

# 家電製品におけるカーボンニュートラル

一般社団法人 日本電機工業会  
家電部 平本 雅祥



# 家庭部門におけるカーボンニュートラルの目標

- 2030年度に、**2013年度比46%**温室効果ガス削減に向けて、家庭部門のエネルギー起源のCO<sub>2</sub>排出量削減は、**2013年度比▲66%**、**2019年度比▲56%**が目標とされる。
- 住宅の省エネルギー性能の向上、省エネルギー機器の導入促進、エネルギー管理の実施等が必要とされる中、**白物家電として取り組むべき内容を、2050年のあるべき姿から検討した。**

表 3-1 エネルギー起源二酸化炭素の排出量目安（単位：百万t-CO<sub>2</sub>）

出典)「地球温暖化対策計画」全体版 環境省 <https://www.env.go.jp/earth/211022/mat01.pdf>

	13年度 実績	19年度 実績	2030年		
			30年度 目安	13年度比 削減率	19年度比 削減率
産業部門	463	384	289	▲38%	▲25%
業務その他部門	238	193	116	▲51%	▲40%
<b>家庭部門</b>	<b>208</b>	<b>159</b>	<b>70</b>	<b>▲66%</b>	<b>▲56%</b>
運輸部門	224	206	146	▲35%	▲29%
エネルギー転換部門	106	89.3	56	▲47%	▲37%

# 家庭部門世帯当たり年間エネルギー消費量 2019年度

- 2019年では、家庭内のエネルギー消費のうち、約49%は化石エネルギーを利用している。
- その用途は、**暖房、給湯、厨房での直接燃焼**である。

図 3-1 家庭部門でのエネルギー源別消費量比（2019年度）

家庭内のエネルギー源別消費量比

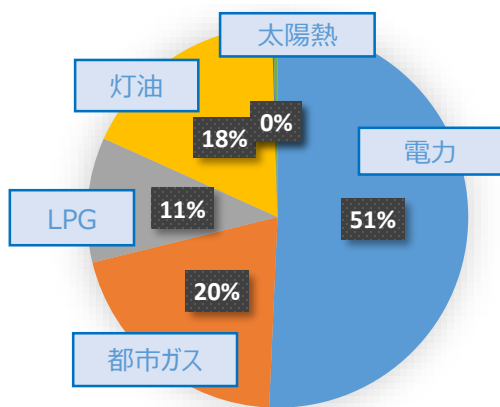


表 3-2 世帯当たりの用途別エネルギー源別エネルギー消費量（2019年度）

(千kcal/世帯・年)

	電力	太陽熱	都市ガス	LPG	灯油	石炭等
冷房	212					
暖房	528		285	81	1,101	4
給湯	307	28	1,032	492	277	4
厨房	211		270	249		1
動力他	2,675					

化石燃料の直接燃焼

出典) 『エネルギー・経済統計要覧2021』(日本エネルギー経済研究所)

# 電気のCO<sub>2</sub>排出係数の推移（仮定）

- 2050年では、電気のCO<sub>2</sub>排出係数の実質ゼロ化の達成を前提にすれば、家庭内での、暖房、給湯、厨房の電化促進と、電力利用効率の向上がCO<sub>2</sub>排出量削減に寄与する。
- 2050年に至る中間地点として、電気のCO<sub>2</sub>排出係数が0.25kg-CO<sub>2</sub>/kWhに到達する年を、20xx年として、電化の導入シナリオを検討する。

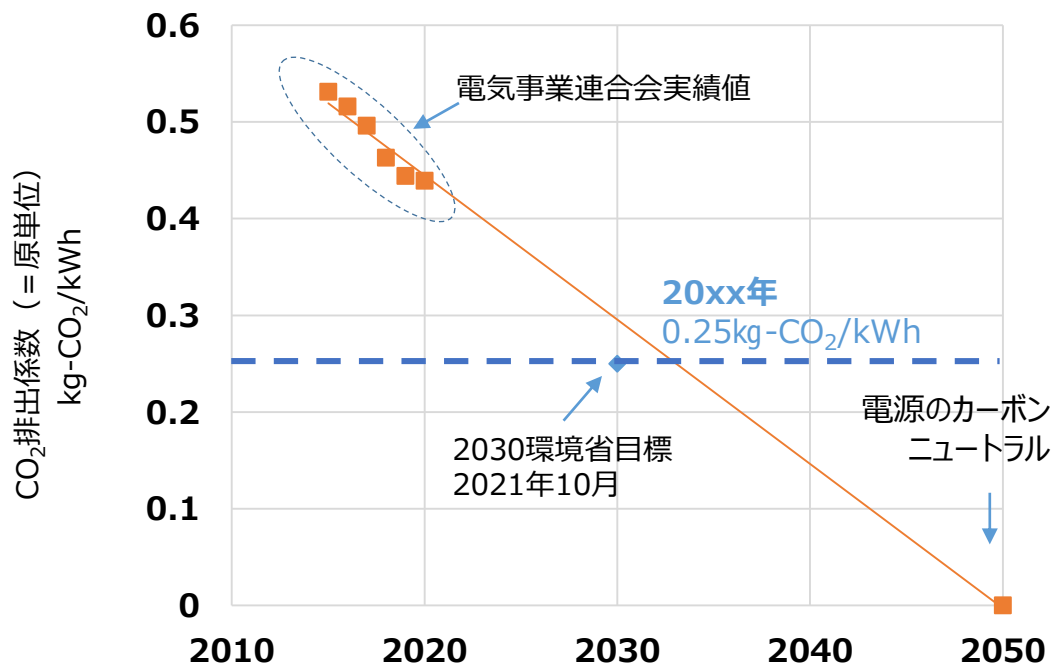


図 3-2 CO<sub>2</sub>排出係数（原単位）の推移予想

出典 2019年までの排出係数：エネルギーと環境 電気事業連合会2020年  
[https://www.fepec.or.jp/library/pamphlet/pdf/21\\_environment.pdf](https://www.fepec.or.jp/library/pamphlet/pdf/21_environment.pdf)  
2020年の排出係数 2021年電気事業連合会発表値  
2030年の新目標値：地球温暖化対策計画 令和3年10月22日 環境省  
地球温暖化計画における対策の削減量の根拠  
<http://www.env.go.jp/earth/211022/kohyou.pdf>

# 暖房の電化によるCO<sub>2</sub>排出量削減

- ◆ 燃烧式暖房機をヒートポンプエアコン（エアコン）に置換し、電化することで、対石油機器で約60～70%（2019年）、対ガス機器で約78～83%（20xx年）CO<sub>2</sub>排出量を削減。

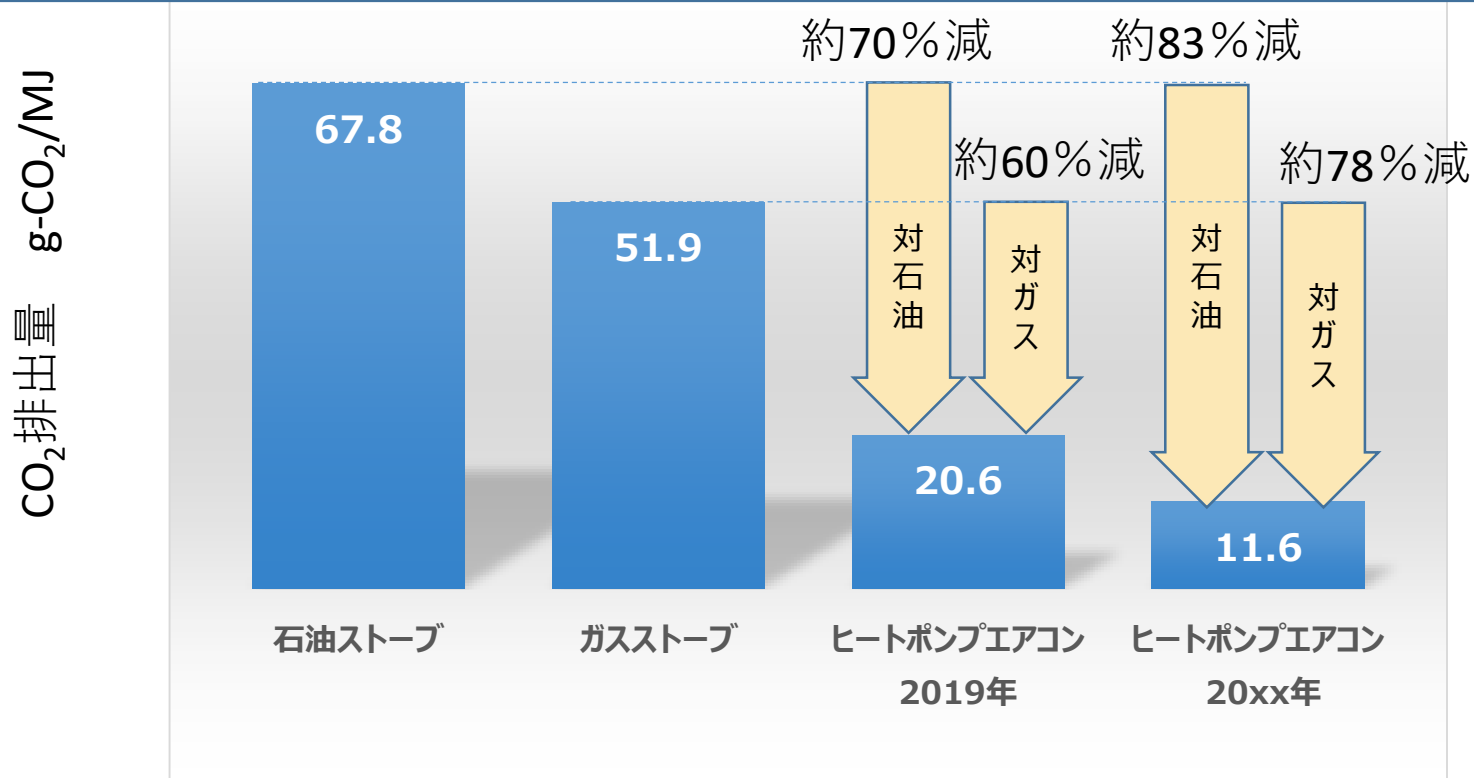


図 3-3 暖房の電化効果：暖房機器 1 MJあたりのCO<sub>2</sub>排出量比較

(試算条件)

- 暖房機器効率※：ヒートポンプエアコン暖房エネルギー消費効率6.0、石油・ガスストーブは1.0
- 石油ストーブのCO<sub>2</sub>排出係数は灯油（0.0678t-CO<sub>2</sub>/GJ）、ガスストーブのCO<sub>2</sub>排出係数は0.0519 t-CO<sub>2</sub>/GJ（表3-2で示した2019年の家庭の暖房で使用される都市ガス(0.0449t-CO<sub>2</sub>/GJ)と、LPG(0.059t-CO<sub>2</sub>/GJ)の加重平均値)
- 電気CO<sub>2</sub>排出係数は0.444kg-CO<sub>2</sub>/kWh（2019年）、0.25kg-CO<sub>2</sub>/kWh（20xx年）

出典※ 暖房機器効率：ヒートポンプ・蓄熱センター

# 給湯の電化によるCO<sub>2</sub>排出量削減

- 燃烧式給湯器を、ヒートポンプ給湯機（エコキュート）で置換し、電化することで、約39%（2019年）、約66%（20xx年）CO<sub>2</sub>排出量を削減。

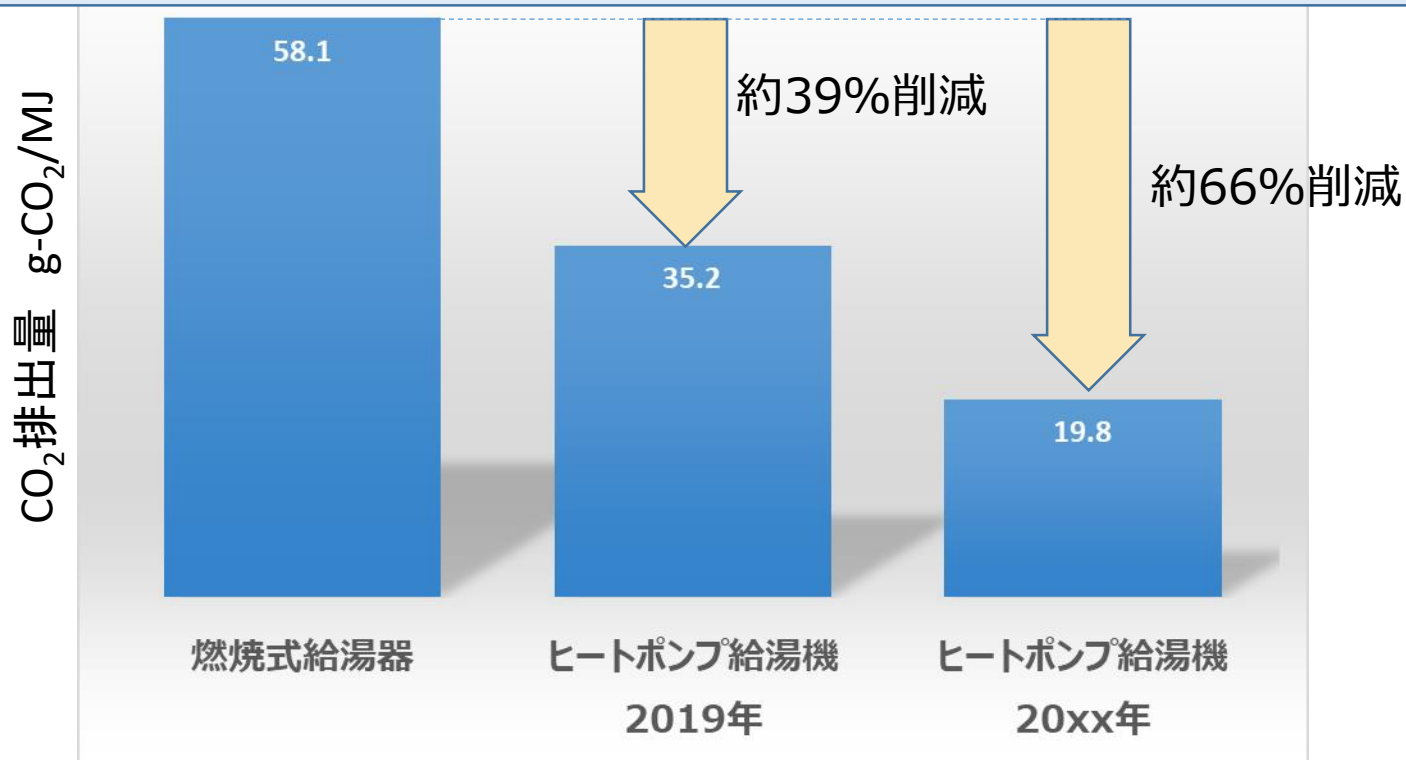


図 3-4 給湯の電化効果：給湯 1 MJ使用時のCO<sub>2</sub>排出量比較

（試算条件）

- 給湯機器効率※：ヒートポンプ給湯機の年間給湯効率3.5、従来型燃烧式給湯器効率0.95
- 燃烧式給湯器のCO<sub>2</sub>排出係数は 0.0552t-CO<sub>2</sub>/GJ（表3-2で示した2019年の家庭の給湯で使用される都市ガス(0.0449t-CO<sub>2</sub>/GJ) とLPG(0.059t-CO<sub>2</sub>/GJ)、灯油（0.0678t-CO<sub>2</sub>/GJ）の加重平均値）
- 電気のCO<sub>2</sub>排出係数は0.444kg-CO<sub>2</sub>/kWh（2019年）、0.25kg-CO<sub>2</sub>/kWh（20xx年）

出典※ 暖房機器効率：ヒートポンプ・蓄熱センター

# 厨房の電化によるCO<sub>2</sub>排出量削減

- ガスコンロを、IHクッキングヒータに置換し、電化することで、約9%（20xx年）CO<sub>2</sub>排出量を削減。

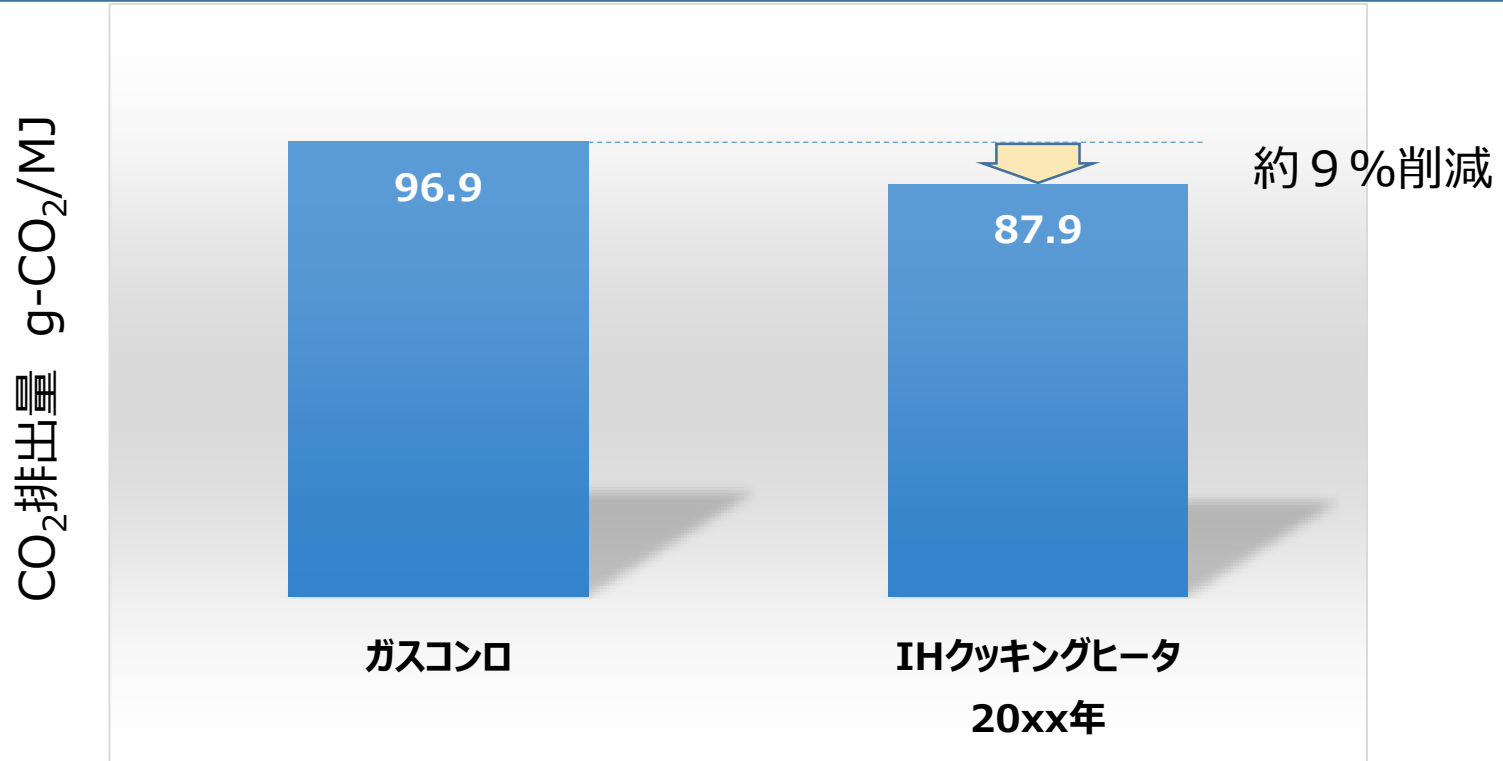


図 3-5 調理の電化効果：1MJの調理加熱でのCO<sub>2</sub>排出量比較

(試算条件)

- 厨房機器熱効率※：ガスコンロ 0.56、IHクッキングヒーター 0.79
- ガスコンロのCO<sub>2</sub>排出係数は0.0543t-CO<sub>2</sub>/GJ（表3-2で示した2019年の家庭の厨房で消費された、都市ガス(0.0449t-CO<sub>2</sub>/GJ)、とLPG(0.059t-CO<sub>2</sub>/GJ)の加重平均値)
- 電気のCO<sub>2</sub>排出係数は0.25kg-CO<sub>2</sub>/kWh（20xx年）

※厨房機器熱効率：東京ガスの環境活動2009

# 暖房・給湯・厨房の電化によるCO<sub>2</sub>削減効果（20xx年）

- 20xx年では、電気のCO<sub>2</sub>排出係数の低下効果に加え、電力利用効率の高い暖房、給湯、厨房機器への電化促進で、**2019年度比51%のCO<sub>2</sub>排出量削減**<sup>※1</sup>が見込まれる。

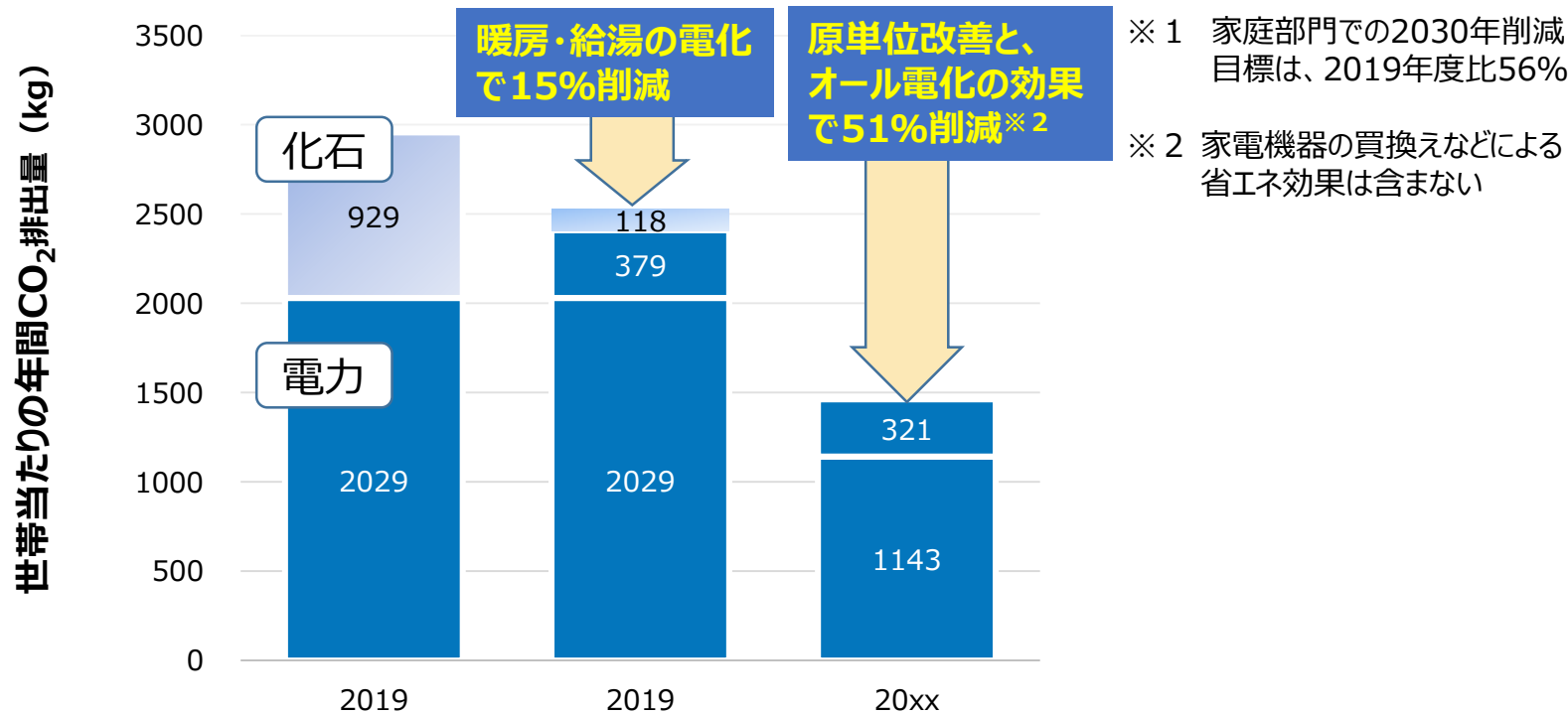


図 3-6 世帯当たりのCO<sub>2</sub>排出量削減（原単位の改善、電化効果）

（試算条件）

- 世帯当たりの用途別エネルギー消費量2019年（表3-2）の化石燃料を利用した暖・給・厨を電化
- 電気のCO<sub>2</sub>排出係数は0.444kg-CO<sub>2</sub>/kWh（2019年）、0.25kg-CO<sub>2</sub>/kWh（20xx年）
- 暖房は、図3-3の条件で、石油ストーブ、ガスストーブを、ヒートポンプエアコンへ電化
- 給湯は、図3-4の条件で、燃烧式給湯器を、ヒートポンプ給湯機へ電化
- 厨房は、図3-5の条件で、ガスコンロを、IHクッキングヒータへ電化



# オール電化による電力需要増

- 全電化での世帯当たりの年間電力消費量は2019年度比で128%※<sup>1</sup>と試算できる。
- 増分の28%は、全世帯では約758億kWh※<sup>2</sup>となり、これは、住宅用太陽光発電の2019年（152億kWh）から2050年（945億kWh）への増分793億kWh※<sup>3</sup>に匹敵する。

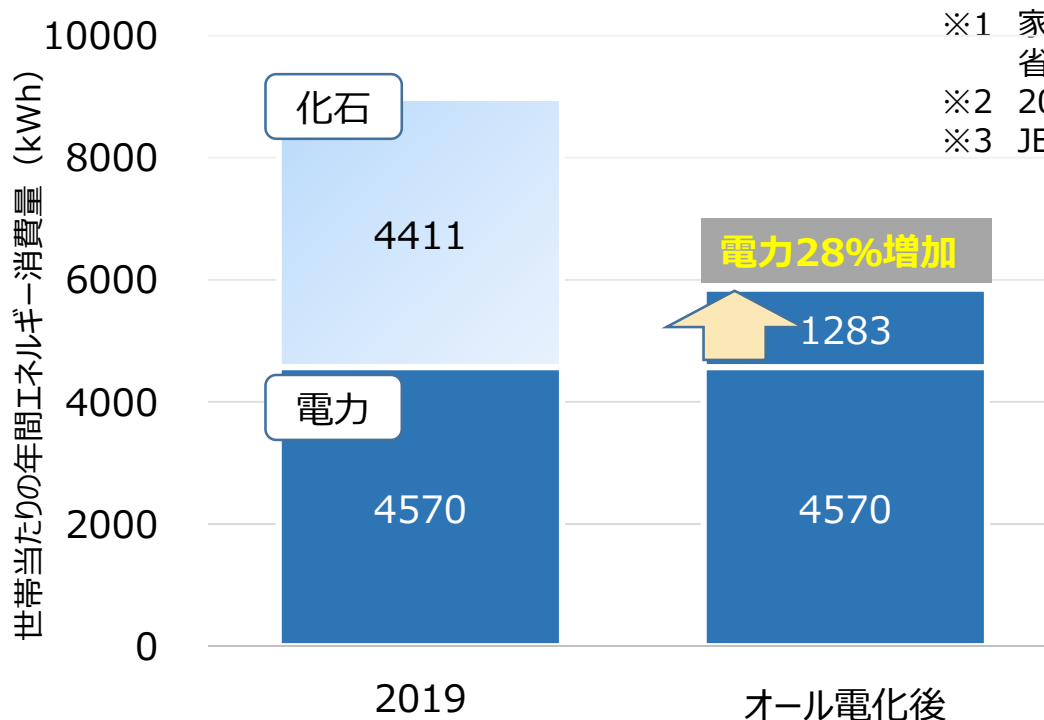


図 3-7 オール電化による世帯当たりの電力使用量の増加

(試算条件)

- 世帯当たりの用途別エネルギー消費量 2019年（表3-2）の化石燃料を利用した暖・給・厨を全電化
- 暖房機器効率：ヒートポンプエアコン暖房エネルギー消費効率6.0、石油、ガスストーブは1.0
- 給湯機器効率：ヒートポンプ給湯機の年間給湯効率3.5、従来型燃焼式給湯器効率0.95
- 厨房機器熱効率：ガスコンロ 0.56、IHクッキングヒーター 0.79

# 省エネの取組①-1 - トップランナー制度

- トップランナー方式により省エネ化が進むエアコン、電気冷蔵庫は10年前の製品を買換えることで省エネに寄与。

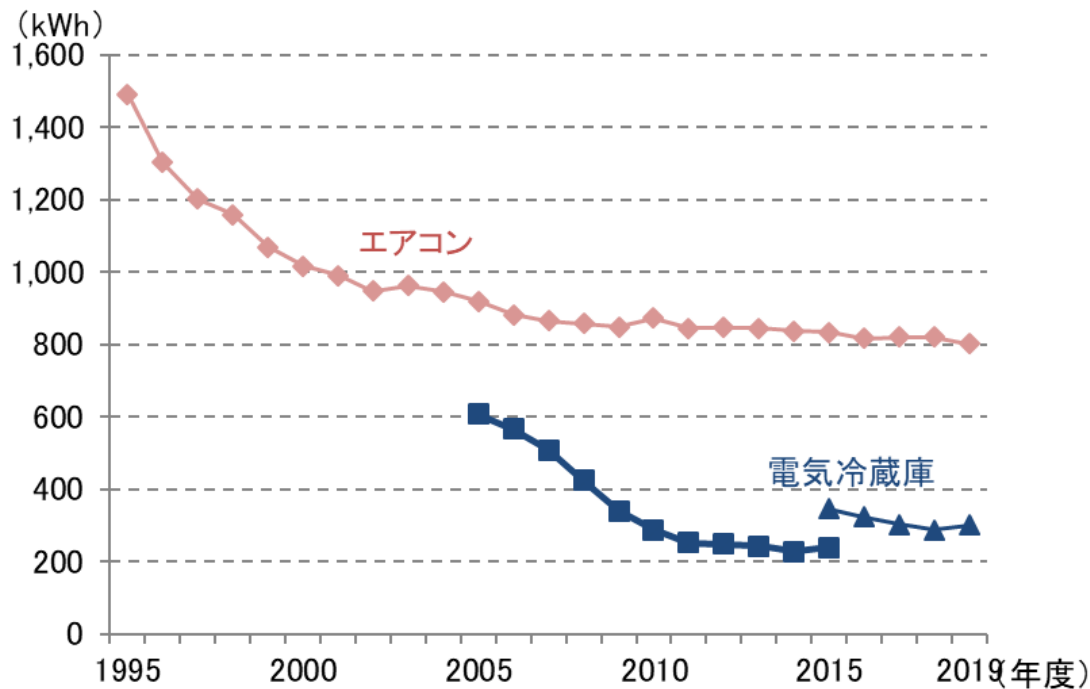


図 3-8 主要家電製品のエネルギー効率の変化

- (注1) エアコンは冷房・暖房期間中の電力消費量。冷暖房兼用・壁掛け型・冷房能力2.8kW クラス・省エネルギー型の代表機種 of 単純平均値。  
 (注2) 電気冷蔵庫は年間消費電力量。定格内容積400lとする場合。定格内容積当たりの年間消費電力量は主力製品(定格内容積401 ~ 450l)の単純平均値を使用。2015年度以降JIS規格が改訂されている。

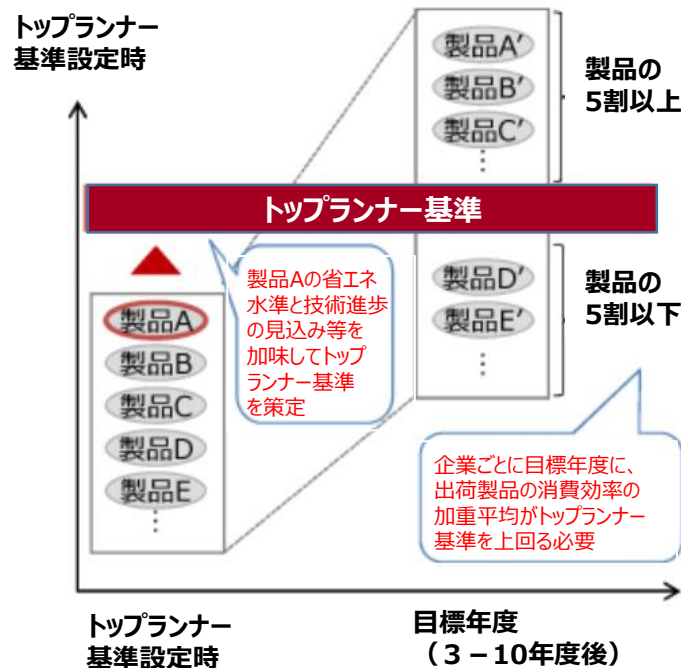


図 3-9 トップランナー制度の仕組み

出典) 省エネポータルサイト  
 経済産業省 資源エネルギー庁

# 省エネの取組①-2 - ハードによる省エネ

◆ トップランナーによる上位機種さらなる省エネと、これまで開発してきた省エネ技術を普及価格帯へ拡大していくための低コスト化開発が必要。

基準設定2022年⇒ 目標年度2027

13.4% エネルギー消費効率改善 (2016年実績比)

基準設定2016年⇒ 目標年度2021

冷蔵庫22% 冷凍庫12.7% エネルギー消費効率改善 (2014年実績比)

エアコンの取組	冷蔵庫の取組
<p>・インバータ搭載率 100% 出典1) : 日冷工 WEBデータ</p> <p>・エネルギー消費効率の改善率2027年目標 13.4%※壁掛形 (2027年度の目標基準値6.51 - 2016年度実績値5.74) / 5.74 × 100 = 約113.4%</p> <p>① 圧縮機の性能向上 - 新冷媒対応 - 圧縮機モータ効率 - 制御用電機品効率向上、 - 機械損失・熱損失低減</p> <p>② 送風系の性能向上 ③ 熱交換器の性能向上</p> <p>出典2) : METI エアコン最終とりまとめ</p>	<p>・インバータ搭載率 63.3%</p> <p>・真空断熱材搭載率 53.5% 出典3) : 経産省 冷蔵庫判断基準WG 取りまとめ (2016/2/25) から、2013年度JEMA 国内出荷統計をベースに算出。</p> <p>・インバータ搭載による 効率改善 : 12%程度</p> <p>・真空断熱材搭載による 熱負荷低減 : 25%程度 出典4) : 経済省 電気冷蔵庫等判断基準小委員会 最終とりまとめ (2006/7/6)</p>

図 3-10 冷蔵庫、エアコンの省エネ化取組例

# 省エネの取組② - ソフトによる省エネ (AI・IoT活用)

- ハードによる省エネ性能技術向上の他に、センシング技術やデータ分析技術を用いたソフト省エネが進んでいる。ソフトによる省エネ技術は測定規格や標準化はされておらず、現行の省エネ評価には含まれていないものの、実環境下においては省エネに資する。

## エアコンの取組例

### ◆ 状態センシング

- 人：位置、人数、活動量、体感温度
- 部屋：間取り、家具配置、日射、温度
- 周囲環境：外気温、気象情報等

### ◆ データ分析・学習・予測

- 生活パターン学習（起床、就寝、外出）
- 部屋特性（負荷条件、方位）
- 体感温度、室温の変化予測

### ◆ 省エネ制御

- 生活パターンに合わせて無駄な空調削減
- 不在時の出力低下
- 気流による体感温度の効果的な低下
- 冷房送風のハイブリッド

## 冷蔵庫の取組例

### ◆ 状態センシング

- 人：位置情報
- 庫内：部屋温度、湿度、開閉、収納量、画像
- 周囲環境：室温、照度

### ◆ データ分析・学習・予測

- 生活パターン学習（在不在、就寝、開閉）

### ◆ 省エネ制御

- 不在時、就寝時の節電、霜取
- 食品収納量に応じた冷却
- 冬場など冷やしすぎを防止

### その他、食品ロス削減によるCO<sub>2</sub>排出量抑制

- 食品ロスの排出原単位
- 食品 1 t 廃棄で、CO<sub>2</sub>排出量0.46 t

図 3-11 エアコン、冷蔵庫のIoT・AIによる省エネ (CO<sub>2</sub>削減) 取組例

# 省エネの取組③ - 白物家電とZEH net Zero Energy House

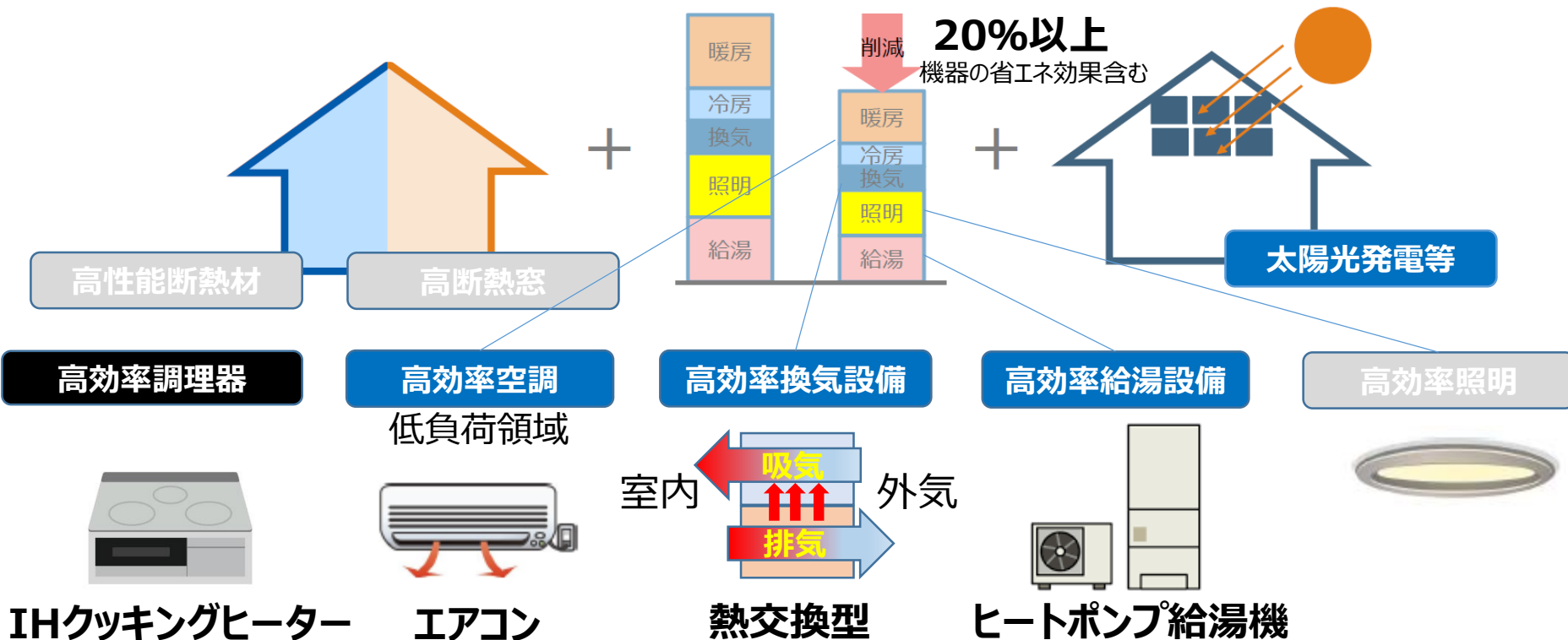
- 外皮の断熱性能等を大幅に向上させたZEHは、**エアコンの冷暖房を省エネ化**。
- **外気と室内の熱を交換**する**熱交換型換気扇**は、空気質を維持しつつ省エネに寄与。
- **ヒートポンプ給湯機**は太陽光発電余剰電力を熱エネルギーとして蓄熱可能。
- **CO<sub>2</sub>を排出せず、排熱が少ないIHクッキングヒーター**はZEHの空調負荷を低減。

年間で消費する住宅のエネルギー量が正味で概ねゼロ以下

外皮の断熱性を  
大幅に向上

高効率な設備  
システム

再生可能  
エネルギー



ZEHロードマップ検討委員会におけるZEHの定義・今後の施策など 平成27年12月 資源エネルギー庁 を参考に編集

図 3-12 白物家電とZEHの組み合わせ例

# 家庭のカーボンニュートラルに向けた電化導入シナリオ

## ■ 家庭のカーボンニュートラルに向けた、20xx年まで取り組み内容

- ①電化：暖房、給湯、厨房の電化促進（電力不足 ⇒②、③）
- ②省エネ：省エネ機器の買換え促進、AI/IoT機器の導入によるスマートな利用、ZEHなど
- ③発電：家庭用太陽光発電の普及加速（発電量の変動 ⇒④）
- ④DR：家電機器のDR（デマンドリスポンス）など、利用最適化

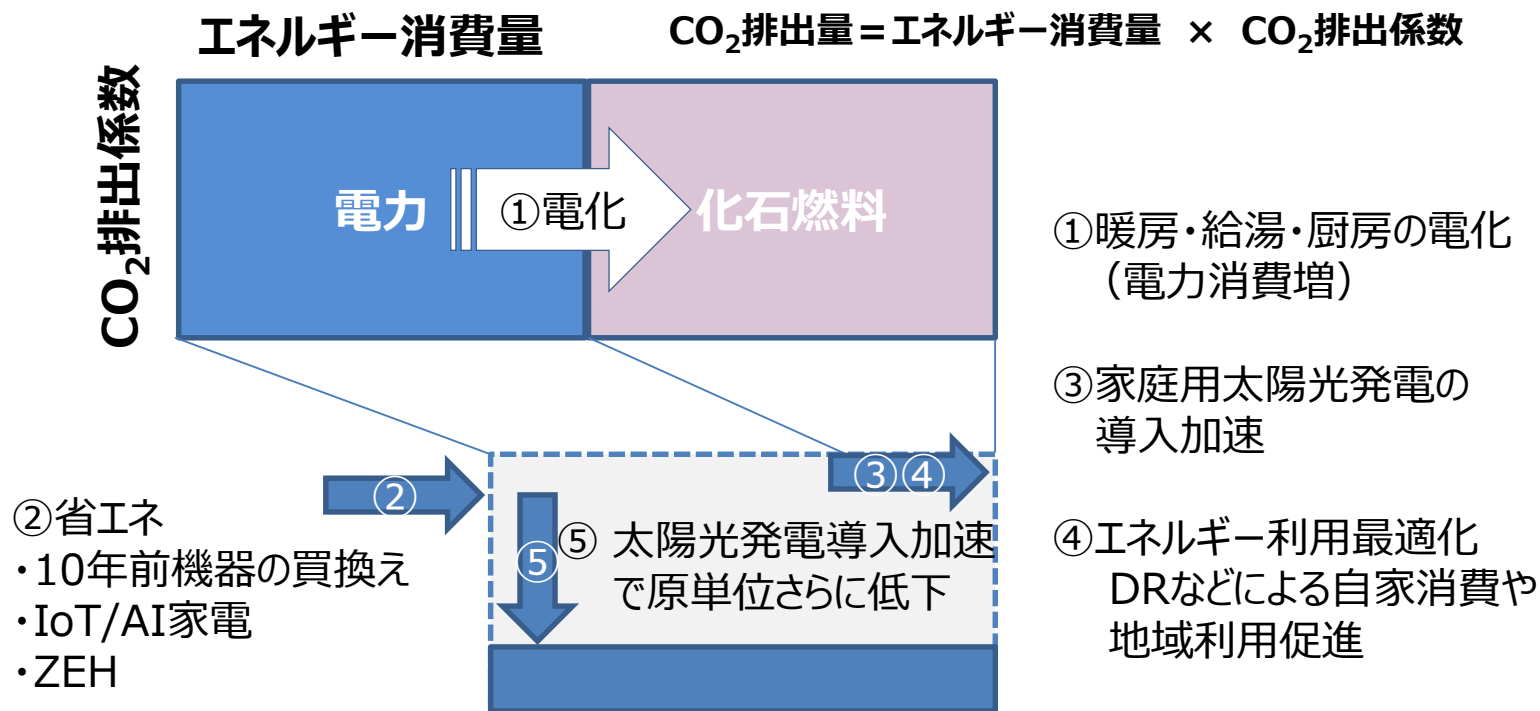
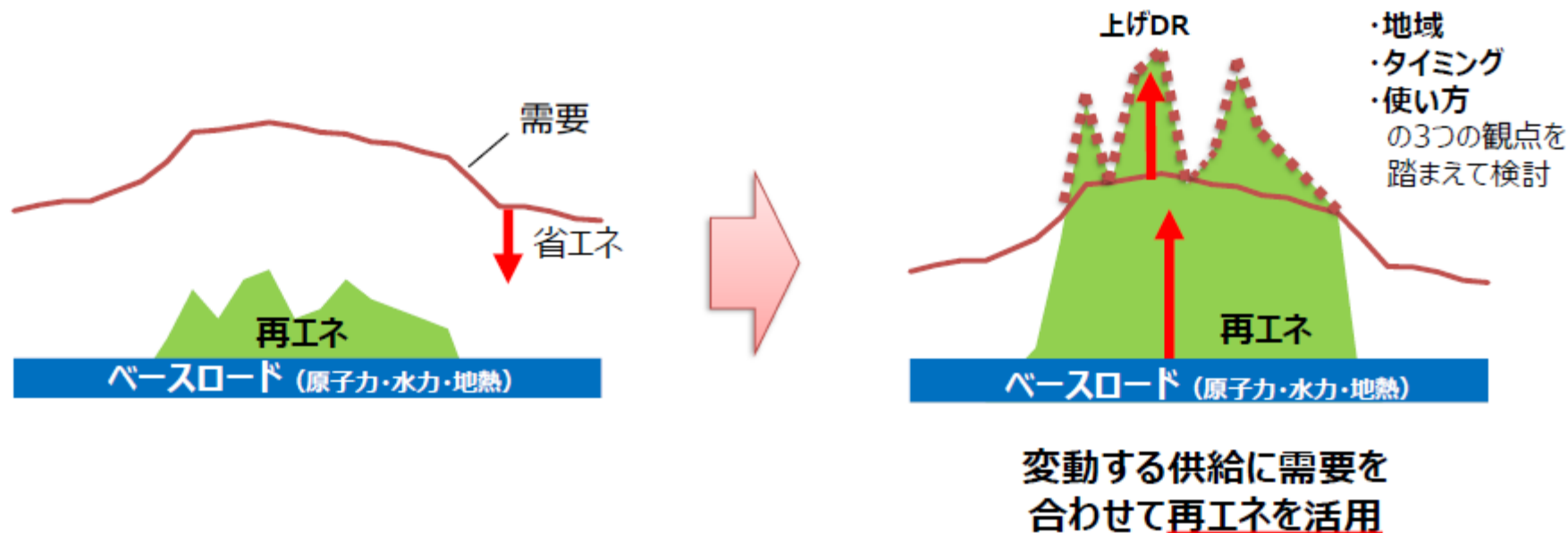


図 3-13 家庭のカーボンニュートラルに向けた取り組み（20xx年）

# 需要最適化の方向性（資源エネルギー庁）

- 太陽光発電等の再エネの導入が拡大し、一部地域では出力制御が実施。出力制御時の系統電力の非化石比率は8割程度との試算もある。
- こうした状況を踏まえると、エネルギーの使用の合理化や需要の平準化だけではなく、再エネ比率の高い時間帯に需要をシフトさせる枠組みが必要ではないか。
- また、「最適化」の検討に当たっては、変動再エネの導入量は、地域や時間帯によっても異なることから、エネルギーを使う場所（地域）、タイミング、使い方の3つの観点も踏まえることが重要ではないか。

## ■ 需要の最適化のイメージ



# 蓄熱性能とAI・IoTを活用した家庭と地域のデマンドリスポンスのポテンシャル

- 2019年で化石燃料機器を全て電化したと仮定すると、ヒートポンプ給湯機や電気温水器の消費電力量に占める割合は約15%となる。これは2050年に想定する住宅用太陽光発電の年間発電電力量945億kWhの54.7%※<sup>1</sup>に相当する。
- 太陽光発電など、自然エネルギー由来の余剰電力に関する予測情報などを、インターネット経由で通知し、AI・IoT化した給湯機が自律的に貯湯タンクへの蓄熱を行うなどで、**家庭の自家消費向上や、地域全体での自然エネルギー利用の最適化**が期待される※<sup>2</sup>。

※<sup>1</sup> 2019年の家庭部門の年間電力消費量を3,457億KWhとした

※<sup>2</sup> 2022年現在、天気予報と連動し、沸き上げを行うエコキュート&アプリを各社発売中（太陽光発電の自家消費向け）

- 2019年時点での電気温水器+ヒートポンプ給湯機による電力消費量
- 燃焼式給湯器をヒートポンプ給湯機へ電化することで増えた電力消費量
- その他、オール電化後の電力消費量

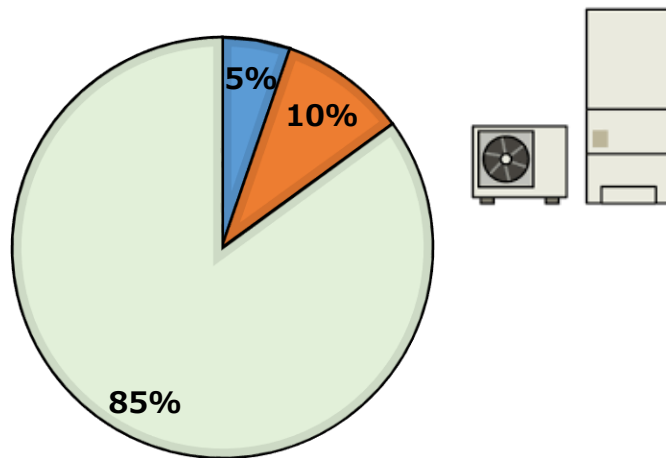
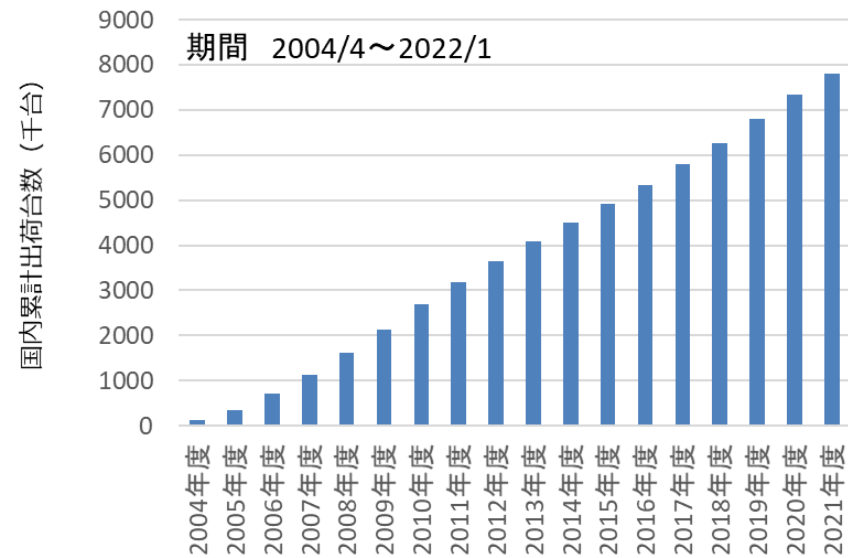


図 3-14 家庭の電力消費量に占める給湯器・機の割合（オール電化後）

図 3-15 ヒートポンプ給湯機の国内出荷実績累計出荷台数





# 家庭部門のカーボンニュートラルに向けた白物家電のロードマップ（案）

大項目	中項目	小項目	2021年度	2022年度	2023年度	2024年度	2025年度	2026～2030年度	2031～2040年度	2041～2050年度	
家電分野	排出量目標	エネルギー起源CO <sub>2</sub> 排出量	2019年 世帯排出量 年間2.72 t-CO <sub>2</sub>						2030年 家庭部門'13年比▲66%、'19年度比▲56% 全戸数、暖房、給湯、厨房の オール電化達成時 19年度比CO <sub>2</sub> 排出量51%減	カーボンニュートラル オール電化達成時 実質ゼロ	
		電源	2019年 原単位 0.444kg-CO <sub>2</sub> /kWh						20xx年 原単位 0.25kg-CO <sub>2</sub> /kWh	2050年 原単位 実質ゼロ	
	白物家電 (主にエネルギー起源のCO <sub>2</sub> 削減)	需要最適化の運用	蓄熱を利用したDR 規格・基準整備 レジリエンス 規格・基準整備						電力需要の増大 自然エネルギー増 利用促進に向けた運用・制度見直し (IoT給湯器の貯湯タンク利用) 利用促進に向けた運用・制度見直し (エアコンの自律分散制御)		
		電化普及 (IoT化、レジリエンス含む)	HP給湯		オール電化② ヒートポンプ給湯機の普及促進 (IoT対応機種)の普及拡大				IHCH オール電化③ IHクッキングヒーターの普及促進		
	機器の省エネ・代替プロン (新冷媒、未利用熱含む)	エアコン	大型家電 (エアコン、冷蔵庫) における省エネルギー化 (トップランナー (TR) 制度) や、低GWP冷媒転換							さらなる低GWP冷媒への転換	
			新TR制度 <b>2022発効</b> : 目標年度 <b>2027</b> キガリ改正による低GWP冷媒搭載率の向上							低GWP冷媒転換 ・新冷媒対応JIS	
		新TR制度 <b>202x発効</b> : 目標年度 <b>2030</b> 仮 真空断熱材搭載率向上、インバータ搭載率の向上							全機種に真空断熱材およびインバータを搭載		
	AI/IoT	未利用熱の利用促進 : 全熱交換器搭載換気扇の普及・拡大									
		行動予測、利用予測に基づく、利用者の快適性を損なわない省エネ									
		外部環境、生活パターン、収納密度、活動量、位置情報、開閉動作、在庫などセンシング									
住宅	ZEH/DC化	消費期限通知、メニュー提示など、食品廃棄ロス減少によるCO <sub>2</sub> 排出量の削減 (非エネルギー起源のCO <sub>2</sub> 削減)							住宅のDC電源導入検討		
		省エネ住宅普及・断熱性向上				住宅トップランナー基準の強化			再エネ導入を促す制度		