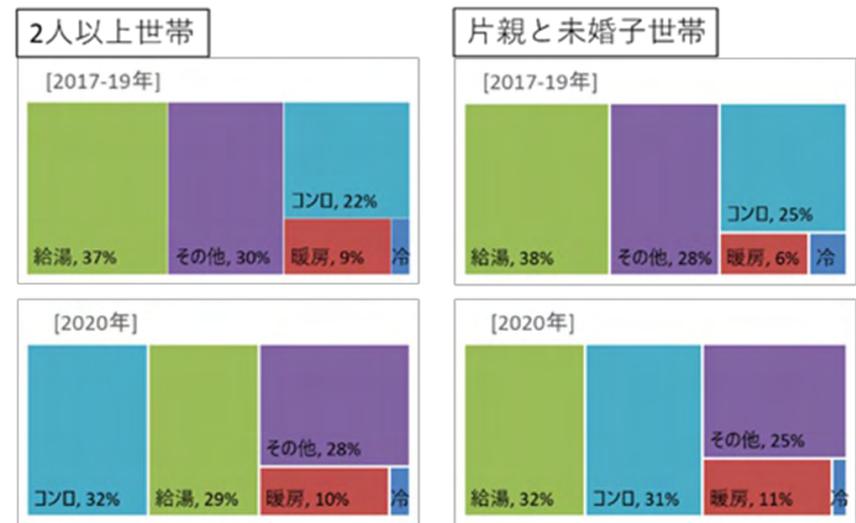


図 用途構成

図 東京都民の世帯属性別原単位

# まとめと今後の課題

- 提案手法：住宅最終エネルギーの6用途分解法と再生可能エネルギー2種の利用量推定式
- 用途分解法：正則化した特異値分解法
- 分解6用途：冷房, 暖房, 給湯, 厨房コンロ, 融雪, その他
- 再生可能エネルギー2種  
：太陽電池発電自家消費量, 太陽熱給湯利用量
- 用途分解法 (RSVD法) の特徴と課題
  - ・光熱費の支出と実消費時間の不整合解消
  - ・観測データ(光熱費、行動調査、その他属性調査, 気象) の誤差にロバスト
  - ・気候条件を統一して評価可能
  - ・未観測情報も状態推定可能
  - ・解の制約条件等決定の精緻化が必要
- 再生可能エネルギー推定式の特徴・課題
  - ・太陽光発電自家消費量の推定精度は安定
  - ・太陽熱利用量推定式の推定精度向上が必要

省エネ診断ツール, 統計個票の機械学習への応用が期待できる