

一般社団法人日本化学工業協会 御中

戸建住宅の ZEH 化による CO2 排出削減貢献量に関する調査報告書

2022 年 11 月

株式会社エティーサ研究所

目次

1. 調査目的	1
2. ZEH の概要と定義	2
2.1 定性的な定義	2
2.2 定量的な定義(判断基準)	3
3. 対象事例および比較	5
3.1 評価対象製品	5
3.2 比較製品	6
4. 機能単位(設定条件)	7
4.1 機能単位の詳細	7
4.2 品質要件	7
(1) 戸建住宅の仕様	7
(2) 省エネルギー基準	8
(3) 断熱等性能等級	8
(4) 太陽光発電設備	9
4.3 評価期間(サービス寿命)	9
4.4 影響領域	9
4.5 地理的基準	9
4.6 時間的基準	10
5. 算定の方法論	11
5.1 システム境界	11
5.2 前提条件	13
5.3 主要パラメータ	13
5.4 不確実性および将来シナリオ	14
6. 貢献の度合い	15
7. ライフサイクル GHG 排出量の算定	16
7.1 住宅の建設段階	16
(1) 住宅の重量	16
(2) 住宅資材の輸送	16
(3) 住宅の建設	16
7.2 住宅の使用段階(居住期間)	16
(1) 省エネ基準別の住宅構成	17
(2) 外皮平均熱貫流率	17
(3) 居住に伴うエネルギー消費量	17
(4) 電力・燃料の使用に伴う GHG 排出原単位	18
(5) 居住時の GHG 排出量	18

(6) 廃棄段階の GHG 排出量	20
7.3 断熱材の調達・製造段階、燃焼分	22
(1) 標準住宅の外皮面積	22
(2) 断熱材の種類	23
(3) 標準住宅の断熱材使用量	23
(4) 断熱材に伴う GHG 排出量	23
(5) 太陽光発電設備に係る GHG 排出量	24
(6) 太陽光発電設備の創出電力による GHG 削減量	25
7.4 ライフサイクル GHG 排出量と GHG 排出削減貢献量	26
(1) 評価対象製品1 (ZEH 省エネ基準)と比較製品の GHG 排出量	26
(2) 評価対象製品1 (ZEH 省エネ基準)の GHG 排出削減貢献量	27
(3) 評価対象製品2 (ZEH 省エネ基準&太陽光発電)と比較製品の GHG 排出量	27
(4) 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	28
8. 今後の予測	29
8.1 現状(2020年)の市場規模	29
8.2 ZEHの将来目標	29
8.3 将来予測(2030年)	31
(1) 減少傾向	31
(2) 現状維持	31
(3) 建て替え促進	31
8.4 「ZEH」の省エネルギー基準を満たす断熱効果による GHG 排出削減貢献の総量(日本)	32
8.5 まとめ	33
9. 調査の限界と将来に向けた提言	35
10. 課題	35
11. 参考文献	36

1. 調査目的

2050年のカーボンニュートラルを目標とした我が国において温室効果ガス（Greenhouse Gas）排出量の削減は急務の課題である。建築物の寿命は数十年から百年以上にわたって社会に存在し続けるものが多い。建築物のうち、我々の生活に密接な関係のある住宅は30年以上にわたって使用される社会資本である。住宅での生活においては、冷暖房、給湯、照明、家電、調理などのエネルギーを必要とし、エネルギーの使用に伴ってCO₂を中心とした温室効果ガスを排出することになることから、30年以上という長期の使用において排出される量が膨大であることは容易に想像できる。昭和55年以降、住宅におけるエネルギー消費量を節約すべく、建築物のエネルギー消費性能の向上に関する法律（以下「建築物省エネ法」）が制定され、必要に応じて改正がなされてきた。省エネ法は住宅の断熱性向上を中心として設定されており、平成25年からは一次エネルギー消費量の削減も盛り込まれている。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、ZEH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。

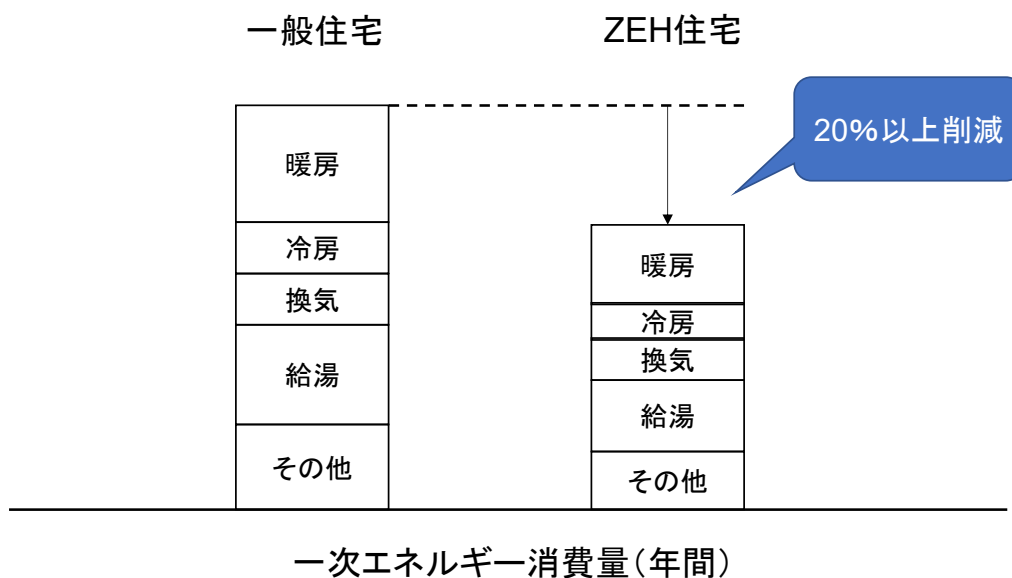
2. ZEH の概要と定義

資源エネルギー庁の資料[1]によると、ZEH の定義は、「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」を指す。

ZEH という表現は、省エネルギーの基準を示す場合と ZEH の住宅そのものを示す場合とがある。

ZEH の省エネルギー基準は、平成 28 年省エネルギー基準に基づく一般の戸建住宅に対して基準一次エネルギー消費量を 20%以上削減した住宅を指す。断熱材、窓といった部材を使用して住宅の（躯体）の高断熱化を行い、空調、換気、給湯、照明などに関しては設備の高効率化を行うことを指す。

住宅を示す ZEH は、年間の一次エネルギー消費量の収支がゼロ以下であることを指す。



出典：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月を参考に作成

図 1 ZEH 住宅と一般住宅の一次エネルギー消費量の違い

2.1 定性的な定義

資源エネルギー庁の資料[1]によると、ZEH の定性的な定義は以下のとおりである。

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。

同資料では、ZEHには、ZEH、Nearly ZEH、ZEH Orientedの3種類が存在し、これら3種類を含めた広い概念を「ZEH」、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を『ZEH』と表現するとしている。

『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。

2.2 定量的な定義(判断基準)

ZEHの定量的な定義は以下のとおりである。

『ZEH』

以下の①～④のすべてに適合した住宅

- ① ZEH強化外皮基準（地域区分1～8地域の平成28年省エネルギー基準（ ηAC 値、気密・防露性能の確保等の留意事項）を満たした上で、UA値[W/m²K] 1・2地域：0.40相当以下、3地域：0.50相当以下、4～7地域：0.60相当以下）
- ② 再生可能エネルギー等を除き、基準一次エネルギー消費量から20%以上の一次エネルギー消費量削減
- ③ 再生可能エネルギーを導入（容量不問）
- ④ 再生可能エネルギー等を加えて、基準一次エネルギー消費量から100%以上の一次エネルギー消費量削減

Nearly ZEH

以下の①～④のすべてに適合した住宅

- ① ZEH強化外皮基準(地域区分1～8地域の平成28年省エネルギー基準(η_{AC} 値、気密・防露性能の確保等の留意事項)を満たした上で、UA値[W/m²K] 1・2地域:0.40以下、3地域:0.50以下、4～7地域:0.60以下)
- ② 再生可能エネルギー等を除き、基準一次エネルギー消費量から20%以上の一次エネルギー消費量削減
- ③ 再生可能エネルギーを導入(容量不問)
- ④ 再生可能エネルギー等を加えて、基準一次エネルギー消費量から75%以上100%未満の一次エネルギー消費量削減

ZEH Oriented

以下の①及び②のいずれにも適合した住宅

- ① ZEH強化外皮基準(地域区分1～8地域の平成28年省エネルギー基準(η_{AC} 値、気密・防露性能の確保等の留意事項)を満たした上で、UA値[W/m²K] 1・2地域:0.40以下、3地域:0.50以下、4～7地域:0.60以下)
- ② 再生可能エネルギー等を除き、基準一次エネルギー消費量から20%以上の一次エネルギー消費量削減

○ ただし、基準一次エネルギー消費量、設計一次エネルギー消費量の対象は暖冷房、換気、給湯、照明とする。また、計算方法は、平成28年省エネルギー基準で定められている計算方法に従うものとする。なお、法改正等に伴い計算方法の見直しが行われた場合には、最新の省エネルギー基準に準拠した計算方法に従うこととする。

○ また、再生可能エネルギー等によるエネルギー供給量の対象は敷地内(オンサイト)に限定し、自家消費分に加え、売電分も対象に含める。ただし、エネルギー自立の観点から、再生可能エネルギーは全量買取ではなく、余剰電力の買取とすべきである。また、再生可能エネルギーを貯めて発電時間以外にも使えるよう、蓄電池の活用が望まれる。

3. 対象事例および比較

日本における木造の戸建住宅に用いられる断熱材は住宅の使用期間（居住期間）において、冷暖房に係るエネルギーの消費を削減することができる。エネルギー消費量を削減することは、化石由来の燃料の使用に伴って排出される温室効果ガス（Greenhouse Gas）の排出量の低減への貢献につながる。また、戸建住宅に太陽光発電設備を導入することは、創出電力によって自家消費分を賄えることができるため、外部からの購入電力を減らすことが可能となり、結果的に GHG 排出量の削減へつながる。

3.1 評価対象製品

評価対象製品は ZEH の省エネルギー基準（以下、ZEH 省エネ基準）を満たす戸建住宅（以下、ZEH 住宅）とした。本報告書では、ZEH 省エネ基準は、戸建住宅に関わる省エネルギー基準と断熱等性能等級、一次エネルギー消費量等級に準拠したものを指す。ZEH 住宅は、ZEH 省エネ基準を満たした上で太陽光発電設備を導入して、冷暖房や給湯などに係る一次エネルギー消費量を正味ゼロまたはマイナスを目指した戸建住宅と位置付けた。したがって、評価対象製品は ZEH 省エネ基準のみを満たす戸建住宅と、ZEH 省エネ基準を満たし且つ太陽光発電設備を導入する戸建住宅の 2 種類となる。本報告書では、ZEH 省エネ基準のみを満たす戸建住宅を評価対象製品 1、ZEH 省エネ基準を満たして太陽光発電設備を導入する戸建住宅を評価対象製品 2 と表す。

【評価対象製品 1】

建築物は標準的な木造の戸建住宅とした。ZEH 省エネ基準は、現行の平成 28 年省エネルギー基準（以下、H28 年省エネ基準¹）に対して、一次エネルギー消費量が 20%以上少ない設定であることから、この設定を満たす戸建住宅とした。断熱等性能等級は 5 に該当する戸建住宅である。

【評価対象製品 2】

評価対象製品 1 と同じ ZEH 省エネ基準を満たした上で太陽光発電設備の導入によって、一次エネルギー消費量を大幅に削減できる戸建住宅とした。

¹ 平成 25 年省エネルギー基準と同じ。

表 1 評価対象製品[2]

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 年省エネ基準の 20%減	H28 年省エネ基準の 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

注1:UA 値は外皮平均熱貫流率。単位は $W/(m^2 \cdot K)$ 。

注2:断熱性能等級の UA 値は地域毎に設定されている。参考として省エネ基準における地域区分の6に該当する地域の UA 値を示した。

3.2 比較製品

比較製品は H28 年省エネ基準を満たす戸建住宅とし、建屋の構造は評価対象製品と同じものとした。断熱等性能等級は 4 に該当する戸建住宅であり、太陽光発電設備は設置しないものとした。

比較製品は、近年に建築されている H28 年省エネルギー基準に則った戸建住宅と、住宅の建築時期の省エネルギー基準に準拠した平均的な戸建住宅の 2 種類とした。H28 年省エネルギー基準の戸建住宅だけでなく、平均的な戸建住宅を選択した理由は、評価対象製品と置き換わる戸建住宅は H28 年省エネ基準よりも古い基準で建設された住宅も含まれており、日本の平均的な位置づけの戸建住宅を評価するためである。

平成 28 年省エネ基準に準拠した戸建住宅は比較製品 1 とし、建築時期別の住宅構成比を反映した平均的な断熱性能を示す戸建住宅を比較製品 2 とした。

表 2 比較製品[2]

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

注1:UA 値は外皮平均熱貫流率。単位は $W/(m^2 \cdot K)$ 。

注2:断熱性能等級の UA 値は地域毎に設定されている。参考として省エネ基準における地域区分の6に該当する地域の UA 値を示した。

4. 機能単位(設定条件)

4.1 機能単位の詳細

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。

- ・機能

戸建住宅の提供、居住時の暖房、冷房、給湯、その他(照明、家電製品など)に係るエネルギーの利用

- ・機能単位

木造の戸建住宅1戸

- ・便益を受けるユーザー

住居の利用者

4.2 品質要件

(1) 戸建住宅の仕様

国土交通省の報告書[3]と建築環境・省エネルギー機構の自立循環型住宅への設計ガイドライン[4]を参考に、戸建住宅は標準仕様のモデルとした。床面積は120m²、階高2.825m²である。2020年度の住宅着工統計[5]における新設住宅・持家の戸数と床面積から割り出した1戸当たりの床面積は118m²であることから、標準仕様モデルと大きな差はないものと考えられる。

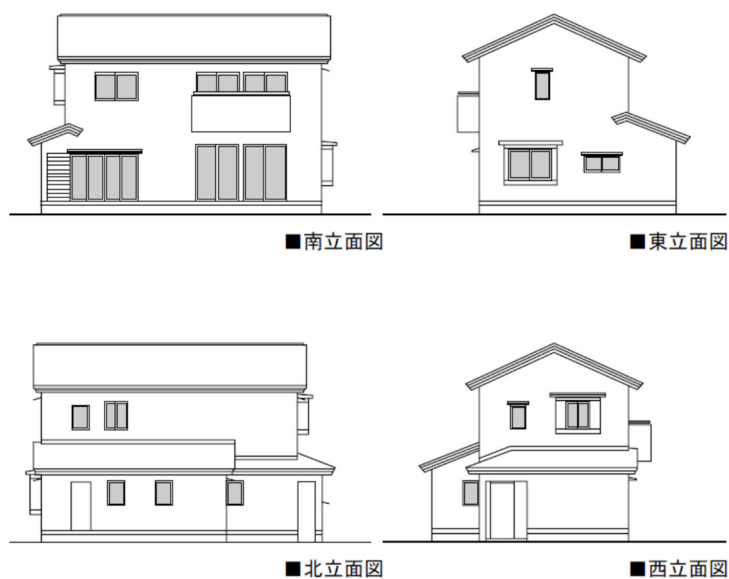


図2 標準仕様の戸建住宅の立面図

(2) 省エネルギー基準

評価対象製品は ZEH 省エネ基準と満たす住宅とした。

比較製品 1 (H28 省エネ基準) の戸建住宅は、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) の基準を満たすものとした。比較製品 2 (平均的な戸建住宅) の戸建住宅は、建築時期に建築物エネルギー消費性能基準等を定める省令の基準を満たしたという前提で、戸建住宅の建築時期別の構成比を反映した平均的な戸建住宅とした。ただし、昭和 55 年以前に建築された戸建住宅に関しては、断熱性能が把握できないため、昭和 55 年の省エネルギー基準に準拠しているものと仮定した。

(3) 断熱等性能等級

断熱等性能等級は、住宅の品質確保の促進等に関する法律²に規定されている住宅の省エネ性能を示すための基準であり、評価対象製品は等級 5、比較製品 1 (H28 年省エネ基準) は等級 4 に該当する。

表 3 断熱等性能等級と外皮平均熱貫流率 (UA 値)

UA [W/(m ² ・K)] 外皮平均熱貫流率		等級			
地域		5	4	3	2
北海道	夕張等	0.4	0.46	0.54	0.72
北海道	札幌等	0.4	0.46	0.54	0.72
東北	盛岡等	0.5	0.56	1.04	1.21
北陸	会津若松等	0.6	0.75	1.25	1.47
関東	水戸等	0.6	0.87	1.54	1.67
関東、東海、近畿、四国、中国	東京等	0.6	0.87	1.54	1.67
九州	熊本等	0.6	0.87	1.81	2.35
沖縄	沖縄等	-	-	-	-

比較製品 2 の外皮平均熱貫流率は、住宅の建築時期別構成比の加重平均値を用いて算出した。昭和 55 年以前の住宅は適用する外皮平均熱貫流率がないため、昭和 55 年基準相当の外皮平均熱貫流率と昭和 55 年基準の 1.5 倍値とした。建築時期別の構成比は平成 30 年住宅・土地統計調査[5]から既存住宅における木造住宅数を集計して算出した。

² 住宅の品質確保の促進等に関する法律 (平成十一年法律第八十一号)

<https://elaws.e-gov.go.jp/document?lawid=411AC0000000081>

表 4 比較製品 2 の外皮平均熱貫流率 (UA 値)

省エネ基準	住宅数構成比	UA [W/(m ² ・K)]
昭和55年以前	32.2%	2.51
昭和55年基準	18.0%	1.67
平成4年基準	19.4%	1.54
平成11年基準	22.5%	0.87
平成25年基準	5.1%	0.87
平成28年基準	2.7%	0.87
加重平均値	-	1.67

注：昭和 55 年以前の外皮平均熱貫流率 (UA 値) は昭和 55 年基準相当と昭和 55 年基準の 1.5 倍値とした。

(4) 太陽光発電設備

太陽光発電設備は住宅用のタイプに関わる GHG 排出量のデータを使用した。電力中央研究所の資料[6]によると、住宅用の太陽光発電は架台設置型の多結晶 Si で 160W/枚を 24 枚の出力 3.84kW が想定されたものである。環境省の報告書[7]によると一般的な導入規模として 4kW が想定されていることから、この仕様と大きな違いはないと判断した。

4.3 評価期間(サービス寿命)

国土交通省の監修の資料[8]によると、日本では取り壊される住宅の平均築後経過年数が約 30 年であることから、戸建住宅の使用期間(居住期間)は 30 年とした。

4.4 影響領域

本事例における環境負荷の影響領域は地球温暖化とした。温室効果ガス (Greenhouse Gas : GHG) は二酸化炭素 (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) が対象である。本レポートで記載する温室効果ガス排出量または削減貢献量に関する単位の表記は、kg-CO₂ または kg-CO₂eq とした。単位に付与されている eq は equivalent の略で、7つの温室効果ガス排出量に地球温暖化係数 (Global Warming Potential : GWP) を乗じて合算した数字であることを意味する。基本的に GWP は国連気候変動に関する政府間パネル (Intergovernmental Panel on Climate Change : IPCC) の第 5 次評価報告書 (2013 年) の 100 年値を用いている。

4.5 地理的基準

評価対象製品 1 と 2、比較製品 1、比較製品 2 の戸建住宅は日本に立地するものとした。現行の省エネルギー基準では、日本国内を 1～8 の地域に区分して、それぞれに断熱等性能等級が設定されている。本分析では住宅構成の約 4 割を占める省エネ基準の地域区分の 6

に該当する地域を設定した。

4.6 時間的基準

本分析は、2030年時点における評価対象製品の普及がもたらすGHG排出削減貢献量を算定している。戸建住宅のライフサイクルにおいては、居住段階におけるGHG排出量が最も重要な評価となる。

評価対象製品と比較製品における居住時のエネルギー消費量は2020年を対象としたものであり、電力と各種燃料のGHG排出原単位を用いて計算した。電力に係るGHG排出原単位は、日本における2030年の電源構成目標値を電力中央研究所の資料[6]のデータを用いて反映した。GHG排出削減貢献量(総量)を算定する際に用いる戸建住宅の市場規模は2030年における見込みの着工件数とした。

5. 算定の方法論

5.1 システム境界

評価対象製品1（ZEH省エネ基準）のシステム境界は原料調達から住宅の建設、使用（居住）、解体後の廃棄物処理までをシステム境界に含めた。断熱材の原料調達から製造、使用後の燃焼分を範囲に含めた。評価対象製品2に設置する太陽光発電設備は、原料調達から廃棄をシステム境界に含めたデータを用いた。

比較製品1（H28年省エネ基準の戸建住宅）は原料調達から住宅の建設、使用（居住）、解体後の廃棄物処理までをシステム境界に含めた。断熱材の原料調達から製造、使用後の燃焼を範囲に含めた。

比較製品2（平均的な戸建住宅）は原料調達から住宅の建設、使用（居住）、解体後の廃棄物処理までをシステム境界に含めた。断熱材の原料調達から製造、使用後の燃焼を範囲に含めた。

住宅解体プロセスに関しては、両方の製品で共通となるプロセスであり、かつ有用なデータが得られなかったため、評価を省略することとした。

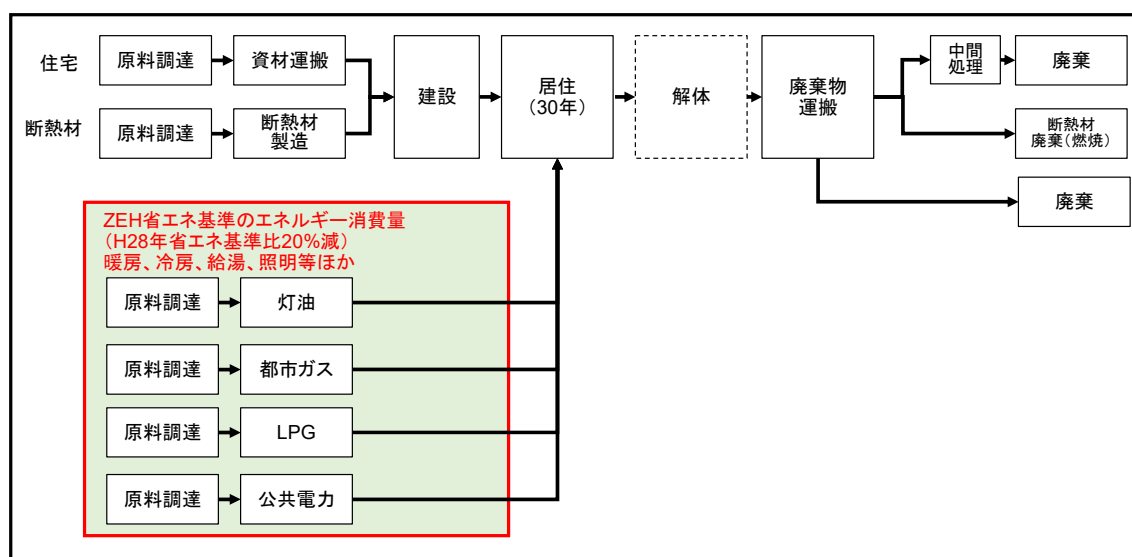


図3 評価対象製品1（ZEH省エネ基準）のシステム境界

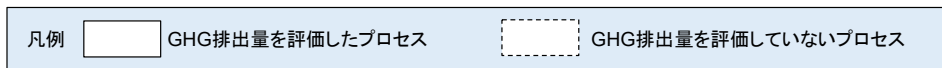
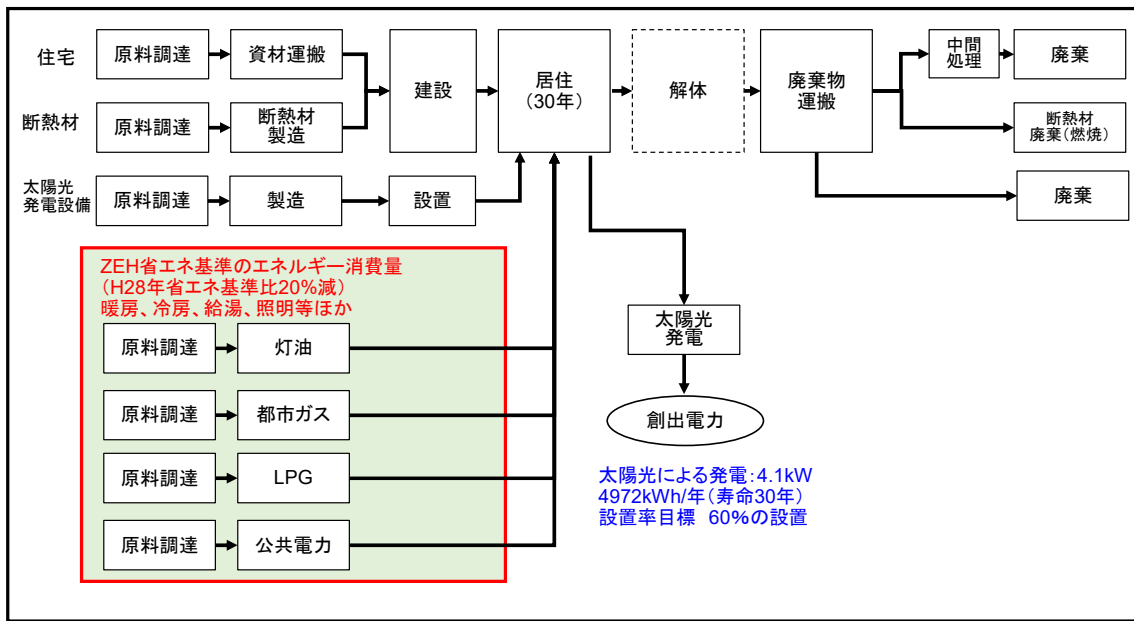


図 4 評価対象製品 2 (ZEH 省エネ基準 & 太陽光発電設備) のシステム境界

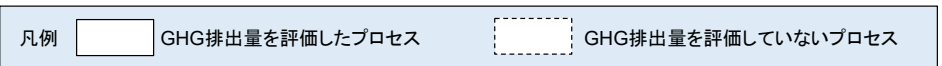
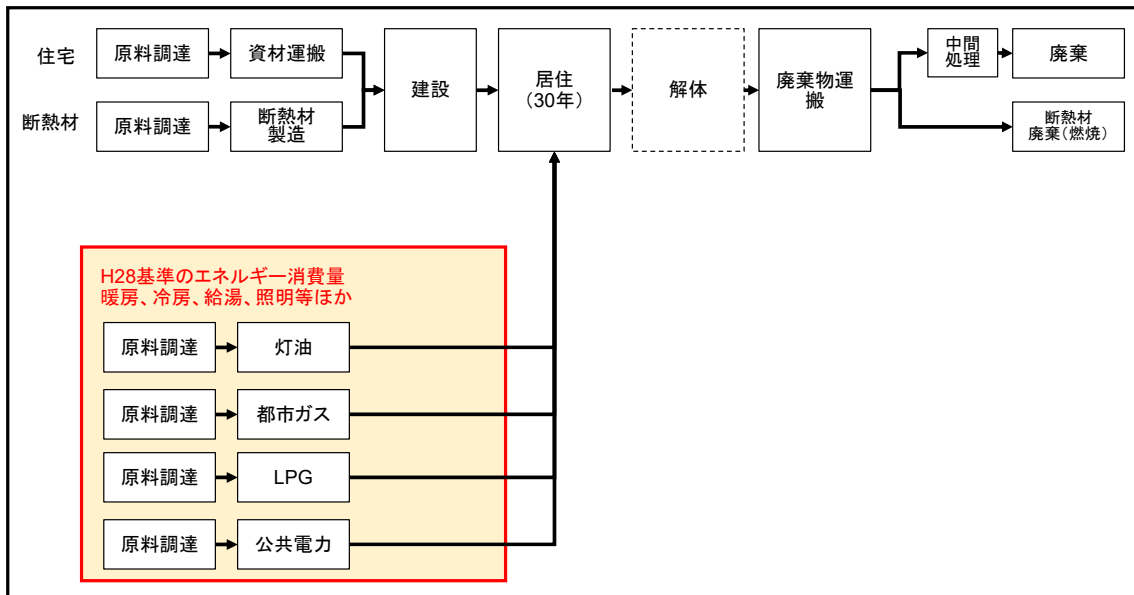


図 5 比較製品 1 (H28 年省エネ基準の戸建住宅) のシステム境界

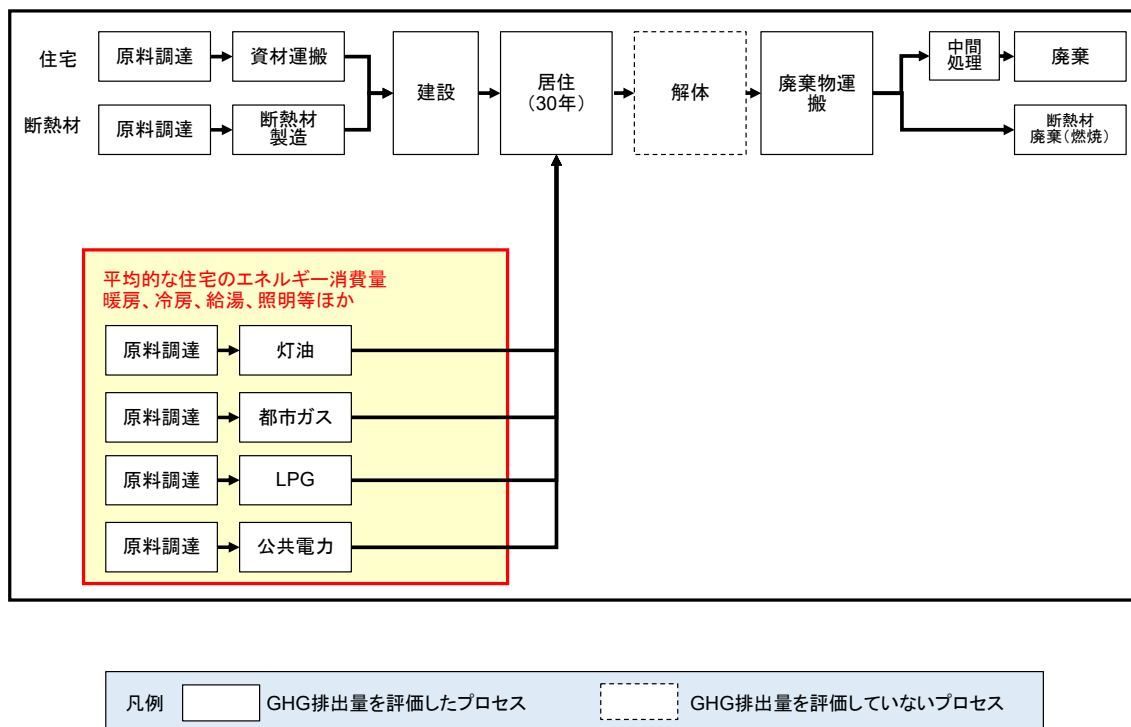


図 6 比較製品 2 (平均的な戸建住宅) のシステム境界

5.2 前提条件

- ・戸建住宅は、評価対象製品 1 と 2、比較製品 1 と 2 において、共通の標準的な住宅モデルを使用しており、全てにおいて住宅建設段階(原料調達～建設)と廃棄段階(運搬～廃棄)に係る GHG 排出量は同じとなる。
- ・断熱材に関しては、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て、その断熱材の使用量に応じた GHG 排出量を算定している。断熱材の材料は、押出 PS を想定した。
- ・評価対象製品に設置する太陽光発電設備に関しては、個々の住宅での導入を把握することはできないため、使用段階(居住時)の暖房、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。

5.3 主要パラメータ

本分析における主要パラメータは、住宅の使用段階(居住時)におけるエネルギーの消費に伴う GHG 排出量である。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である。

このほか、原料調達から住宅の建設までのプロセスについても GHG 排出量のうち大きな割合を占める。ただし、本分析では評価対象製品と比較製品で同じ住宅の仕様で建屋の基

本構造は同じとしているため、比較という点においては、GHG 排出量の差異は生じていない。

- ・家庭におけるエネルギー消費量（暖房、冷房、給湯、照明等）
- ・住宅用資材の使用量
- ・使用期間（30 年）

5.4 不確実性および将来シナリオ

本分析は、日本における標準的な木造の戸建住宅を前提とした評価事例である。住宅の床面積は 120m² を前提としているため、この床面積と大きな差がある住宅に適用することは望ましくない。評価対象製品 1 と 2、比較製品 1（H28 年省エネ基準）の地域は省エネルギー基準の地域区分である 1 から 8 の地域のうち、6 地域を前提としており、年間の一次エネルギー消費量が大きく異なる地域ではライフサイクル GHG 排出量に違いが生じる可能性がある。

このほか、木造住宅を想定しているため、鉄骨造、鉄筋コンクリート造、鉄筋鉄骨コンクリート造といった戸建住宅や集合住宅（共同住宅）に関しては適用できない。また、建設後に住宅が使用されずに空き家になってしまったり、事故や災害などの影響で使用期間が 30 年未満に留まってしまう住宅に関しては、本分析の前提に即していないため適用外となる。

6. 貢献の度合い

評価対象製品1と2は、30年にわたる長期間において家庭における暖房、冷房、給湯、照明等に係るGHG排出量を削減することが可能である。住宅に使用される断熱材は暖房と冷房に係るGHG排出量の削減に十分に貢献している。さらに、太陽光発電設備によるエネルギーの創出によって、居住時に消費される電力・燃料に係る一次エネルギー消費量を相殺できる形となるため、GHG排出量の削減に大きな役割を果たすことができる。これらのGHG排出削減貢献は、化学産業だけに帰属しておらず、評価対象製品に関わるバリューチェーン全体に帰属している。

表 5 貢献の度合い

貢献度合い		化学製品と最終製品の関係
○	基本的 (Fundamental)	その化学製品は、最終製品を用いてGHG削減貢献を可能にする上で重要な要素である。
	必要不可欠 (Extensive)	その化学製品は重要な要素の一部であるとともに、最終製品を用いてGHG削減貢献を可能にするためにその化学製品の特性・機能が必要不可欠である。
	実質的 (Substantial)	その化学製品はGHG削減貢献に直接的な貢献をしていないが、最終製品による削減貢献量に影響なく容易に置き換えられるものではない。
	間接貢献 (Minor)	その化学製品はGHG削減貢献に直接的な貢献をしていないが、基本的又は広範囲に貢献している製品の製造プロセスで用いられている。
	貢献対象外 (Too small to communicate)	その化学製品は、最終製品を用いたGHG削減貢献量に変化を及ぼさずに置き換えが可能である。

7. ライフサイクル GHG 排出量の算定

7.1 住宅の建設段階

(1) 住宅の重量

住宅の重量は(独)新エネルギー・産業技術総合開発機構の報告書[9]の戸建住宅事例において床面積 120.95m² の基礎躯体工事、木工事、屋根工事の資材量が合計で 69.7トンであり、本事例の住宅モデルの床面積 120m² に合わせて 69.1トンとした。

(2) 住宅資材の輸送

住宅資材の重量を 69.1トンとし、輸送距離は 100km を想定した。使用車両は 4トントラックで積載率は 75%とした。これらの運搬条件と IDEAv2.3[10]の GHG 排出原単位から輸送に係る GHG 排出量を算出した。

表 6 住宅資材の輸送に係る GHG 排出量

輸送量	69.1	t
輸送距離	100	km
GHG排出量	1,742	kg-CO ₂ eq/戸

出典：LCI データベース IDEA version 2.3、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[10]

(3) 住宅の建設

戸建住宅（木造）の建設における GHG 排出量は 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した。戸建住宅の床面積 120m²/戸と GHG 排出原単位から算出した結果、1 戸あたりの建設時における GHG 排出量は 47,047 kg-CO₂eq/戸である。

表 7 建設段階における GHG 排出量

床面積	120	m ² /戸
GHG排出量	47,901	kg-CO ₂ eq/戸

出典：LCI データベース IDEA version 2.3、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[10]

7.2 住宅の使用段階(居住期間)

戸建住宅（木造）の居住期間における GHG 排出量は家庭用エネルギー統計調査[12]に基づく 1 戸あたりのエネルギー消費量と用途毎の電力・燃料種別の GHG 排出原単位から算出した。

家庭用エネルギー統計は、2020 年における全国の平均的なエネルギー消費量である。し

たがって、現状の住宅構成（比較製品2）に基づくエネルギーの年間消費量に相当するとみなした。比較製品2のエネルギー消費量とUA値（外皮熱貫流率）をもとに、評価対象製品（ZEH省エネ基準）と比較製品1（H28年省エネ基準）の比をとり、エネルギー消費量を推計し、GHG排出量を算出した。

(1) 省エネ基準別の住宅構成

戸建住宅の省エネ基準別の構成比は、住宅・土地統計調査[5]のデータをもとに推計した。推計方法は住宅の建築時期の省エネ基準に即して建設されているものとみなし、省エネ基準毎の戸数を集計した後、住宅の総数から構成比を算出した。

表 8 省エネルギー基準別の住宅数（全国）

省エネ基準	住宅数(戸)	構成
昭和55年以前	8,270,700	32.2%
昭和55年基準	4,631,300	18.0%
平成4年基準	4,990,600	19.4%
平成11年基準	5,768,300	22.5%
平成25年基準	1,302,500	5.1%
平成28年基準	699,400	2.7%
計	25,662,800	100.0%

出典：住宅・土地統計調査、総務省統計局[5]

(2) 外皮平均熱貫流率

評価対象製品の外皮熱貫流率（UA値）は0.60、比較製品1は0.87、比較製品2は1.67（表4）とした。

表 9 各製品の外皮平均熱貫流率

区分	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値 [W/(m ² ・K)]	0.60	0.87	1.67
断熱等性能等級	5	4	-

(3) 居住に伴うエネルギー消費量

家庭用エネルギー統計年報[12]のエネルギー消費量をもとに各製品のエネルギー消費量を推計した。

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した。この比較製品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した。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

出した。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。

表 10 居住に伴うエネルギー消費量

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 ² ・K)	0.60	0.87	1.67
暖房	電気	kWh	156	226	434
	都市ガス	m ³	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 ³	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 ³	30	37	37
	LPG	kg	22	27	27

(4) 電力・燃料の使用に伴う GHG 排出原単位

電力の使用に伴う GHG 排出原単位は 2030 年の電源構成比から電中研データ[6]を用いて算出した。燃料(都市ガス、灯油、LPG)の GHG 排出原単位は IDEA データ[10]を用いた。

表 11 電力の GHG 排出原単位

	電気 (2030年目標)
	kWh
GHG排出原単位 (kg-CO ₂ 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：IDEAver2.3 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[10]

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, 平成 28 年 7 月[6]

(5) 居住時の GHG 排出量

居住時に消費される電力、燃料の使用量と GHG 排出原単位から、住宅使用段階における1年間あたりの GHG 排出量と 30 年間の GHG 排出量を算出した。

表 12 住宅使用段階（居住時）の GHG 排出量（1 年あたり）

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 ² ・K)	0.60	0.87	1.67
暖房	計	kg-CO ₂ eq	222	322	618
	電気	kg-CO ₂ eq	66	96	184
	都市ガス	kg-CO ₂ eq	33	48	92
	LPG	kg-CO ₂ eq	9	13	25
	灯油	kg-CO ₂ eq	114	166	318
冷房	電気	kg-CO ₂ eq	29	43	82
給湯	計	kg-CO ₂ eq	808	994	994
	電気	kg-CO ₂ eq	206	253	253
	都市ガス	kg-CO ₂ eq	302	371	371
	LPG	kg-CO ₂ eq	178	219	219
	灯油	kg-CO ₂ eq	123	151	151
照明・家電製品・他	計	kg-CO ₂ eq	1,390	1,710	1,710
	電気	kg-CO ₂ eq	1,230	1,513	1,513
	都市ガス	kg-CO ₂ eq	76	94	94
	LPG	kg-CO ₂ eq	83	102	102
合計		kg-CO ₂ eq	2,449	3,068	3,403

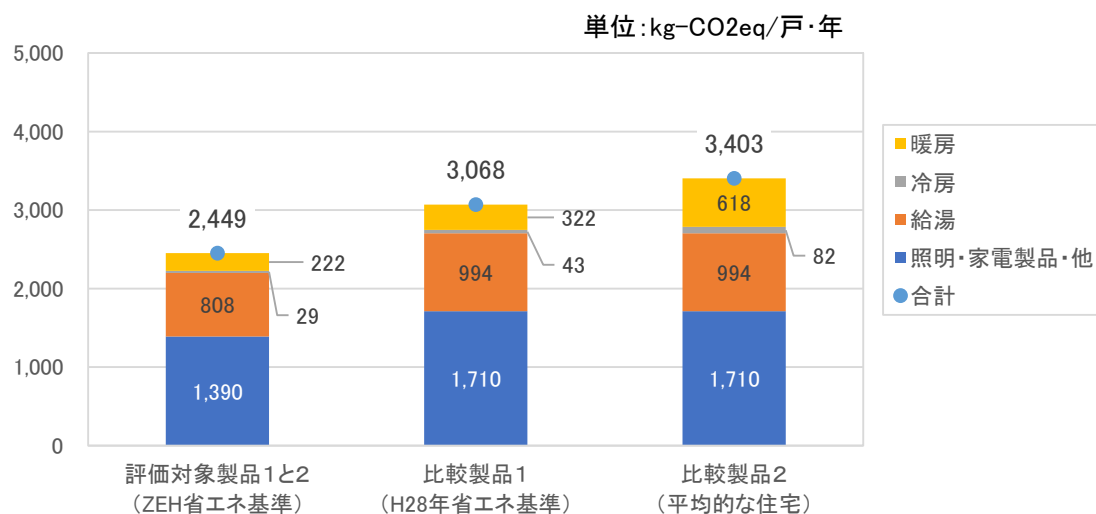


図 7 住宅使用段階（居住時）の GHG 排出量（1 戸 1 年あたり）

表 13 住宅使用段階（居住時）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)
UA		W/(m ² ・K)	0.60	0.87	1.67
暖房	計	t-CO ₂ eq	6.7	9.7	18.5
	電気	t-CO ₂ eq	2.0	2.9	5.5
	都市ガス	t-CO ₂ eq	1.0	1.4	2.7
	LPG	t-CO ₂ eq	0.3	0.4	0.7
	灯油	t-CO ₂ eq	3.4	5.0	9.5
冷房	電気	t-CO ₂ eq	0.9	1.3	2.5
給湯	計	t-CO ₂ eq	24.2	29.8	29.8
	電気	t-CO ₂ eq	6.2	7.6	7.6
	都市ガス	t-CO ₂ eq	9.1	11.1	11.1
	LPG	t-CO ₂ eq	5.3	6.6	6.6
	灯油	t-CO ₂ eq	3.7	4.5	4.5
照明・家電製品・他	計	t-CO ₂ eq	41.7	51.3	51.3
	電気	t-CO ₂ eq	36.9	45.4	45.4
	都市ガス	t-CO ₂ eq	2.3	2.8	2.8
	LPG	t-CO ₂ eq	2.5	3.1	3.1
合計		t-CO ₂ eq	73.5	92.0	102.1

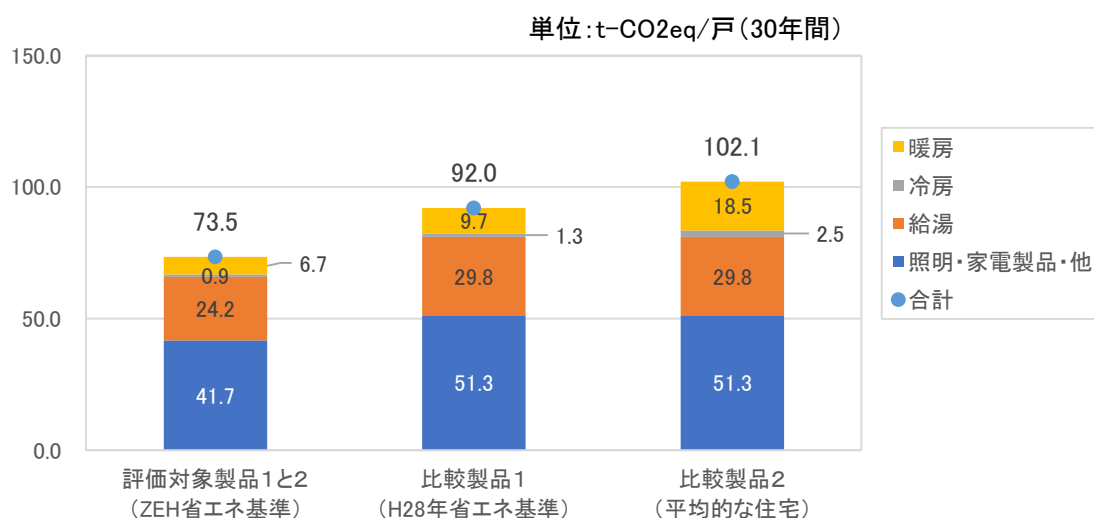


図 8 住宅使用段階（居住時）の GHG 排出量（1 戸 30 年間）

(6) 廃棄段階の GHG 排出量

住宅解体後に発生する廃棄物の数量から、運搬、中間処理、廃棄（焼却・埋立）に伴う GHG 排出原単位を用いて、GHG 排出量を算定した。

① 廃棄物の発生量

廃棄物の発生量は住宅の重量と同じ 69.1 トン/戸とした。

②廃棄物の運搬

住宅解体後に発生する廃棄物は産業廃棄物の中間処理場に運搬される。輸送距離は100kmと想定した。使用車両は4トントラックで積載率は75%とした。これらの運搬条件とIDEAver2.3[10]のGHG排出原単位から運搬に係るGHG排出量を算出した。

表 14 廃棄物の運搬に係る GHG 排出量

輸送量	69.1	t
輸送距離	100	km
GHG排出量	1,742	kg-CO ₂ eq/戸

③廃棄物の中間処理

廃棄物の構成は、(独)新エネルギー・産業技術総合開発機構の報告書[9]を用いて種類の発生量を推計した。廃棄物の中間処理に係るGHG排出量は、種類毎の重量とGHG排出原単位を用いて算出した。

表 15 廃棄物の種類と重量

項目	構成	重量(t)
木くず	20.5%	14.2
がれき類	47.4%	32.8
混合廃棄物	18.6%	12.9
瓦	7.2%	5.0
石膏ボード	2.8%	1.9
建具・畳	1.2%	0.8
廃プラ類	0.5%	0.3
金属くず	1.4%	1.0
ガラス	0.4%	0.3
計	100.0%	69.1

表 16 廃棄物の中間処理に係る GHG 排出量

項目	重量(t)	GHG排出量 (kg-CO ₂)
木くず	14.2	501.0
がれき類	32.8	8.8
混合廃棄物	12.9	3.4
瓦	5.0	7.7
石膏ボード	1.9	3.0
建具・畳	0.8	52.3
廃プラ類	0.3	264.9
金属くず	1.0	0.2
ガラス	0.3	0.4
計	69.1	841.8

④廃棄物の焼却処理、埋め立て処理

住宅解体後の廃棄物のうち、木くず、建具・畳、廃プラ類は焼却処理、それ以外は埋立処理されるものとして、IDEAver2.3[10]の焼却処理または埋め立て処理に係る GHG 排出量をそれぞれの GHG 排出原単位を用いて算出した。

表 17 廃棄物の焼却処理・埋立処理に係る GHG 排出量

項目	重量(t)	処理	GHG排出量 (kg-CO2)
木くず	14.2	焼却	2,884.0
がれき類	32.8	埋立	235.8
混合廃棄物	12.9	埋立	92.5
瓦	5.0	埋立	35.8
石膏ボード	1.9	埋立	13.9
建具・畳	0.8	焼却	168.8
廃プラ類	0.3	焼却	881.4
金属くず	1.0	埋立	7.0
ガラス	0.3	埋立	2.0
計	69.1	-	4,321.3

7.3 断熱材の調達・製造段階、燃焼分

(1) 標準住宅の外皮面積

国土交通省研究成果報告書に示された標準の戸建住宅の立面図を参考に外皮面積を推計した(表 18)。この標準仕様の戸建住宅の床面積は 120m² に設定されており外皮面積は合計で 305.3m² である。

表 18 外皮面積(単位:m²)

【床面積 120m² の住宅の外皮面積】

天井	76.2	m ²
壁	152.9	m ²
床	76.2	m ²
計	305.3	m ²

出典：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 CO₂ 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[3]から算出

(2) 断熱材の種類

断熱材は押出 PS を使用するものとした。

(3) 標準住宅の断熱材使用量

断熱材の使用量は、国交省報告書[3]のグラスウールの事例を参考に、押出 PS 断熱材の熱伝導率、外皮面積、使用体積、密度を勘案し、比較製品 1 である H28 年省エネ基準の断熱材の使用量をもとに、評価対象製品の断熱材使用量が UA 値の減少する比に基づいて使用量が増加するものとして算出した。比較製品 2 の平均的な戸建住宅は UA 値を 1.67 と位置付けており、比較製品 1 の UA 値 0.87 のおよそ 2 分の 1 であることから、比較製品 1 の押出 PS の使用量は比較製品 2 の 2 倍とした。

押出 PS 断熱材の使用量に関しては、押出 PS の熱伝導率 (0.036W/(m・K)) とグラスウールの熱伝導率 (0.045W/(m・K)) の比から、同じ断熱性能を発揮する分を使用するものとみなした。

表 19 評価対象製品と比較製品の断熱材使用量

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 ³ /戸	25.0 kg/m ³	464.1 kg/戸
	壁 断熱材	17.7 m ³ /戸	25.0 kg/m ³	443.4 kg/戸
	床 断熱材	8.8 m ³ /戸	25.0 kg/m ³	221.0 kg/戸
	計	45.1 m ³ /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 ³ /戸	25.0 kg/m ³	320.0 kg/戸
	壁 断熱材	12.2 m ³ /戸	25.0 kg/m ³	305.8 kg/戸
	床 断熱材	6.1 m ³ /戸	25.0 kg/m ³	152.4 kg/戸
	計	31.1 m ³ /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 ³ /戸	25.0 kg/m ³	160.0 kg/戸
	壁 断熱材	6.1 m ³ /戸	25.0 kg/m ³	152.9 kg/戸
	床 断熱材	3.0 m ³ /戸	25.0 kg/m ³	76.2 kg/戸
	計	15.6 m ³ /戸	-	389.1 kg/戸

(4) 断熱材に伴う GHG 排出量

断熱材の原料調達から製造までの GHG 排出量は IDEAver2.3[10]の難燃性ポリスチレンのデータを使用した。使用段階においては、断熱材は住宅に保持されている状態であるため GHG 排出量はないものとした。廃棄段階に関しては、廃棄物処理に伴う GHG 排出量は住宅の廃棄段階で GHG 排出量が計上されるため、断熱材が焼却処理時に燃焼することによって排出される CO₂ 排出量を計上した。

表 20 各製品における断熱材の GHG 排出量 (1 戸あたり)

	断熱材使用量	GHG排出量		
		製造	廃棄(燃焼分)	計
	(kg/戸)	(kg-CO2eq/戸)	(kg-CO2eq/戸)	(kg-CO2eq/戸)
評価対象製品 ZEH省エネ基準	1,128.4	2,930	3,819	6,749
比較製品1 H28年省エネ基準	778.2	2,021	2,634	4,655
比較製品2 平均的な戸建住宅	389.1	1,010	1,317	2,327

(5) 太陽光発電設備に係る GHG 排出量

太陽光発電設備に係る GHG 排出量は、電力中央研究所の報告書[6]の家庭用タイプのデータを使用した。

評価対象製品 (ZEH 省エネ基準) の一次エネルギー消費量 (表 10) は 1 戸あたり 48,428MJ/年であり、これに相当する創出電力は 4,972kWh/年となる。したがって、評価対象製品の一次エネルギー消費量がネットゼロとなるためには年間で 4,972kWh を発電する規模の設備を導入する必要がある。

環境省の報告書[7]によれば、住宅用の太陽光発電設備の年間予想発電量は平均で 1,215kWh/年・kW であることから、年間に 4,972kWh を発電できる規模は 4.09kW となる。

住宅用太陽光発電 1kWh あたり GHG 排出量と年間発電量から、住宅 1 戸あたりにおける年間の GHG 排出量を算出し 189kg-CO₂ とした。

表 21 住宅用太陽光発電の GHG 排出量 (1kWh あたり)

太陽光発電(住宅用)	0.038	kg-CO ₂ /kWh
------------	-------	-------------------------

出典：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, 平成 28 年 7 月[6]

表 22 一次エネルギー消費量と年間予想発電量

評価対象製品の 一次エネルギー消費量	48,428	MJ/年・戸
電力相当量(創出電力量)	4,972	kWh/年・戸
太陽光発電設備1kWあたりの 年間予想発電量	1,215	kWh/年・kW
太陽光発電の導入規模	4.09	kW

表 23 住宅用太陽光発電に係る GHG 排出量

太陽光発電(住宅用)	189	kg-CO ₂ /年
⇒30年間相当	5.7	t-CO ₂ eq(30年)

(6) 太陽光発電設備の創出電力による GHG 削減量

太陽光発電設備は、電力を創出することができる。前項(5)に記述したとおり、4.09kWの太陽光発電設備の年間発電量は4,972kWh/年が見込める。この太陽光発電によって創出された電力は、一般電力(公共電力)の使用量を代替するものである。したがって、太陽光発電の創出電力分に係るGHG排出量と一般電力(公共電力)に係るGHG排出量の差が、太陽光発電設備の創出電力によるGHG削減量となる。

太陽光発電に係るGHG排出量は189kg-CO₂/年であり、このときの発電量は4,972kWh/年であり、一般電力(公共電力2030年目標値)に係るGHG排出原単位0.423kg-CO₂eq/kWhを用いてGHG排出量を算出すると2,103kg-CO₂eq/年となる。以上のことから、太陽光発電設備の創出電力によるGHG削減量は、太陽光発電に係るGHG排出量189kg-CO₂/年と一般電力(公共電力2030年目標値)に係るGHG排出量2,103kg-CO₂eq/年の差から▲1,914kg-CO₂eq/年となる。太陽光発電設備の想定寿命は30年と設定していることから、30年間の創出電力によるGHG削減量は57.4t-CO₂eqに相当する。

表 24 公共電力(2030年目標値)に係る GHG 排出原単位

公共電力(2030年目標値)	0.423	kg-CO ₂ eq/kWh
----------------	-------	---------------------------

表 25 太陽光発電量に相当する公共電力(2030年目標値)に係る GHG 排出量

年間発電量	4,972	kWh/年
公共電力(2030年目標値)で供給した場合のGHG排出量	2,103	kg-CO ₂ eq/年
⇒30年間のGHG排出量	63.1	t-CO ₂ eq(30年)

表 26 太陽光発電の創出電力による GHG 削減量

太陽光発電の創出電力によるGHG削減量	▲ 1,914	kg-CO ₂ eq/年
⇒30年間	▲ 57.4	t-CO ₂ eq(30年)

7.4 ライフサイクル GHG 排出量と GHG 排出削減貢献量

住宅の建設から 30 年間の居住、廃棄に至る段階における 1 戸あたりの GHG 排出量を以下に示す。住宅に係る GHG 排出量には断熱材分も含まれているものと考えられるが、計算に使用したデータベースから分離することはできないことから、断熱材の使用に伴う GHG 排出量は別途計上した。また住宅の建設段階（原料調達、資材輸送、建設）と廃棄段階（廃棄物運搬、中間処理、焼却処理、埋立処理）における GHG 排出量は全ての製品において共通であることから、計算を省略することも可能である。

(1) 評価対象製品 1 (ZEH 省エネ基準) と比較製品の GHG 排出量

評価対象製品 1 (ZEH 省エネ基準) の 1 戸あたり 30 年間における GHG 排出量は 136.8 t-CO₂eq という結果が得られた。比較製品 1 (平成 28 年省エネ基準) の GHG 排出量の算定結果は 153.2 t-CO₂eq であり、比較製品 2 (平均的な戸建住宅) は 161.0 t-CO₂eq であった。

表 27 評価対象製品 1、比較製品 1、比較製品 2 の GHG 排出量 (30 年間)

単位: t-CO₂eq/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

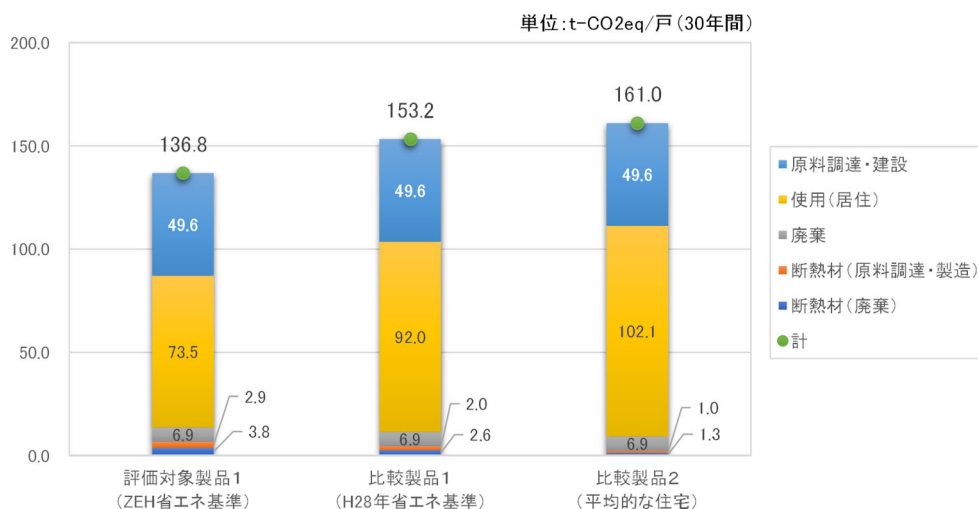


図 9 評価対象製品 1、比較製品 1、比較製品 2 の GHG 排出量 (30 年間)

(2) 評価対象製品1 (ZEH 省エネ基準) の GHG 排出削減貢献量

評価対象製品1の GHG 排出量と比較製品1および比較製品2の GHG 排出量の差から GHG 排出削減貢献量を算定した。

評価対象製品1の比較製品1に対する GHG 排出削減貢献量は▲16.5t-CO₂eq、比較製品2に対しては▲24.2 t-CO₂eq という結果が得られた。

表 28 評価対象製品1 (ZEH 省エネ基準) の GHG 排出削減貢献量

評価対象製品1	ZEH省エネ基準	136.8	t-CO ₂ eq/戸(30年間)
比較製品1	平成28年省エネルギー基準	153.2	t-CO ₂ eq/戸(30年間)
GHG排出削減貢献量		▲ 16.5	t-CO ₂ eq/戸(30年間)

評価対象製品1	ZEH省エネ基準	136.8	t-CO ₂ eq/戸(30年間)
比較製品2	平均的な戸建住宅	161.0	t-CO ₂ eq/戸(30年間)
GHG排出削減貢献量		▲ 24.2	t-CO ₂ eq/戸(30年間)

(3) 評価対象製品2 (ZEH 省エネ基準 & 太陽光発電) と比較製品の GHG 排出量

評価対象製品2 (ZEH 省エネ基準 & 太陽光発電設備) の1戸あたり30年間における GHG 排出量は 142.4t-CO₂eq、創出エネルギー分である▲63.1 t-CO₂eq を考慮した正味の GHG 排出量は 79.3 であった。比較製品1 (平成28年省エネ基準) の GHG 排出量の算定結果は 153.2 t-CO₂eq であり、比較製品2 (平均的な戸建住宅) は 161.0 t-CO₂eq である。

表 29 評価対象製品2 (ZEH 省エネ基準 & 太陽光発電) と比較製品の GHG 排出量

単位:t-CO₂eq/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

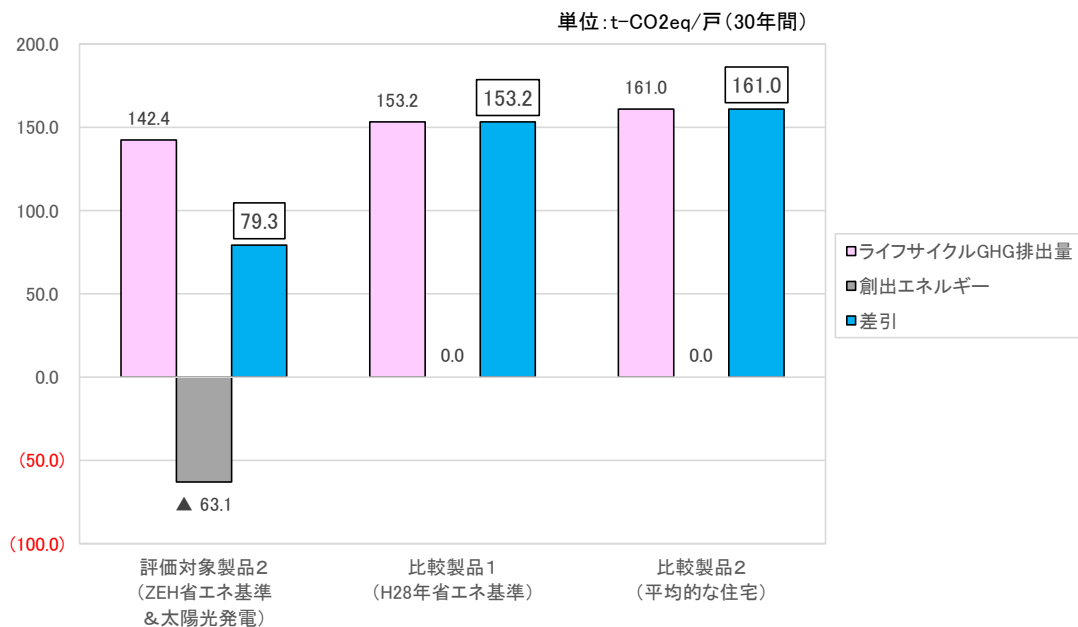


図 10 創出エネルギーを考慮した評価対象製品 2 と比較製品の正味の GHG 排出量

(4) 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

評価対象製品 2 (ZEH 省エネ基準 & 太陽光発電) の GHG 排出量と比較製品 1 および比較製品 2 の GHG 排出量の差から GHG 排出削減貢献量を算定した。

評価対象製品 2 (ZEH 省エネ基準 & 太陽光発電) の比較製品 1 に対する GHG 排出削減貢献量は▲73.9t-CO₂eq、比較製品 2 に対しては▲81.6 t-CO₂eq という結果が得られた。

表 30 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

評価対象製品 2	ZEH省エネ基準 & 太陽光発電設備	79.3	t-CO ₂ eq/戸 (30年間)
比較製品 1	平成28年省エネルギー基準	153.2	t-CO ₂ eq/戸 (30年間)
GHG排出削減貢献量		▲ 73.9	t-CO ₂ eq/戸 (30年間)

評価対象製品 2	ZEH省エネ基準 & 太陽光発電設備	79.3	t-CO ₂ eq/戸 (30年間)
比較製品 2	平均的な戸建住宅	161.0	t-CO ₂ eq/戸 (30年間)
GHG排出削減貢献量		▲ 81.6	t-CO ₂ eq/戸 (30年間)

8. 今後の予測

8.1 現状(2020年)の市場規模

2020年の新設住宅着工戸数は393,320戸であり、2016年から2019年は420,000戸前後を推移している。

表 31 戸建住宅の戸数

年度	2016	2017	2018	2019	2020
戸建	427,700	421,286	434,032	430,605	393,320

表 32 新設住宅着工戸数の推移(2016~2020年)

年度	2016	2017	2018	2019	2020
持家	291,783	282,111	287,710	283,338	263,097
貸家	427,275	410,355	390,093	334,509	303,018
給与住宅	5,793	5,435	7,958	6,108	6,908
分譲住宅	249,286	248,495	267,175	259,732	239,141
計	974,137	946,396	952,936	883,687	812,164

注：戸建住宅の戸数は、持家と分譲住宅に含まれるマンションを除いた戸数とした。持家は263,097戸、分譲住宅は130,223戸(239,141戸の54.5%:2020年)とみなした。

出典：住宅着工統計、国土交通省[11]から推計

表 33 分譲住宅に占める一戸建の比率(2016~2020年)

年度	2016	2017	2018	2019	2020
一戸建(比率)	54.5%	56.0%	54.8%	56.7%	54.5%

出典：住宅着工統計、国土交通省[11]から推計

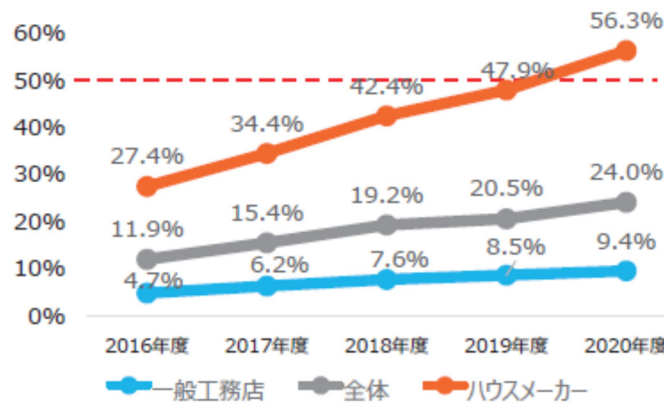
8.2 ZEHの将来目標

戸建住宅については一般社団法人環境共創イニシアチブの資料[13]から2020年のZEH化率が16.2%であると報告されている。2030年の目標は、ZEH省エネ基準の断熱性能および一次エネルギー消費量を満たす水準の戸建住宅の「ZEH」化率は100%である。太陽光発電設備導入率の目標値は60%が掲げられている。(ZEH化率とは新設住宅に対して、ZEHの省エネルギー基準に適用した住宅の割合を意味する。)

表 34 戸建住宅の ZEH 化率(2020 年)

区分	ZEH 化率	構成比
注文住宅:戸建住宅(新設)	24%	66.9%
建売住宅	2.5%	33.1%
戸建全体	16.2%	-

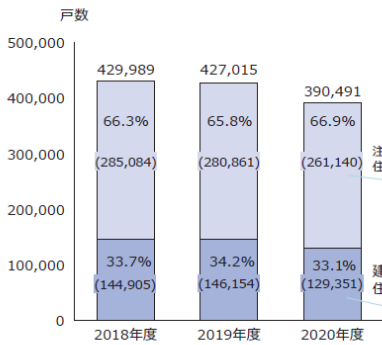
■新築注文戸建のZEH化率の推移



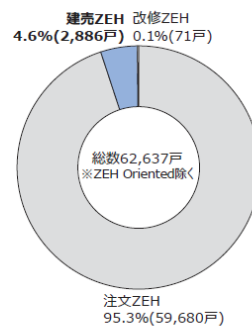
建売戸建住宅におけるZEHの普及状況

- 建売住宅は、国内で供給される新築戸建住宅の約3分の1を占めている一方で、そのうちZEH化されたものは約2.5%に留まっている。
- 建売住宅におけるZEH化の推進を加速する必要があることから、建売ZEHモデルの確立を目指し、次世代ZEH+実証事業において支援。

新築戸建住宅に占める注文住宅と建売住宅の割合



ZEHビルダー/プランナーによるZEH建築実績 (2020年度) (ZEH Orientedを除く)



出典：住宅着工統計、ZEHビルダー/プランナー実績報告 16

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[13]

図 11 注文戸建の ZEH 化率

表 35 ZEH の導入目標

区分	ZEH 省エネ基準	太陽光発電設備導入
2030 年	100%	60%

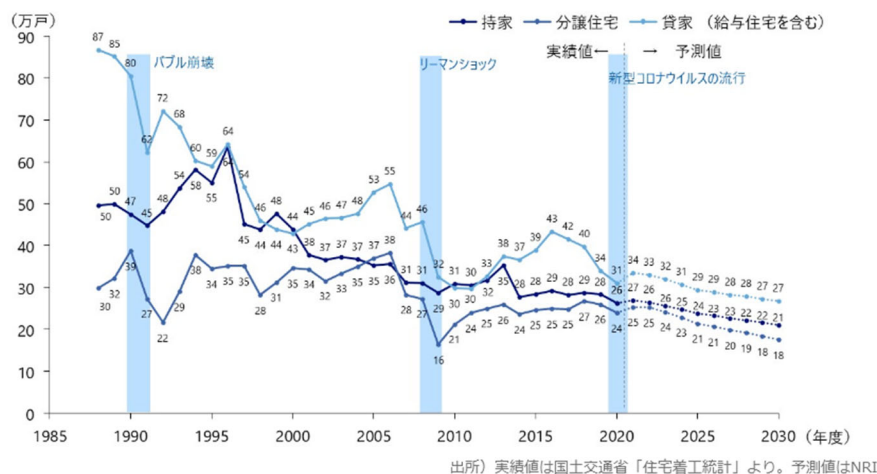
出典：ネット・ゼロ・エネルギー・ハウス実証事業 調査発表会 2021、経済産業省 資源エネルギー庁、一般社団法人環境共創イニシアチブ[13]

8.3 将来予測(2030 年)

(1) 減少傾向

野村総合研究所[12]によると、新設住宅着工戸数は 2021 年以降に減少する傾向にあり、2030 年の持家は 210,000 戸、分譲住宅は 180,000 戸と予測されている。分譲住宅にはマンションの戸数が 50%程度含まれているため、戸建住宅は 90,000 戸程度と考えられる。したがって、戸建住宅の着工件数は持家に分譲住宅における戸建住宅を含めた約 300,000 戸になると推計できる。

図2：新設住宅着工戸数の実績と予測結果（利用関係別）



出典：ニュースリリース野村総研 2021.6.8[14]

図 12 新設住宅着工戸数の将来予測（野村総研）

(2) 現状維持

2020 年時点の新設住宅着工戸数(持家の全てと分譲住宅戸数の 50%)は 393,320 戸であり、2016 年から 2019 年は 420,000 戸前後を推移している。2030 年も現在の状況が維持されれば約 400,000 戸の戸建住宅が着工されることになると考えられる。(表 31)

(3) 建て替え促進

今後カーボンニュートラルを目指すことを想定すると、ZEH 住宅の普及を強化しなければなら

い。将来予測の減少傾向では 2030 年の市場規模(見込み)を 300,000 戸、現状維持では 400,000 戸と設定したのに対して、補助金等や ZEH 住宅の新設を奨励する政策によって、建て替えが促された場合は新設住宅が増加することにつながる。したがって、建て替え促進を行った場合の市場規模(見込み)は 500,000 戸程度が見込める。

8.4 「ZEH」の省エネルギー基準を満たす断熱効果による GHG 排出削減貢献の総量(日本)

(1) 市場規模(見込み)

①ZEH 省エネ基準の戸建住宅

評価対象製品は 2030 年の普及目標が 100%であることから、新設される戸建住宅の全てが ZEH の省エネルギー基準を満たすことになる。2030 年の新設住宅数は、日本の人口予測とリフォーム・リノベーションといった再生利用の向上を考慮すると減少傾向になるものと考えられる。したがって、市場規模(見込み)は 300,000 戸を想定した。

②ZEH 住宅 (ZEH 省エネ基準 & 太陽光発電の設置)

太陽光発電設備は 2030 年の設置目標が 60%である (表 35)。戸建て住宅の市場規模(見込み)は 300,000 戸であることから、太陽光設備の設置戸数は 180,000 戸に相当する。

(2) GHG 排出削減貢献量

本報告書は、ZEH 省エネ基準を満たす住宅と太陽光発電を設置した ZEH 住 1 戸が 30 年間にわたって使用された場合の数量を想定している。したがって、戸建住宅は 2030 年に建設されて、2031 年から 2060 年まで使用されるフローベースに基づく GHG 排出削減貢献量となる。

① 評価対象製品 1 (ZEH 省エネ基準) の戸建住宅

評価対象製品 1 (ZEH 省エネ基準) が 300,000 戸に普及した場合の GHG 排出削減貢献量は、比較製品 1 に対して▲16.5t-CO₂eq/戸、比較製品 2 に対して▲24.2-CO₂eq/戸である。着工戸数(予測)を加味した GHG 排出削減貢献量の総量は、比較製品 1 に対しては▲494 万 t-CO₂eq、比較製品 2 に対しては▲726 万 t-CO₂eq となる。

表 36 評価対象製品 1 (ZEH 省エネ基準) の戸建住宅の GHG 排出削減貢献量

区分	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 ₂ eq/戸 (30年間)	t-CO ₂ 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

② 評価対象製品 1 と評価対象製品 2 の戸建住宅

太陽光発電設備の導入が目標どおりに達成されれば設置率は 60%となり、評価対象製品のうち太陽光発電設備を導入する住宅が 180 千戸、導入しない ZEH 省エネ基準のみの住宅が 120 千戸となる。

評価対象製品 2 (ZEH 省エネ基準&太陽光発電) の比較製品 1 に対する GHG 排出削減貢献量は▲73.9t-CO₂eq/戸、評価対象製品 1 (ZEH 省エネ基準) は▲16.5-CO₂eq/戸である。評価対象製品 1 と 2 の着工戸数を加味した GHG 排出削減貢献量の総量は▲1528 万 t-CO₂eq となる。同様に、評価対象製品 2 (ZEH 省エネ基準&太陽光発電) の比較製品 2 に対する GHG 排出削減貢献量は▲81.6t-CO₂eq/戸、ZEH 省エネ基準は▲24.2-CO₂eq/戸である。着工戸数を加味した GHG 排出削減貢献量の総量は▲1760 万 t-CO₂eq となる。

表 37 評価対象製品 1 と 2 による GHG 排出削減貢献量

	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
	太陽光発電 導入率	太陽光発電		t-CO ₂ eq/戸 (30年間)	t-CO ₂ 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

8.5 まとめ

2030 年の戸建住宅の着工戸数の予測を 300 千戸とした場合、比較製品 1 に対する評価対象製品 1 (ZEH 省エネ基準) の GHG 排出削減貢献量は 30 年間の合計で▲496 万 t-CO₂eq

の見込みとなる。比較製品1はH28年省エネ基準であり、既存の戸建住宅よりも断熱性能が非常に高いことを考慮すると▲494万 t-CO₂eqの削減貢献は控えめな算定結果である。比較製品2は2020年の住宅構成を反映した戸建住宅であり、現在の平均的な戸建住宅と言える。比較製品2に対する評価対象製品1のGHG排出削減貢献量は▲729万 t-CO₂eq(30年間)であり、こちらの削減貢献量の方がより実態に近いと考えられる。

太陽光発電の導入率60%が実現する場合、評価対象製品2(ZEH省エネ基準&太陽光発電設備)によるGHG排出削減貢献量は、比較製品1(H28年省エネ基準)に対してが▲1528万 t-CO₂eq、比較製品2(平均的な戸建住宅)に対しては▲1760万 t-CO₂eq(30年間の合計)になる。

以上のことから、評価対象製品1のZEH省エネ基準の戸建住宅と評価対象製品2のZEH省エネ基準&太陽光発電設備はGHG排出量の削減へ多大に貢献することができる。

表 38 評価対象製品1および評価対象製品2のGHG排出削減貢献量

項目	万t-CO ₂ eq	
	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	▲ 1,528
比較製品2 (平均的な戸建住宅)	▲ 726	▲ 1,760

9. 調査の限界と将来に向けた提言

本分析は、2022年時点における評価対象製品1（ZEH 省エネ基準）と評価対象製品2（ZEH 省エネ基準&太陽光発電設備）、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）におけるライフサイクル GHG 排出量を比較して、GHG 排出削減貢献量を算出したものである。日本では2050年にカーボンニュートラルを目標としていることから、2022年以降に本分析で設定した評価対象製品である ZEH の省エネルギー基準基準がさらに引き上げられる可能性がある。将来の普及戸数は、2030年における市場規模（見込み）は300,000戸を想定しており、政府目標は2030年の「ZEH」普及率は100%、太陽光発電設備の導入は60%であるものの、これらの目標値も今後見直される可能性がある。

評価対象製品1（ZEH 省エネ基準）は、比較製品1（H28年省エネ基準）の戸建住宅に対して、一次エネルギー消費量が20%少ないことが前提であり、対象となるエネルギーは暖房、冷房、給湯、照明等である。住宅用の断熱材が作用する省エネルギー効果は暖房と冷房に対して適用したものである。

10. 課題

戸建住宅での暖房、冷房、給湯、照明等を含めた一次エネルギー消費量のうち、暖房と冷房はそれほど大きい割合を占めてはいない。ZEH の省エネルギー基準は、平成28年省エネルギー基準の一次エネルギー消費量に対して20%以上の削減であり、この削減を達成するには住宅の断熱性能を向上させるだけでは難しい。したがって、断熱材だけでなく給湯、照明、その他に係るエネルギーについても省エネルギー化を推進して、さらに抑制する必要がある。一方で、暖房、冷房、給湯、照明等に係るエネルギーは、我々の生活水準を維持するためには不可欠であり、省エネルギー化に限界があるのも事実である。

本報告書は、暖房と冷房に係る GHG 排出量の削減貢献を評価したものであり、給湯と照明等（断熱以外）の具体的な省エネルギー事例については評価できなかった点は今後の課題である。また、集合住宅の事例、長寿命化（30年以上）住宅、資源節約の観点から高断熱性住宅へのリフォーム・リノベーションといった GHG 排出量の削減に影響する要素についても十分に評価できなかった点も課題である。

11. 参考文献

- [1]資源エネルギー庁資料、Z E Hの定義（改定版）＜戸建住宅＞平成31年2月
https://www.enecho.meti.go.jp/category/saving_and_new/saving/assets/pdf/general/housing/zeh_definition_kodate.pdf
- [2]住宅性能表示制度の省エネ上位等級の創設、長期優良住宅認定基準の見直しに関する検討会第2回資料4-2、国土交通省
- [3]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CO2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
- [4]「自立循環型住宅への設計ガイドライン」（建築環境・省エネルギー機構）p.234-235
- [5]住宅・土地統計調査、平成30年、総務省統計局
- [6]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
- [7]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、p.56
<https://www.renewable-energy-potential.env.go.jp/RenewableEnergy/report/r01.html>
- [8]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
<https://www.mlit.go.jp/jutakukentiku/house/tebiki.pdf>
- [9]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.69-75、p.129
- [10] LCI データベース IDEA version 2.3、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
- [11]建築着工統計調査 住宅着工統計、2020年、国土交通省
- [12]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
- [13] 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
- [14] ニュースリリース野村総研 2021.6.8

