

# 戸建住宅のZEH化によるCO2排出削減貢献事例 (冷暖房に係る省エネルギー効果)

<概要>

2022年11月

一般社団法人 日本化学工業協会  
LCA WG

## 1-1. 目的

住宅には省エネ向上のために断熱材が使用されており、この断熱材の機能によって室温が保持されやすくなり、冷暖房のために使用されるエネルギーを削減することができる。最近ではZEH(ネットゼロエネルギーハウス)として、高断熱性を有する住宅に太陽光発電設備を導入して再生可能エネルギー電力を創出することで、住宅のエネルギー消費量分を賄うことを前提とした住宅も登場しており、さらなる温室効果ガスの削減に向かって期待されている。化学産業は、省エネルギーのために使用される断熱材、同様にエネルギーを創出する太陽光発電設備の重要素材も提供していることから、住宅における温室効果ガス排出量の削減に向けて重要な役割を担っている。

本調査では、住宅に用いられる断熱材を含む温室効果ガスの削減、ZEH住宅に設置される太陽光発電設備による削減を定量的に把握するために、cLCA手法を用いてGHG排出削減貢献量に関する評価を実施した。

## 1-2. ZEHとは

ZEHとは、「外皮の断熱性能等を大幅に向上させるとともに、高効率な設備システムの導入により、室内環境の質を維持しつつ**大幅な省エネルギーを実現した上で、再生可能エネルギー等を導入することにより、年間の一次エネルギー消費量の収支がゼロとすることを目指した住宅**」とする。

資源エネルギー庁資料、ZEHの定義(改定版)〈戸建住宅〉平成31年2月

### ZEHの種類

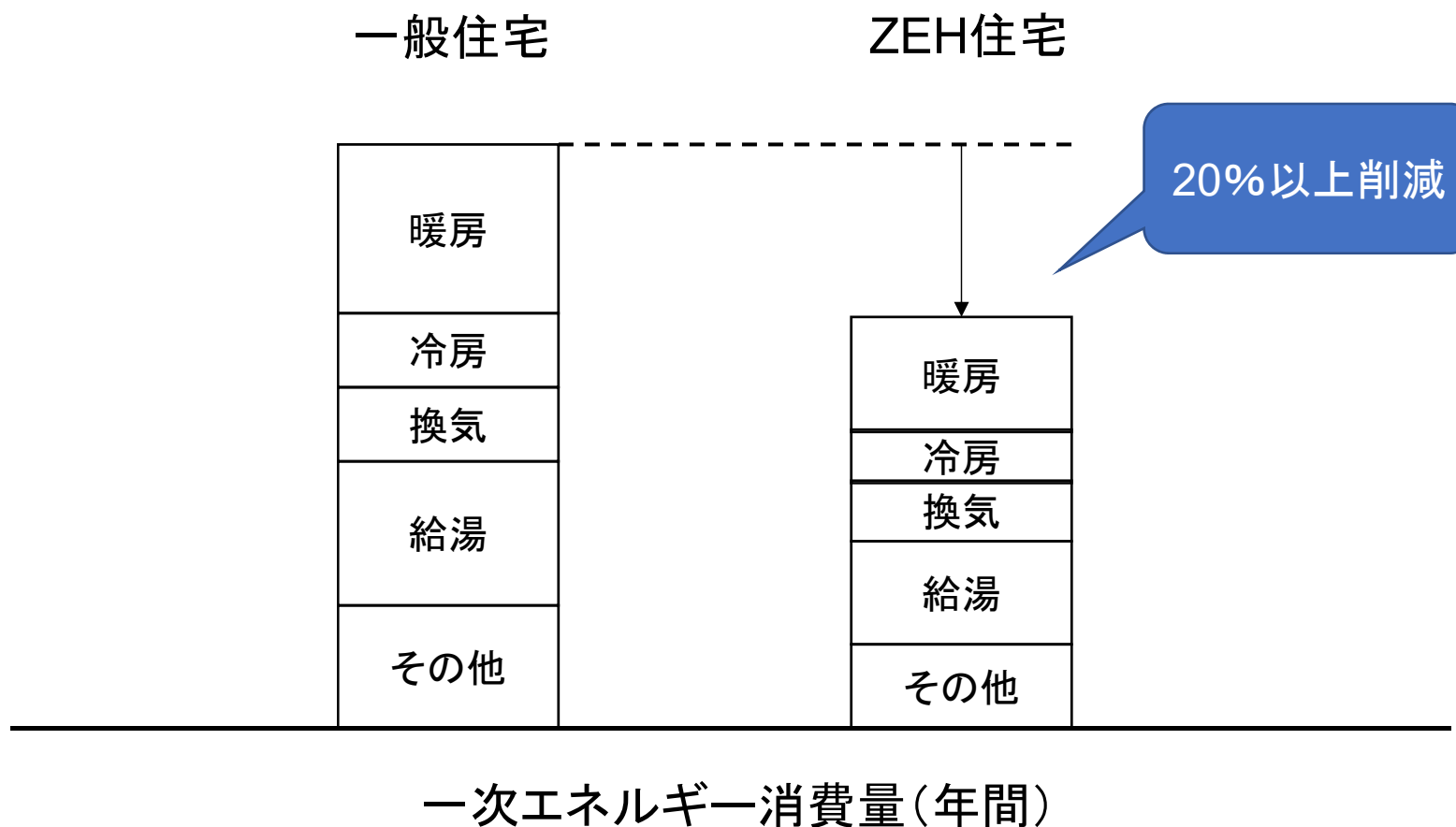
種類	説明
『ZEH』 (ネット・ゼロ・エネルギー・ハウス)	外皮の高断熱化及び高効率な省エネルギー設備を備え、再生可能エネルギー等により年間の一次エネルギー消費量が正味ゼロまたはマイナスの住宅
Nearly ZEH (ニアリー・ネット・ゼロ・エネルギー・ハウス)	『ZEH』を見据えた先進住宅として、外皮の高断熱化及び高効率な省エネルギー設備を備え、再生可能エネルギー等により年間の一次エネルギー消費量をゼロに近づけた住宅
ZEH Oriented (ゼロ・エネルギー・ハウス指向型住宅)	『ZEH』を指向した先進的な住宅として、外皮の高断熱化及び高効率な省エネルギー設備を備えた住宅(都市部狭小地※に建築された住宅に限る) ※ 都市部狭小地とは、北側斜線制限の対象となる用途地域(第一種及び第二種低層住居専用地域並びに第一種及び第二種中高層住居専用地域)等であって、敷地面積が85㎡未満である土地。ただし、住宅が平屋建ての場合は除く。

資源エネルギー庁資料、ZEHの定義(改定版)〈戸建住宅〉平成31年2月

### 1-3. ZEHの省エネ基準と一次エネルギー消費量

ZEHは基準一次エネルギー消費量より**20%以上削減**

- ・建屋(躯体)の高断熱化 → **断熱材**、窓
- ・設備の高効率化 → 空調、換気、給湯、照明



## 2-1. 評価対象製品

評価対象製品1: ZEH省エネ基準を満たした戸建住宅

評価対象製品2: ZEH省エネ基準を満たす & 太陽光発電設備を導入

項目	評価対象製品1	評価対象製品2
戸建住宅	ZEH省エネ基準	ZEH省エネ基準 および太陽光発電設備
省エネ基準	H28の20%減	H28の20%減
断熱等性能等級	5(UA値0.6以下)	5(UA値0.6以下)
太陽光発電設備	なし	導入

省エネルギー基準: 建築物エネルギー消費性能基準等を定める省令(平成28年1月29日公布、最終改正 令和2年9月4日)の基準

断熱等性能等級: 住宅の品質確保の促進等に関する法律 に規定されている住宅の省エネ性能を示すための基準

一次エネルギー消費量等級: 住宅の品質確保の促進等に関する法律に基づく評価方法基準

## 2-2. 比較製品

比較製品1:平成28年省エネ基準の戸建住宅  
比較製品2:平均的な戸建住宅(既存住宅の建築時期別構成比)

項目	比較製品1	比較製品2
住宅	H28省エネ基準	平均的な戸建住宅
省エネ基準	H28省エネ基準	建築時期別構成比の平均
断熱等性能等級	4(UA値0.87以下)	建築時期別構成比の平均
太陽光発電設備	なし	なし

省エネルギー基準:建築物エネルギー消費性能基準等を定める省令(平成28年1月29日公布、最終改正 令和2年9月4日)の基準

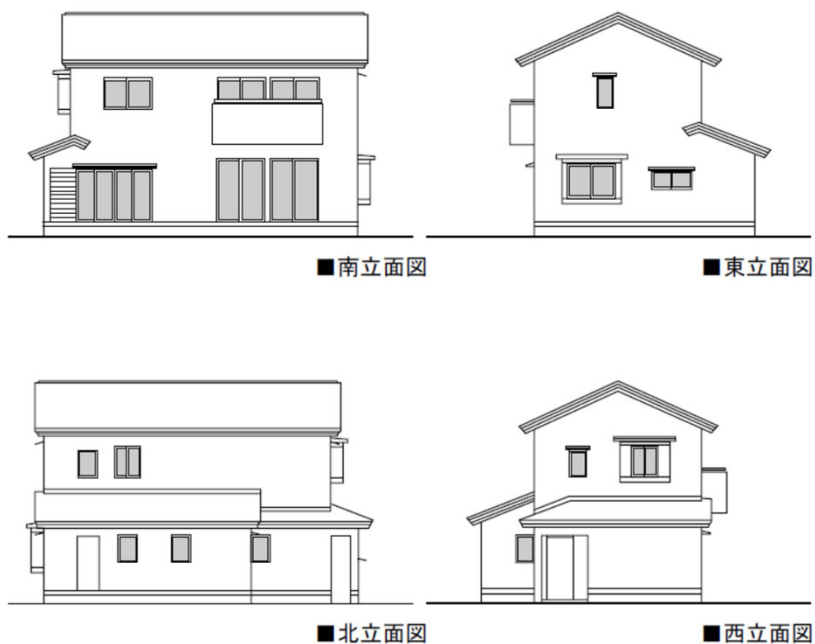
断熱等性能等級:住宅の品質確保の促進等に関する法律に規定されている住宅の省エネ性能を示すための基準

一次エネルギー消費量等級:住宅の品質確保の促進等に関する法律に基づく評価方法基準

## 2-3. 機能単位と住宅仕様

機能単位	戸建住宅1戸の提供と居住期間30年における暖房、冷房、給湯、照明等に係るエネルギーの使用
------	--

### 住宅モデル



床面積	120m <sup>2</sup>
敷地面積	210m <sup>2</sup>
建築面積	69.6m <sup>2</sup>
階高	2.825m

## 2-4. 評価期間等の諸条件

評価期間	30年 長持ち住宅の手引き、財団法人ベターリビング(発行)、国土交通省(監修)p.2
影響領域	GHG排出量 二酸化炭素(CO2)、メタン(CH4)、亜酸化窒素(N2O)、ハイドロフルオロカーボン類(HFCs)、パーフルオロカーボン類(PFCs)、六フッ化硫黄(SF6)、三フッ化窒素(NF3)
地域	全国
時間	住宅におけるエネルギー消費量は2020年度 LCIデータのうち電力は公共電力2030年(目標電源構成) →各種電力に係るLCA報告書(電中研レポートを用いて算出)



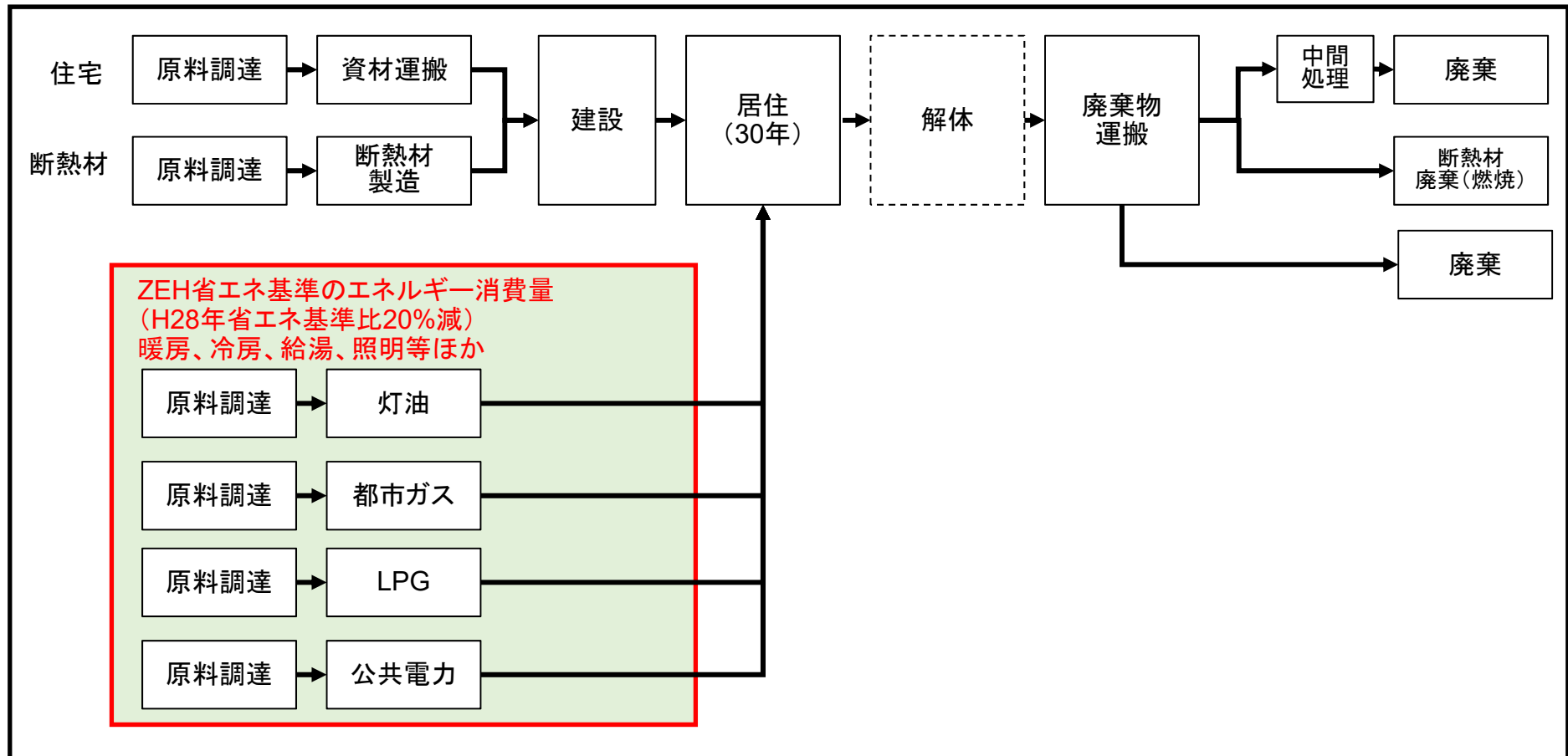
### 3-1-(1)GHG排出量の算定

評価対象製品の システム境界	評価対象製品1 (ZEH省エネ基準のみ)と評価対象製品2(太陽光発電設置)で 下記を評価 ・原料調達から住宅の建設、使用(居住)、解体後の廃棄物処理 ・断熱材の原料調達から製造、使用後の燃焼分 ・太陽光発電設備の原料調達から廃棄(評価対象製品2のみ)
比較製品の システム境界	比較製品1 (H28年省エネ基準)と比較製品2(平均的な戸建住宅)の双方で下 記を評価 ・原料調達から住宅の建設、使用(居住)、解体後の廃棄物処理 ・断熱材の原料調達から製造、使用後の燃焼分
評価対象外 /簡易算定	住宅解体プロセス ・有用なデータなし ・評価対象製品と比較製品で共通のプロセスとなるため評価を省略

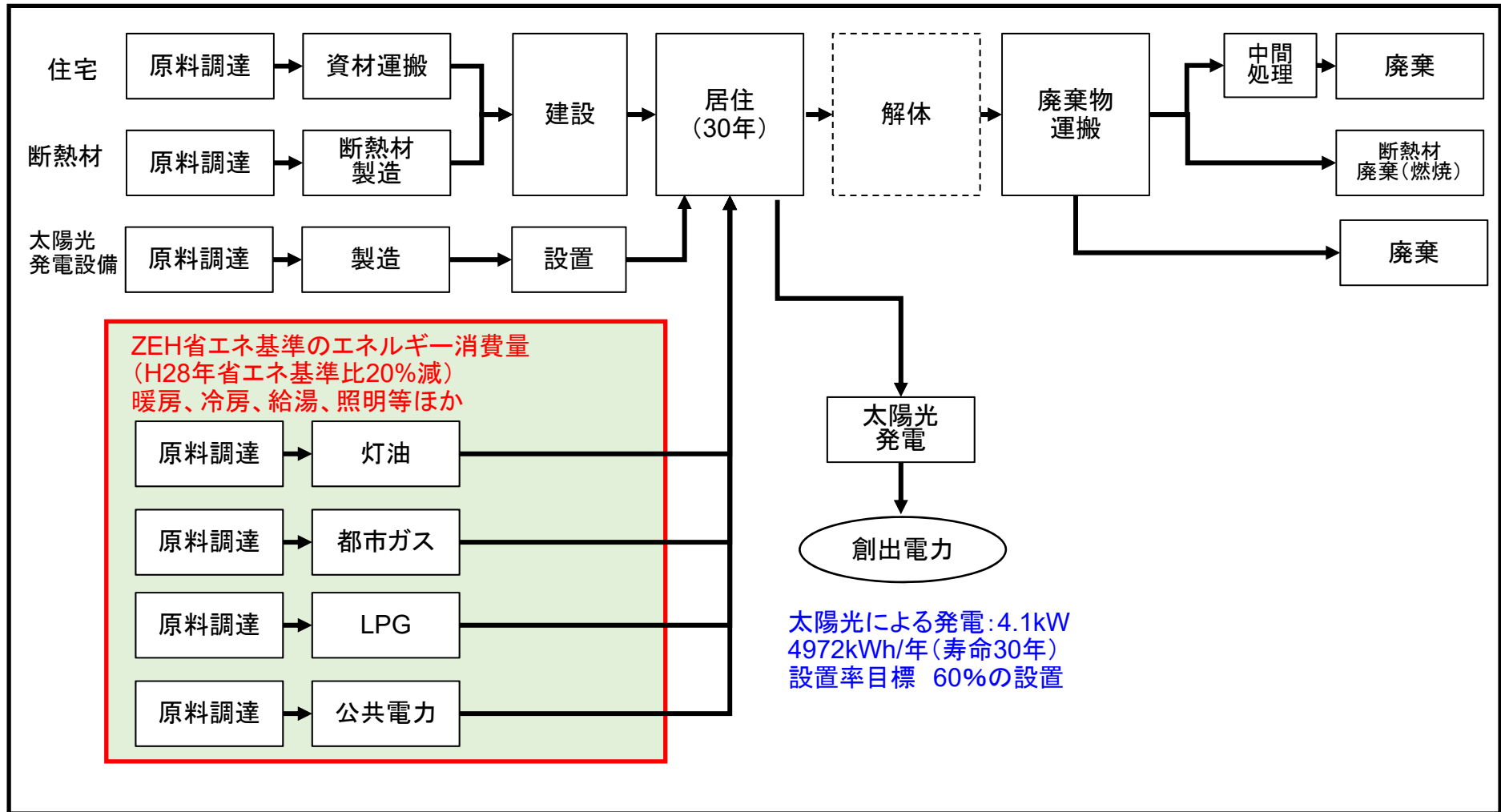
### 3-1-(2)GHG排出量の算定

前提条件	<ul style="list-style-type: none"><li>・評価対象製品と比較製品の住宅建屋に係るGHG排出量は同じとなる。</li><li>・断熱材は、評価対象製品の断熱性能が高いことから、評価対象製品の方が比較製品1と比較製品2よりも使用量が多い。断熱材の使用量は断熱性能を満たす量を推定し、その断熱材の使用量に応じたGHG排出量を算定。断熱材は押出PSとした。</li><li>・太陽光発電設備に関しては、個々の住宅での導入実態を把握することはできないため、住宅における暖房、冷房、給湯、照明等に係る一次エネルギー消費量を全て賄える規模の設備を導入するものとした。</li></ul>
キーパラメータ	<ul style="list-style-type: none"><li>・住宅の使用段階(居住期間)におけるエネルギーの消費に伴うGHG排出量である。この理由は、住宅の使用期間は30年としており、長期間にわたって生活に必要なエネルギーが継続的に使用されるため。</li><li>・住宅建屋のプロセスについてもGHG排出量が多い。ただし、本分析では評価対象製品と比較製品で同じ建屋を想定しており、基本構造は同じとしているため、比較という点においては、建屋に係るGHG排出量の差異は生じていない。</li></ul> <ul style="list-style-type: none"><li>・家庭におけるエネルギー消費量(暖房、冷房、給湯、照明等)</li><li>・住宅用資材の使用量</li><li>・使用期間(30年)</li></ul>

### 3-2-(1)システム境界:評価対象製品1

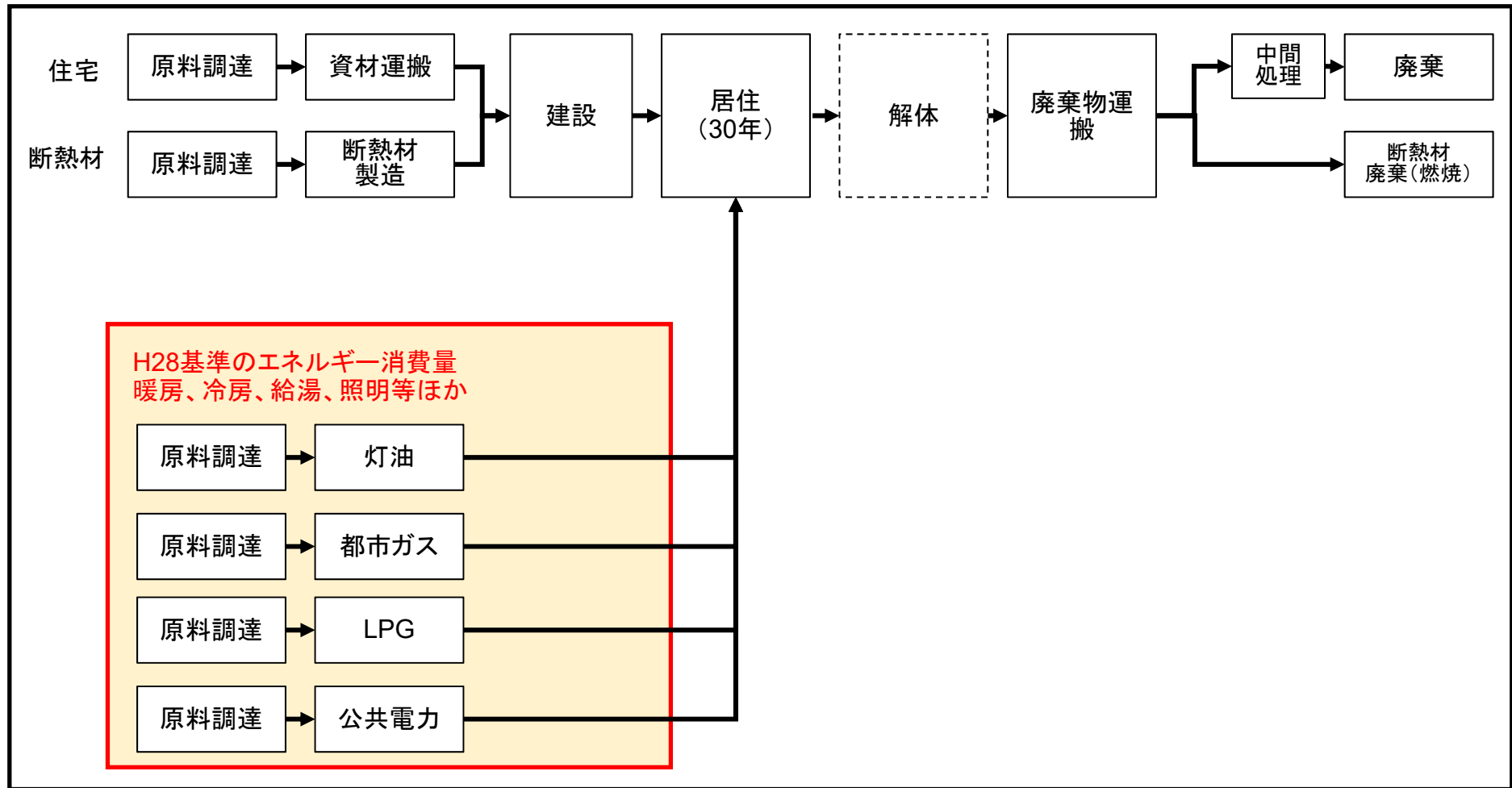


### 3-2-(2)システム境界: 評価対象製品2

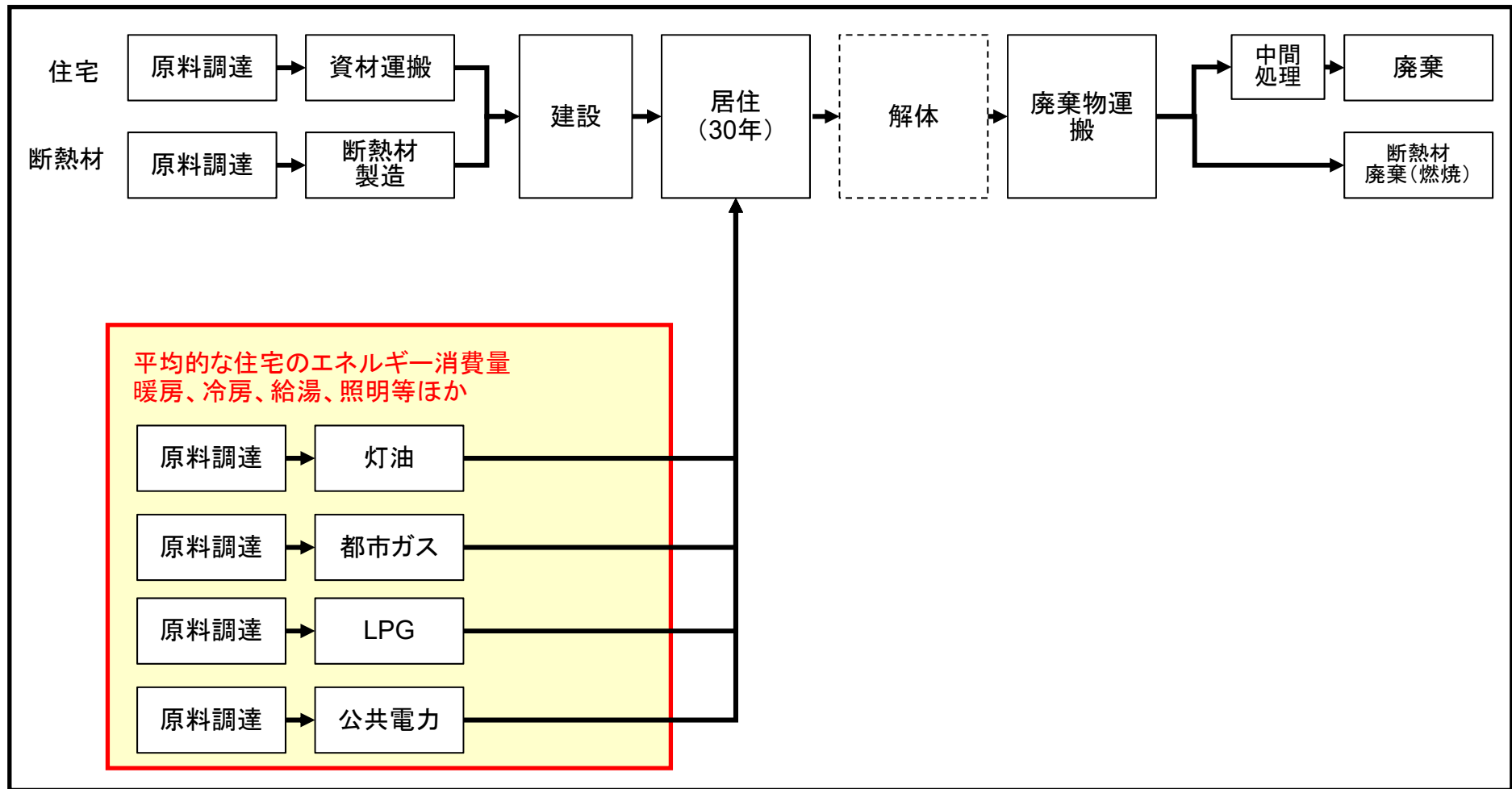


凡例  GHG排出量を評価したプロセス  GHG排出量を評価していないプロセス

### 3-2-(3) システム境界: 比較製品1



### 3-2-(4)システム境界:比較製品2



### 3-3. 建設段階に係るGHG排出量

算出方法	<ul style="list-style-type: none"><li>・(独)新エネルギー・産業技術総合開発機構を参考に基礎躯体工事、木工事、屋根工事の資材量を合計を採用し、住宅の重量は69.1トンとした。</li><li>・輸送距離を近郊地域の100kmとし、住宅重量とIDEAの4トントラックのGHG排出原単位から輸送のGHG排出量を算出。</li><li>・戸建住宅(木造)の建設におけるGHG排出量は住宅モデル1戸あたりの床面積と木造住宅のGHG排出原単位から算出。</li><li>・戸建住宅の面積は、2020年の住宅着工統計における持家の戸数263,097戸と床面積31,009,091m<sup>2</sup>から算出して1戸あたり118m<sup>2</sup>であり、住宅モデルの床面積と大きく変わらない。</li></ul>
根拠	<ul style="list-style-type: none"><li>・製品等ライフサイクル二酸化炭素排出評価実証等技術開発—環境技術開発の効率的展開を目指した評価手法の開発—製品等に係る環境影響評価手法の開発成果報告書(平成18年3月)、(独)新エネルギー・産業技術総合開発機構</li><li>(参考)住宅着工統計の床面積</li><li>・IDEAver2.3 木造住宅</li></ul>

### 3-4-1(1)使用段階(居住)に係るGHG排出量

<p>算出方法</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・暖房、冷房、給湯、照明などその他に関するエネルギー消費量をもとに電気、燃料(LPG、都市ガス、灯油)の使用量を算出。</li> <li>・電気と燃料の使用量と、GHG排出原単位からGHG排出量を計算。</li> </ul> <p>(補足)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・比較製品2のエネルギー消費量をもとに、比較製品1の冷暖房に係るエネルギー消費量を削減できるように推計。</li> <li>・比較製品1のエネルギー消費量から、ZEH省エネ基準を満たすように評価対象製品1と2の冷暖房に係るエネルギー消費量を算出。</li> <li>・評価対象製品1と2は、比較製品1の冷暖房に係るエネルギー消費量をUA値の比に基づいて算出。</li> <li>・ただし評価対象製品1と2においては、比較製品1に対する冷暖房に係るエネルギー消費量を削減しただけでは、エネルギー消費量を20%削減することはできないため、不足する削減分を冷暖房以外の給湯・照明・家電製品・他で削減したものとみなした。</li> </ul>
<p>根拠</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・家庭用エネルギー統計年報2020年度版、株式会社住環境計画研究所</li> <li>・公共電力(2030年) 電源構成目標と電中研レポートを参考に算出</li> <li>・IDEAver2.3 LPG、都市ガス、灯油</li> </ul>



### 3-4-1(2)使用段階(居住)に係るGHG排出量

#### 住宅使用段階の各種エネルギーの使用量

単位:/戸・年

		単位	評価対象製品1と2 (ZEH省エネ基準)	比較製品1 (H28年省エネ基準)	比較製品2 (平均的な住宅)
UA		W/(m <sup>2</sup> ・K)	0.60	0.87	1.67
暖房	電気	kWh	156	226	434
	都市ガス	m <sup>3</sup>	13	19	37
	LPG	kg	2	3	6
	灯油	L	41	59	113
冷房	電気	kWh	70	101	194
給湯	電気	kWh	487	599	599
	都市ガス	m <sup>3</sup>	120	148	148
	LPG	kg	46	57	57
	灯油	L	44	54	54
照明・家電製品・他	電気	kWh	2,910	3,580	3,580
	都市ガス	m <sup>3</sup>	30	37	37
	LPG	kg	22	27	27

	電気 (2030年目標)
	kWh
GHG排出原単位 (kg-CO <sub>2</sub> eq)	0.423

注: 電気の2030年目標は電源構成比から電中研データを用いて算出。

出典: IDEVer2.3 国立研究開発法人 産業技術総合研究所 安全科学研究部門 社会とLCA 研究グループ、一般社団法人サステナブル経営推進機構

出典: 日本における発電技術のライフサイクルCO<sub>2</sub>排出量総合評価(平成28年7月)。電力中央研究所, 平成28年7月

### 3-4-1(3)使用段階(居住)に係るGHG排出量

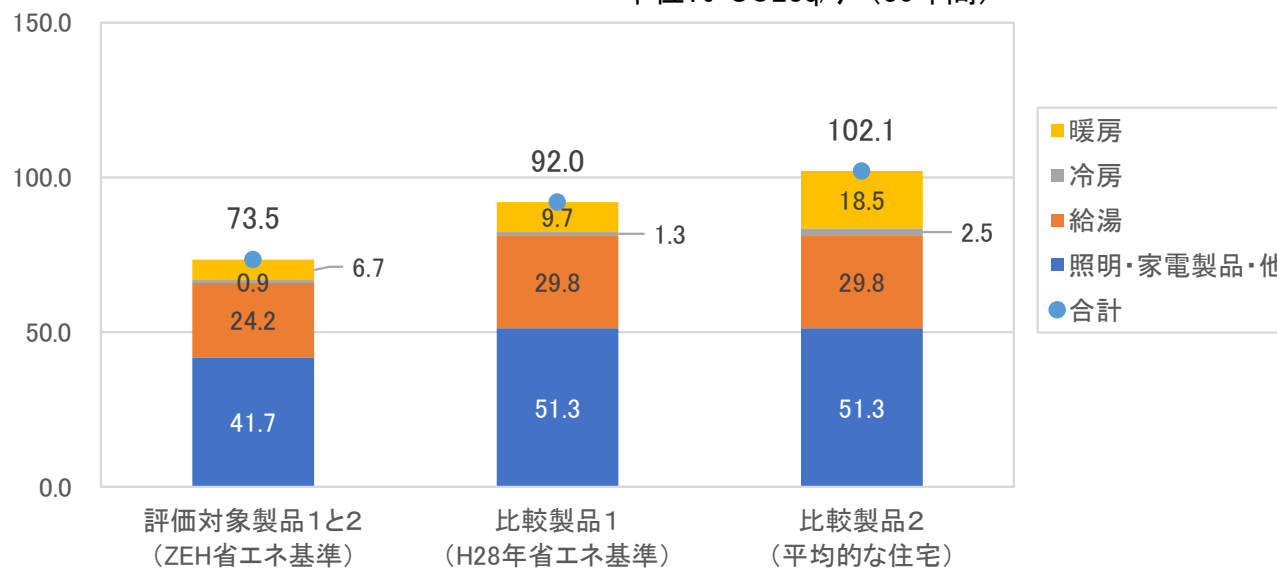
#### 住宅使用段階のGHG排出量(30年間)

単位:/戸(30年間)

	単位	評価対象製品1と2 (ZEH省エネ基準)	比較製品1 (H28年省エネ基準)	比較製品2 (平均的な住宅)
暖房	t-CO2eq	6.7	9.7	18.5
冷房	t-CO2eq	0.9	1.3	2.5
給湯	t-CO2eq	24.2	29.8	29.8
照明・家電製品・他	t-CO2eq	41.7	51.3	51.3
合計	t-CO2eq	73.5	92.0	102.1

#### 住宅使用段階のGHG排出量

単位:t-CO2eq/戸(30年間)



### 3-5. 廃棄段階に係るGHG排出量

算出方法	<ul style="list-style-type: none"><li>・住宅解体後に発生する廃棄物の運搬、中間処理、廃棄(焼却・埋立)に係るGHG排出量を算定。</li><li>・運搬は解体後の重量(69.1トン)を4トントラック(積載率75%)で距離100kmとした。</li><li>・廃棄物の組成は、木くず、がれき類、混合廃棄物、瓦、石膏ボード、建具・畳、廃プラ類、金属くず、ガラスの構成比を反映。</li><li>・廃棄物の組成に合わせて、中間処理と廃棄(焼却・埋立)に係るGHG排出原単位を用いてGHG排出量を算出。</li></ul>
根拠	<ul style="list-style-type: none"><li>・製品等ライフサイクル二酸化炭素排出評価実証等技術開発—環境技術開発の効率的展開を目指した評価手法の開発—製品等に係る環境影響評価手法の開発成果報告書(平成18年3月)、(独)新エネルギー・産業技術総合開発機構 p.129 住宅解体後の組成</li><li>・IDEAver2.3 運搬(4トントラック)、中間処理、焼却処理、埋立処理</li></ul>

### 3-6. 断熱材に係るGHG排出量

算出方法	<ul style="list-style-type: none"> <li>・戸建住宅モデルの床面積120m<sup>2</sup>、外皮面積は合計で305.3m<sup>2</sup>。(住宅着工統計2020年から算出した床面積は118m<sup>2</sup>であることから、住宅モデルの床面積と大差はない。)</li> <li>・外皮面積と密度から天井、壁、床にPSボードを使用するものとした。</li> <li>・PSボードの使用量とIDEAのGHG排出原単位を用いてGHG排出量を算出。</li> <li>・断熱材の廃棄はPSの燃焼によるCO<sub>2</sub>排出量を計上。[CH<sub>2</sub>CH(C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>)]<sub>n</sub>から3.38kg-CO<sub>2</sub>/kg-PSとした。</li> </ul>
根拠	<ul style="list-style-type: none"> <li>・国土交通省 平成22年度 住宅・建築物環境対策事業補助金 環境・リフォーム推進事業(技術基盤強化)「住宅窓のCO<sub>2</sub>排出量の量的把握と削減予測」研究成果報告書(平成23年3月)、(社)日本サッシ協会、プラスチックサッシ工業会、板硝子協会 外皮面積の推計</li> <li>・IDEAver2.3 難燃性PS</li> </ul>

#### 断熱材の使用量

区分	項目	体積	密度	使用量
評価対象製品1と2 (ZEH省エネ基準)	天井 断熱材	18.6 m <sup>3</sup> /戸	25.0 kg/m <sup>3</sup>	464.1 kg/戸
	壁 断熱材	17.7 m <sup>3</sup> /戸	25.0 kg/m <sup>3</sup>	443.4 kg/戸
	床 断熱材	8.8 m <sup>3</sup> /戸	25.0 kg/m <sup>3</sup>	221.0 kg/戸
	計	45.1 m <sup>3</sup> /戸	-	1,128.4 kg/戸
比較製品1 (H28年省エネ基準)	天井 断熱材	12.8 m <sup>3</sup> /戸	25.0 kg/m <sup>3</sup>	320.0 kg/戸
	壁 断熱材	12.2 m <sup>3</sup> /戸	25.0 kg/m <sup>3</sup>	305.8 kg/戸
	床 断熱材	6.1 m <sup>3</sup> /戸	25.0 kg/m <sup>3</sup>	152.4 kg/戸
	計	31.1 m <sup>3</sup> /戸	-	778.2 kg/戸
比較製品2 (平均的な戸建住宅)	天井 断熱材	6.4 m <sup>3</sup> /戸	25.0 kg/m <sup>3</sup>	160.0 kg/戸
	壁 断熱材	6.1 m <sup>3</sup> /戸	25.0 kg/m <sup>3</sup>	152.9 kg/戸
	床 断熱材	3.0 m <sup>3</sup> /戸	25.0 kg/m <sup>3</sup>	76.2 kg/戸
	計	15.6 m <sup>3</sup> /戸	-	389.1 kg/戸

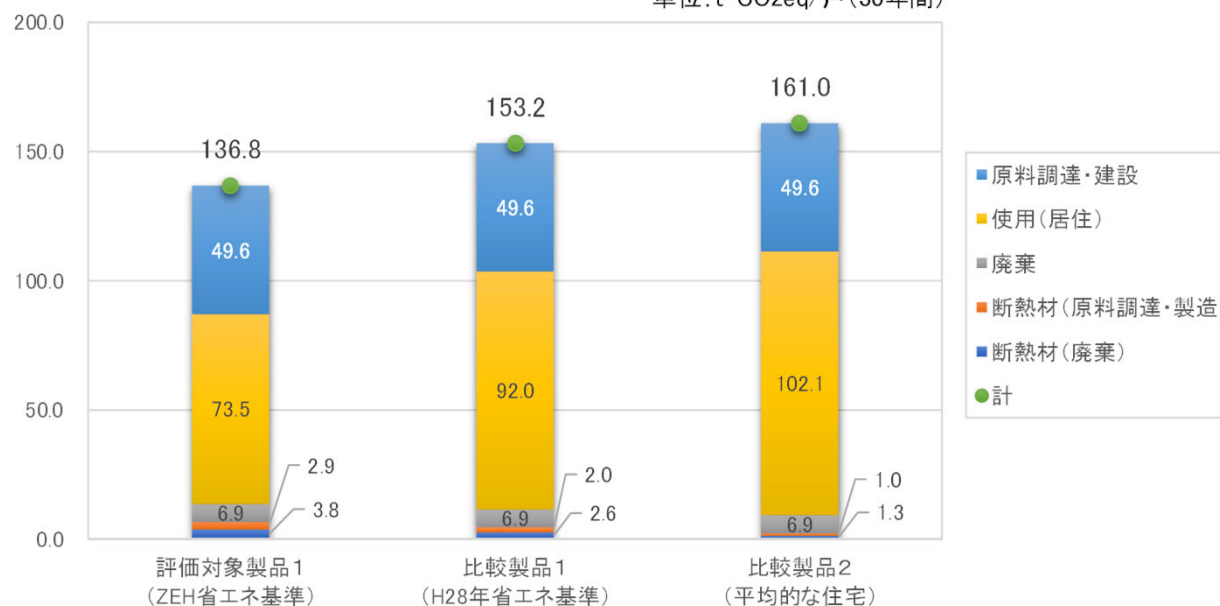
### 3-7. 住宅のライフサイクルGHG排出量

単位：t-CO<sub>2</sub>eq/戸(30年間)

		評価対象製品1 (ZEH省エネ基準)	比較製品1 (H28年省エネ基準)	比較製品2 (平均的な住宅)
住宅	原料調達・建設	49.6	49.6	49.6
	使用	73.5	92.0	102.1
	廃棄	6.9	6.9	6.9
	計	130.0	148.6	158.6
断熱材	原料調達・製造	2.9	2.0	1.0
	廃棄	3.8	2.6	1.3
	計	6.7	4.7	2.3
合計		136.8	153.2	161.0

ライフサイクルGHG排出量(30年間)

単位：t-CO<sub>2</sub>eq/戸(30年間)



### 3-8. 太陽光発電設備に係るGHG排出量と創出電力

#### 太陽光発電設備に係るGHG排出量

算出方法	<ul style="list-style-type: none"> <li>・太陽光発電設備に係るGHG排出量は電力中央研究所報告書の家庭用タイプのデータを使用。</li> <li>・評価対象製品の一次エネルギー消費量は48,428MJ/年であり、これに相当する電力量は4,972kWh/年の発電でネットゼロエネルギーとなる。</li> <li>・太陽光発電による年間予想発電量は平均で1,215kWh/年・kW、4,972kWh/年を賄う設備規模は4.09kW。</li> </ul>
根拠	<ul style="list-style-type: none"> <li>・日本における発電技術のライフサイクルCO2排出量総合評価(平成28年7月), 電力中央研究所 家庭用太陽光発電</li> <li>・令和元年度環境省委託業務令和元年度再生可能エネルギーに関するゾーニング基礎情報等の整備・公開等に関する委託業務報告書、令和2年3月、株式会社エックス都市研究所、アジア航測株式会社 p.48</li> </ul>

#### 太陽光発電による創出電力

算出方法	<ul style="list-style-type: none"> <li>・創出電力量4,972kWh/年と公共電力(2030年目標)のGHG排出原単位0.423kg-CO2/kWhから、創出電力は2,103kg-CO2/年に相当するものとした。</li> <li>・創出電力は30年間で63.1t-CO2相当の公共電力を代替する。</li> <li>・この代替したGHG削減量分を、戸建住宅のライフサイクルGHG排出量から差し引く。</li> </ul>
根拠	<ul style="list-style-type: none"> <li>・日本における発電技術のライフサイクルCO2排出量総合評価(平成28年7月), 電力中央研究所 家庭用太陽光発電</li> </ul>

### 3-9-(1)住宅のライフサイクルGHG排出量と創出電力の評価結果

住宅のライフサイクルGHG排出量(創出電力による削減効果を考慮)

単位:t-CO<sub>2</sub>eq/戸(30年間)

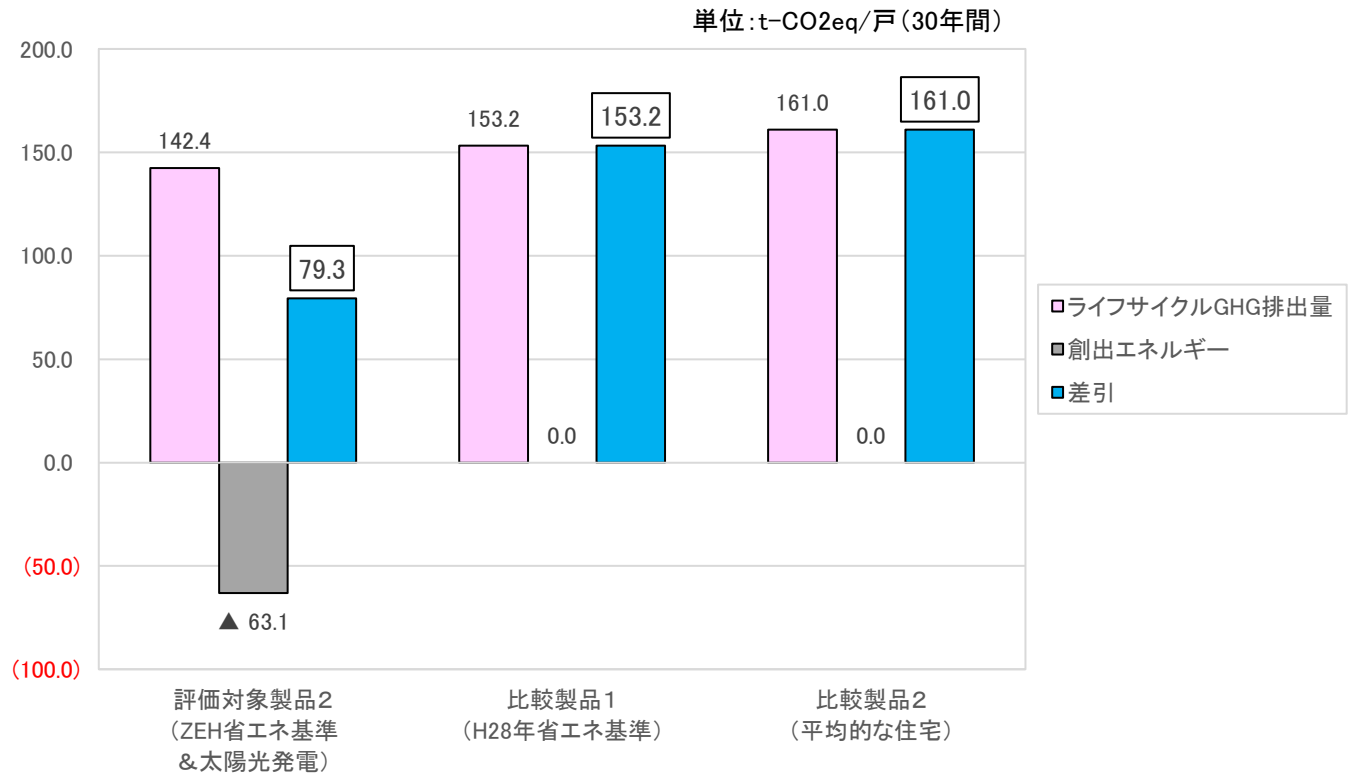
		評価対象製品2 (ZEH省エネ基準 &太陽光発電)	比較製品1 (H28年省エネ基準)	比較製品2 (平均的な住宅)
住宅	原料調達・建設	49.6	49.6	49.6
	使用	73.5	92.0	102.1
	廃棄	6.9	6.9	6.9
	計	130.0	148.6	158.6
断熱材	原料調達・製造	2.9	2.0	1.0
	廃棄	3.8	2.6	1.3
	計	6.7	4.7	2.3
太陽光発電設備	原料調達～廃棄	5.7	-	-
計		142.4	153.2	161.0
創出エネルギー		▲ 63.1	-	-
差引		79.3	153.2	161.0

単位:t-CO<sub>2</sub>eq/戸(30年間)

	評価対象製品2 (ZEH省エネ基準 &太陽光発電)	比較製品1 (H28年省エネ基準)	比較製品2 (平均的な住宅)
ライフサイクルGHG排出量	142.4	153.2	161.0
創出エネルギー	▲ 63.1	-	-
差引	79.3	153.2	161.0

### 3-9-(2)住宅のライフサイクルGHG排出量と創出電力の評価結果

創出エネルギーを考慮したライフサイクルGHG排出量(30年間)

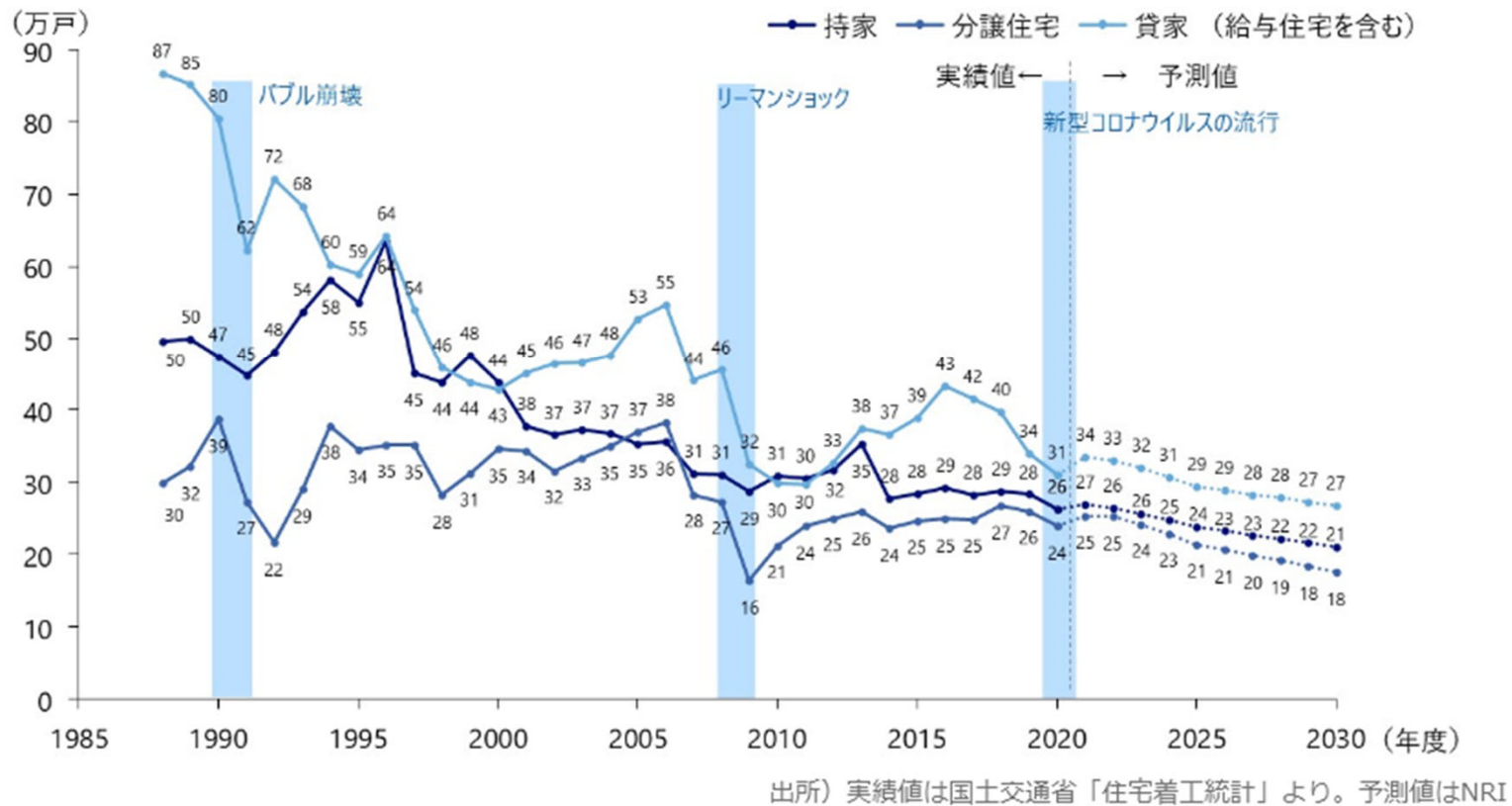




### 3-10. 戸建住宅の市場規模(見込み)

減少傾向	<ul style="list-style-type: none"> <li>・新設住宅数は減少して2030年に300,000戸/年</li> <li>・戸建住宅は新設住宅数の持家数18万戸と分譲住宅の10.5万戸(21万戸の約50%)の合計で28.5万戸であり、約30万戸程度。</li> </ul> <p>出典: ニュースリリース野村総研2021.6.8</p>
------	---

図2: 新設住宅着工戸数の実績と予測結果(利用関係別)



### 3-11. ZEH省エネ基準の住宅と太陽光発電設備の導入目標

ZEH省エネ基準	戸建住宅への導入目標は100%
太陽光発電設備	導入目標は60%

出典：ネット・ゼロ・エネルギー・ハウス実証事業 調査発表会 2021、経済産業省 資源エネルギー庁、一般社団法人環境共創イニシアチブ

### 3-12-(1)評価対象製品1のGHG排出削減貢献量

評価対象製品1 (ZEH省エネ基準)のGHG排出削減貢献量:2030年

比較製品	着工戸数 【減少傾向】 (戸)	GHG削減貢献 原単位	GHG削減貢献 総量
		t-CO <sub>2</sub> eq/戸 (30年間)	t-CO <sub>2</sub> e (30年間)
比較製品1 (H28年省エネ基準)	300,000	▲ 16.5	▲ 4,944,312
比較製品2 (平均的な戸建住宅)	300,000	▲ 24.2	▲ 7,262,535

### 3-12-(2)評価対象製品2のGHG排出削減貢献量

評価対象製品2 (ZEH省エネ基準 & 太陽光発電) のGHG排出削減貢献量: 2030年

項目			対象戸数 (戸)	正味のGHG削減貢 献原単位	正味のGHG削減 貢献総量
比較製品	太陽光発電 導入率	太陽光発電		t-CO <sub>2</sub> eq/戸 (30年間)	t-CO <sub>2</sub> e (30年間)
比較製品1 (H28年省エネ基準)	60%	導入する住宅	180,000	▲ 73.9	▲ 13,303,528
		導入しない住宅	120,000	▲ 16.5	▲ 1,977,725
			300,000	-	▲ 15,281,253
比較製品2 (平均的な戸建住宅)	60%	導入する住宅	180,000	▲ 81.6	▲ 14,694,462
		導入しない住宅	120,000	▲ 24.2	▲ 2,905,014
			300,000	-	▲ 17,599,476

## 4. 結論

### LCA

項目	評価対象製品1 (ZEH省エネ基準)	評価対象製品2 (ZEH省エネ基準 & 太陽光発電)	比較製品1 (H28年省エネ基準)	比較製品2 (平均的な戸建住宅)
GHG排出量 (t-CO2eq/戸)	136.2	79.3 (差し引き後)	153.2	161.0

### GHG排出削減貢献量

(万t-CO2eq)

項目	評価対象製品1 (ZEH省エネ基準)	評価対象製品2 (ZEH省エネ基準 & 太陽光発電)
比較製品1 (H28年省エネ基準)	▲494	▲1528
比較製品2 (平均的な戸建住宅)	▲726	▲1760

## ※著作権の帰属について

本著作物の著作権は著作者に帰属し、著作物の一部または全部を無断で複写・複製・転記載することを禁じる。なお本著作物の著作者は一般社団法人日本化学工業協会とする。