

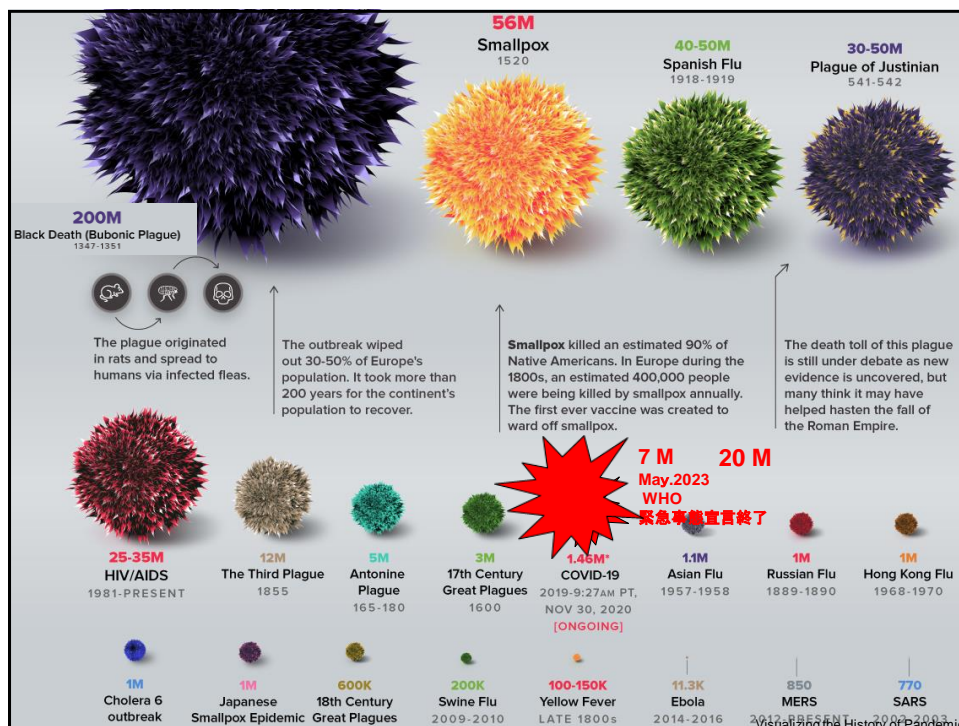
住宅・建築SDGsフォーラム第43回月例セミナー

# コロナ禍における行動変容が 住宅・建築のエネルギー消費に及ぼす影響 ～ 今後の住宅・建築・設備の展開に向けて～

2023年7月21日

東京理科大学名誉教授  
東京電機大学客員教授

井上 隆



## 流 感 感 染 防 止

(内務省衛生局)

一、近寄るな  
咳する人に

二、鼻口を覆へ  
他の爲にも  
身の爲にも

三、豫防注射を  
轉ばぬ先に

四、含嗽せよ  
朝な夕なに

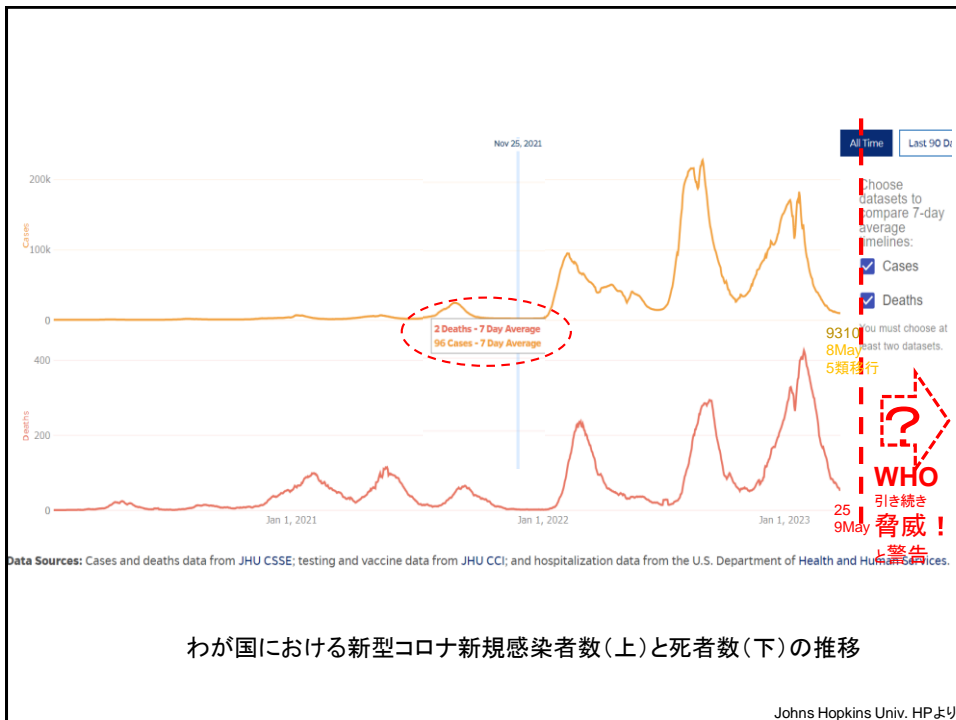
2020年6月  
**世界保健機関(WHO)**は5日、新型コロナウイルスをめぐるマスク着用の指針を**変更**し、公共の場での着用を推奨すると発表した。マスクで「感染力があるかもしれない飛沫を遮断」できると示す、新たな研究結果を踏まえた対応だとしている。  
 BBC

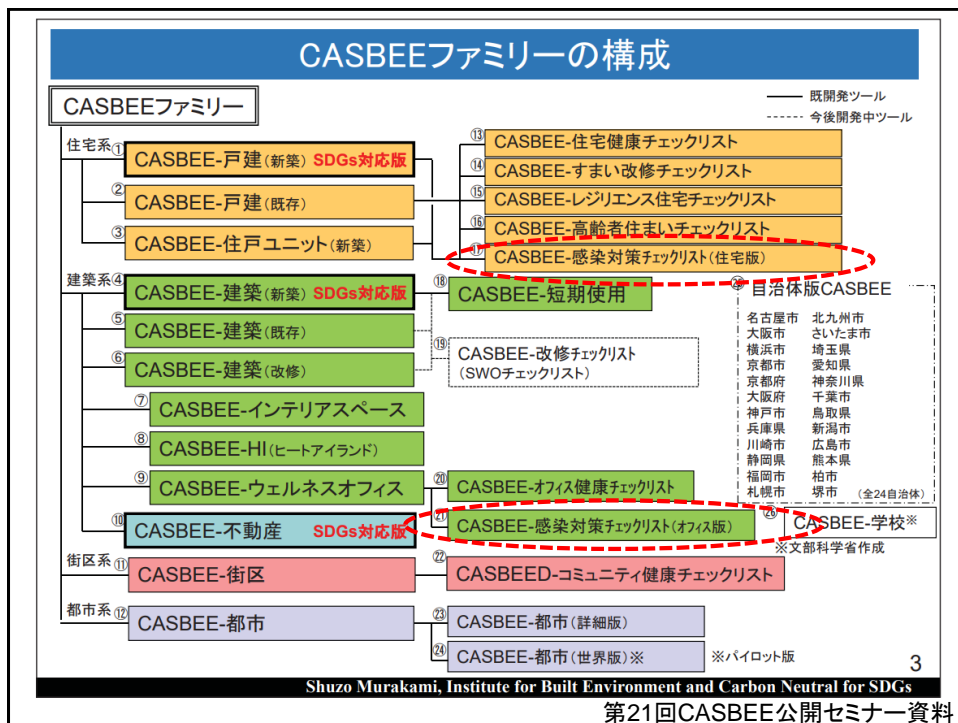
(20200715CNN) 米疾病対策センター(CDC)は14日、マスクには新型コロナウイルス感染を防ぐ効果があり、人と接触する時にはだれもが着けるべきだとする見解を発表した。

(202011CNN) 新型コロナウイルス対策としてのマスク着用は、**周りの人だけでなく自分自身を守る役にも立つ**——。米疾病対策センター(CDC)は10日に公表した新しい**ガイドライン**でそう指摘した。  
 CDCのこれまでのガイドラインでは、マスク着用は主に感染者がウイルスを他人に拡散させることを防ぐものと位置付けていた。

### 「換気」は？

スペイン風邪1918-1919 ←「流行性感冒」 P131内務省衛生局著1922年国会図書館





## 0. 新型コロナウイルス感染症について

### 1. はじめに

### 2. 統計等マクロな視点から

### 3. 実測・アンケート等による分析から

#### (1) 住宅(戸建・集合)

積算値・パターン・ピーク・用途毎

#### (2) 非住宅(オフィス・大学等)

### 4. まとめ

## 「建築・住宅とエネルギー・環境」を取り巻く近年の展開

1973年 **第一次オイルショック**

1979年 省エネ法 energy security

1980年 建築・住宅省エネ基準 92年 新基準 99年 次世代基準

地球温暖化など地球環境問題に注目

1997年 COP3 **京都議定書** -6%

2007年 IPCC AR4 **ノーベル平和賞**

2011年 **東日本大地震 原発事故** - BCP

2014年 IPCC AR5 mitigation & adaptation 気候変動-BCP

2015年 COP21 **パリ協定** 今世紀半ば: 半分 世紀末: 実質0

**2°C以内に!**

2020年 **建築・住宅省エネ基準**

→300㎡以上  
住宅 説明義務

**適合義務化**  **ZEB、ZEH**

**2020年 新型コロナウイルス感染拡大**

2020年10月 菅総理 **2050年に CO<sub>2</sub>排出実質0に!** (2100年から50年前倒し)

2021年 4月 // **2030年 46%削減** (2013年比)

⇒ **家庭: -66%、  
業務: -51%**

2021年10月 **地球温暖化対策計画** 閣議決定

2030年度以降新築される建物 ZEB基準の省エネ性能 の確保を目指す  
住宅 ZEH基準 //  
戸建住宅の6割に太陽光発電設備

2021年10月 **パリ協定に基づく成長戦略としての長期戦略** 閣議決定

2050年にストック平均でZEH・ZEB基準

2021年11月 COP26 **気温上昇を、1.5°C以内に!**

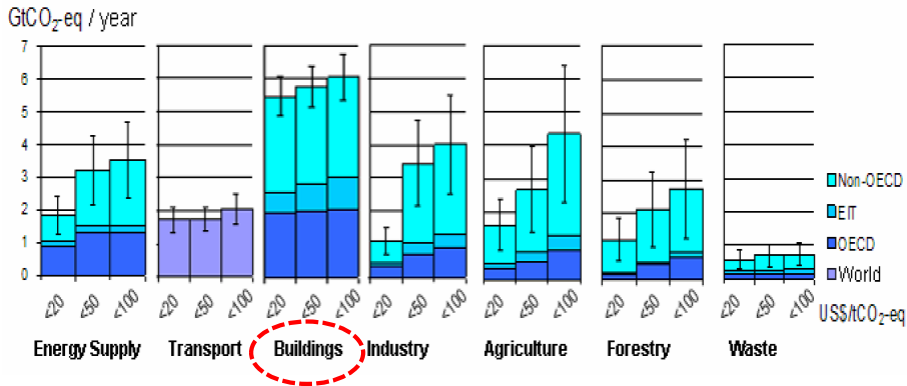
2022年 2月 ロシア ウクライナ侵攻 → **エネルギー危機**

2022年 6月 **新築建物に省エネ基準適合義務化決定** (2025年)

2021年～2023年3月 IPCC AR6 WG1～3、**統合報告書**

**2023年 5月 WHO緊急事態宣言の終了を発表、脅威は消えずと警告**

## All sectors and regions have the potential to contribute

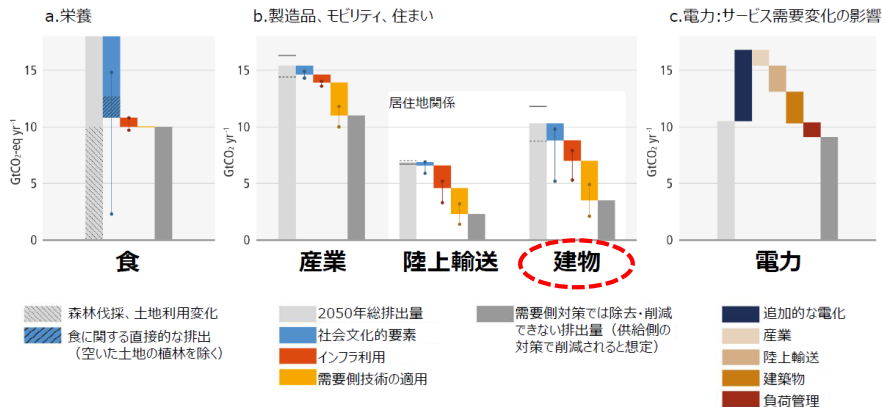


Note: estimates do not include non-technical options, such as lifestyle changes.

### 【需要側の対策】効果的な政策、インフラの改善、行動変容につながる技術の採用。 2050年のGHG排出量を40~70%削減する可能性。

- 需要側の緩和には、インフラ利用の変化、エンドユース技術の採用、及び社会文化的変化及び行動の変容が含まれる。需要側の対策とエンドユースサービスの新しい提供方法によって、エンドユース部門における世界全体のGHG排出量をベースラインシナリオに比べて2050年までに40~70%削減しう一方、いくつかの地域や社会経済集団は、追加のエネルギーや資源を必要とする。需要側の緩和対応策は、全ての人々の基本的幸福の向上と整合的である。(確信度が高い) (C.10)

#### 部門別の需要側の削減対策



(出所) IPCC AR6 WG3 SPM Figure SPM.6

**C.5 Prioritising equity, climate justice, social justice, inclusion and just transition processes can enable adaptation and ambitious mitigation actions and climate resilient development. Adaptation outcomes are enhanced by increased support to regions and people with the highest vulnerability to climatic hazards. Integrating climate adaptation into social protection programs improves resilience. Many options are available for reducing emission-intensive consumption, including through behavioural and lifestyle changes, with co-benefits for societal well-being. (high confidence) {4.4, 4.5}**

IPCC AR6 SYR SPM P33

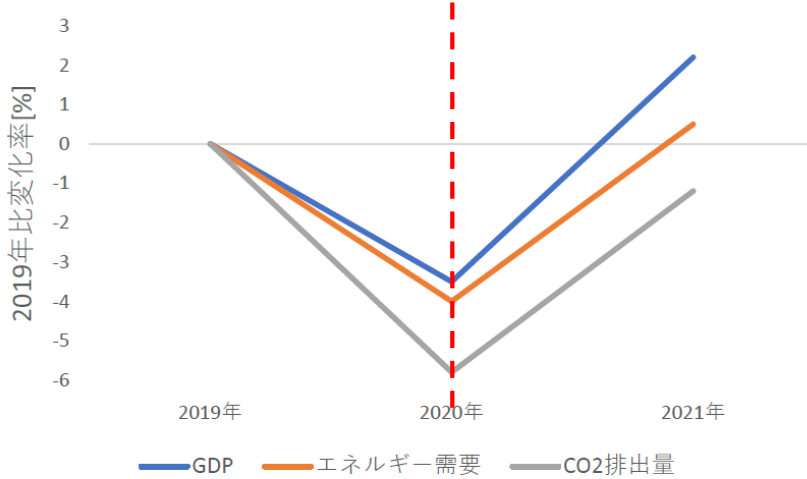
**排出量の多い消費を削減するためのオプションは多数あり、それらは行動変容と生活様式の変化を通じたものを含み、社会的な幸福との共便益（コベネフィット）を伴う。（確信度が高い）（SYR SPM C.5）**

IPCC第6次評価報告書統合報告書  
解説委員会（国立環境研究所）V1.2

IPCC AR6 SYR SPM P28-29

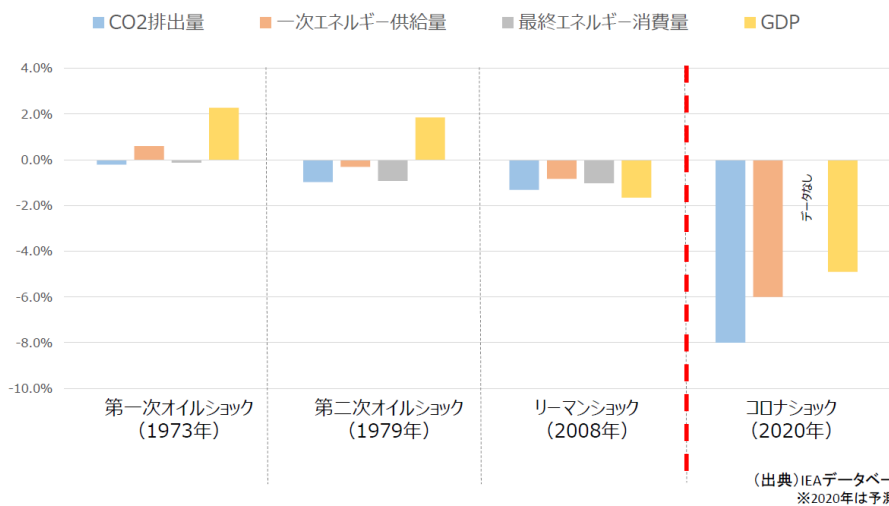
目次	
<b>特集◎COVID-19に係る行動変容が住宅・建築のエネルギー消費に及ぼす影響</b>	
1. 巻頭言	2
住宅のエネルギー消費の推移………	(株)住環境計画研究所 中上 英俊
2. 住宅系	
(1) 実態調査結果	
1) 戸建て住宅	
○住宅のエネルギー消費の変化………	5
～コロナ禍による行動変容と生活スタイルの変化～	芝浦工業大学 秋元 孝之
2) 集合住宅	
○COVID-19感染防止のための行動変容による首都圏集合住宅のエネルギー消費量の変化………	12
	東京理科大学 高瀬 幸造
3) 戸建・集合住宅	
○在宅勤務による住宅での生活とエネルギー消費の変化………	18
～夏期と冬期の戸建・集合住宅へのアンケート調査～	早稲田大学 上野 貴広
(2) 公的統計からの分析	
○公的統計から見たCOVID-19が及ぼす影響………	22
～家計調査及び家庭CO <sub>2</sub> 統計からの考察～	(株)住環境計画研究所 水谷 傑
3. 非住宅系	
(1) オフィス	
○オフィスにおける換気行動と省エネ………	27
～感染症流行期の実態調査～	東京工業大学 海塩 渉
(2) 大学	
○コロナ禍の大学キャンパスにおける教育活動の変遷とエネルギー使用実態………	33
	明治大学 樋山 恭助
4. 電力	
新型コロナウイルス感染拡大に伴う電力需要変動および社会変化に関する分析………	39
	東京電力ホールディングス(株) 中西 良輔 / 杉本 高之

【第131-1-1】世界の実質GDP、エネルギー需要、CO2排出量の推移(2019年比)

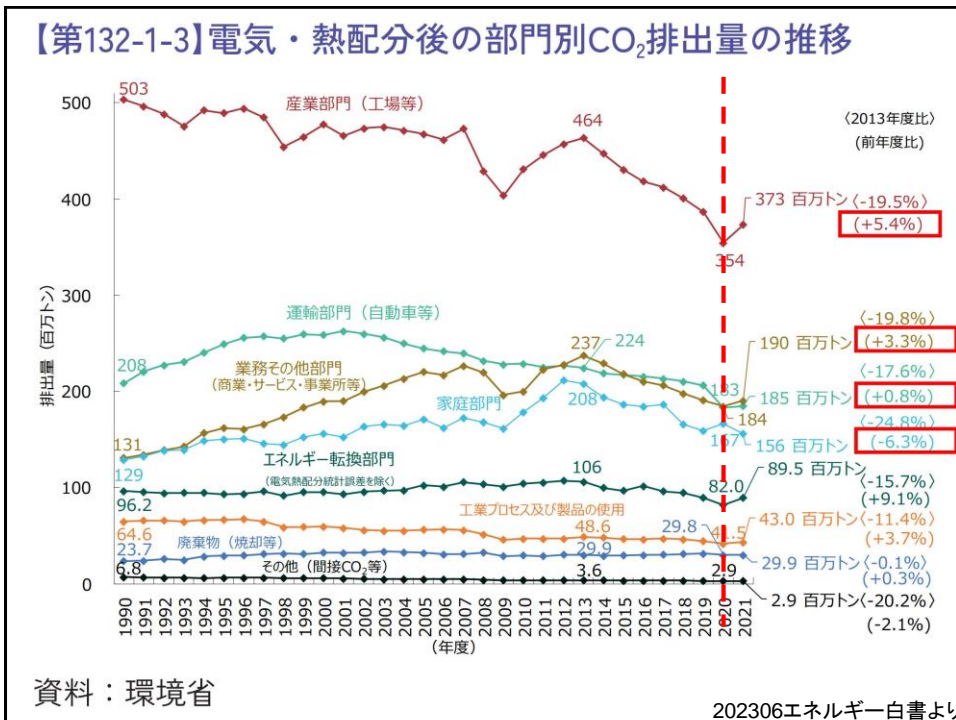
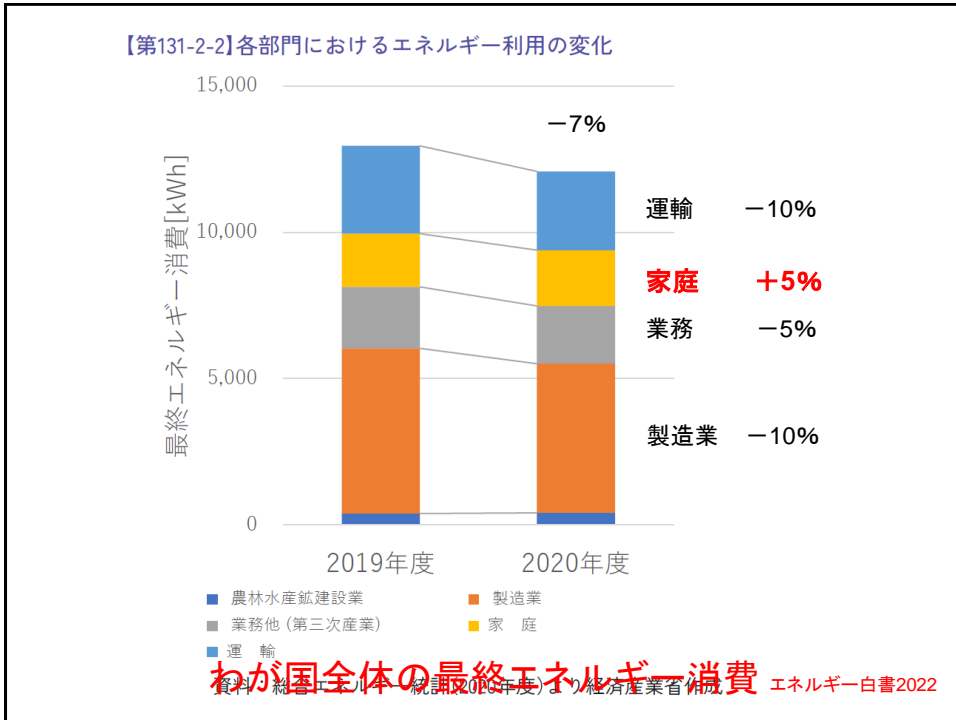


資料：IEA「Global Energy Review 2021」より経済産業省作成

前年比増減率（世界）



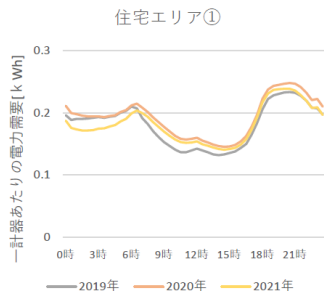




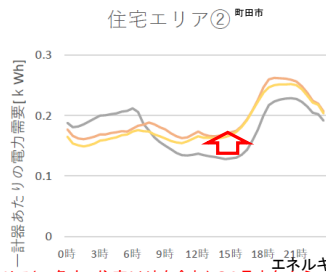
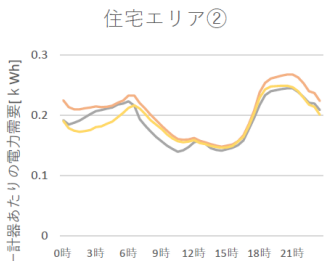
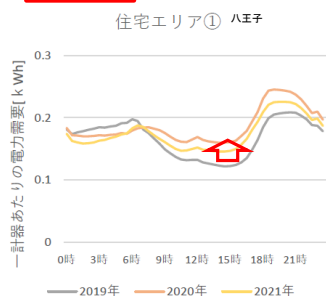


【第131-2-8】**低圧・住宅エリア**における、通常時と緊急事態宣言期間中の1日の**電力使用量**の推移の比較

2020年の宣言期間外を基準とした同期間比較



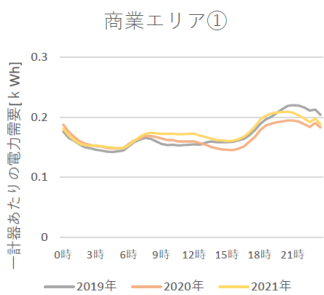
2020年の宣言期間中を基準とした同期間比較



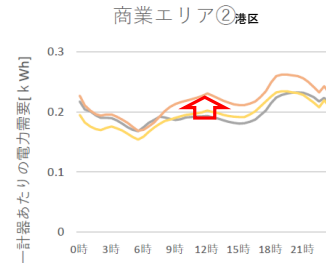
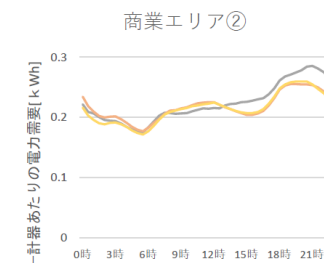
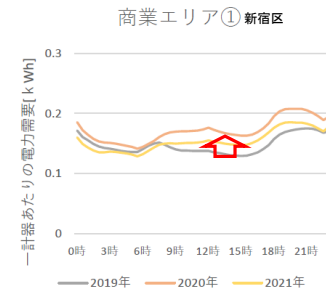
エネルギー白書2022  
各エリア(=各市、住宅以外を含む)の3月中旬から4月下旬  
気温や湿度、天気的面で条件が近くなる平日が存在する日を対象

【第131-2-9】**低圧・商業エリア**における、通常時と緊急事態宣言期間中の1日の電力使用量の推移の比較

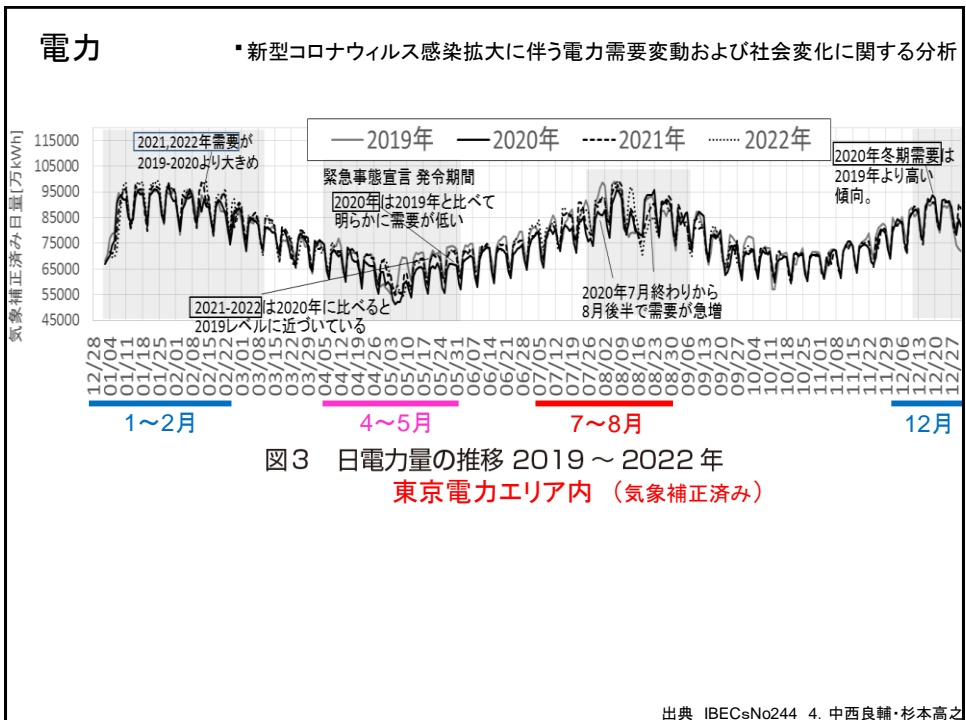
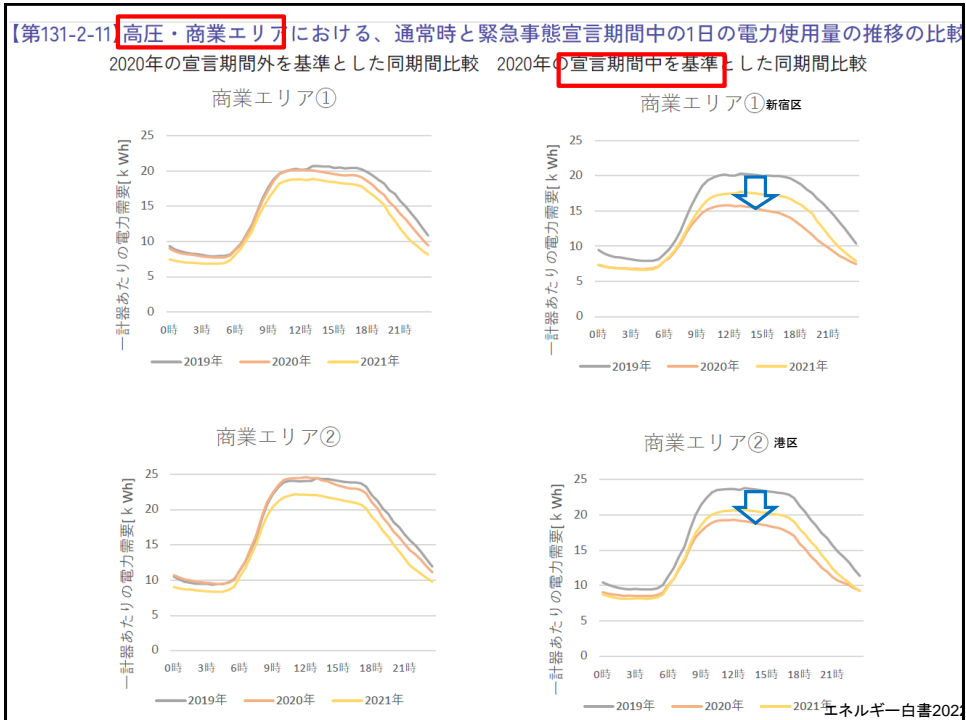
2020年の宣言期間外を基準とした同期間比較

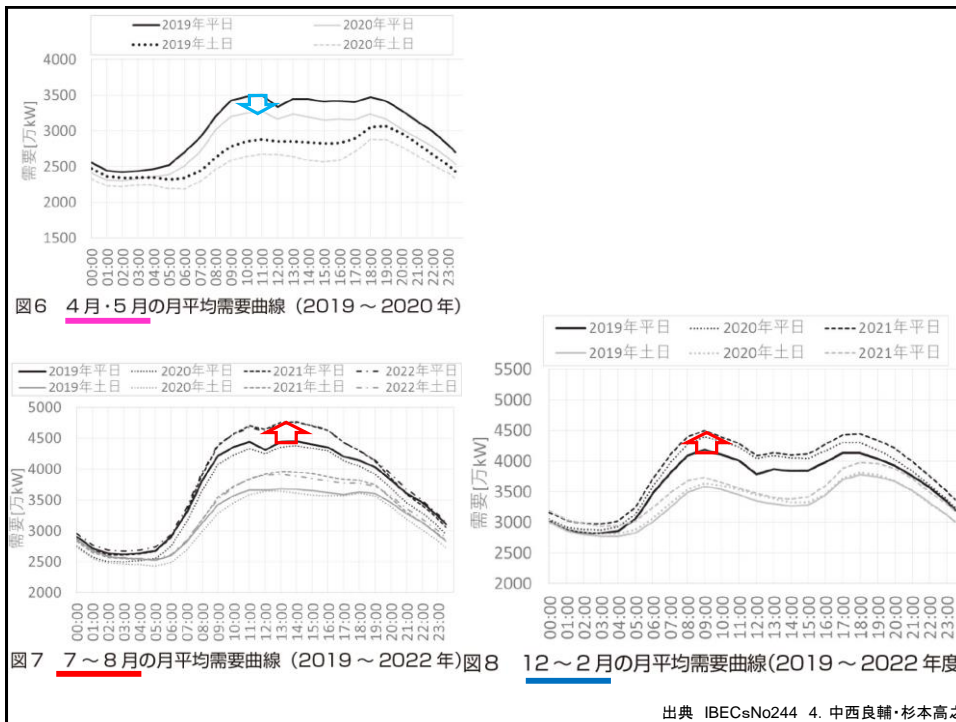
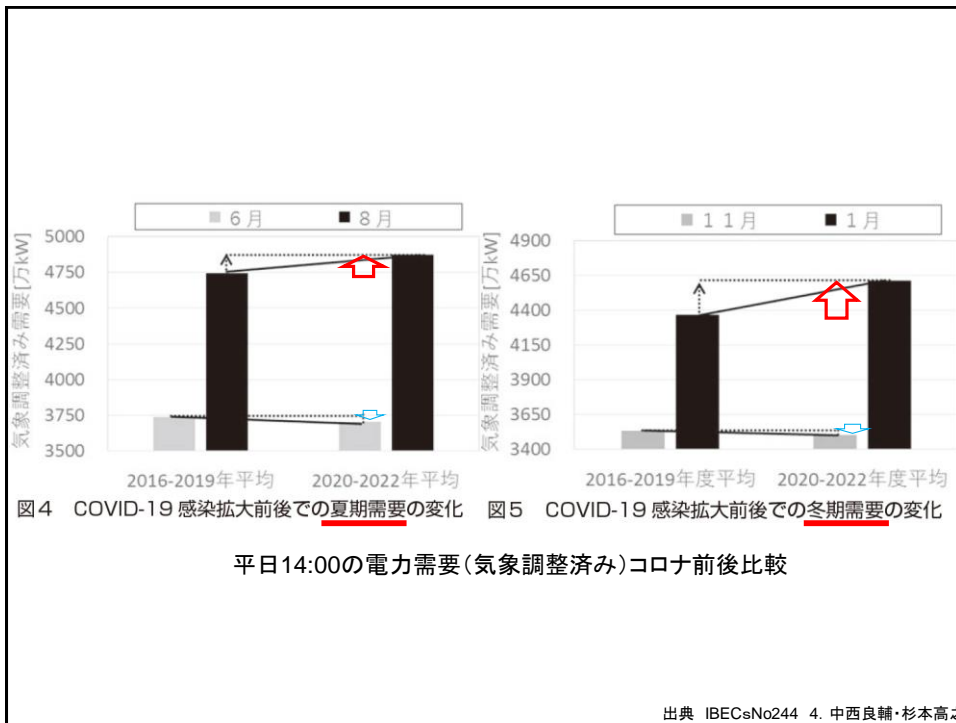


2020年の宣言期間中を基準とした同期間比較



エネルギー白書2022





# アンケート調査

・在宅勤務による住宅での生活とエネルギー消費の変化

表1 アンケート調査概要

項目	夏期Webアンケート調査	冬期Webアンケート調査
調査時期	2020年10月22日～2019年10月26日	2021年5月27日～2021年6月4日
回収数	1000件(有効回答956件)	1400件(有効回答1294件)
対象世帯	東京、埼玉、千葉、神奈川県、 大阪、兵庫、福岡在住の調査条件を満たす世帯 (居住地や回答者の年齢、性別の分布が均等になるようデータ回収)	東京、埼玉、千葉、神奈川県、愛知、 大阪、兵庫、福岡在住の調査条件を満たす世帯 (居住地や回答者の年齢、性別の分布が均等になるようデータ回収)
調査条件1	回答者が在宅勤務を実施している	
調査条件2	引っ越しや家族人数の増減がない	
調査条件3	冷蔵庫、テレビ、洗濯機、エアコンの買い替えや台数の増減がない	

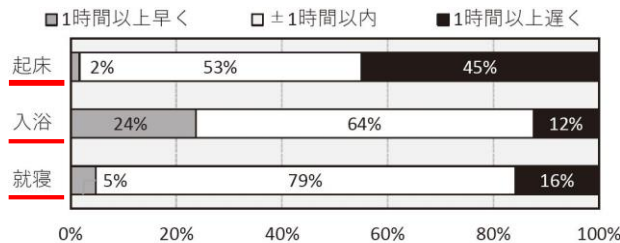
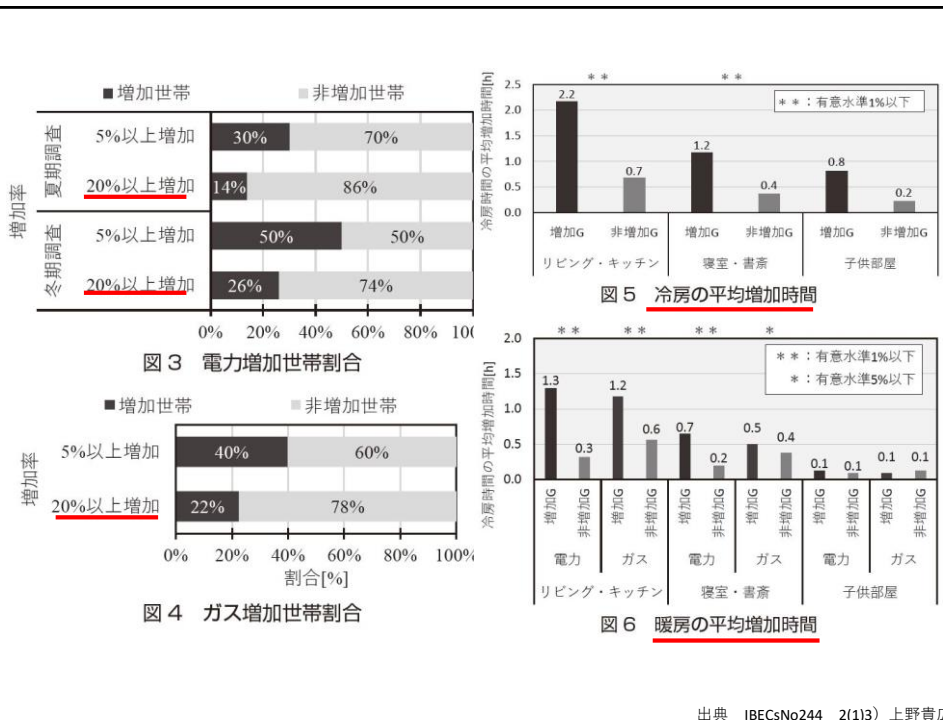
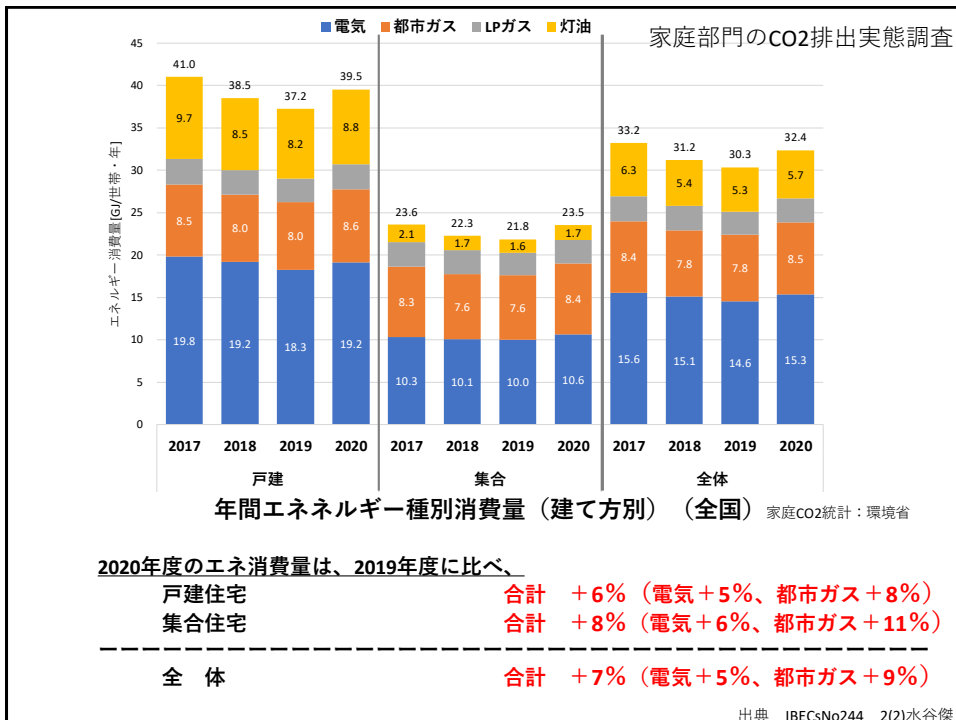
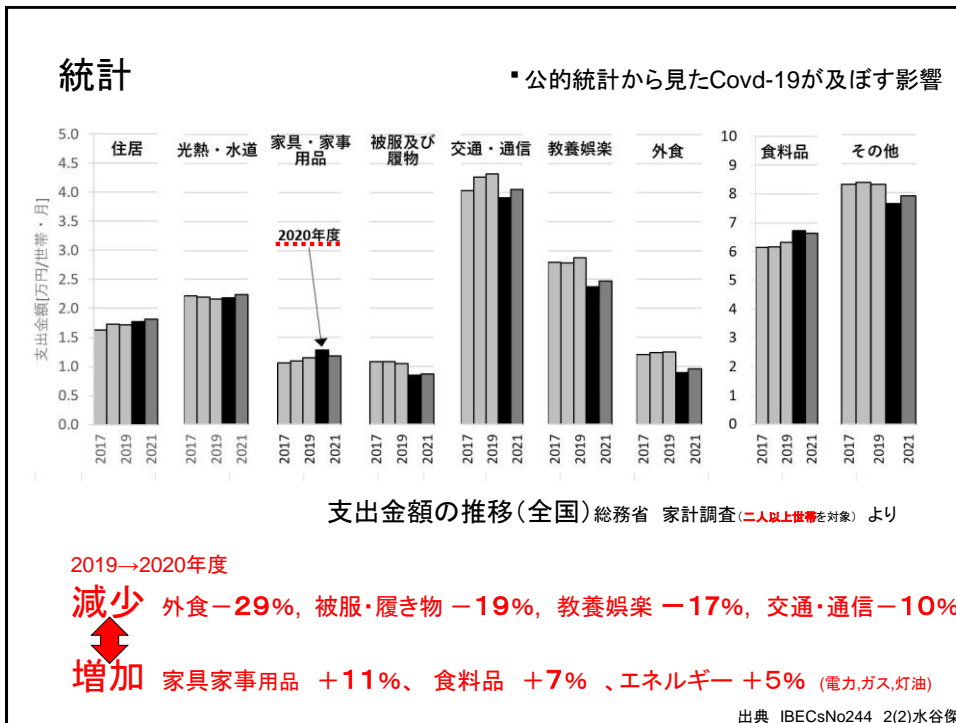


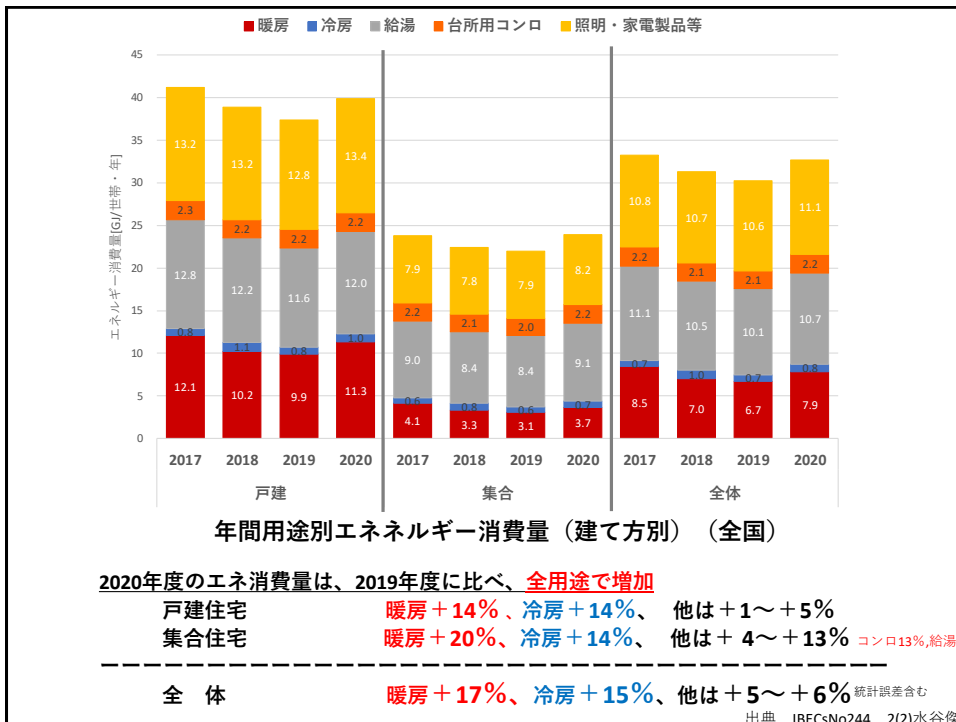
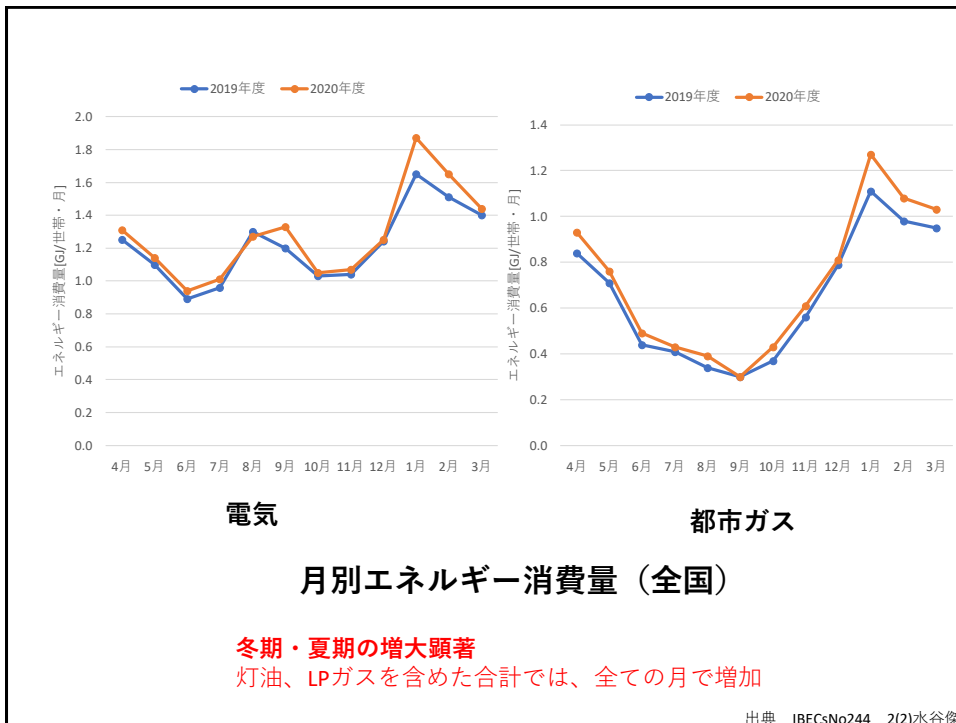
図2 在宅勤務者における各行動の時刻変化割合

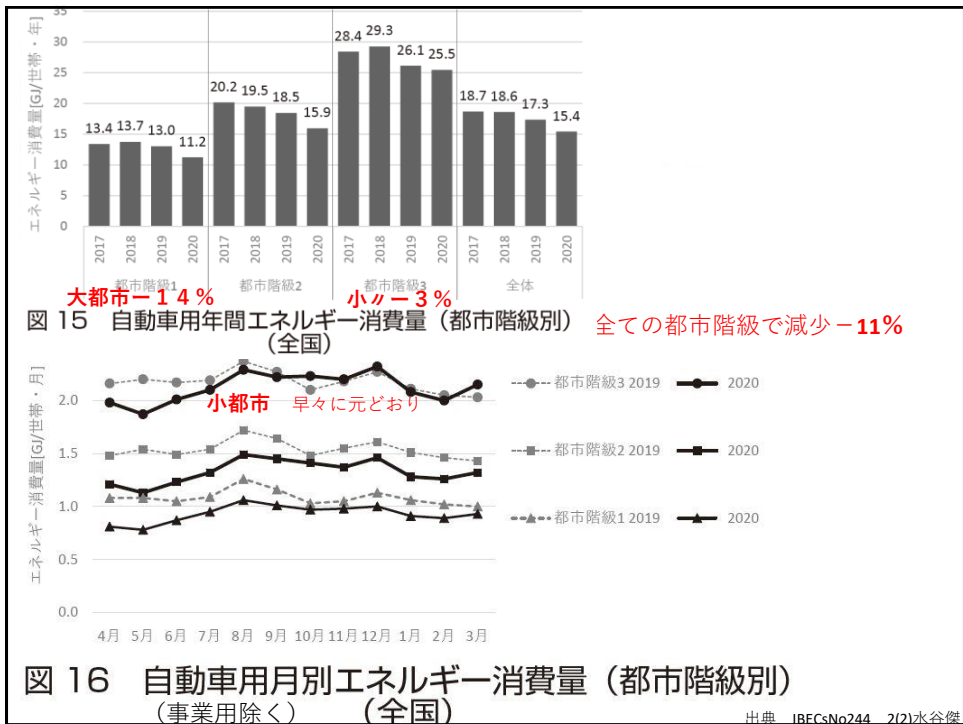
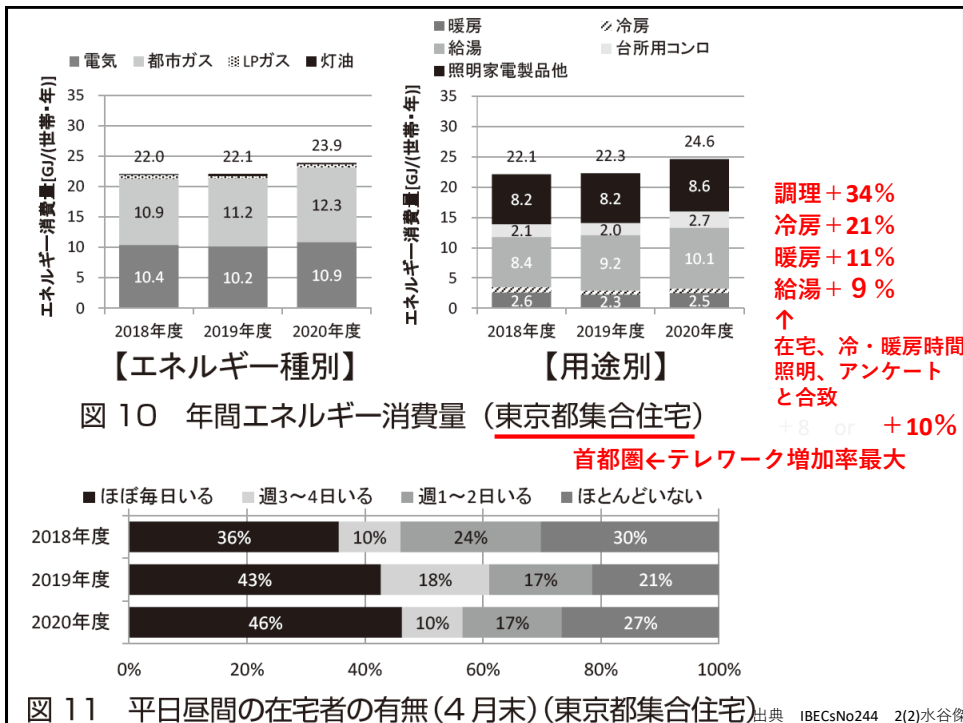
出典 IBECSNo244 2(1)3 上野貴広



出典 IBECSNo244 2(1)3 上野貴広









### 実測調査(戸建て住宅)

表1 HEMS データ調査 概要

データ取得期間	2019年1月1日～2021年8月31日
対象邸	2016年9月以降に竣工の2,064件
居住地	東京都、千葉県、埼玉県、神奈川県、愛知県、大阪府、京都府、兵庫県、福岡県
電力消費量調査	戸建住宅(軽量/重量鉄骨造・居住人数2人以上)のHEMSにより収集された粒度30分の電力消費量で、主幹、分岐回路を含む、全邸に太陽光発電システム有 ※対象邸数:最大2,064件,HP電気給湯機の所有率33% 期間により対象邸数は変動,詳細はグラフ内n数参照
気温	気象庁地域気象観測所(東京,千葉,さいたま,横浜,名古屋,大阪,京都,神戸,福岡)の各粒度別平均値とする

表2 WEB アンケート調査 概要

アンケート調査	HEMS設置邸の居住者を対象とするウェブ調査 1) 夏期アンケート 2020年9月実施 有効回答500件 2) 冬期アンケート 2021年3月実施 有効回答375件
住まい方の変化	①在宅時間,在宅勤務状況,自宅の温熱環境満足度 ②環境調整行動・利用設備 ③生活時間の変化,行動の変化
フェイスシート	年齢,性別,家族構成

### 住宅のエネルギー消費の変化

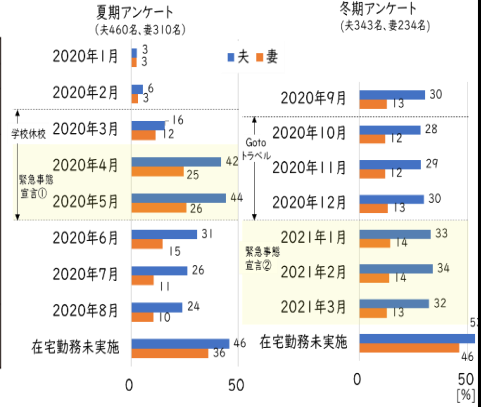


図1 在宅勤務の割合と東京都の社会的な動き

出典 IBECsNo244 2(1)1秋元孝之

※換算値 =

19年の電力消費量 + 気温の影響を排除した「19年→20/21年」の電力消費の変化量  
(重回帰分析結果:説明変数=平均気温、19/20年)

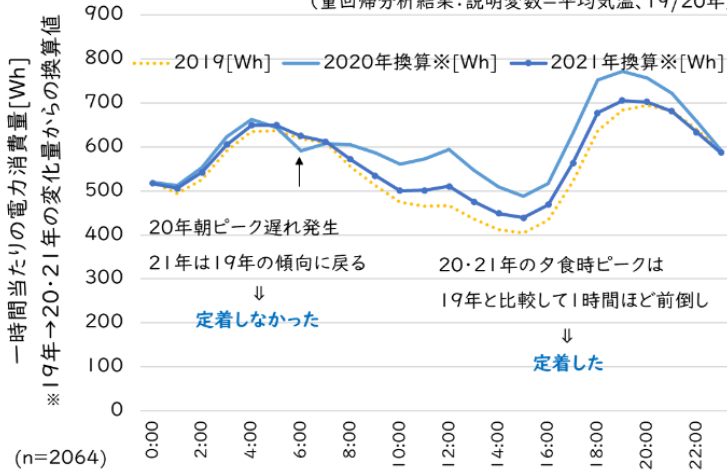
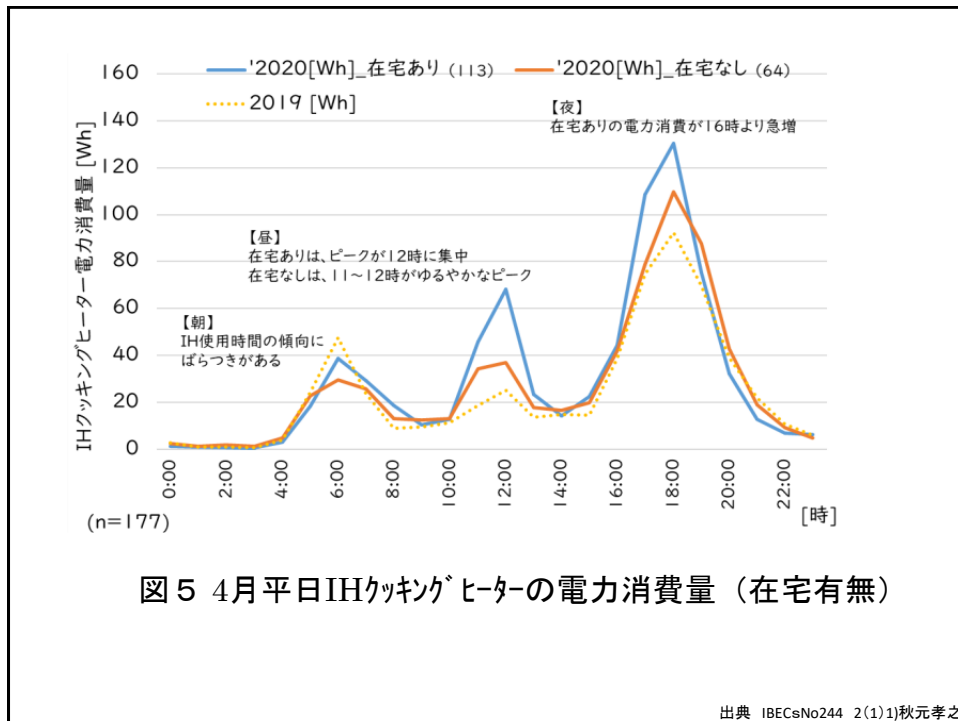


図4 4月1時間当たりの電力消費量・換算値

出典 IBECsNo244 2(1)1秋元孝之



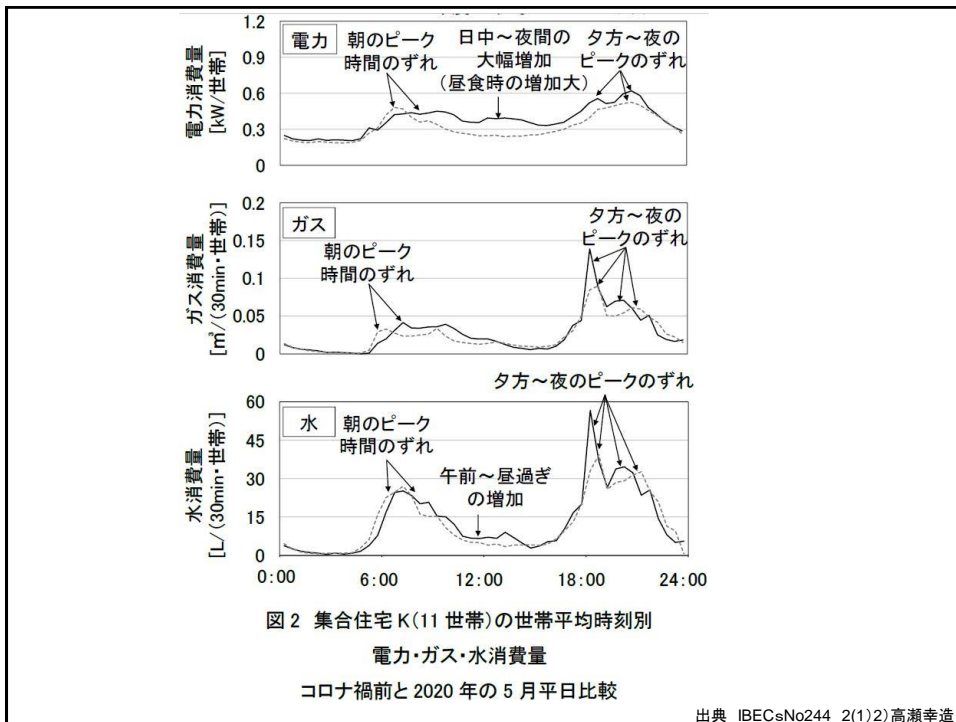
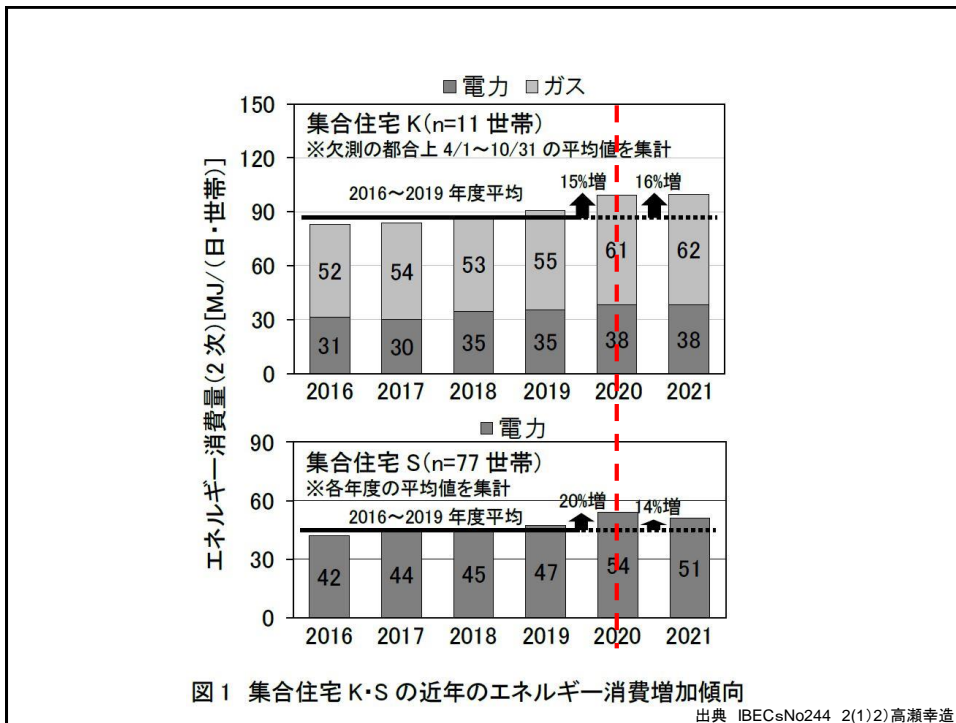
## 実測調査(集合住宅)

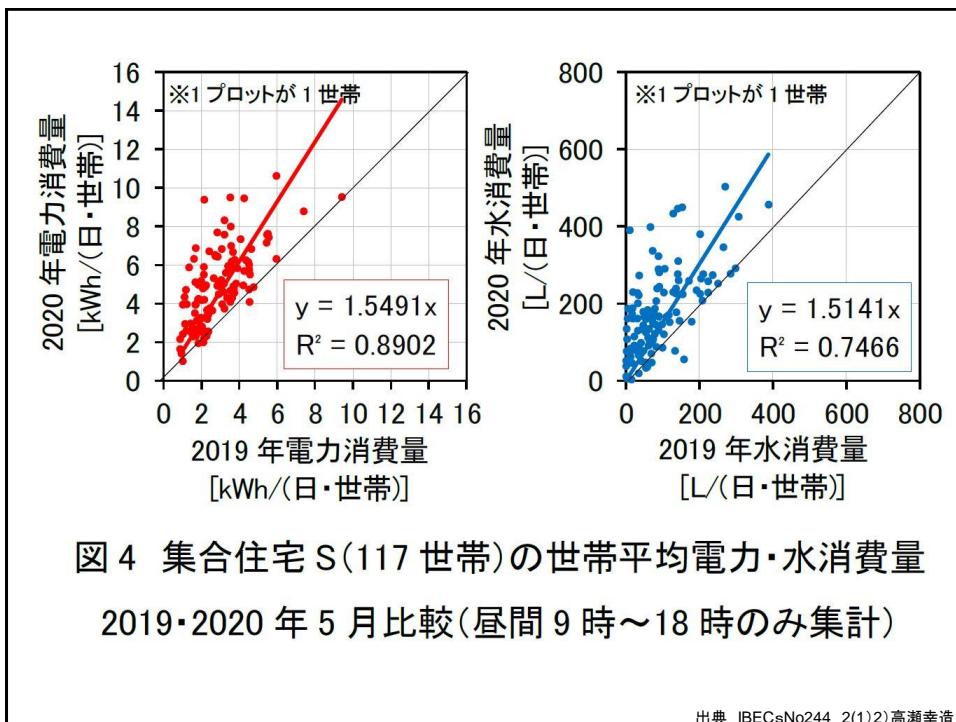
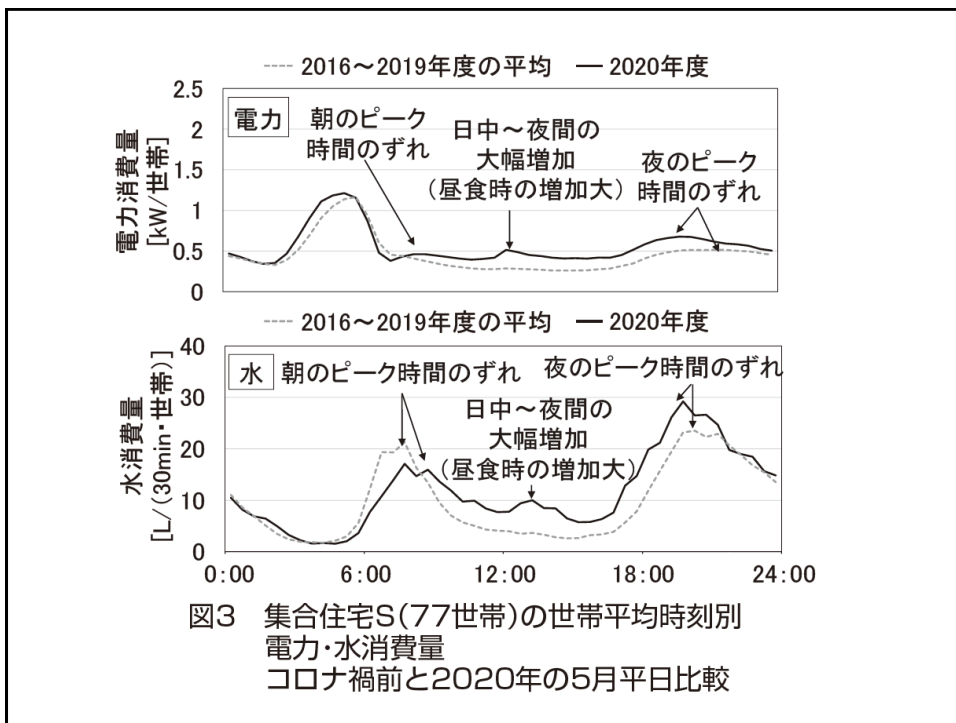
・Covid-19感染防止のための行動変容による  
首都圏集合住宅のエネルギー消費量の変化

表1 調査対象としている首都圏2か所の集合住宅

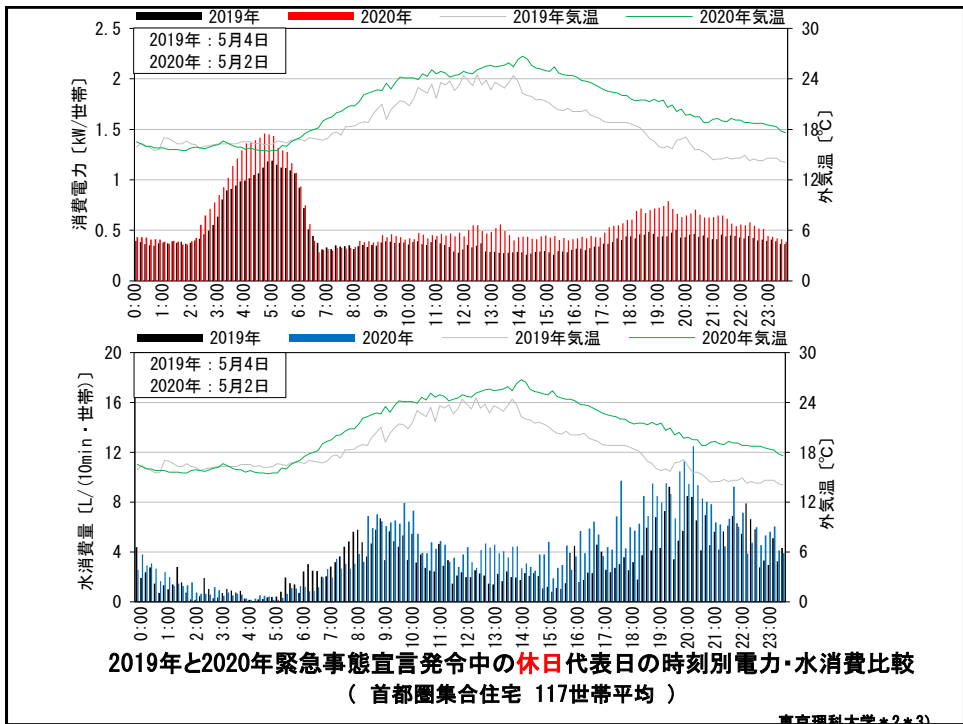
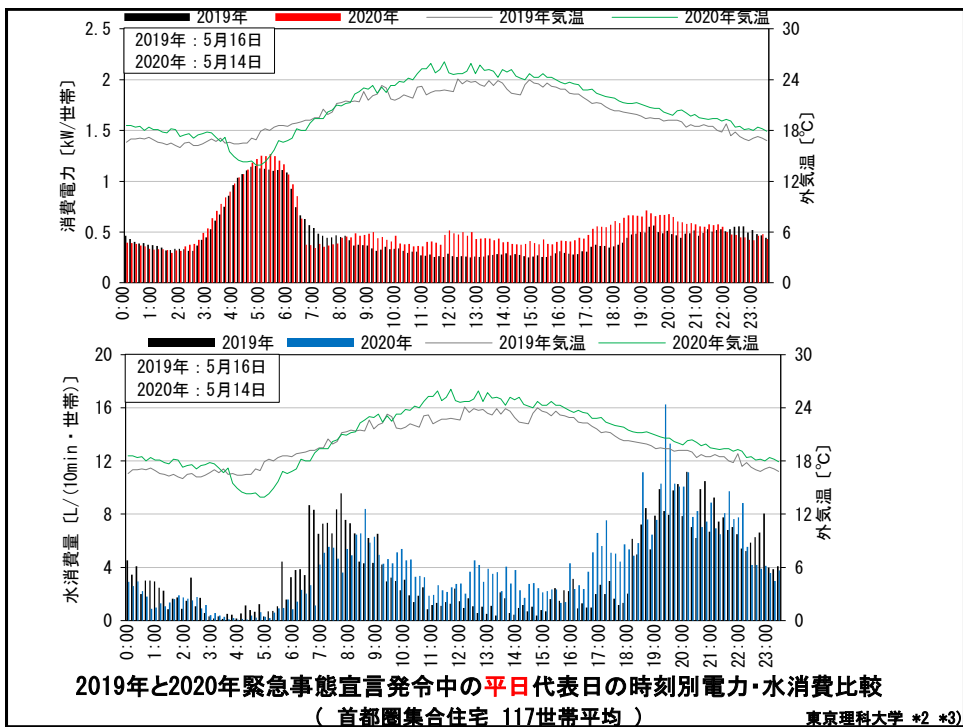
	集合住宅K	集合住宅S
所在地	東京近郊	都内
竣工年	2010年	2014年
規模	RC造7~25階の住棟6棟	RC造43階
住戸面積	約64~132㎡	約55~90㎡
使用エネルギー種別	電力・ガス	電力
給湯熱源	潜熱回収型ガス給湯機 (エコジョーズ)	ヒートポンプ給湯器(多機能エ コキュート) (全住戸タンク容量460L)
暖房設備・ 機器	・温水式床暖房(潜熱回収型 ガス給湯機熱源) ・浴室乾燥暖房機(同上熱源) ・エアコン	・温水式床暖房 (ヒートポンプ給湯器熱源) ・エアコン
窓仕様	Low-E 複層ガラス+アルミサツ シ	Low-E 複層ガラス+アルミサツ シ
計測項目	電力・ガス・水消費量	電力・水消費量
計測間隔	10分毎	10分毎
計測軒数	約900軒	約600軒
計測期間	2010/9~	2014/4~

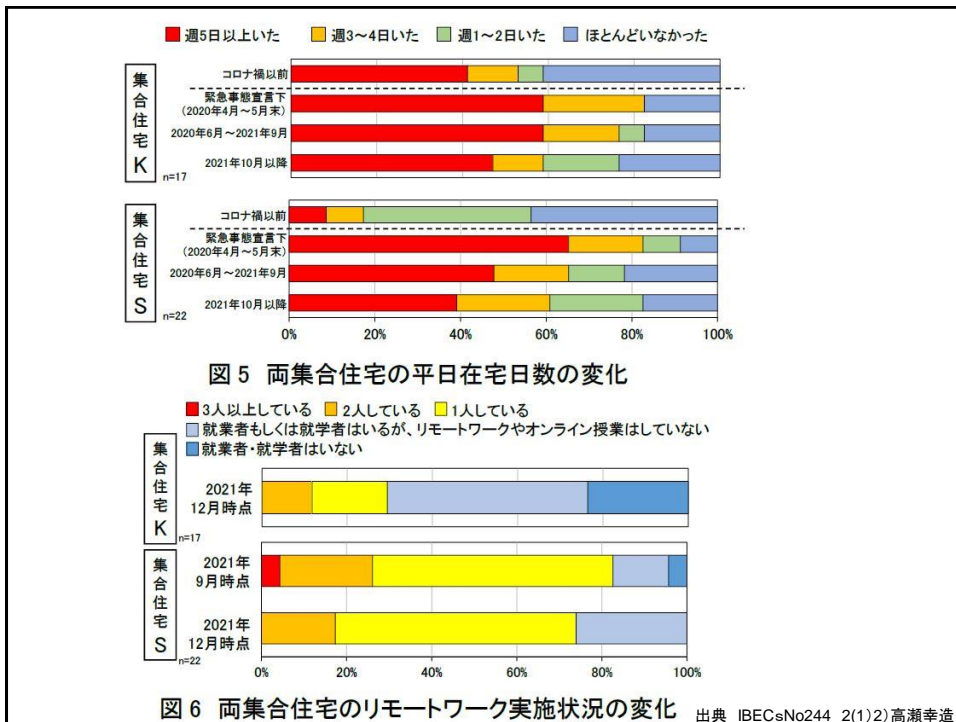
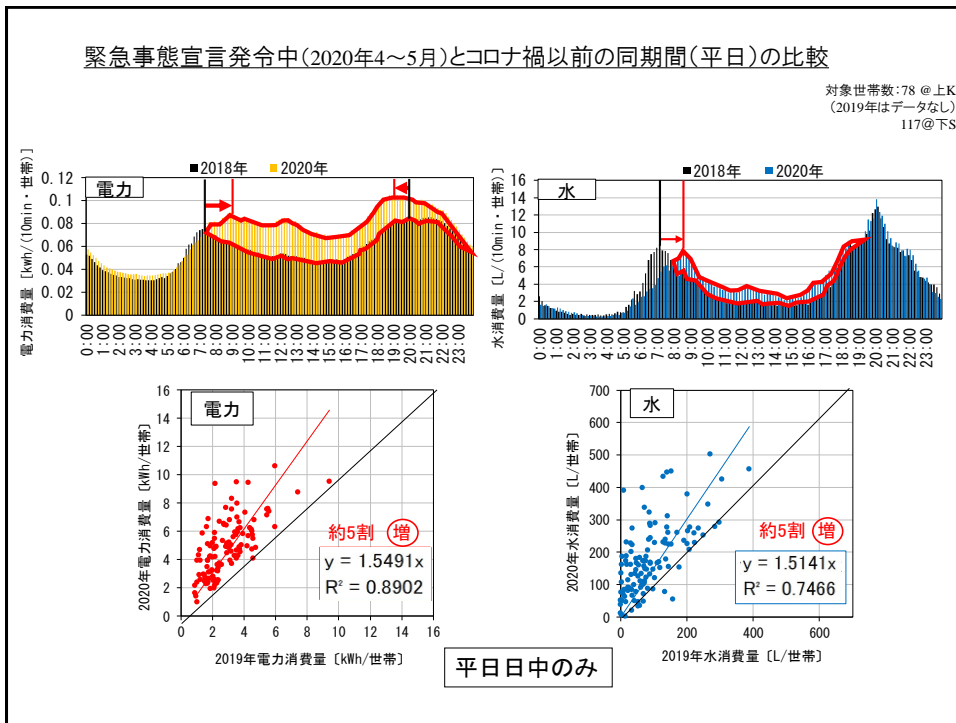
出典 IBECSNo244 2(1)2高瀬幸造





出典 IBECsNo244 2(1)2 高瀬幸造





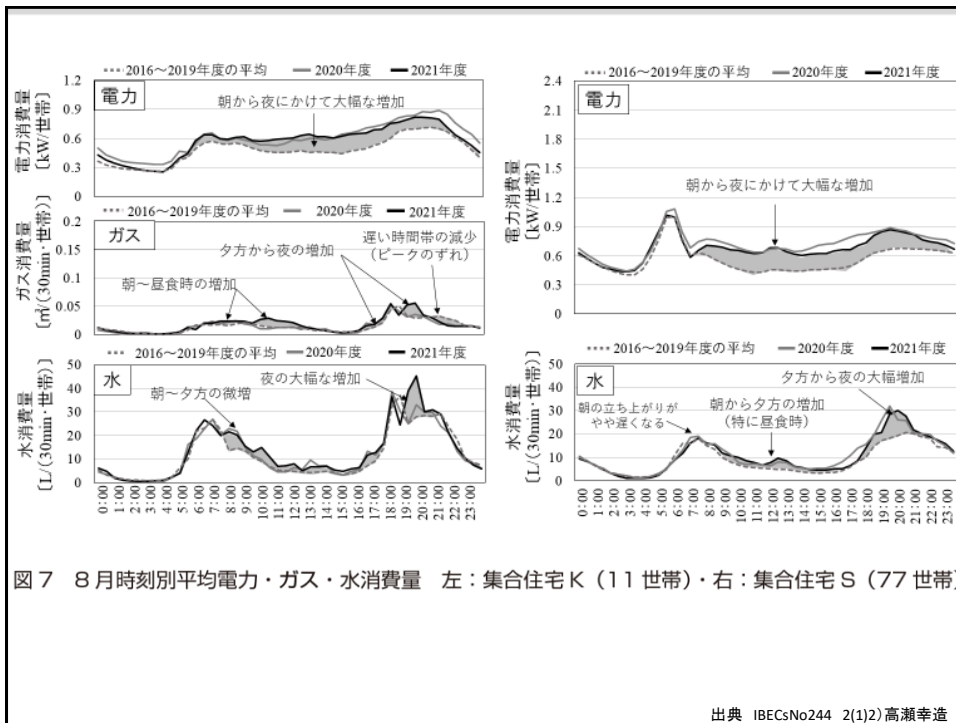


図7 8月時刻別平均電力・ガス・水消費量 左：集合住宅K（11世帯）・右：集合住宅S（77世帯）

出典 IBECsNo244 2(1)2)高瀬幸造

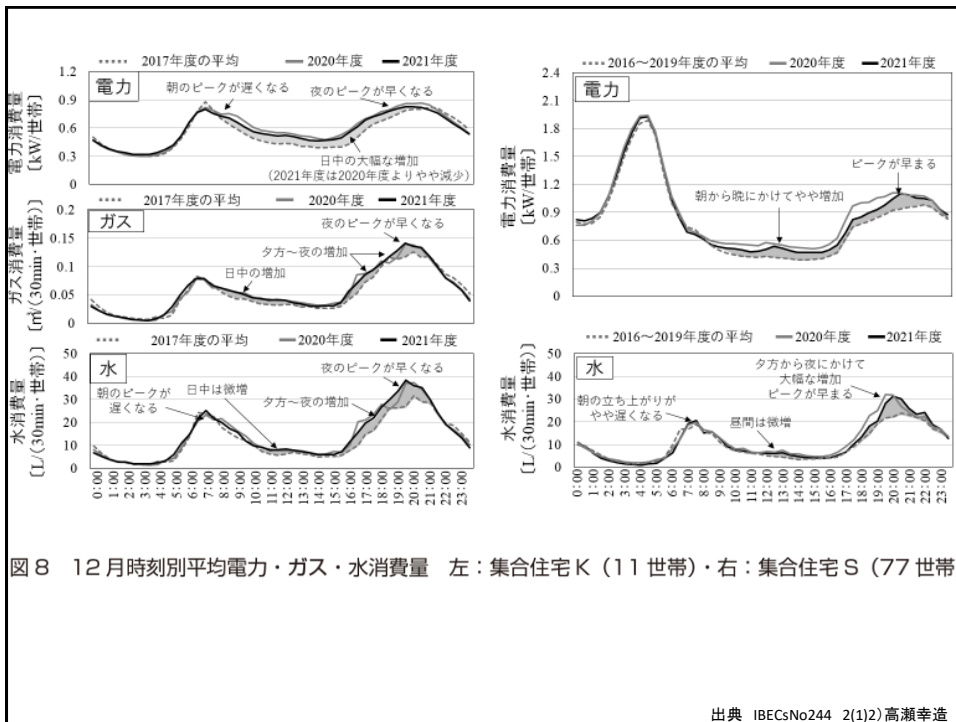
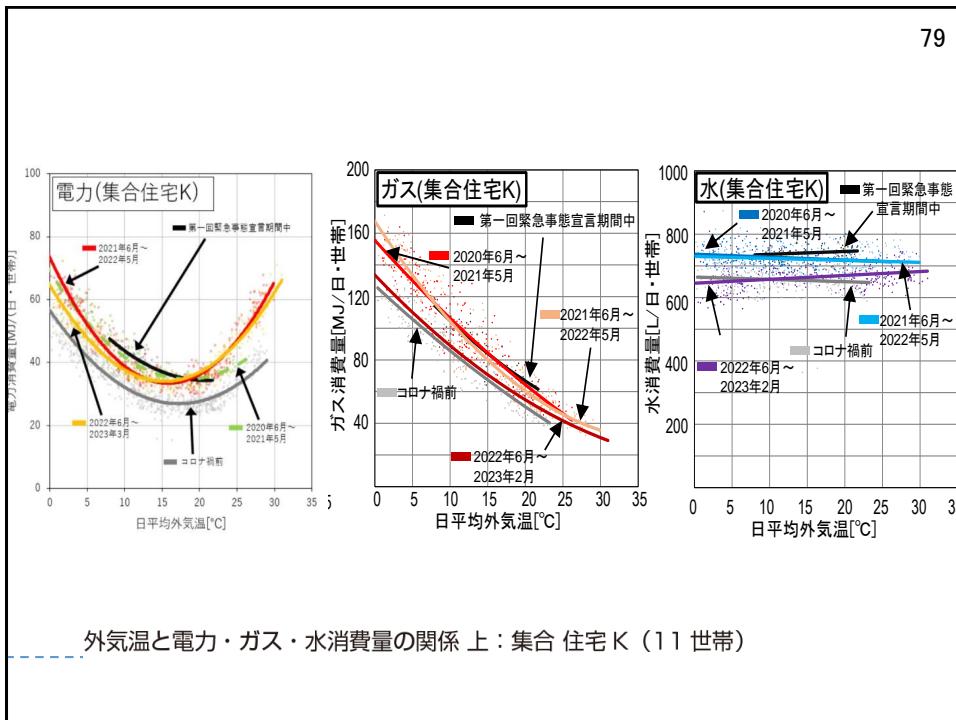
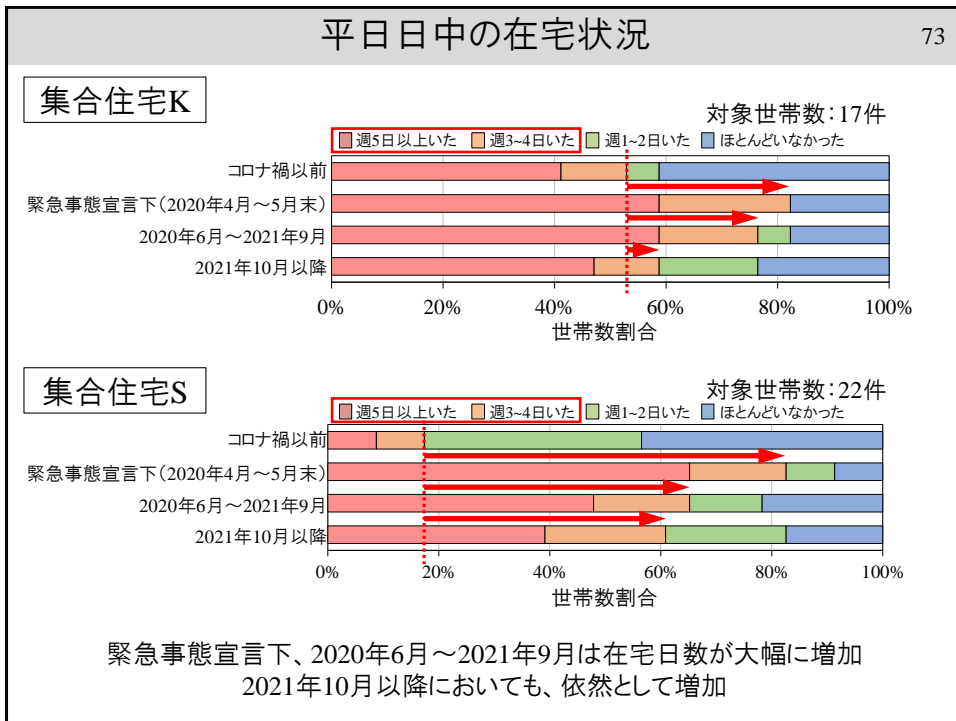
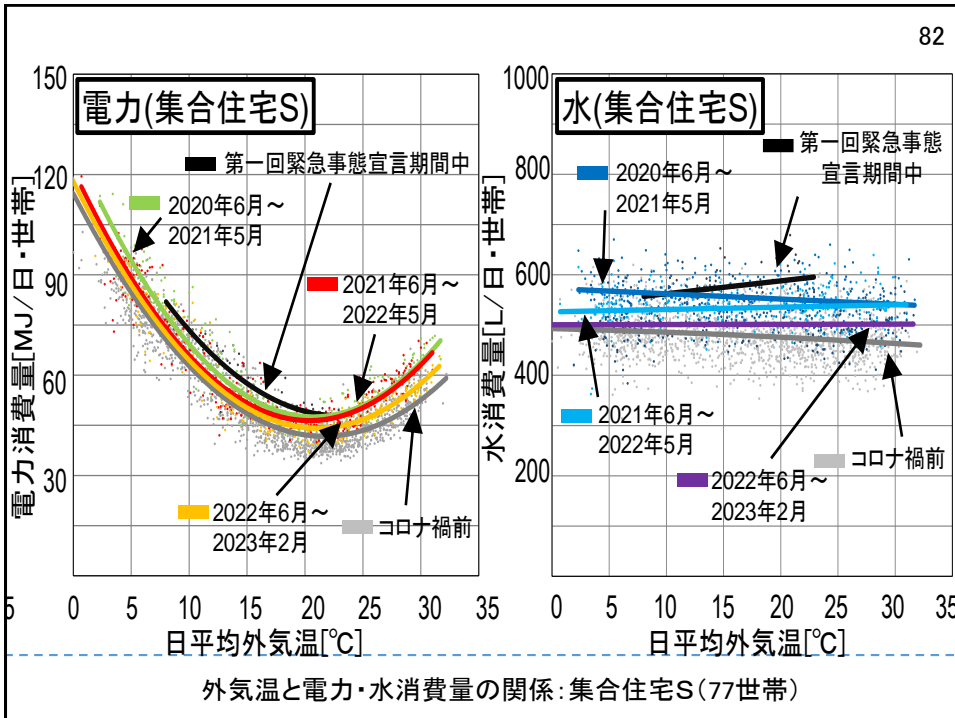
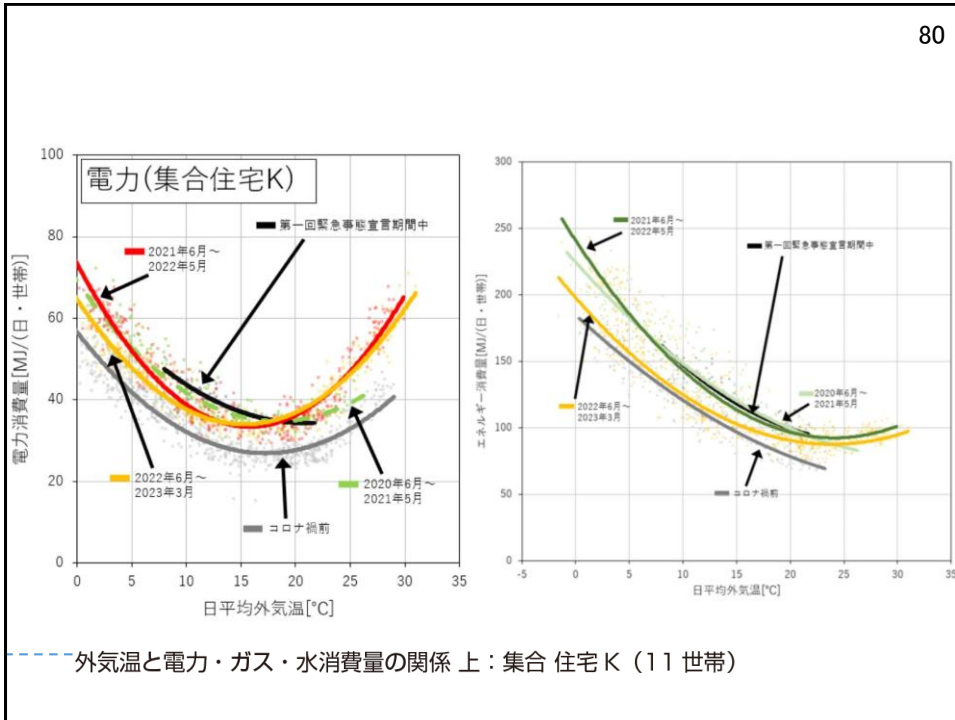


図8 12月時刻別平均電力・ガス・水消費量 左：集合住宅K（11世帯）・右：集合住宅S（77世帯）

出典 IBECsNo244 2(1)2)高瀬幸造







## オフィス

### ■オフィスにおける換気行動と省エネ

表1 アンケート概要

対象	分類	主な項目
執務者	個人属性	年代、性別、業務内容、仕事満足度、通勤手段 ヘルスリテラシー（マスク・手洗い・体温測定）
	COVID-19 流行 前後の働き方	1週間あたりの日数（職場勤務・オンライン会議・ 在宅勤務）、作業効率、残業時間
	オフィス環境と 在宅勤務環境	環境満足度（光・温熱・空気質・音・空間・IT）、 作業のしやすさ、職場での COVID-19 対策※ COVID-19 感染への不安、COVID-19 対策満足度
	生活習慣と健康	睡眠（アテネ不眠尺度）、運動（IPAQ Short 版）、 メンタルヘルス（K6）、労働機能障害（WFun）
管理者	建物情報	所在地、竣工年、構造、階数、延床面積
	換気・空調情報	熱源方式、空調・外気処理方式、換気量、換気量 制御、加湿方式、フィルター（循環・外気導入）
	建物維持管理	フィルターメンテナンス、環境モニタリング、 クリーニング、建物使用前後の空気の入れ替え

※各ビルの代表者1名が回答

IBECs内自立循環プロジェクトフェーズ6  
「ポストCovid-10における空調・換気・通  
風のあり方検討会」の一環として実施

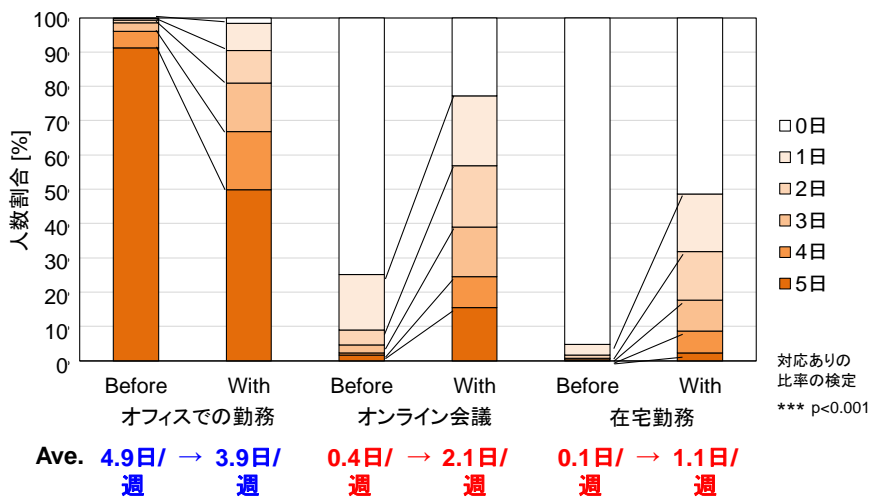
2020年11、12月の2週間、  
18企業22オフィスを対象

エネルギー消費量やオフィス環  
境を比較するため、BEMS等が導  
入され、空調と電灯コンセントの  
電力量に分類可能な4ビルに対  
して2019年1月から2020年12月  
までのデータ収集を依頼

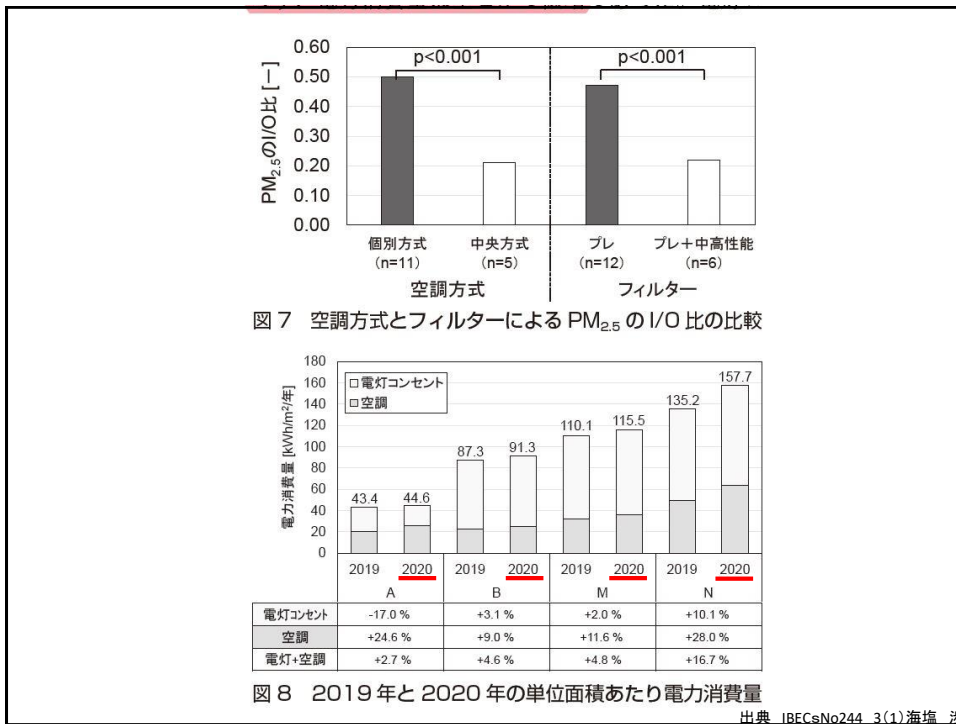
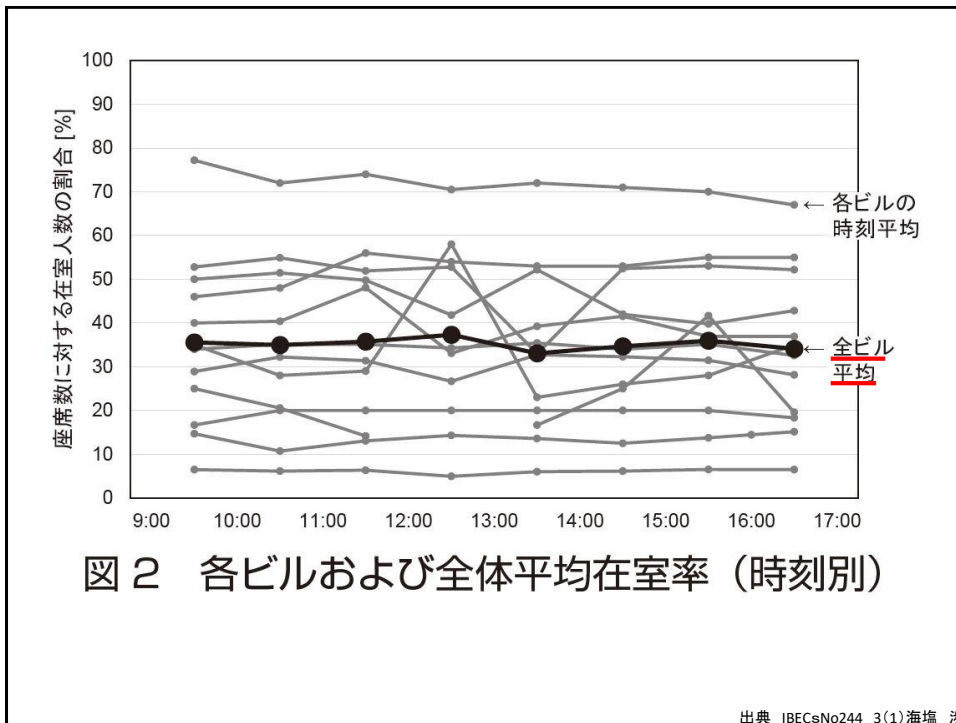
表2 環境・人数実測概要

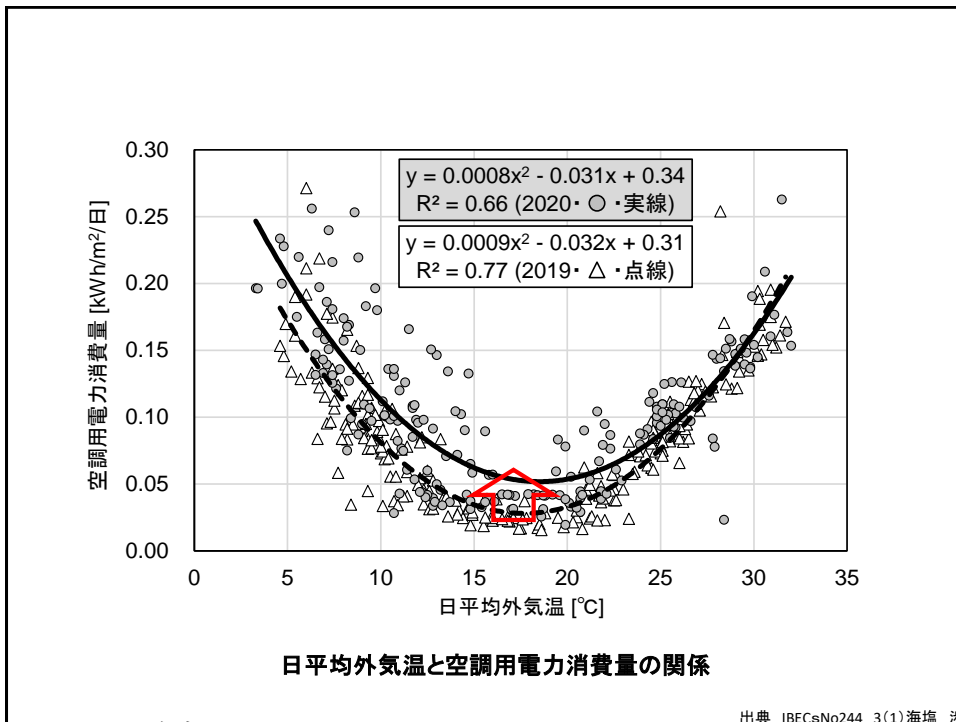
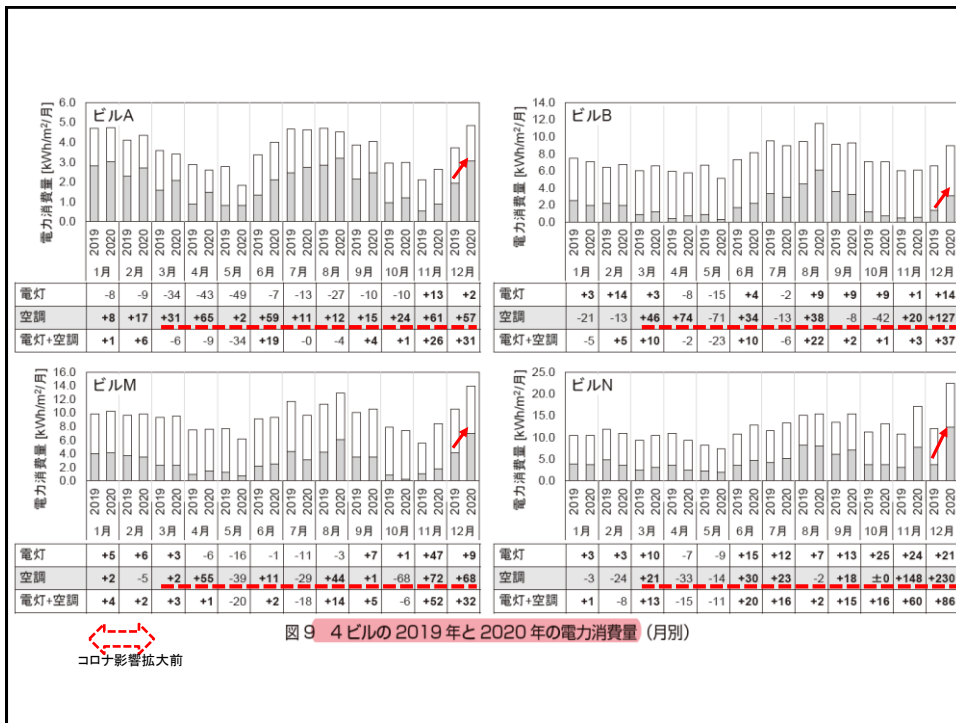
項目	測定機器	測定場所	測定間隔
温湿度・ CO <sub>2</sub> 濃度	TR-76Ui (T&D社)	代表者席の机上 直射日光・発熱体を避けた位置	5分間隔
PM <sub>2.5</sub> 質量濃度	PMT-2500 (光明理化学社)	代表者席の机上 プリンターから離れた位置	1分間隔
窓の開閉 在室人数	(日誌への記入) (日誌への記入)	— —	1時間おき 1時間おき

出典 IBECsNo244\_3(1)海塩 浜



出典 IBECsNo244\_3(1)海塩 浜





# 大学キャンパス

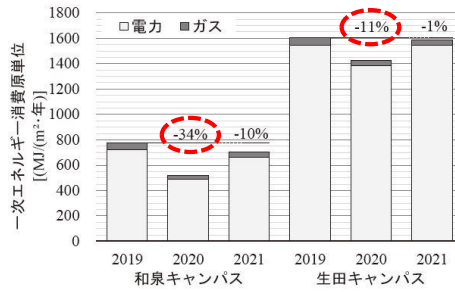


図3 キャンパス別エネルギー使用実態

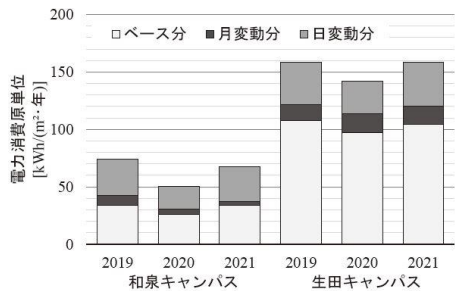


図4 キャンパス別電力消費実態と分類

出典 IBECSNo244 3(2) 横山恭助

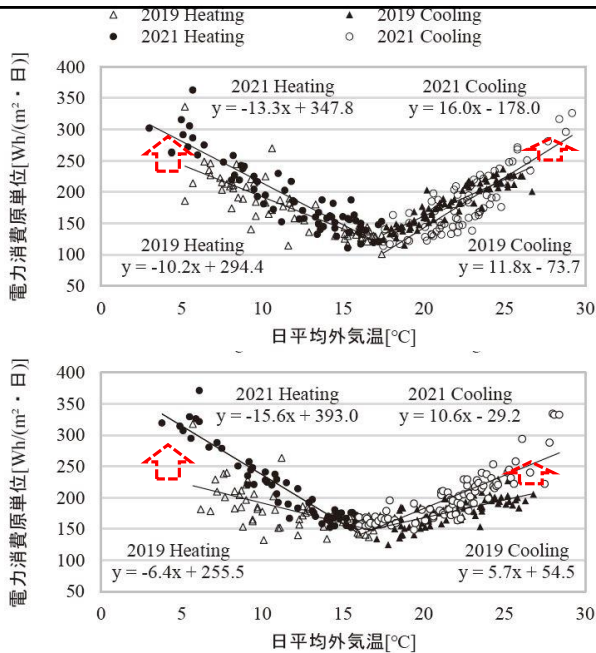
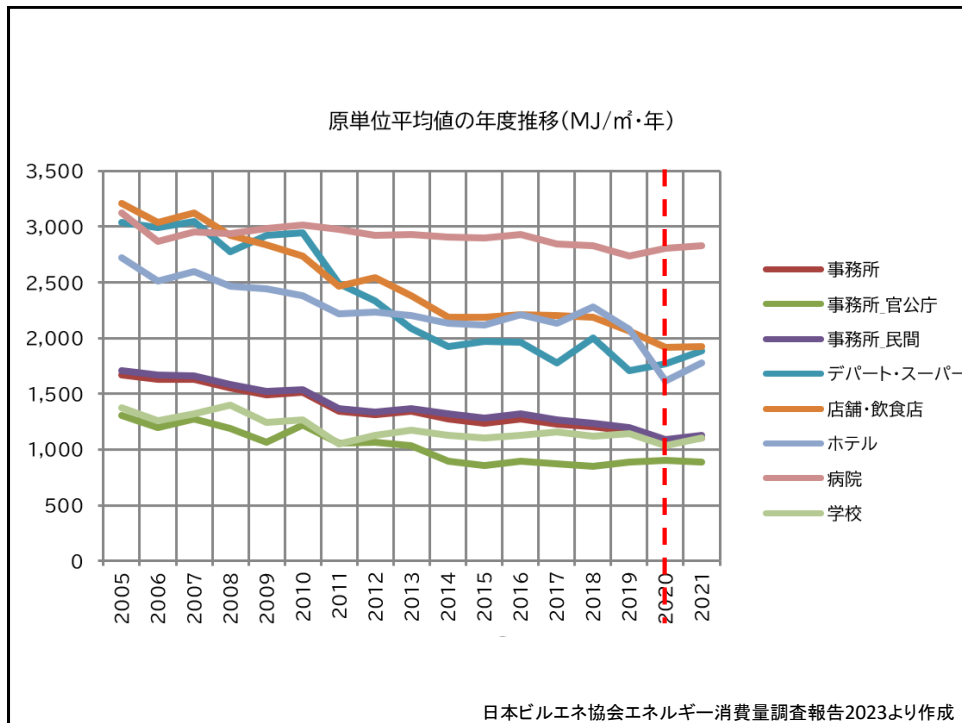


図6 外気温と冷暖房消費電力の関係

上) 和泉キャンパス第一校舎, 下) 生田キャンパス中央校舎

出典 IBECSNo244 3(2) 横山恭助



## まとめ

統計などマクロな情報と詳細な実測の両面から、コロナ禍を契機とした在宅勤務、テレワーク、オンライン授業などの行動変容の影響把握を試み、以下のことを示した。

住宅におけるエネルギー消費、特に暖冷房用の増加が顕著である

一方で、オフィスでの大幅な減少は明確ではない

大学など多くの用途においてその影響は大きく異なる

変化幅は縮小しつつあるが、コロナ禍前とは異なる定着が示唆される、など

住宅については詳細実測・アンケートなどから、

- ・特に最初の緊急事態宣言中は、平日日中のエネルギー・水消費は、コロナ禍以前に比べ平均約5割と大幅に増加した
- ・朝夕の消費のピーク時間帯のずれや正午前後の消費の増大が確認された
- ・マクロデータとの照合においても消費の増大量については概ね合致する
- ・感染拡大が落ち着きつつある中、コロナ禍を契機とした行動変容の影響は残ると示唆される
- ・自動車の使い方についても、都市規模毎に大きな違いがある

など



### まとめ(続き)

非住宅建築については、

- ・ オフィスでは在室者の大幅減にもかかわらず、必ずしも減少していない懸念がある
- ・ 感染対策(窓開け含む換気量増大)による熱負荷及び搬送動力の増加が強く示唆される
- ・ 多くの非住宅建築・用途についてはなお情報不足であるが、明確には減っていない
- ・ 大学は、文系・理系・病院の有無で大きく異なる挙動となる など

その他

- ・ 住宅・非住宅双方で暖冷房の影響がより大となり、冬期夏期の電ピーク拡大の懸念がある。
- ・ 実効性ある省エネ・CO2排出抑制の観点からは、  
住宅については、「家庭CO2統計」(環境省)が継続的な実態把握に大きく貢献することが期待でき、併せて、スマートメーター、HEMSなどの詳細データの活用も必要である。
- ・ 非住宅建築についても、計量、BEMSなど実績データを継続的に収集・活用するシステムの整備と検証体制が望まれる。
- ・ 情報通信技術(ICT)等の変化を背景にした働き方改革への要求が、コロナ禍を契機とした行動変容として顕在化、社会の変化を加速させつつあると捉え、エネルギー消費のみならず、住宅(立地、広さ、部屋数、設備等)、オフィス(存在意義、機能、設備、空室率推移等)、都市(活力、交通、エネルギー供給等)に及ぼす影響に十分注意する必要がある。

### 参考文献

- ・ IBECs No.244 2022年12月号、住宅・建築SDGs推進センター
- ・ 家庭部門のCO2排出実態統計調査、環境省
- ・ (株)住環境計画研究所、家庭用エネルギー統計年報2020年版
- ・ 細井、高瀬、井上ほか：集合住宅の電力・ガス・水道消費量データを用いた用途別エネルギー消費量分析 首都圏の住宅を対象とした電力・ガス用途推計と実態把握(その1)、日本建築学会環境系論文集第81巻第730号、2016
- ・ 永倉、高瀬、井上ほか：集合住宅を対象とした用途別エネルギー消費量分析に基づく省エネ提案及びその効果その3 省エネ行動と世帯属性の関係性とコロナウイルス感染防止対策の影響の把握空気調和・衛生工学会学術論文集2020,9
- ・ 高瀬、井上ほか：新型コロナ感染防止にかかる行動変容が住宅のエネルギー・水消費量に与えた影響その1~4 日本建築学会学術講演梗概集,2022~23,9
- ・ 永倉、高瀬、井上ほか：新型コロナウィルス感染防止に係る行動変容が住宅内のエネルギー・水消費量に及ぼす影響~首都圏集合住宅における長期詳細実測データに基づく検討~ 第37回エネルギーシステム・経済・環境コンファレンス2021
- ・ 高瀬、井上ほか：新型コロナウィルス感染拡大防止を目的とした行動変容が都内の全電化集合住宅のエネルギー消費量に与えた影響日本建築学会技術報告集2021年27巻65号p303~308
- ・ 石川雄一ほか：新型コロナウィルス感染拡大防止に係る行動変容が首都圏集合住宅のエネルギー・水消費量に与えた影響~長期実測データ,居住者アンケート及び環境省家庭CO2に基づく分析~ 第41回エネルギー・資源学会2022
- ・ 科研費・基盤研究(C)課題番号18K04466,世帯構成の変化を踏まえた実効性ある住宅の省エネルギー方策に関する研究(2018~2022年度) 研究代表者: 井上 隆  
など