

分散協調型エネルギー管理 システムのためのエネルギー 需要モデルの開発

大阪大学大学院 工学研究科

下田吉之 山口容平 松岡綾子

金 範峻 荒木 伸太 池田 耕介 上林 由果

森國 太郎 山崎 知哉 Nikhil PRAKASH

岡田 健志 北村 拓也 杉山 みなみ

陳 何苗 李 袁夢



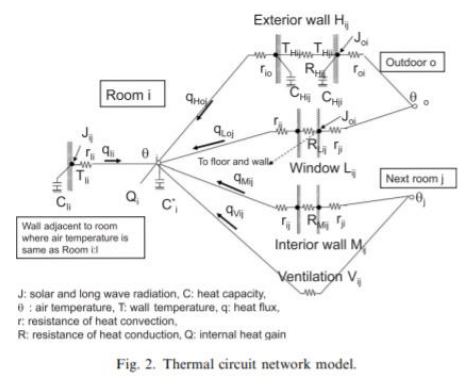
大阪大学の研究分類

- エネルギー需要研究
 - 家庭部門、業務部門:エネルギー需要モデルを活用
- 応用研究:政策評価・DR応用
 - 温室効果ガス排出量削減ポテンシャル推計
 - デマンドレスポンス(DR)による調整力推計
- エネルギー需要モデル化手法研究
 - 生活行為モデリング
 - 機器操作モデル
 - 地域・国家スケールエネルギー需要推計
- データプラットフォームチームへの貢献
 - AMATERASSでの可視化
 - 林チーム:配電網計算における需要データ提供

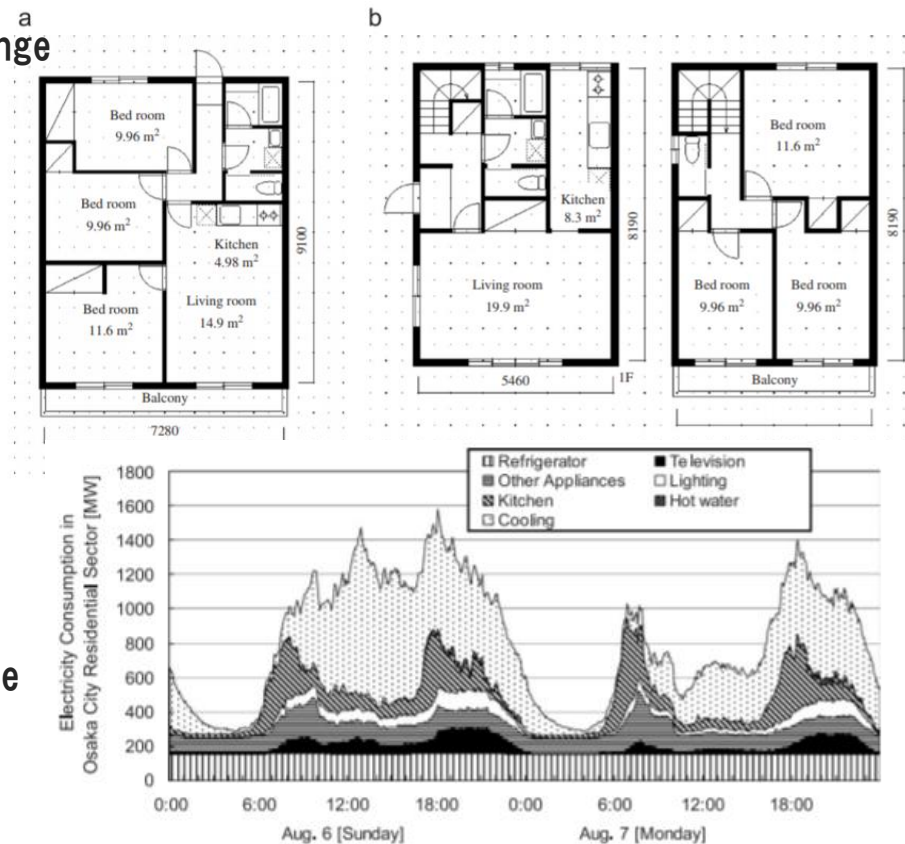


下田研究室住宅エネルギー需要モデルの開発経緯

- **Modelling concept is established**
 - Shimoda et al. Building and Environment 2004
 - Building archetypes & Activity-based modelling
- **End-use analysis**
 - Shimoda et al. Energy 2007
- **CO₂ reduction potential**
 - Shimoda et al. Applied Energy 2010
 - Building/appliance stock model & Historical change
- **Energy supply system**
 - Shimoda et al. Energy 2010
 - Water heating modelling and CO₂ reduction
- **Temporal resolution**
 - Taniguchi et al. Energy and Buildings 2016
 - Applied Thermal Engineering 2017
 - Peak electricity demand reduction
- **DR application**
 - Fujimoto et al. Energy and Buildings 2017
- **Occupant behavior modelling**
 - Yamaguchi et al. Journal of Building Performance Simulation 2017 and 2018
- **Spatial resolution and meteorological data**
 - Regression-base approach & AMATERASS



conditioner is modeled as a function of the outdoor air temperature and part load ratio (compressor speed); it varies with each time step. This function is derived from the calculation method of the Seasonal Energy Efficiency Ratio (SEER) for a room air conditioner by Japan Refrigeration and Air Conditioning Industry Association (JRAIA) [11]. Fig. 4 shows the COP of the room air conditioner used in the base case (averaged value in 2000), and that which conformed to the 1999 Law Concerning Rational Use of Energy (top-runner standard). The state transition probability function, which decides whether the room air conditioner is powered based on the room air temperature and time [9], is also considered in this model [12]. In Japan, most room air conditioners have a heat pump mode. The energy consumption for heating is calculated from the estimated share and efficiency of the room air conditioner, electric heater, city gas heater, and kerosene heater.

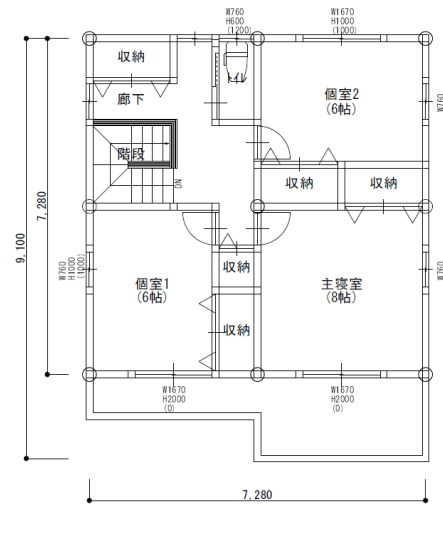
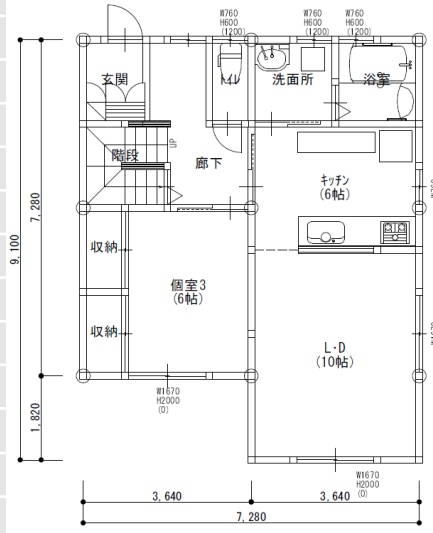


家庭部門エネルギー最終需要予測モデル

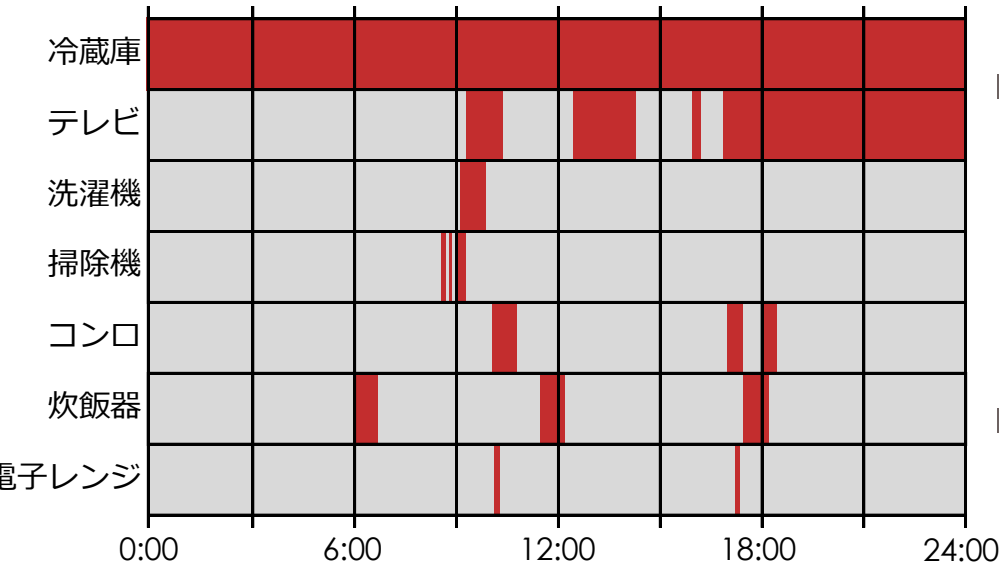
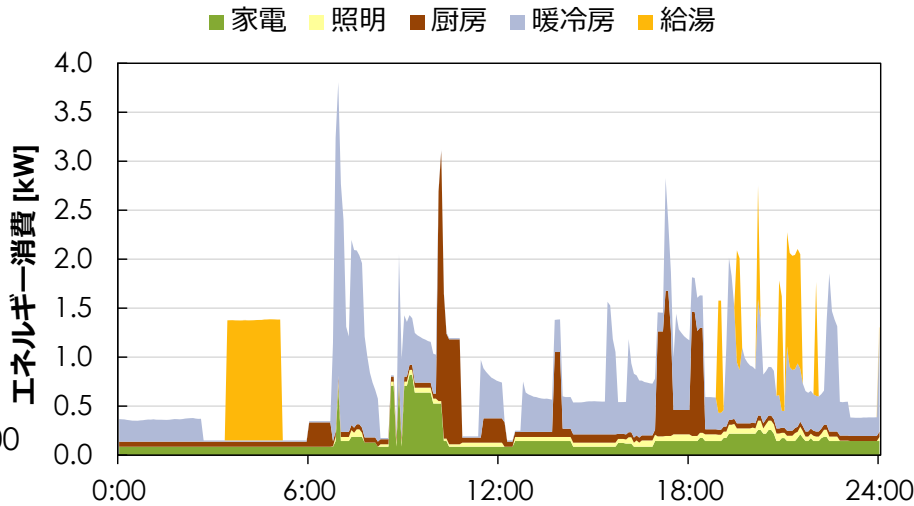
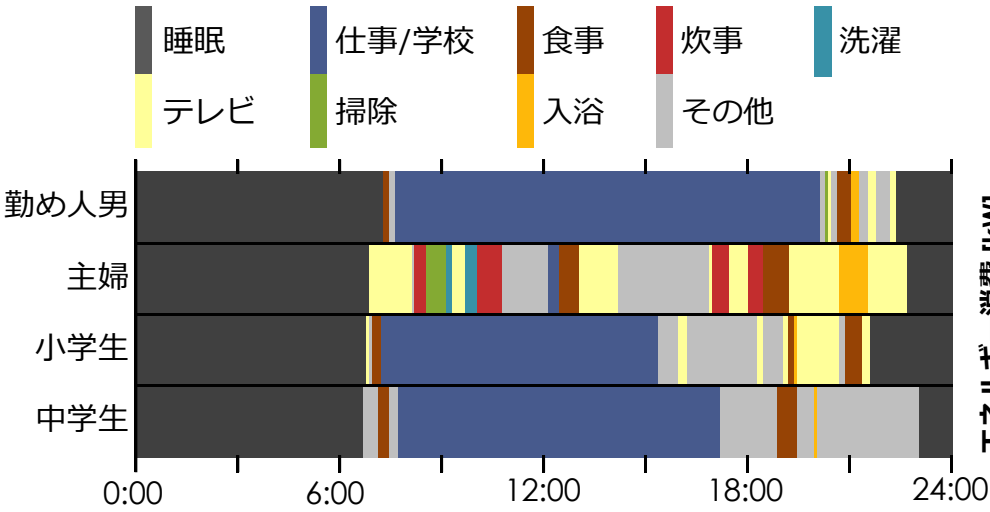
家族類型 = 19種類

住宅類型 = 12種類
(集合住宅6種類 + 戸建住宅6種類)

世帯人数	家族類型		集合住宅					
			< 20m ²	20—40m ²	40—60m ²	60—80m ²	80—100m ²	> 100m ²
1人	単独男		154843	383024	216193	158601	28464	4958
	単独女		105000	255000	144500	100000	18000	3000
1人	世帯人数	家族類型	戸建住宅					
			< 40m ²	40—60m ²	60—80m ²	80—100m ²	100—120m ²	> 120m ²
2人	1人	単独男	36804	34050	33215	30442	20358	41089
		単独女						27172
		単独高齢男						25386
		単独高齢女						79325
2人	夫婦	共に就業	7644	21295	30594	40947	34639	76137
		夫のみ就業	7000	10500	20110	27600	21000	69735
	高齢夫婦							70030
	3人	女親と子	就業					
非就業								50380
夫婦と子		共に就業						58733
		夫のみ就業						78973
4人	3人	女親と子						22455
		就業						20436
5人	4人	夫婦と子						59813
		夫のみ就業						78381
6人	5人	夫婦と子						77189
		夫のみ就業						85607
6人	6人	夫婦と子と両親						51057
		共に就業						56064
			夫のみ就業					305
								1596
								3711
								8991
								10167
								56064



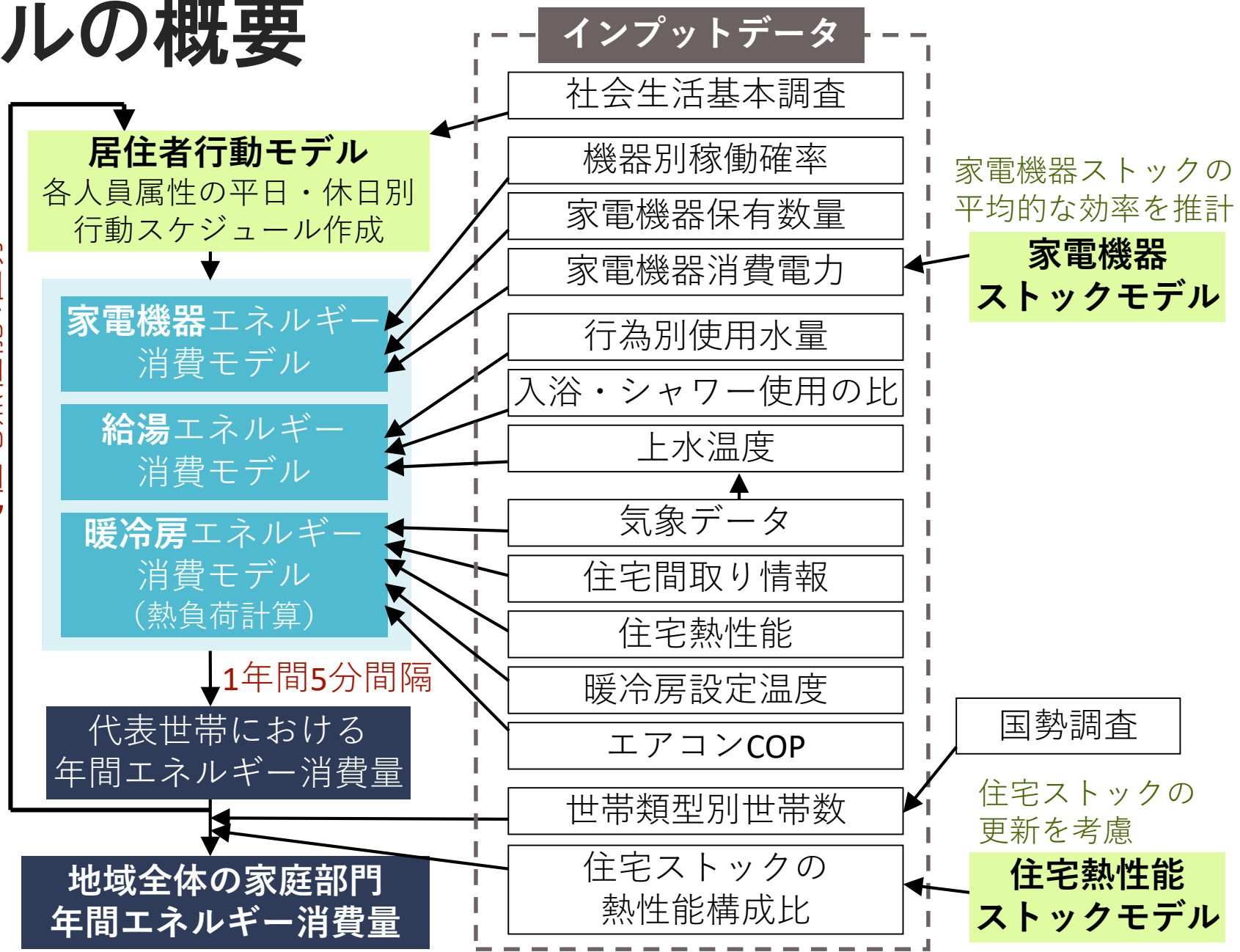
世帯単位のシミュレーション

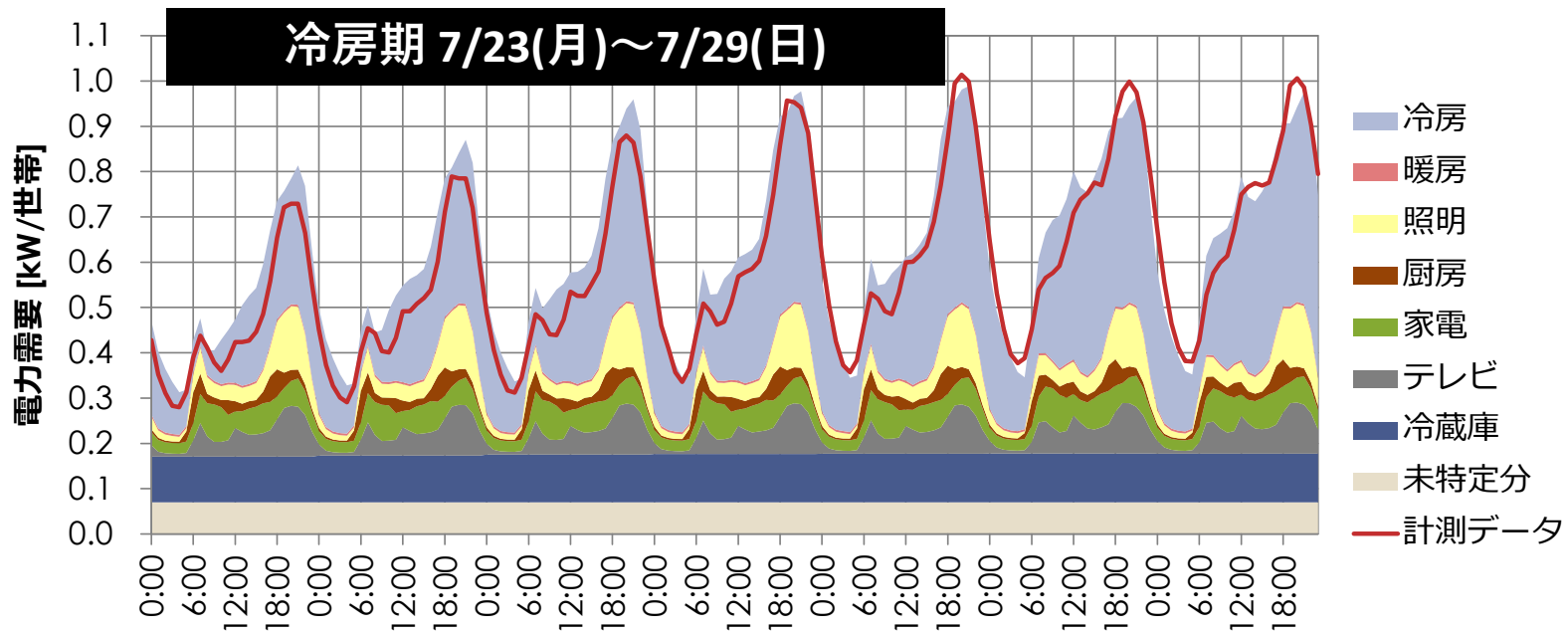
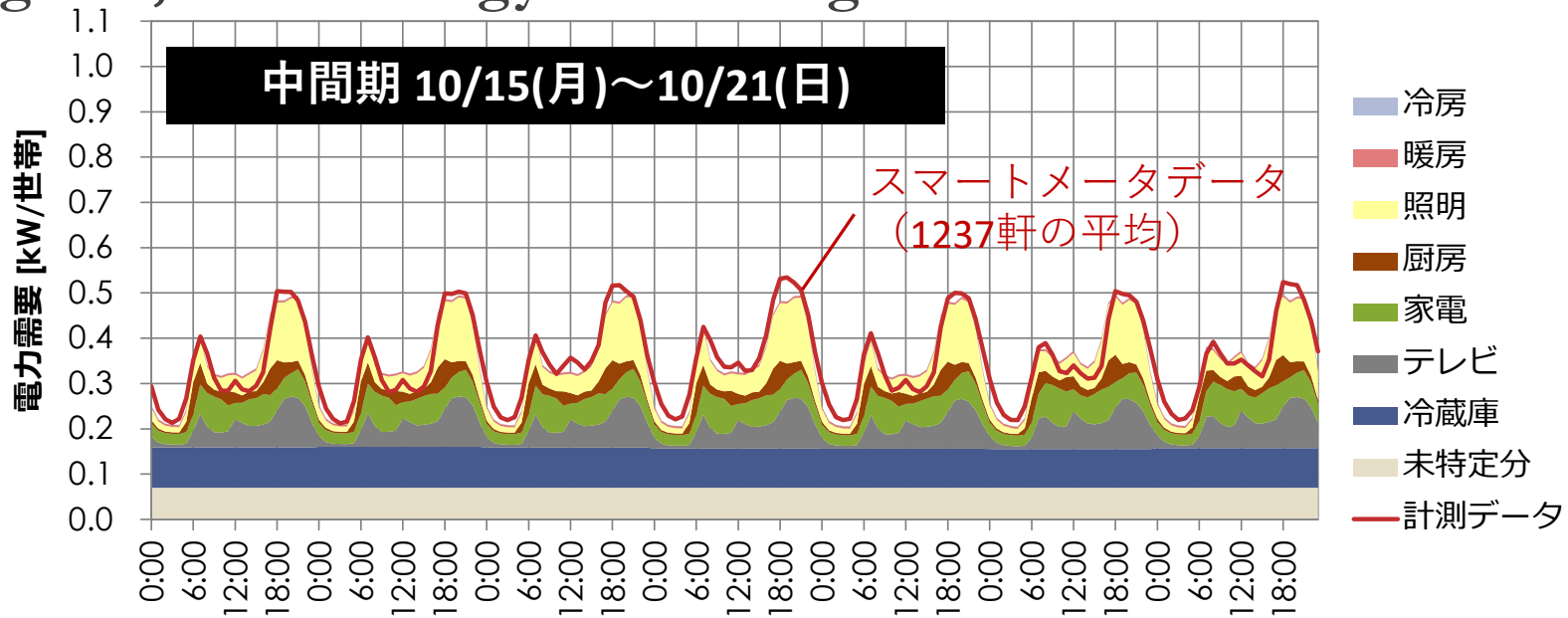


- 居住者生活行為、機器操作、エネルギー消費の発生と、実社会でエネルギー需要が決まる構造を模擬
- エネルギー需要決定要因については可能な限り世帯構成と紐づけする

モデルの概要

家族構成19区分
住宅類型12区分
住宅熱性能4区分
代表世帯
グループ





温暖化対策による効果の政府試算の検証

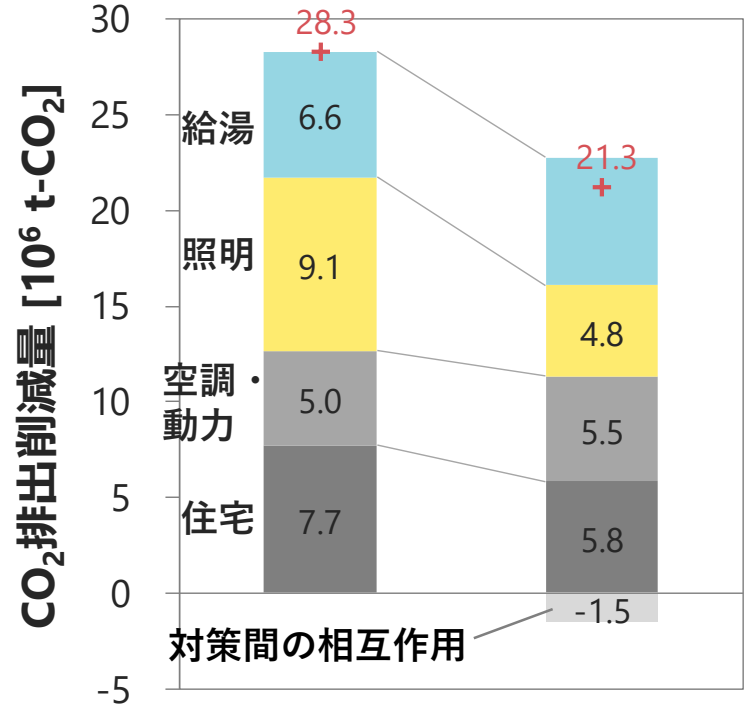
松岡綾子ほか; 日本建築学会環境系論文集 (accepted)

- 地球温暖化対策計画の政府試算はシンプルな手法に基づく

$$\text{国全体での削減量} = \text{1単位あたりの削減量} \times \text{導入量}$$

- 家庭用エネルギーエンドユースモデルによる推計結果と比較

用途	省エネルギー対策	実績 2012	見通し 2030
住宅	新築住宅の省エネ基準適合の推進	6%	30%
	既築住宅の断熱改修の推進		
給湯	CO2冷媒HP給湯機	400万台	1400万台
	潜熱回収型給湯器	340万台	2700万台
	燃料電池・太陽熱温水器	5.5万台	530万台
照明	高効率照明の導入	9%	ほぼ100%
空調・動力	トップランナー制度等による機器の省エネ性能向上	-	-



政府試算 本研究推計

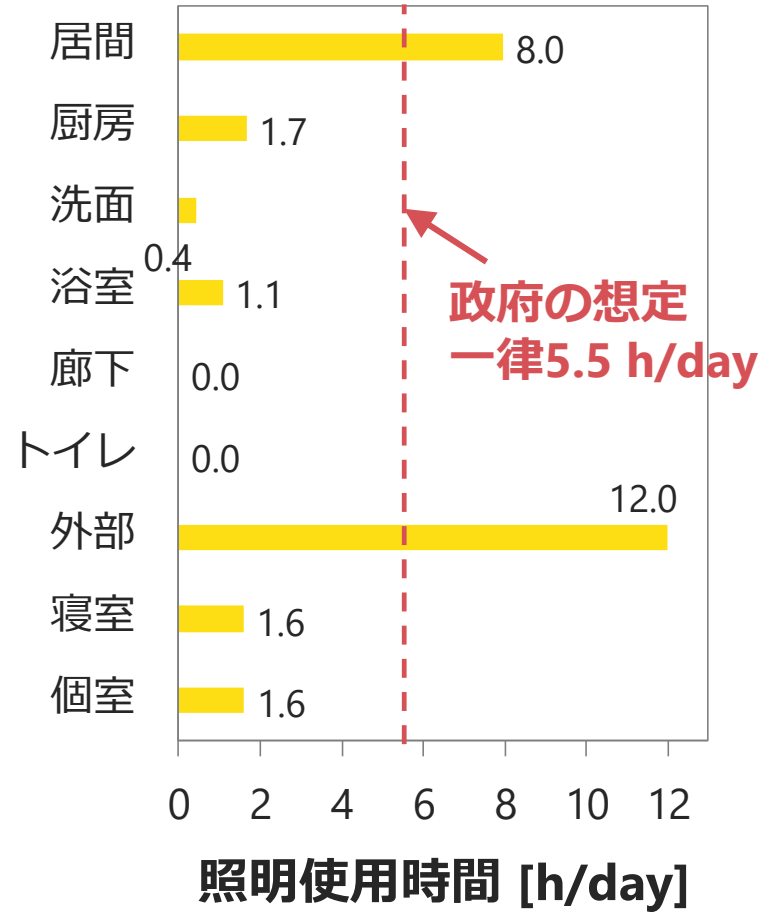
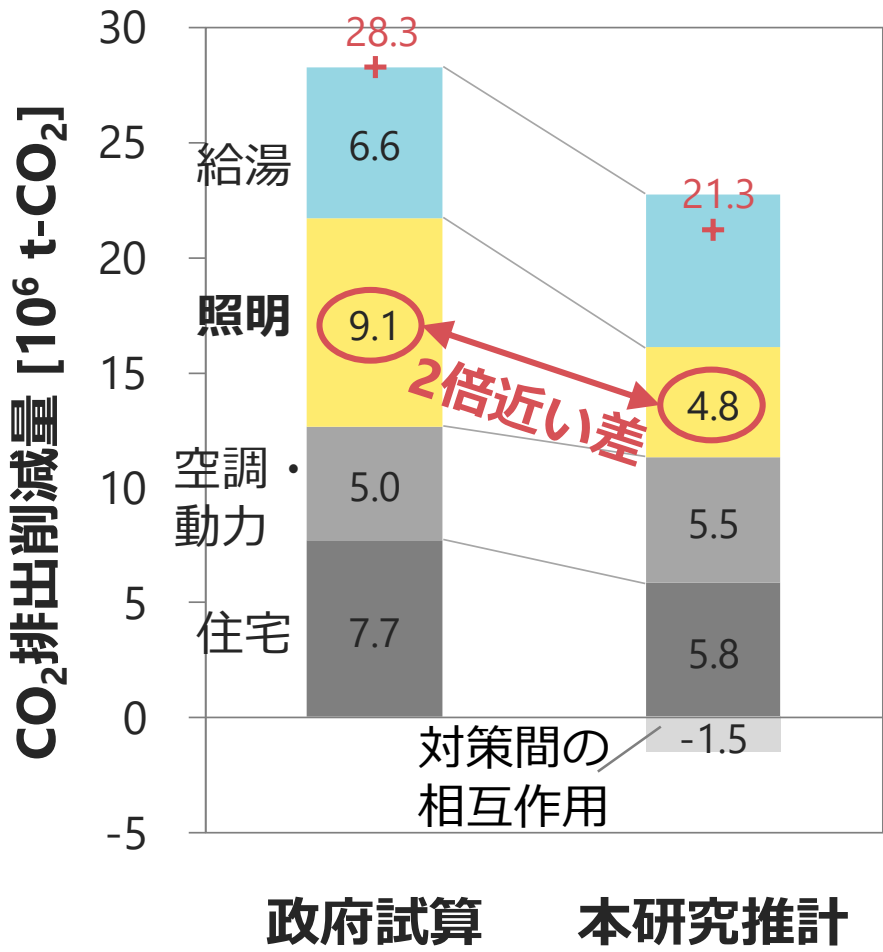


温暖化対策による効果の政府試算の検証

松岡綾子ほか; 日本建築学会環境系論文集 (accepted)

■ 高効率照明の導入

■ 政府による削減量の見積もりは過大である可能性がある

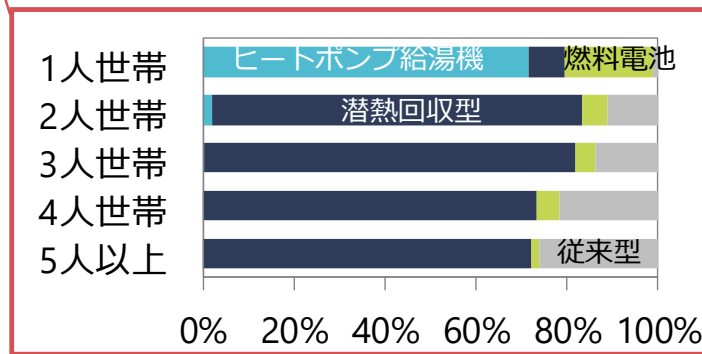
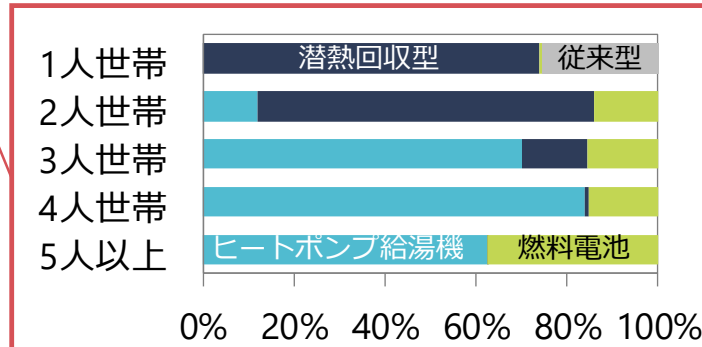
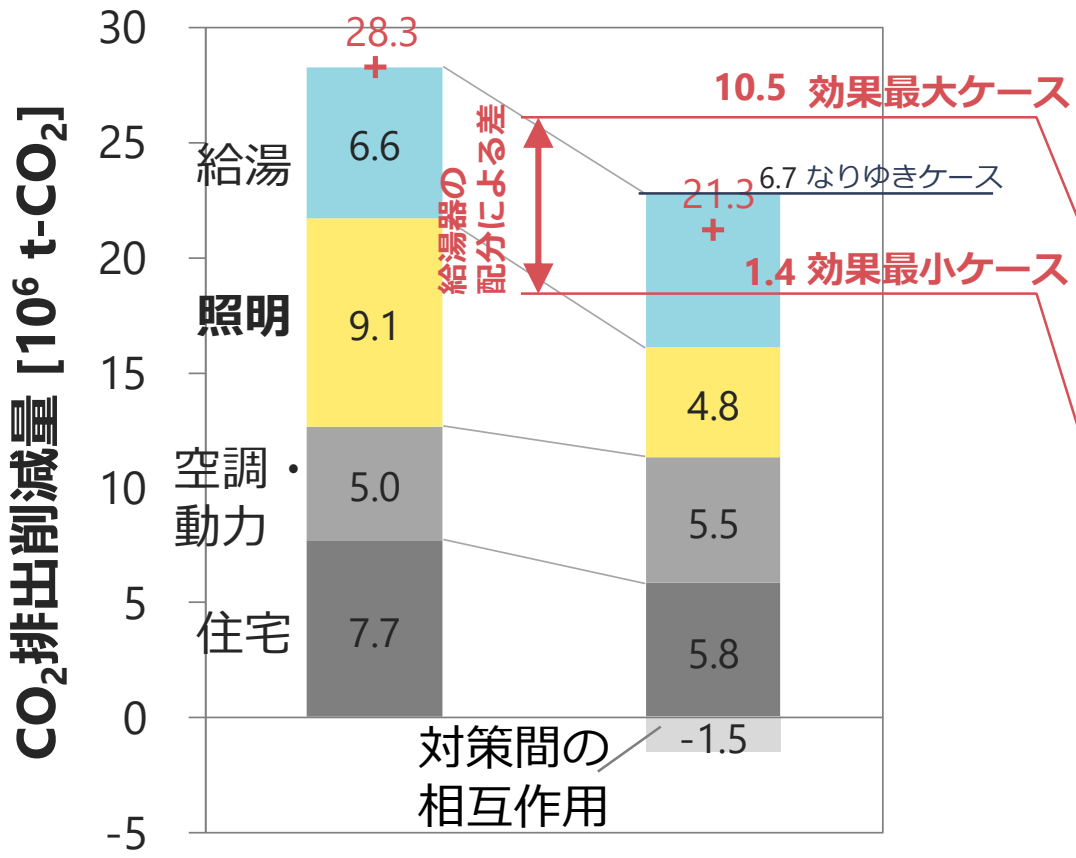


温暖化対策による効果の政府試算の検証

松岡綾子ほか; 日本建築学会環境系論文集 (accepted)

■ 高効率給湯器の導入: 政府試算では台数のみ設定

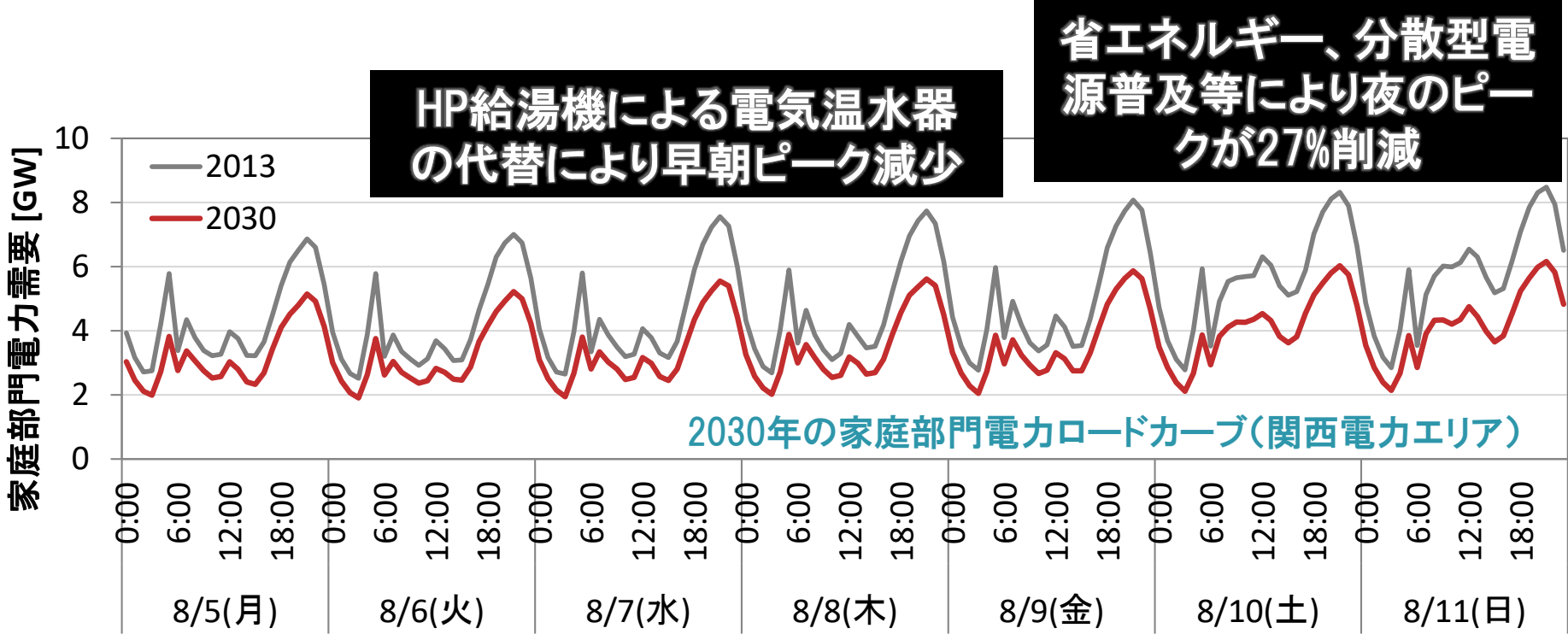
■ 給湯器種類の配分で効果が大きく異なる



政府試算 本研究推計

論文発表計画1(松岡:Energy Policyを予定)

- 政府による地球温暖化対策計画の課題を議論
 - 政策評価に用いるエネルギーモデルの不確実性を位置づける
 - 対策技術: エアコン、給湯・暖房電化、LED
- 評価方法
 - 運用実態+相互作用を考慮したモデルを開発。削減ポテンシャルを推計。
 - 技術対策普及による電力需要変化を定量化(ロードカーブ、気温感応度)

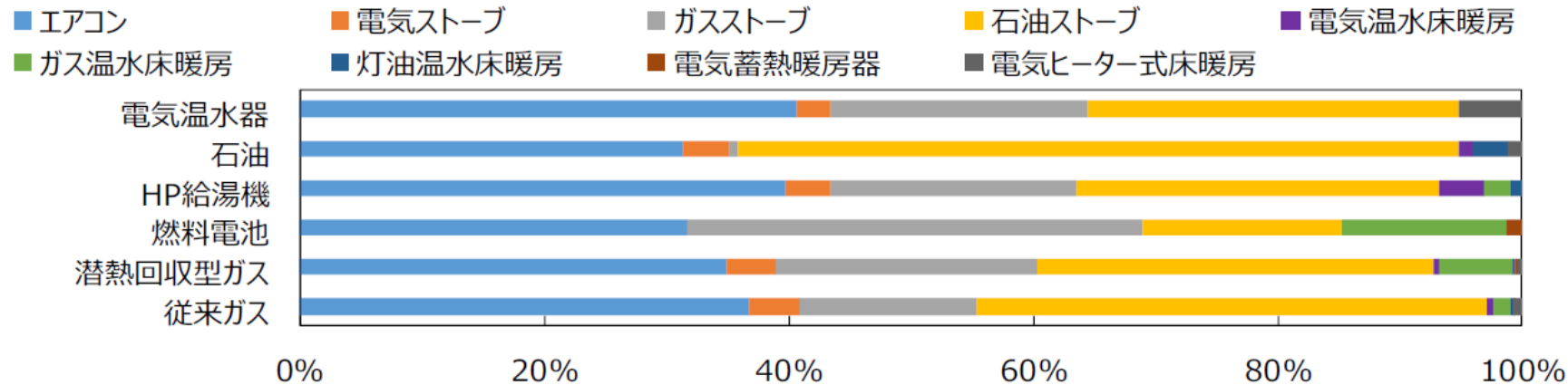


論文発表計画1(松岡:Energy Policyを予定)

- 高効率給湯器の普及に伴う暖房機器ストックの変化の考慮
 - 家庭で使用される給湯器と暖房機器の種類には相関がある
 - ex. オール電化住宅:ヒートポンプ給湯器+電気熱源の暖房
燃料電池とガス温水床暖房のセット販売
- アンケート調査に基づき、給湯器と暖房機器の種類の相関を考慮したストック推計モデルを構築

給湯エネルギー消費が減る一方で、暖房エネルギー消費が増える？

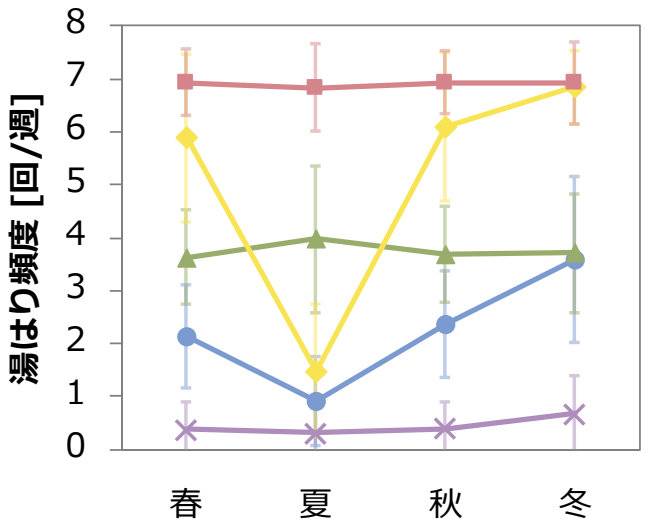
➡ 暖房ストックの変化を考慮した場合の
高効率給湯器導入による効果を評価



世帯属性を考慮した湯はり頻度予測モデル

松岡綾子ほか; 空気調和・衛生工学会論文集 (submitted)

湯はり頻度のクラスター分析

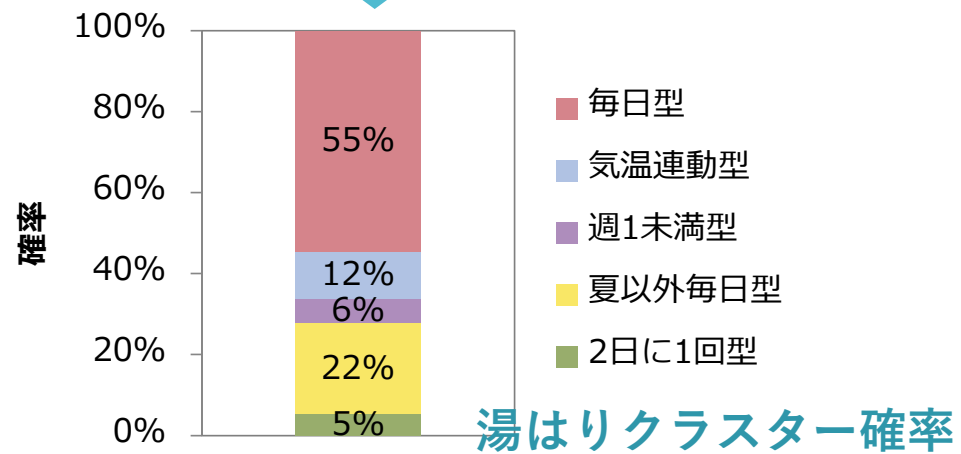
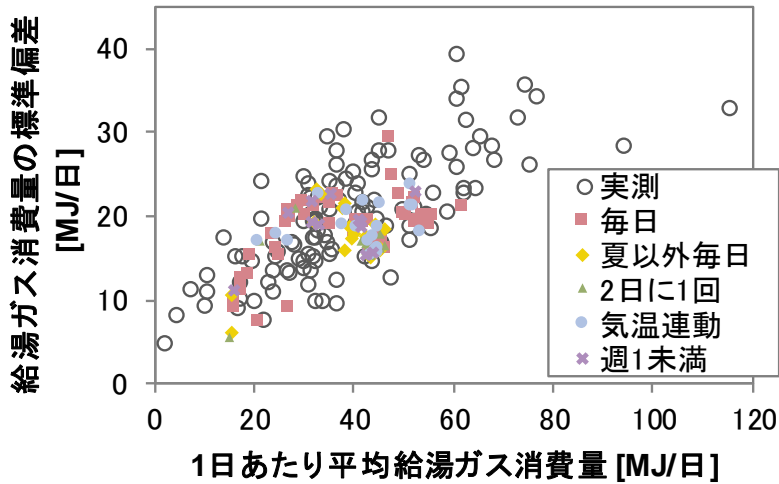


ある世帯の属性情報

戸建住宅ダミー : 0
 世帯人数 : 3人
 世帯主 : 30代
 末子年齢 : 未就学児

多項ロジスティック回帰モデル

$$\log \frac{P_i}{P_5} = \alpha_i + \beta_{i1}x_1 + \dots + \beta_{in}x_n$$



世帯・個人属性を考慮した確率的な生活行為生成手法

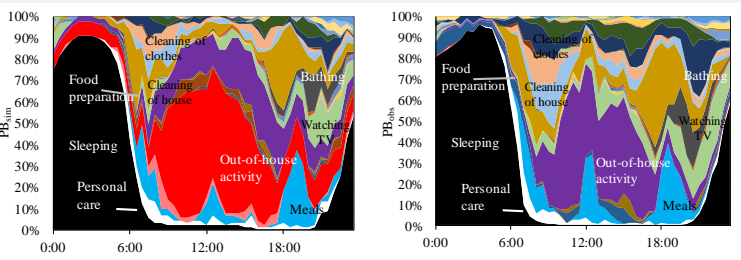
Yamaguchi & Shimoda (2017). Journal of Building Performance Simulation

生活時間データ類型

総務省統計局: 社会生活基本調査個票

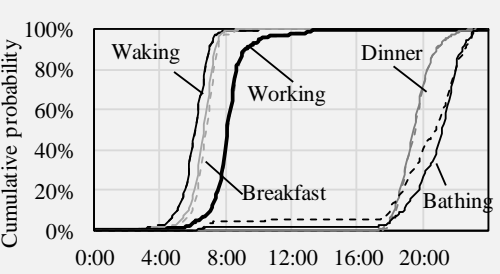
- 個人属性
- 世帯構成
- 就業形態

シミュレーション対象世帯個人個人に、世帯・個人の属性、居住地を反映した生活時間データを付与する



- ### 生活行為モデル属性分類
- 勤め人男性 (7区分)
 - 勤め人女性 (14区分)
 - 家庭主婦 (5区分)
 - 生徒・学生 (8区分)
 - 高齢男性・女性 (4区分)

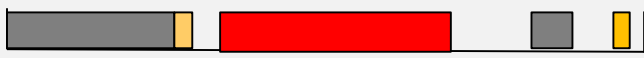
ルーチン行為の開始・終了時刻・継続時間決定



行動	行為時間数
睡眠	■
仕事	■
朝食	■
夕食	■
入浴	■

家族間の相互関係考慮

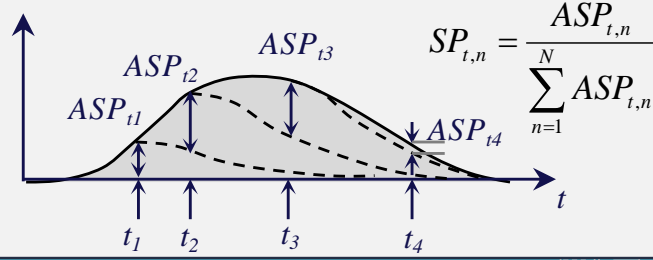
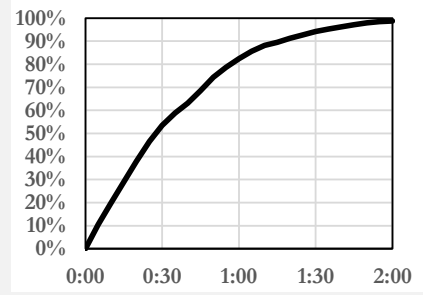
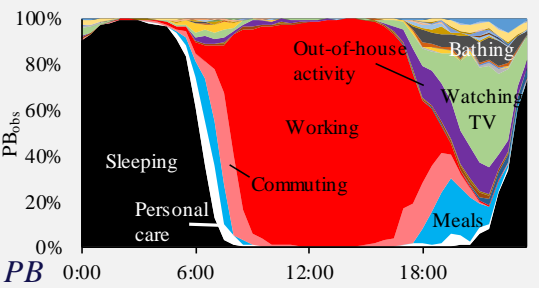
- 食事を同時にとる
- 入浴を順番に



非ルーチン行為による行為遷移の模擬

時刻別生活行為実施比率

行為別継続時間頻度分布



ルーチン行為間に行われる行為を決定

- 行為の決定
- 継続時間決定

使用データ：平成18年度社会生活基本調査(調査票B)

(1)この日は 次のいずれの日でしたか(当てはまるものすべてに記入してください)										(2)この日の天気はどうでしたか			
旅行・ 行楽	行事または 冠婚葬祭 (半日以上 の参加)	出張・ 研修 など	在宅 勤務	療養	休みの日 (休暇・ 休日など)	育児休業・ 子の看護 休暇	介護休業・ 介護休暇	その他			1日中雨が 降っていた	一時雨が 降っていた	雨は降らな かった
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	

06

【第2日】

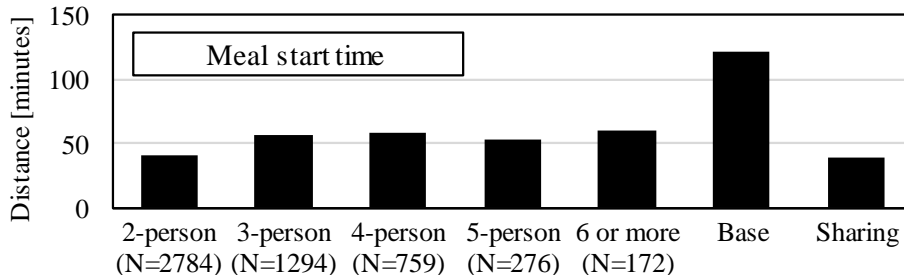
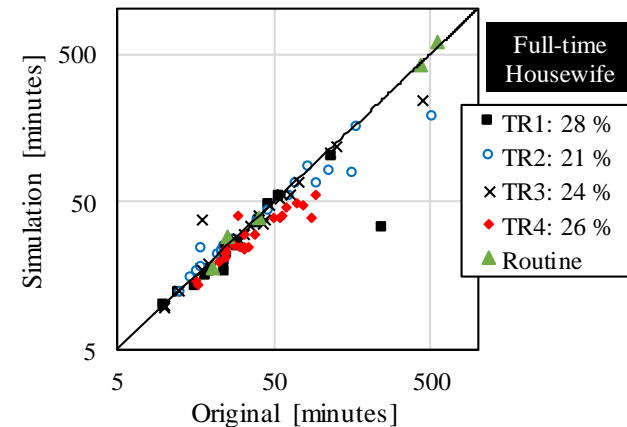
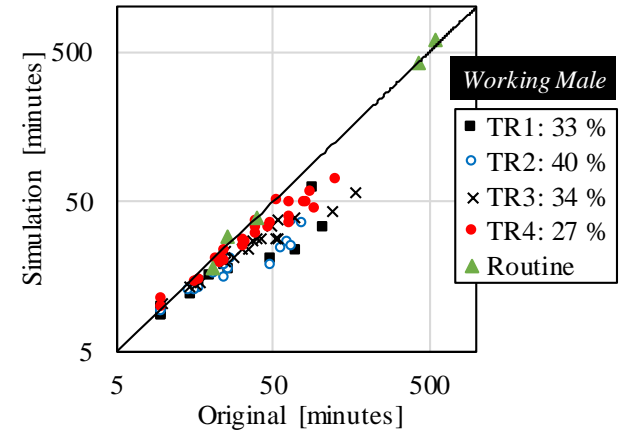
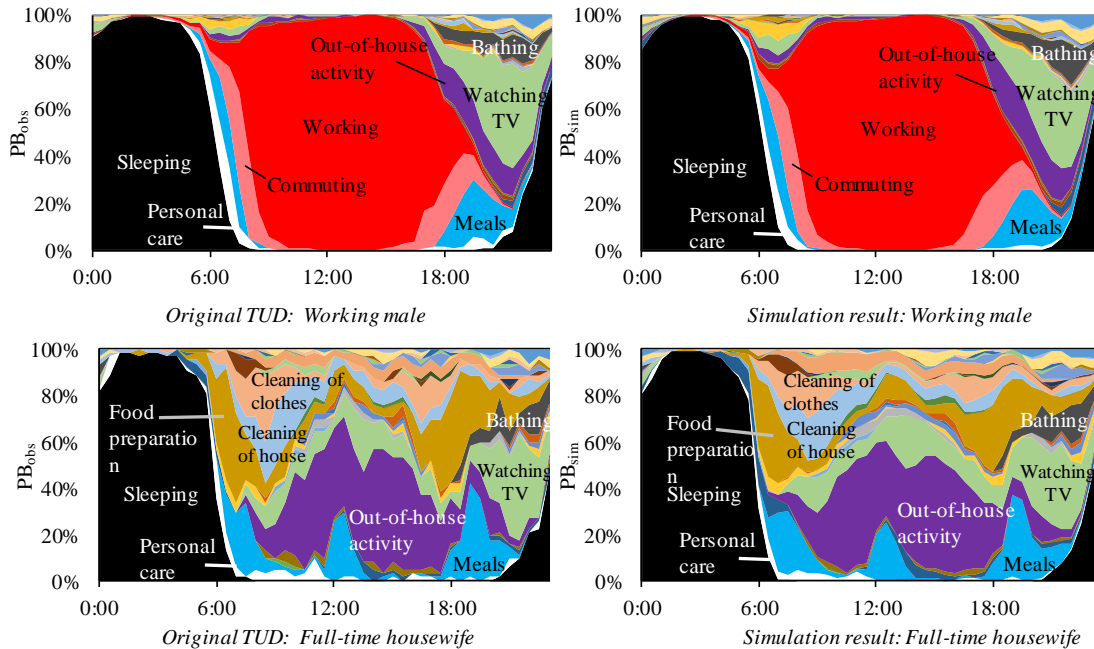
午前		おもに何をしていたか ※15分ごとに おもなもの一つだけ記入してください	同時に何か 他 の ことを していたか ※複数ある場合は 一つだけ記入してください	インターネット の利用	場 所				一緒にいた人 (当てはまるものすべてを○で囲んでください)							時刻 コード
時刻	1 自 宅				2 学 校 ・ 職 場	3 移 動 中	4 そ の 他	1 人 で	2 父 母	3 母 子	4 偶 者	5 配 偶	6 そ の 他 の 家 族	7 学 校 ・ 職 場 ・ そ の 他 の 人		
0:00					1	2	3	4	1	2	3	4	5	6	7	01
0:30					1	2	3	4	1	2	3	4	5	6	7	02
1:00					1	2	3	4	1	2	3	4	5	6	7	04
1:30					1	2	3	4	1	2	3	4	5	6	7	05
2:00					1	2	3	4	1	2	3	4	5	6	7	06
2:30					1	2	3	4	1	2	3	4	5	6	7	07
3:00					1	2	3	4	1	2	3	4	5	6	7	08
3:30					1	2	3	4	1	2	3	4	5	6	7	09
					1	2	3	4	1	2	3	4	5	6	7	10
					1	2	3	4	1	2	3	4	5	6	7	11
					1	2	3	4	1	2	3	4	5	6	7	12
					1	2	3	4	1	2	3	4	5	6	7	13
					1	2	3	4	1	2	3	4	5	6	7	14
					1	2	3	4	1	2	3	4	5	6	7	15

- 自由記述回答。統計局でコード化。行為種別85種(63種に集約)。約9千人。
- 滞在場所あり。住宅での実施行為のみを抽出。1時間単位。

生活時間統計分析と確率的生活時間生成

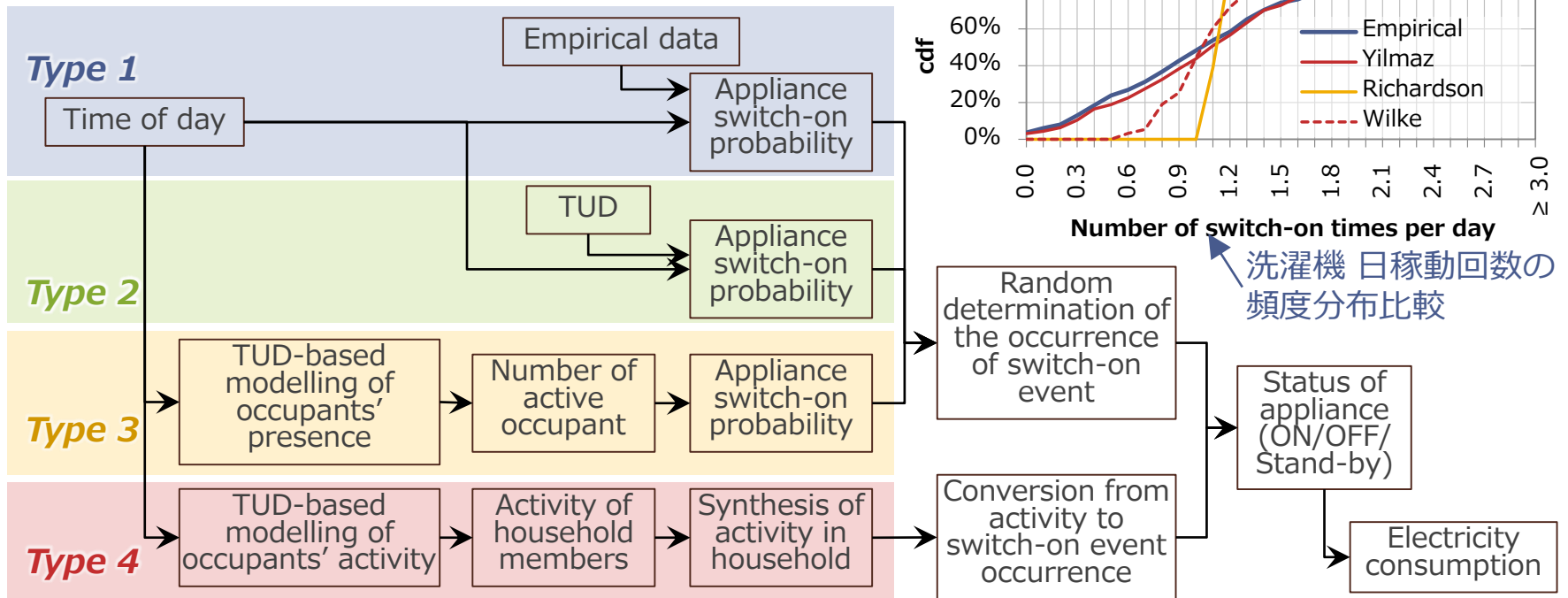
Yamaguchi & Shimoda (2017). Journal of Building Performance Simulation

- 5分間隔で生活行為を生成。常時±5%~10%程度の誤差が生じるがエネルギー需要推計には十分な精度を有する。
- 生活行為を模擬するモデルは少なく、家族の間の相互関係（食事や入浴の調整）を考慮したモデルは唯一。



機器操作モデルのモデル間比較評価

Yamaguchi, Yilmaz, et al. (2018). Journal of Building Performance Simulation

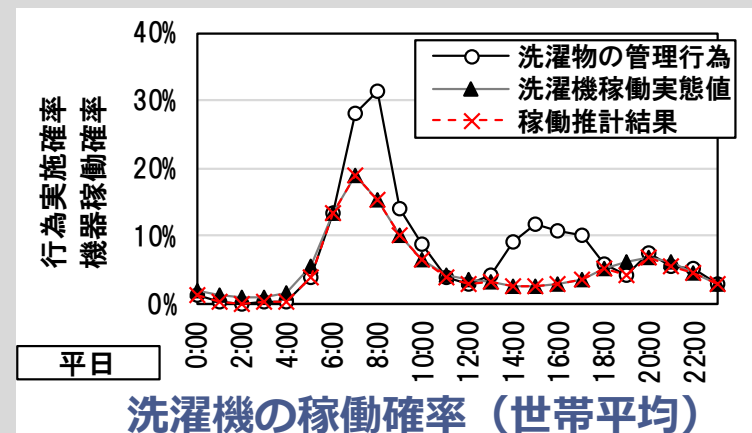


Type 4 の例 (本研究のロジットモデル)

ロジスティック回帰により
行為開始確率をモデル化

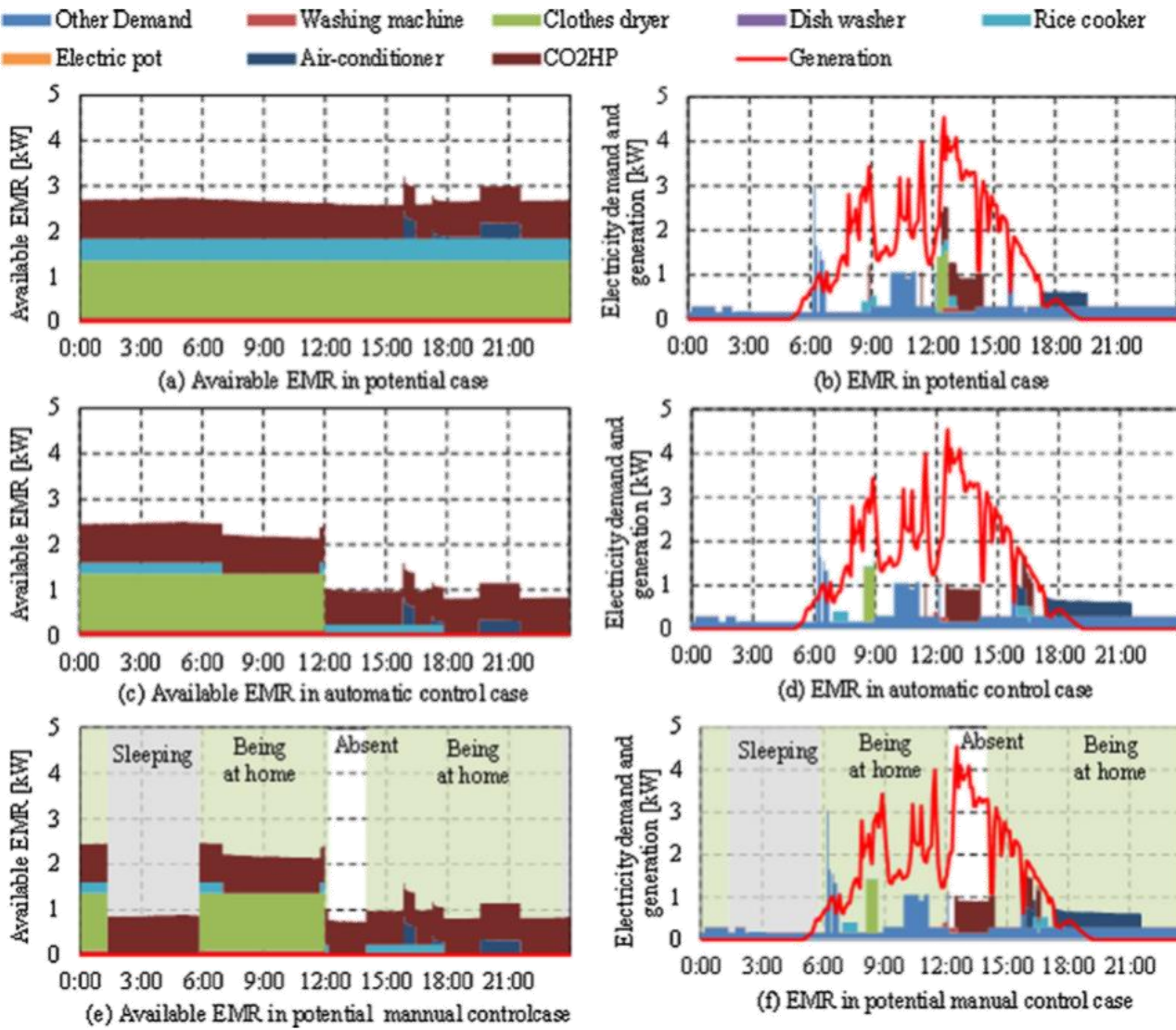
$$\log \frac{p_t}{1-p_t} = \beta_{t,0} + \sum_{m=1}^M \beta_{t,m} x_m$$

p_t 生活行為の生起確率



生活行為を考慮したEMSシミュレーション

Fujimoto, et al. (2017). Energy & Buildings

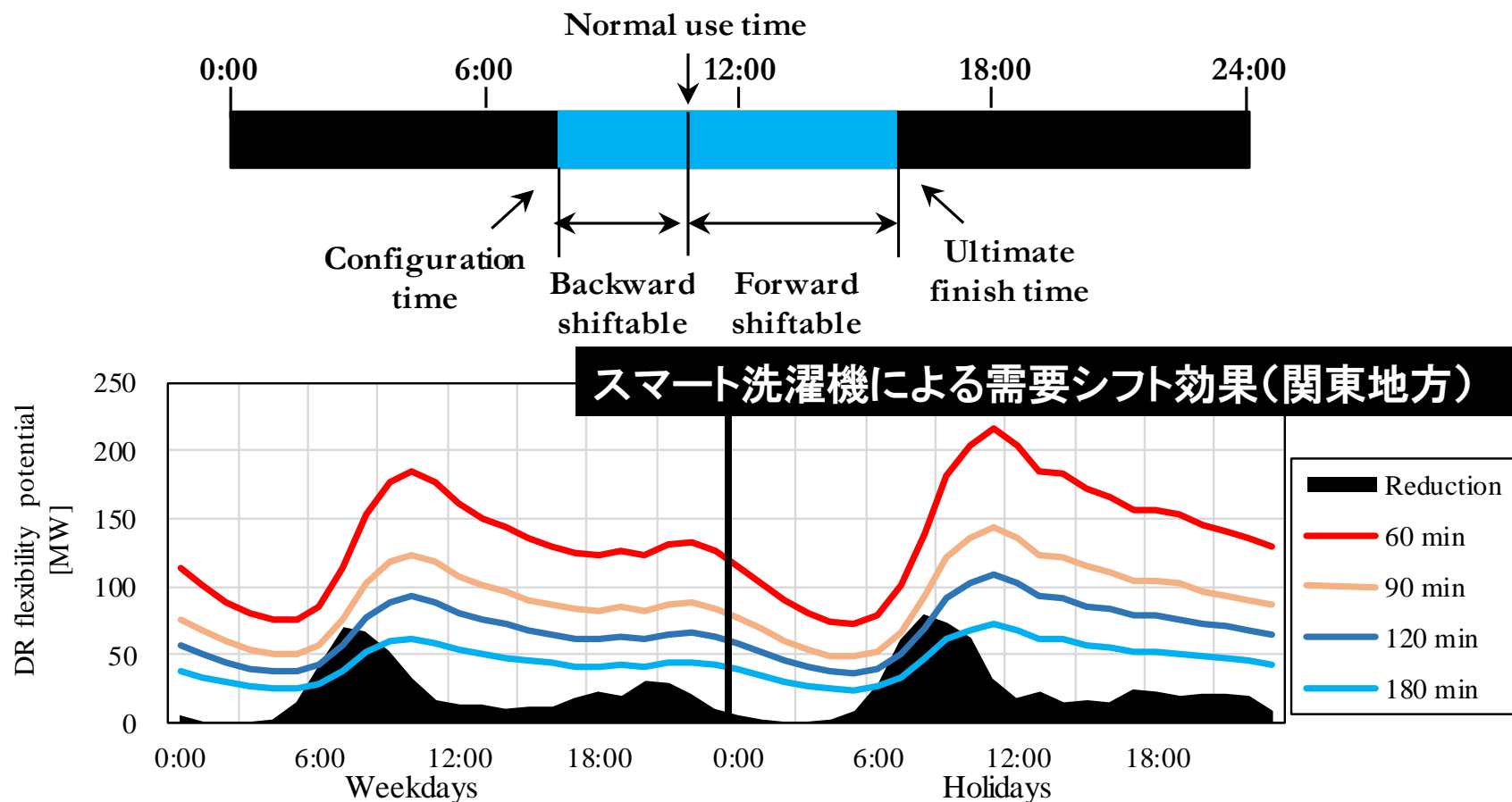


- 在不在、生活行為を考慮したEMSシミュレーションを実施
- 前例なし
- 快適性・在室制約、ADR/MDRの違いを考慮可能に

Yohei Yamaguchi, Chien-fei Chen et al.

An interdisciplinary approach estimating demand response flexibility considering household heterogeneity and activities (Applied Energy誌 再投稿予定)

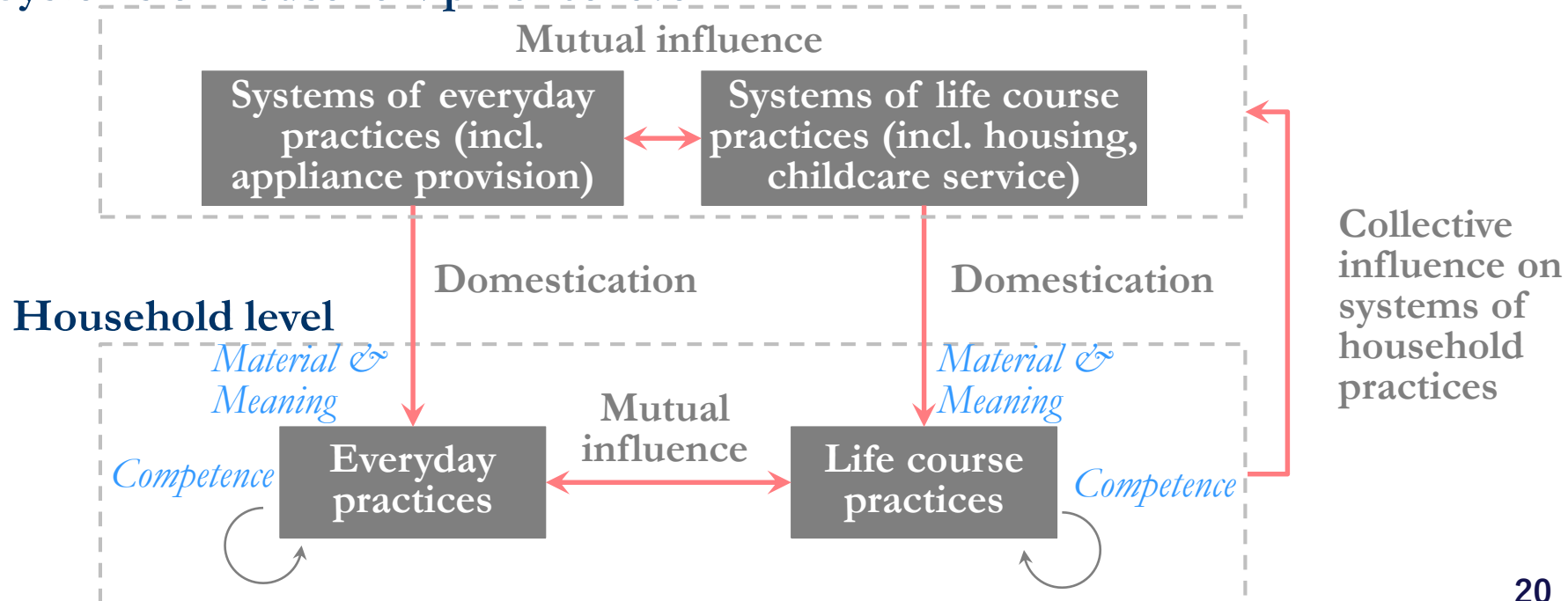
- 社会調査で調査したDRへの選好性(生活行為に関するもの)を広域に拡張して、DRの効果を定量化する方法を提案



Yamaguchi, Y. (2018). A practice-theory-based analysis of historical changes in household practices and energy demand: A case study from Japan. *Technological Forecasting and Social Change*. (in press) <https://doi.org/10.1016/J.TECHFORE.2018.01.032>

- 社会科学理論であるPractice theoryを用いて、世帯においてエネルギー需要を決定づける要因をレビュー(Material, Meaning, Competenceを考慮)
- 特徴: Life course practiceを定義。その長期的な変化によりエネルギー需要の長期的な変化を説明可能であることを説明。

Systems of household practice level



業務部門エネルギー 需要モデル開発



業務部門空気調和設備ストック推計

Yamaguchi, et al. (2017). Energy and Buildings

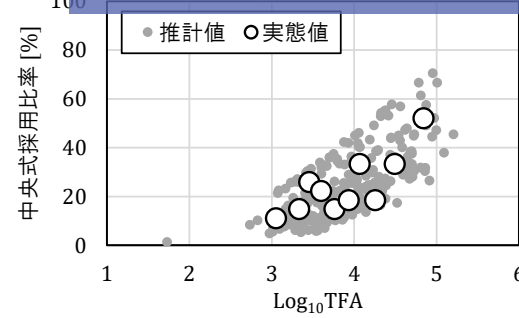
建物のサンプルデータ
空気調和・衛生工学会の
竣工設備データ
(A&Sデータ)

延床面積・竣工年・立地・
給湯方式・給湯熱源

ロジスティック
回帰分析

$$\log \frac{p}{1-p} = \beta_0 + \sum_{n=1}^N \beta_n x_n$$

設備採用確率推計
の回帰モデル



ストック情報×回帰モデル
⇒ 各建物で採用される給湯
システムの判定



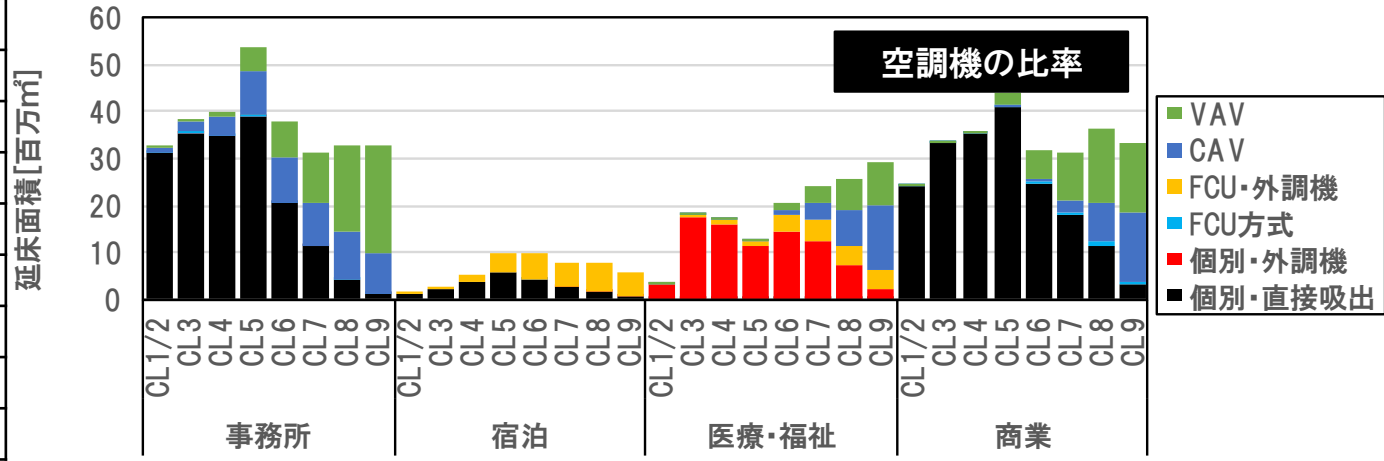
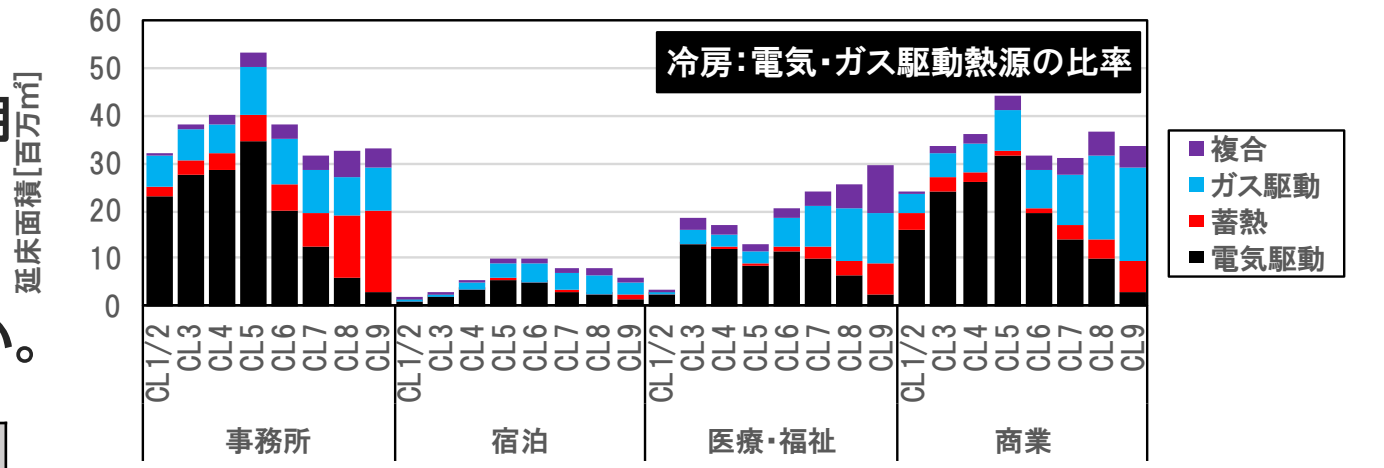
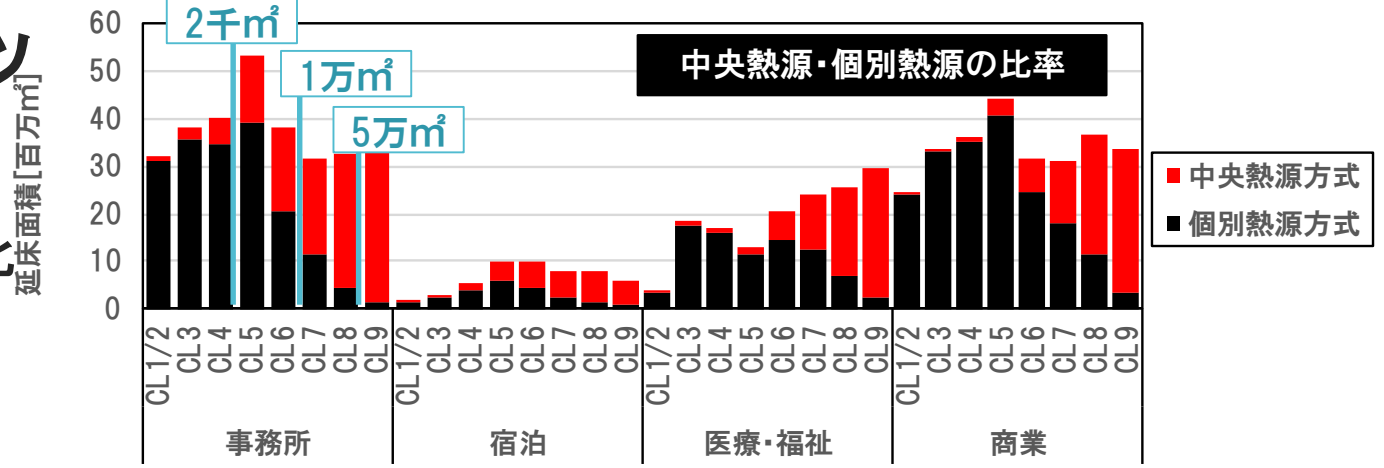
床面積



業務施設ストック推計結果

- 経年的に個別式の比率が拡大。これに伴って電化が進んでいる。
- 地域性あり。寒冷地では燃焼設備の採用率が高い
- 宿泊、医療・福祉では外調機利用が多い。

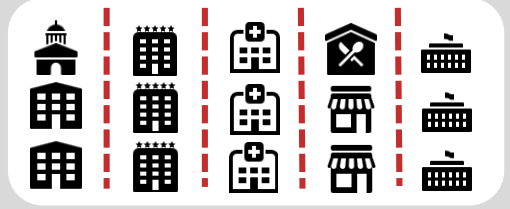
規模	延床面積 (㎡)
CL1	200未満
CL2	200～500
CL3	500～1,000
CL4	1,000～2,000
CL5	2,000～5,000
CL6	5,000～10,000
CL7	10,000～20,000
CL8	20,000～50,000
CL9	50,000以上



業務部門エネルギー需要モデル開発

論文発表計画2(金、山口:Energy and Buildingsへ投稿予定)

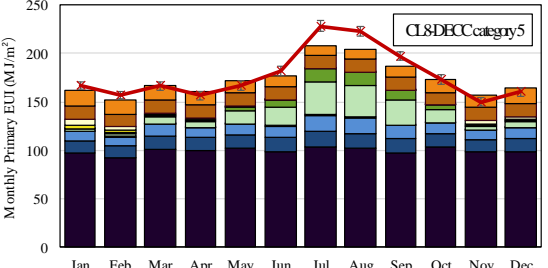
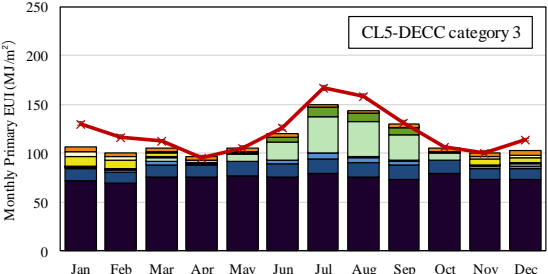
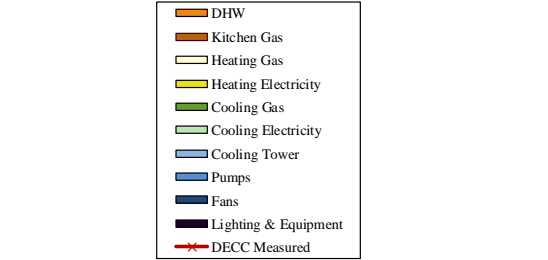
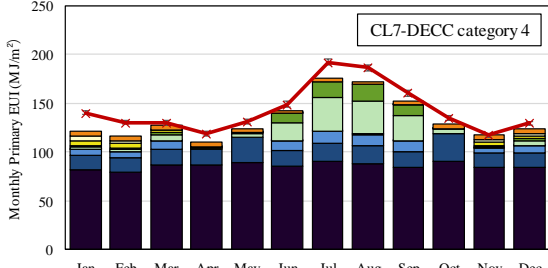
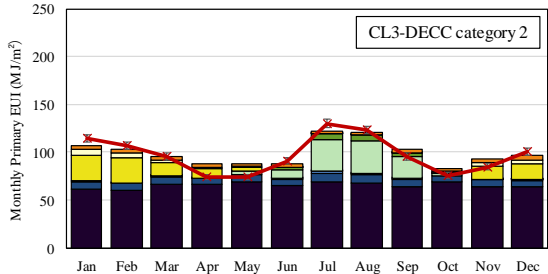
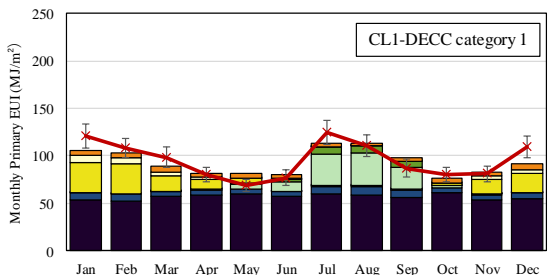
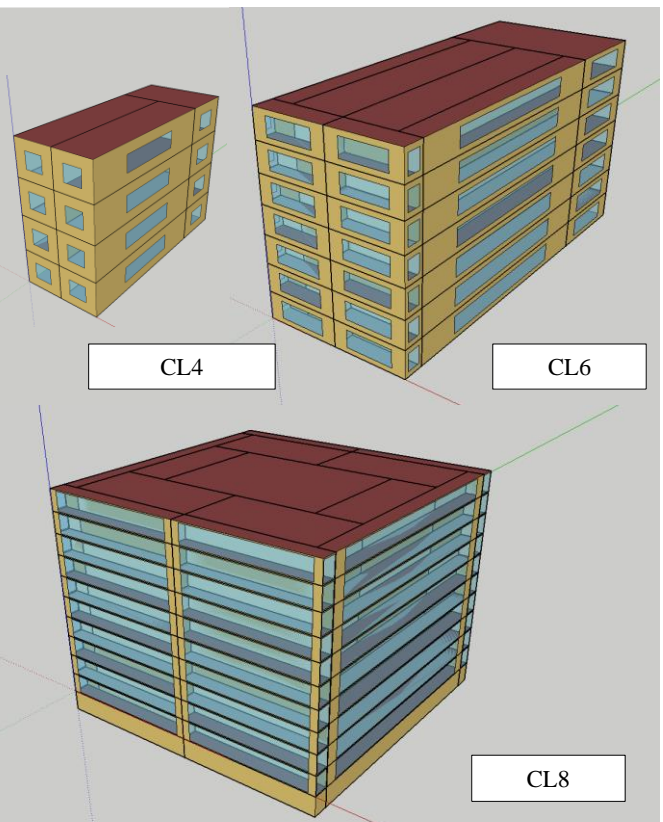
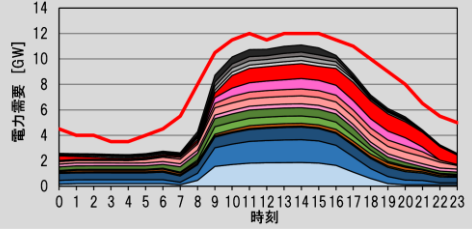
建築ストック類型化



代表建物モデル
シミュレーション

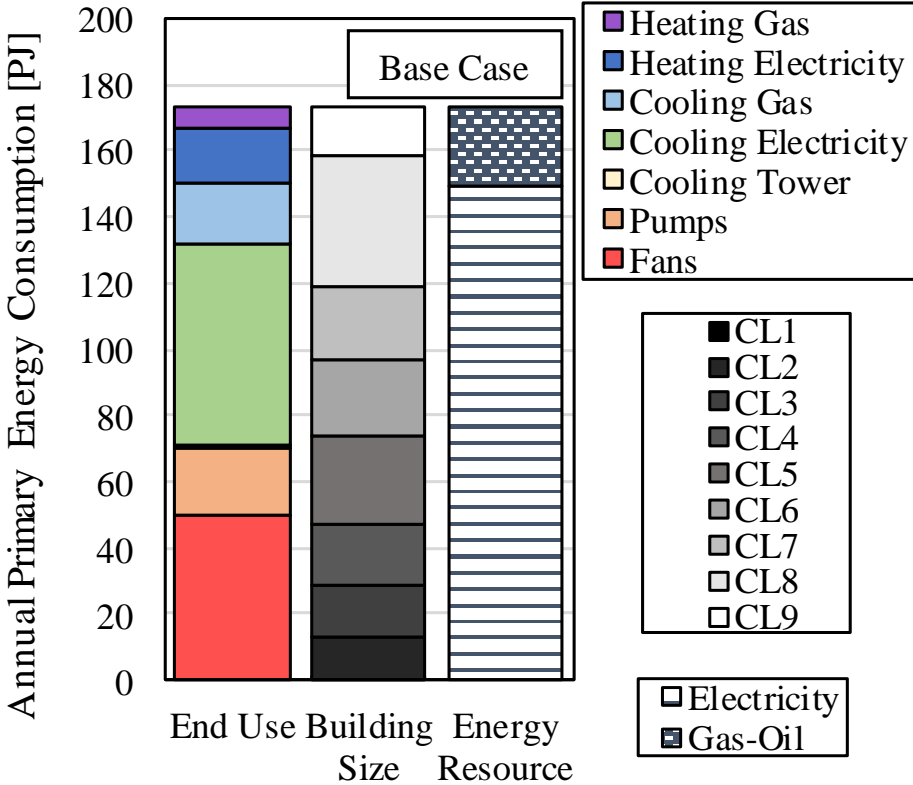
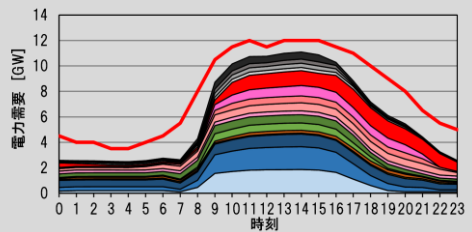
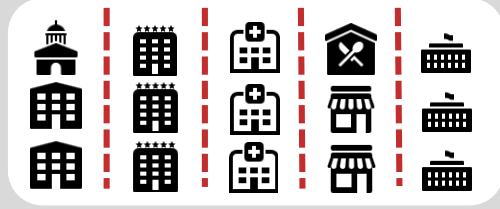


全国を対象として
積み上げ



オフィスビルエネルギー需要モデル開発

論文発表計画2(金、山口:Energy and Buildingsへ投稿予定)



- **モデル化手法研究として**
 - 既往研究では典型設備のみ。設備の多様性を無視することにより生じる誤差を定量化。
- **エネルギー需要研究として**
 - 設備の経年変化がもたらしているエネルギー需要の変化を定量化。
- **応用研究として**
 - エネルギー効率向上によりもたらされるCO2排出量削減効果を定量化。
 - ロードカーブ変化について考察。

業務部門における温暖化対策評価

論文発表計画3(山口、金:英文誌へ投稿予定, 家庭部門と同じ評価)

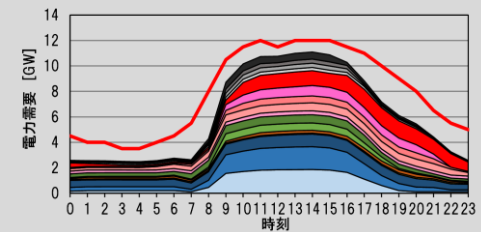
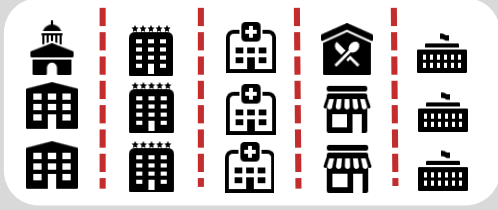
建築ストック類型化



代表建物モデル
シミュレーション



全国を対象として
積み上げ



■ 背景・目的

- 地球温暖化対策計画では対策メニューが提案。導入効果は設備の普及・稼働状況に依存する。本研究は政府推進対策によるCO2排出量削減目標達成可能性を評価。

■ 業務部門エネルギー需要の推計

- 設備の多様性・運用実態を反映したエネルギー需要モデルを開発
- エネルギー消費量(総量)・電力需要ロードカーブの変化を定量化

■ 政策的含意

- 各種技術対策の貢献を定量化。目標達成に必要な対策を明確化する



データプラットフォームチームへの貢献

- 全国を対象とする生活行為、エネルギー需要推計
 - 既存のエネルギー需要モデルの空間解像度を格段に向上
 - 地域性を反映するための方法論を確率
- CREST林チームへのエネルギー需要データ提供
 - 配電システムシミュレーションをサポート
 - 鈴木チームとの共同によりEVを考慮

国勢調査・地理情報に基づく地域エネルギー需要推計 小地域単位でエネルギー需要を推計する方法を開発

① 国勢調査・地理情報



- 世帯属性** 世帯・子供の構成
- 個人属性** 年齢・性別
- 就業状況・職種
- 住宅仕様** 集合・戸建の別
建築年

② 住宅・世帯・ひと・機器・設備

住宅仕様



- 断熱性能
- 間取り
- 形状

機器所有・仕様

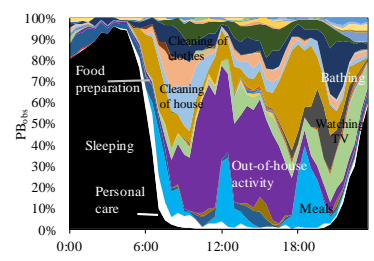
- 世帯構成に応じた機器所有
- 地域性を反映した給湯等設備選択
- 機器製造年を考慮した機器仕様

世帯属性・個人属性



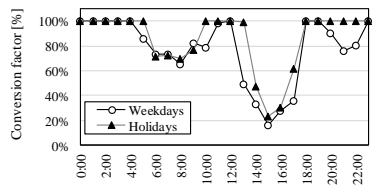
時間の使い方DB

- 起床・就業・食事の時間分布
- 時刻別行為実施比率

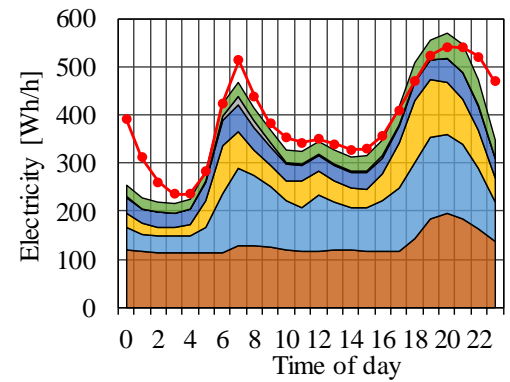
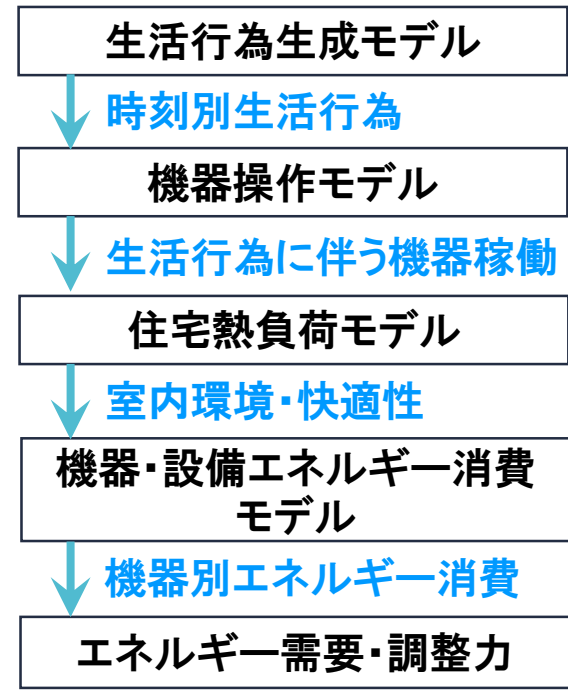


機器の使い方DB

- 行為実施時の機器操作確率



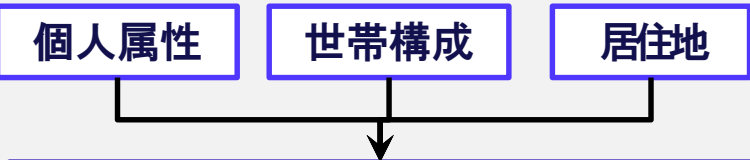
③ 需要シミュレーション



生活時間統計分析と確率的生活時間生成

生活時間モデリング

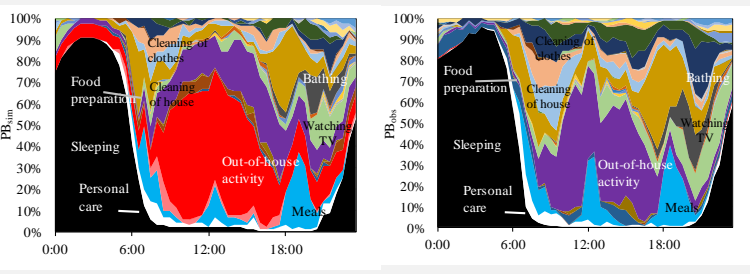
総務省統計局:社会生活基本調査個票



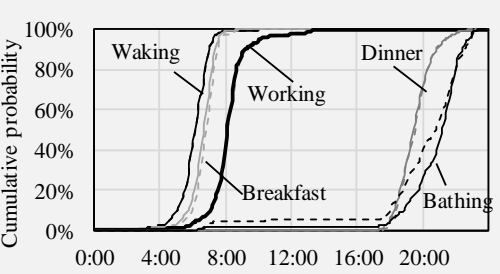
$$\log \frac{p_k}{p_{ref}} = \beta_{k,0} + \sum_{n=1}^N \beta_{k,n} x_n$$

個人属性・世帯属性・居住地を考慮した生活時間回帰モデル(例:時刻別生活行為実施比率の場合)

シミュレーション対象世帯個人個人に、世帯・個人の属性、居住地を反映した生活時間データを付与する



ルーチン行為の開始・終了時刻・継続時間決定



行動	行為時間数
睡眠	■
仕事	■
朝食	■
夕食	■
入浴	■

家族間の相互関係考慮

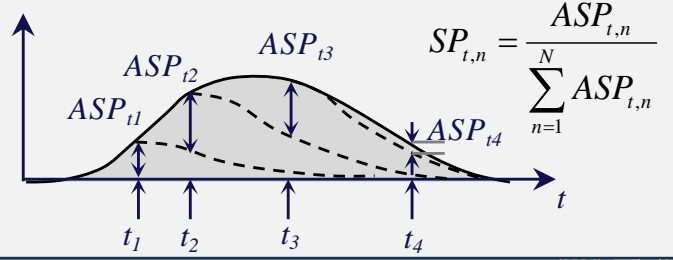
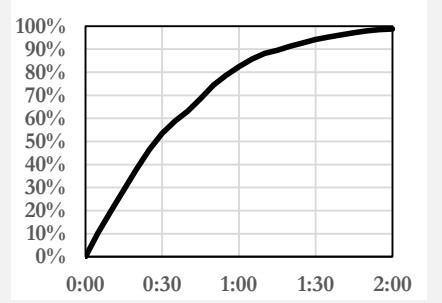
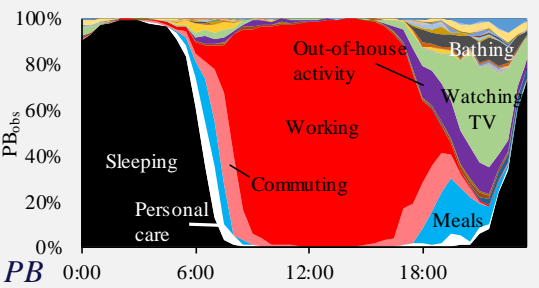
- 食事を同時にとる
- 入浴を順番に



非ルーチン行為による行為遷移の模擬

時刻別生活行為実施比率

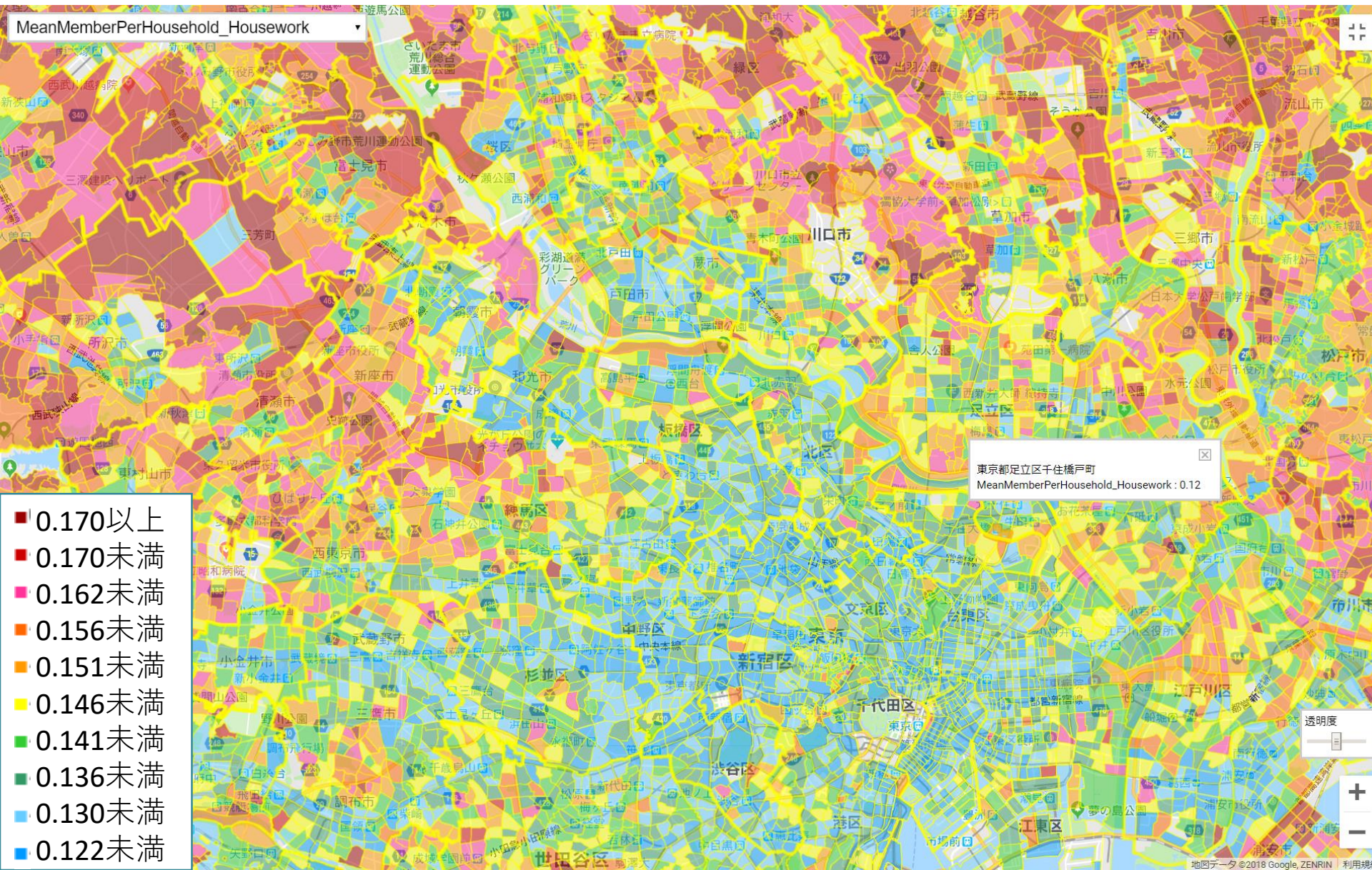
行為別継続時間頻度分布



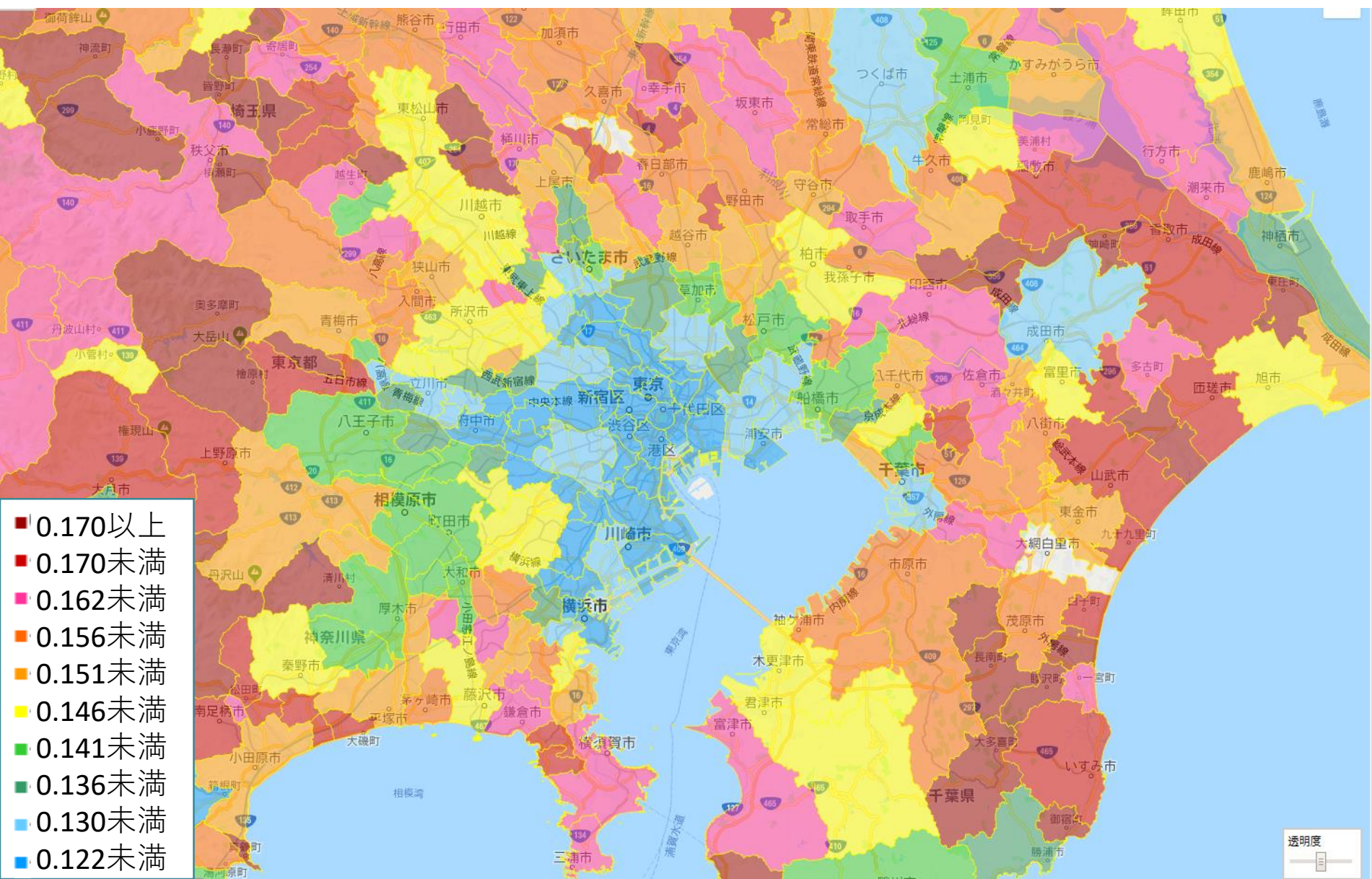
ルーチン行為間に行われる行為を決定

- 行為の決定
- 継続時間決定

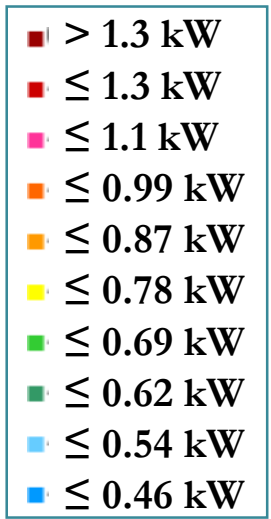
平日14時における世帯当たり家事実施人数



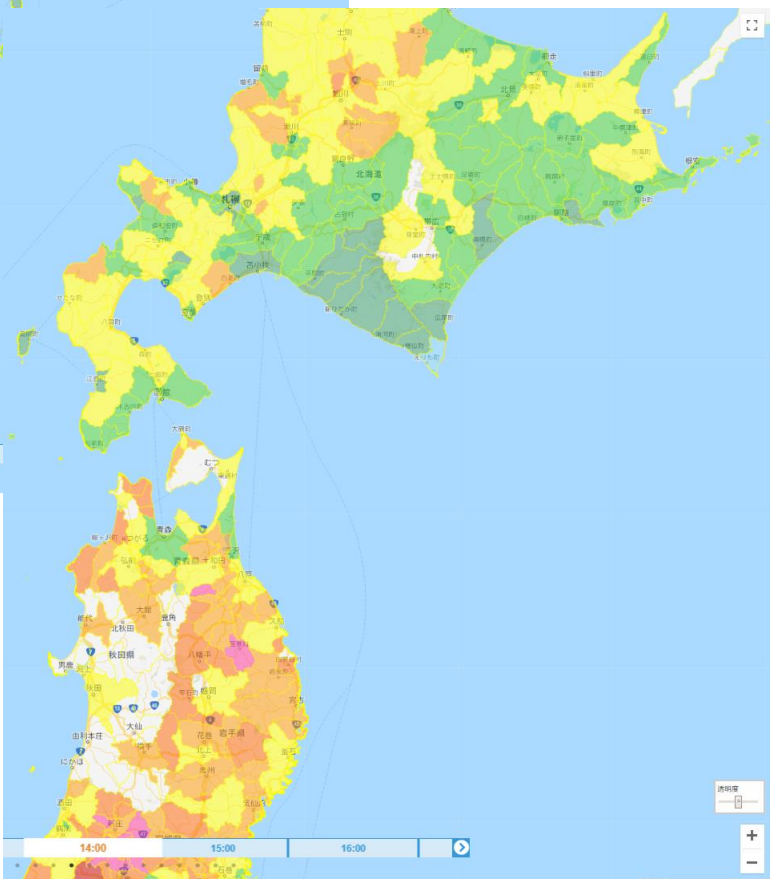
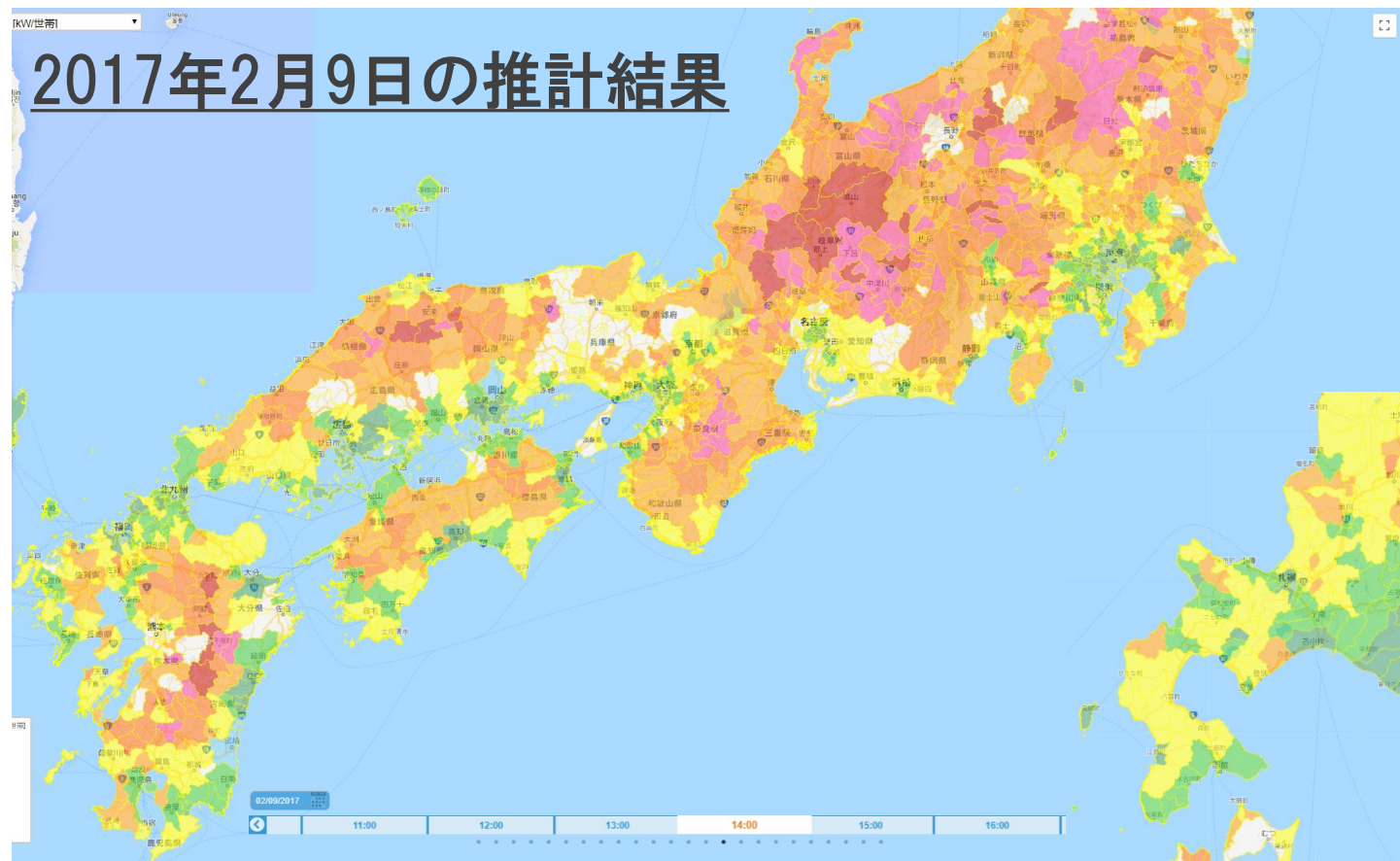
平日14時における世帯当たり家事実施人数



全国を対象とするエネルギー需要推計



2017年2月9日の推計結果

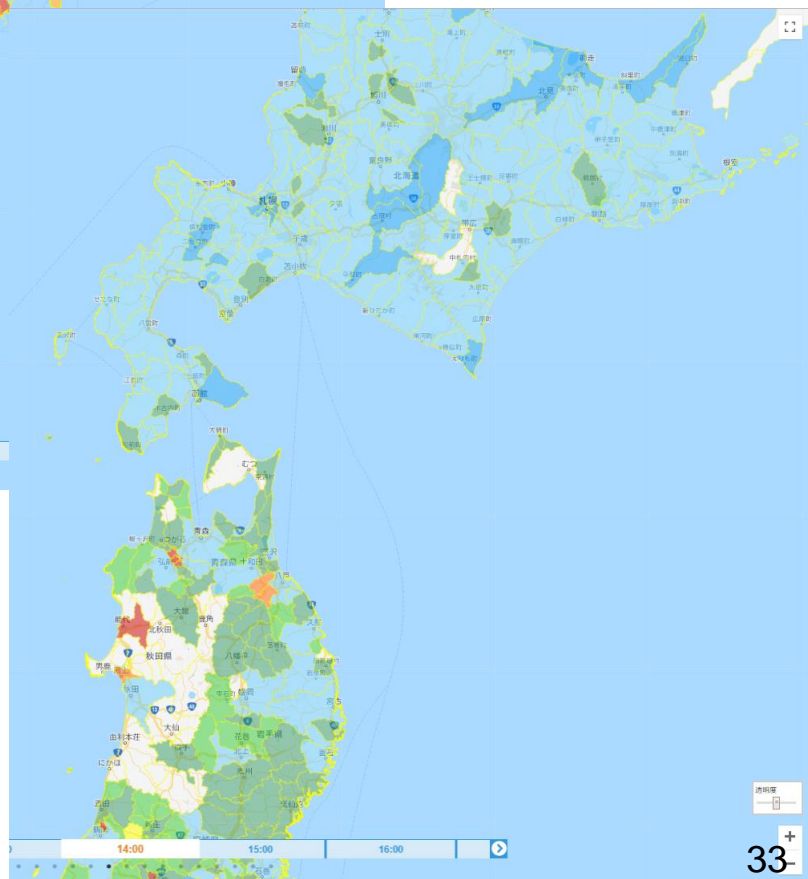
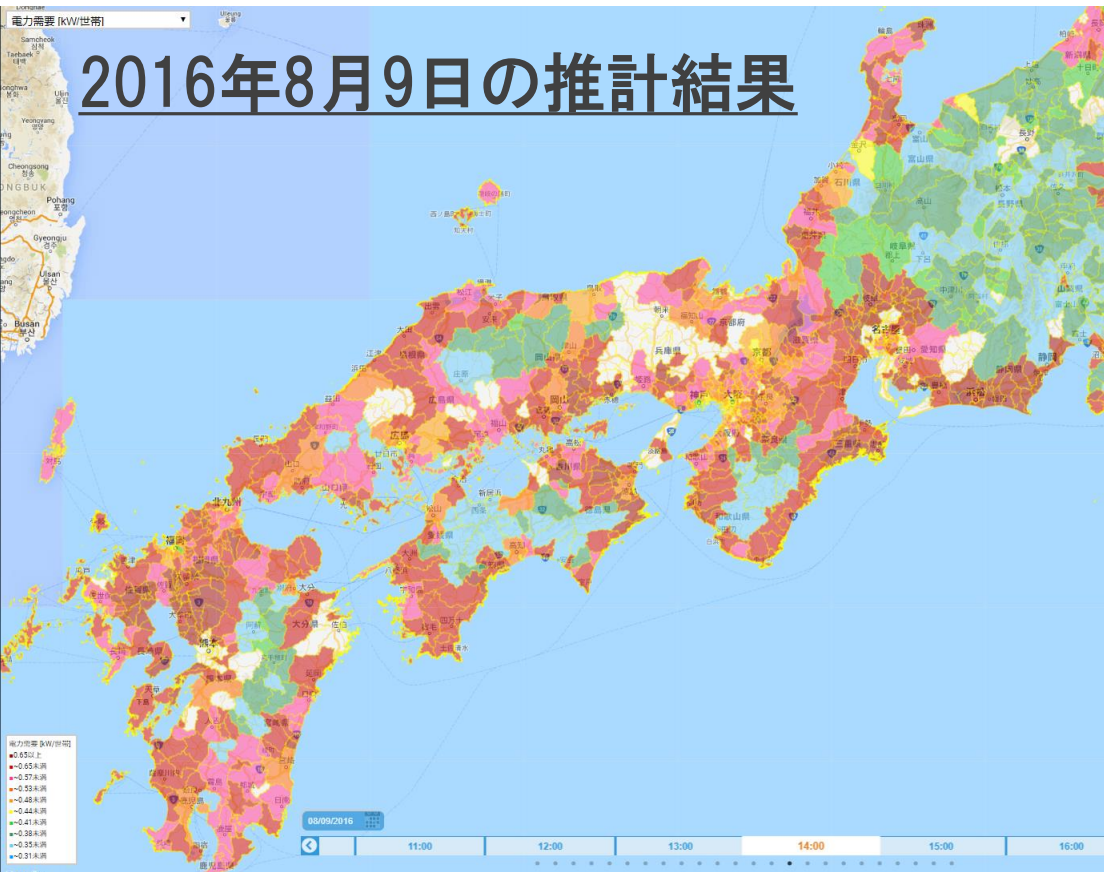


- 市区町村別に上限500世帯を生成。シミュレーション結果を積み上げる
- 市区町村解像度の気象データを利用 (AMATERASS web). <http://amaterass.nict.go.jp/>
- 気象、住宅、設備、生活行動の地域性

全国を対象とするエネルギー需要推計



2016年8月9日の推計結果



- 市区町村別に上限500世帯を生成。シミュレーション結果を積み上げる
- 市区町村解像度の気象データを利用 (AMATERASS web). <http://amaterass.nict.go.jp/>
- 気象、住宅、設備、生活行動の地域性

林チームへのデータ提供

林チームのテーマ：

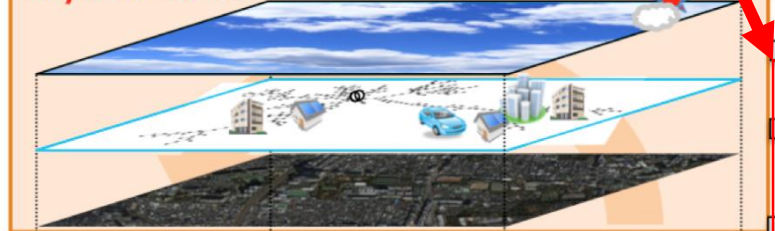
汎用的な実証基盤体系を利用した**シナリオ対応型**分散協調EMS実現手法の創出

将来電力需要の具体的なシナリオの想定が可能
(人口減少, 省エネ化, 電化 (EV, HP))

実地域の特徴を反映可

Target area

Physical world



Meteorological info.
- Satellite data

NW information
- NW structure

Demand information
- Consumption patterns

Geographic info.
- Latitude/Longitude
- Land use

EMS platform

Physical world
(simulated)



Scenarios

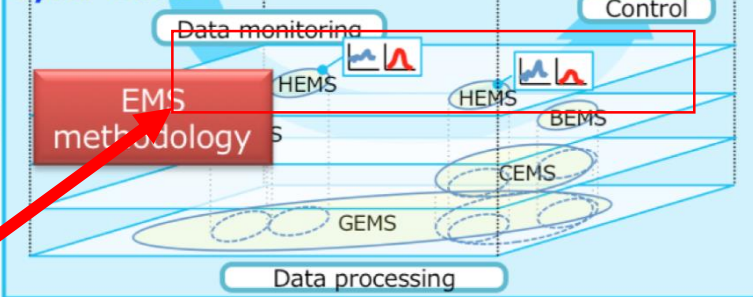
- Capacity/location of PV
- Capacity/location of EV
- Voltage control devices ...

Cyber world



Implementation

Cyber world



HEMS評価
が多様化

Real world effect

Evaluation

Sustainability Indices of Smart City

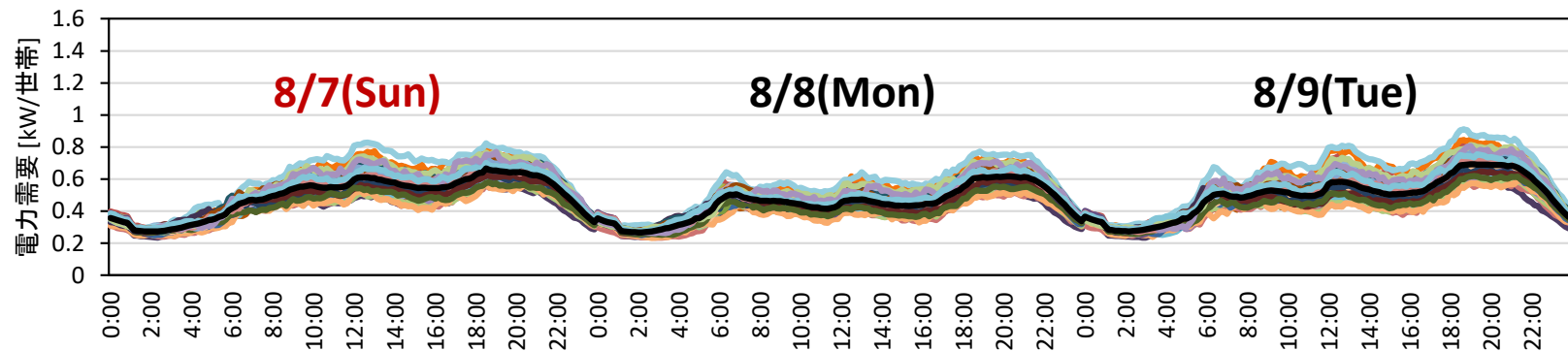
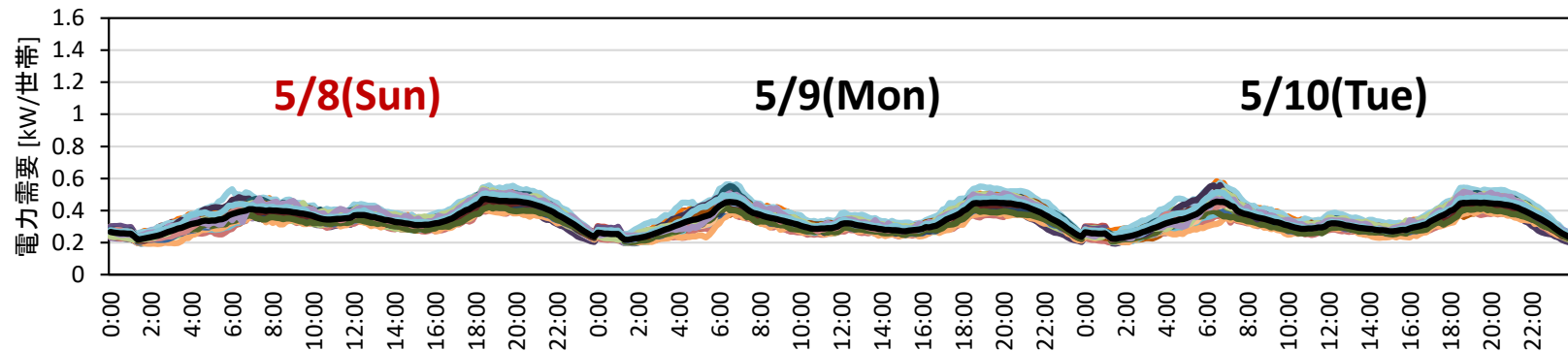
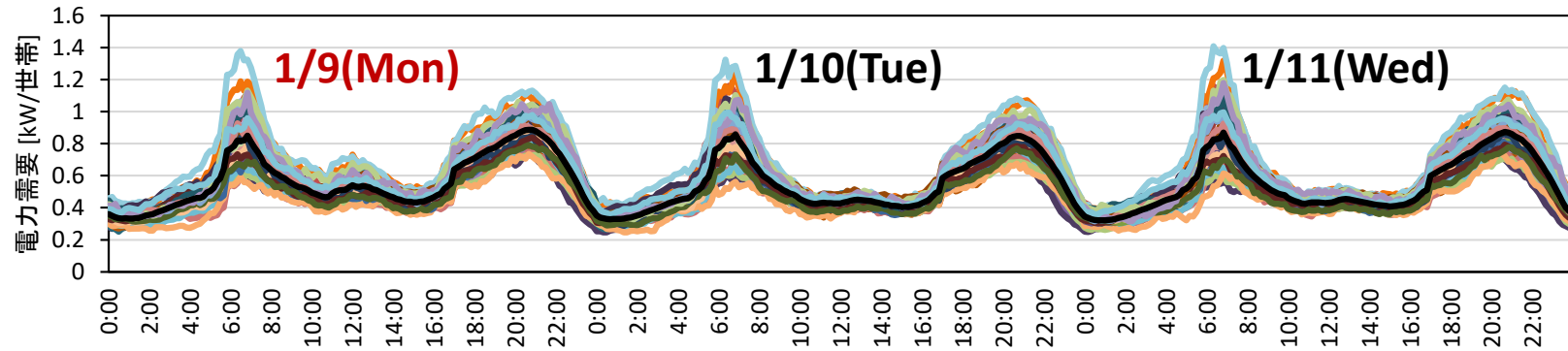
?	?	?	?	?	?	?
PV curtailment	Cumulative voltage deviation	Distribution network loss	CO2 emission	Maximum line loading	Residential operation cost	Energy self-sufficiency

PV curtailment	Cumulative voltage deviation	Distribution network loss	CO2 emission	Maximum line loading	Residential operation cost	Energy self-sufficiency

狛江市全41町丁目世帯平均電力需要推計結果

地域関西の要因分析を実施中

一市全体平均

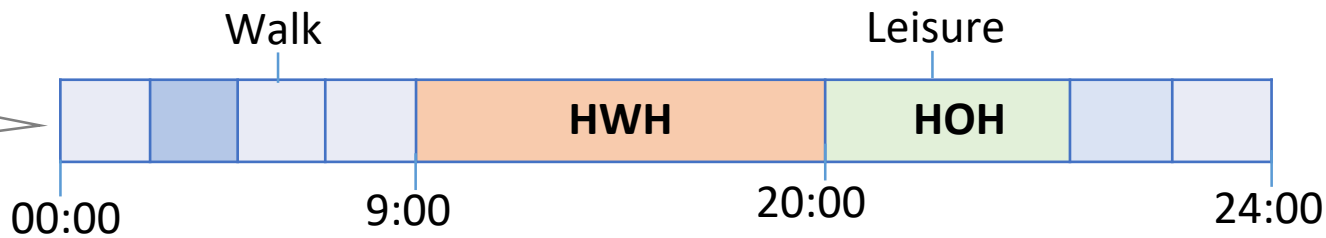


鈴木チームとの連携：電気自動車の考慮

Prakash et al. ASim2018

Home-Others-Home : HOH

Daily Activity Timeline



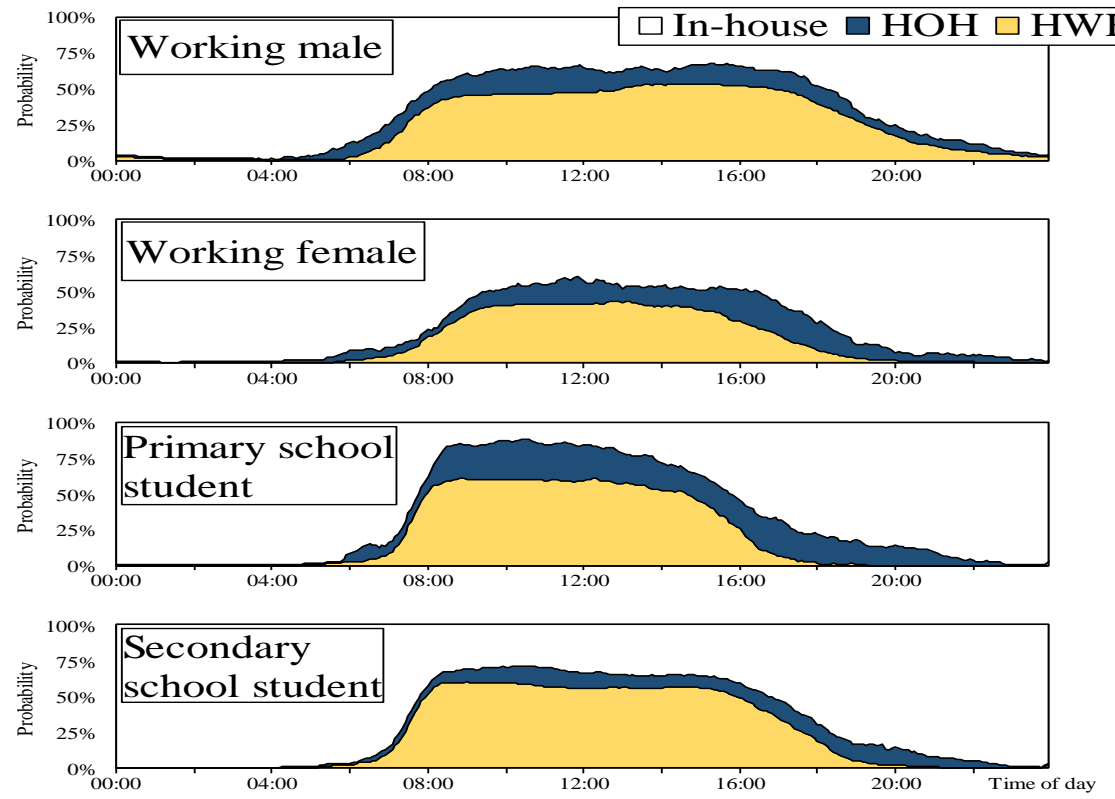
Home-Work-Home : HWH

- 京阪神都市圏パーソントリップ調査データを使用
- 外出時の自動車使用の回帰モデルを作成
- 外出時に自動車を使用するか判定
- 生活行為生成モデル結果に適用

$$\log \frac{p}{1-p} = \alpha + \sum_{n=1}^N \beta_n x_n$$

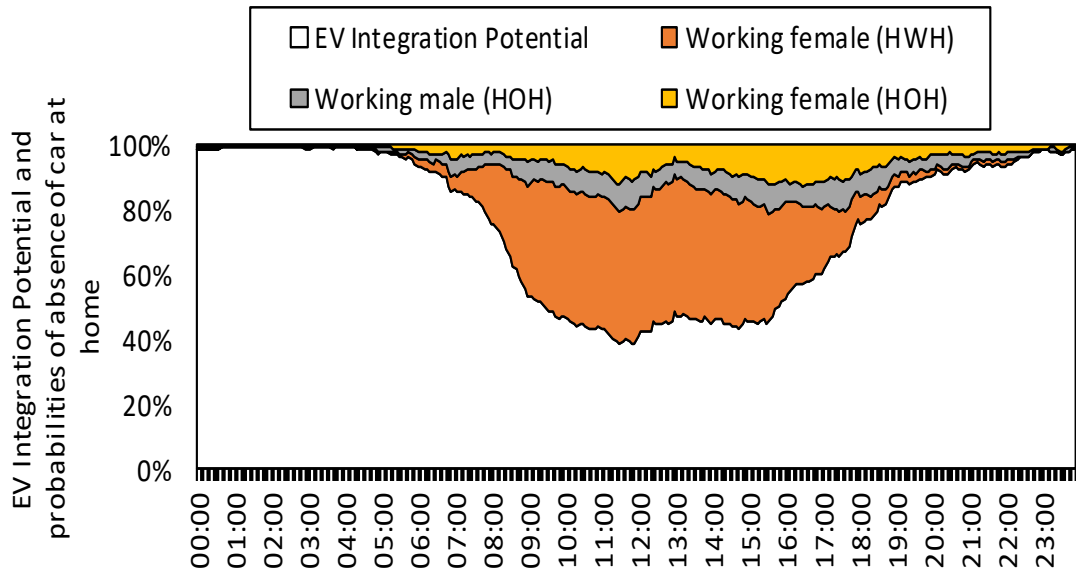
$$e^{(\alpha + \beta_n x_n)}$$

$$p_{car} = \frac{e^{(\alpha + \beta_n x_n)}}{1 + e^{(\alpha + \beta_n x_n)}}$$

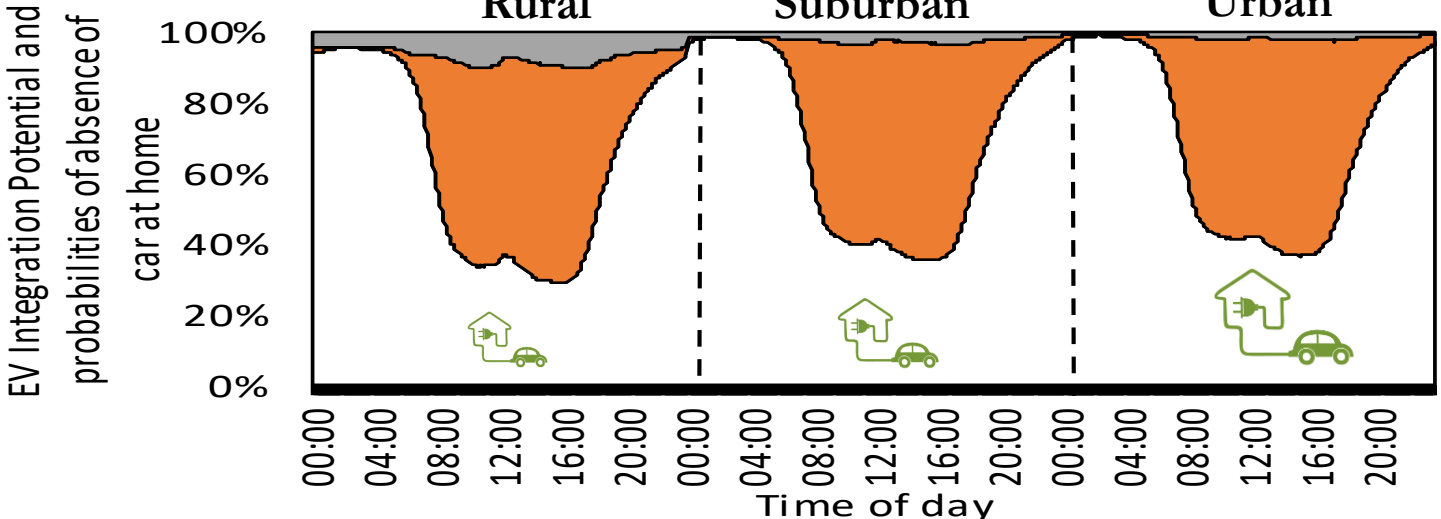


鈴木チームとの連携：電気自動車の考慮

Prakash et al. ASim2018



weekdays



データプラットフォームでの課題

- エネルギー需要の精度検証：二つの精度検証を予定
 - (1) 南千里丘地域の時系列データを用いた検証
 - (2) 家庭用CO2統計に収録されている全国データを用いた検証
- 可視化尺度の設定
 - 現在は頻度で区分。
- 欠損地域のデータ処理
 - 市町村合併により利用ができない国勢調査データがある。
- 公開について：方針について議論が必要
 - エネルギー需要データ
 - 生活行為シミュレーションデータ
 - モデル

発表論文まとめ

- 松岡 綾子, 杉山 みなみ, 桃木 貴志, 山口 容平, 下田 吉之: 長期エネルギー需給見通しにおける家庭部門CO₂排出削減見込み量の検証, 日本建築学会環境系論文集 2019年3月 第84巻 第757号
- Yamaguchi, Y., Yilmaz, S., Prakash, N., Firth, S. K., Shimoda, Y. (2018). A cross analysis of existing methods for modelling household appliance use. *Journal of Building Performance Simulation*, DOI: 10.1080/19401493.2018.1497087, in press.
- Hayashi, Y., Fujimoto, Y., Ishii, H., Takenobu, Y., Kikusato, H., Yoshizawa, Amano, Y., Tanabe, S. Yamaguchi, Y., Shimoda, Y., Yoshinaga, J., Watanabe, M., Sasaki, S., Koike, T., Jacobsens, H., Tomsovic, K. (2018). Versatile Modeling Platform for Cooperative Energy Management Systems in Smart Cities. *Proceedings of the IEEE*, 106(4), 594-612. <https://doi.org/10.1109/JPROC.2018.2809468>
- Yohei Yamaguchi. (2018). A practice-theory-based analysis of historical changes in household practices and energy demand: A case study from Japan. *Technological Forecasting & Social Change*, [10.1016/j.techfore.2018.01.032](https://doi.org/10.1016/j.techfore.2018.01.032)
- Yamaguchi, Y., Miyachi, Y., & Shimoda, Y. (2017). Stock modelling of HVAC systems in Japanese commercial building sector using logistic regression. *Energy and Buildings*, 152, 458-471. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2017.07.007>
- Yamaguchi, Y., & Shimoda, Y. (2017). A stochastic model to predict occupants' activities at home for community-/urban-scale energy demand modelling. *Journal of Building Performance Simulation* 10, 565-581. <http://doi.org/10.1080/19401493.2017.1336255>
- Fujimoto, T., Yamaguchi, Y., & Shimoda, Y. (2017). Energy management for voltage control in a net-zero energy house community considering appliance operation constraints and variety of households. *Energy and Buildings*, 147, 188-199. <http://doi.org/10.1016/j.enbuild.2017.05.009>
- Shimoda, Y., Taniguchi-Matsuoka, A., Inoue, T., Otsuki, M., & Yamaguchi, Y. (2017). Residential energy end-use model as evaluation tool for residential micro-generation. *Applied Thermal Engineering*, 114, 1433-1442. <http://dx.doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2016.09.066>
- Taniguchi, A., Inoue, T., Otsuki, M., Yamaguchi, Y., Shimoda, Y., Takami, A., & Hanaoka, K. (2016). Estimation of the contribution of the residential sector to summer peak demand reduction in Japan using an energy end-use simulation model. *Energy and Buildings*, 112, 80-92. <http://doi.org/10.1016/j.enbuild.2015.11.064>
- 伴場充浩, 山口容平, 下田吉之: 住宅分電盤電力計測データに基づくデマンドレスポンス効果の推定, 電気学会論文誌C, Vol. 136, No. 6, 2016
- 青木卓也, 羽原宏美, 下田吉之: [世帯の需要特性を考慮した住宅用コジェネレーションシステムの導入効果分析](#), エネルギー・資源学会論文集, Vol. 37, No.1 (2016), pp.9-16
- 谷口綾子, 下田吉之, 山口容平: [改正省エネルギー基準による大阪府家庭部門エネルギー消費削減効果の評価](#), 日本建築学会環境系論文集, Vol.80, No.708, 2015-2, pp.159-168

投稿済み: 和文1本

投稿予定: 英文4本

