

# 特集

## 脱炭素社会へ

### 一住宅ストックの省エネ性能向上リフォーム一

『脱炭素社会』とは、温室効果ガスの排出が全体としてゼロとなる社会にする、つまりは二酸化炭素をはじめとする温室効果ガスの「排出量」から、森林などによる「吸収量」を差し引いて、合計を実質的にゼロにする（カーボンニュートラル）ことを意味しています。

本稿では、『脱炭素化』が住宅業界に及ぼす影響や、住宅・リフォーム事業者が今後とるべき対策について、具体的なリフォーム費用の試算例などを示しながら提案したいと思います。



### はじめに

2019年5月、「建築物のエネルギー消費性能の向上に関する法律の一部を改正する法律（改正建築物省エネ法）」が公布されました。この改正によって、2021年4月から300㎡未満の小規模住宅・建築物の新築および（10㎡を超える）増改築工事については、①省エネ基準への適否、②省エネ基準に適合しない場合は省エネ性能確保のための措置について、建築士から建築主に書面で説明を行うことが義務化されました（説明義務制度）。

2013年に改正された現在の省エネ基準は当初、2020年4月から適合義務化される予定でしたが、市場の混乱を避けるなどの理由から、適合義務化が見送られ、この度の「説明義務制度」の施行となりました。この流れをみると、住宅の省エネ（高断熱）化は鈍化したと思われましたが、今年度に入り、再び加速してきています。本稿では、住宅の省エネ化の再加速の背景と、その流れを踏まえた省エネ・断熱改修への取り組みについて紹介したいと思います。

### 新たなキーワード「脱炭素化」

国内における最終エネルギー消費の約3割を占める民生部門（業務・家庭部門）の活動が開される住宅・建築物においても、更なる省エネルギー化や脱炭素化に向けた取り組みの一層の充実・強化が不可欠となっており、このため、中期的には2030年、長期的には2050年を見据えて、バックキャストिंगの考え方により、脱炭素社会の実現に向けた住宅・建築物におけるハード・ソフト両面の取り組みと施策の立案の方向性を関係者に幅広く議論することを目的として、「脱炭素社会に向けた住宅・建

築物の省エネ対策等のあり方検討会」が国土交通省、環境省、経済産業省の三省連携で2021年4月に立ち上げられました。その第五回の会合（2021年7月20日開催）に提示された規制強化のスケジュールを含む取りまとめ案では現行省エネ基準の2025年度適合義務化の方針が明示されました。しかし、一部の委員から「対策が不十分である」との意見が出され、かつこの「あり方検討会」立ち上げの契機となった内閣府による「再生可能エネルギー等に関する規制等の総点検タスクフォース」<sup>\*1</sup>の第十三回（2021年7月27日開催）において、河野太郎大臣からも「目標達成のためには、不十分であり再検討を要する」との指摘を受け、目標達成に向け、規制内容の強化やスケジュールの見直しが行われました。

では、ここでいう目標とは何か。2020年10月26日、第203回臨時国会の所信表明演説において、菅義偉内閣総理大臣が「2050年までに、温室効果ガスの排出を全体としてゼロにする、すなわち2050年カーボンニュートラル、脱炭素社会の実現を目指す」と宣言し、さらに2021年4月22日に開催された、第45回地球温暖化対策推進本部においては、目標達成のための中間目標である2030年度における温室効果ガス排出量の目標値を2013年度比46％と大幅に上方修正することを国内に対し表明し、同日オンラインにて開催された米国主催の気候サミットにおいても、同目標について国際社会へも表明しました。この目標に対して、「2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略」が策定、更新され、今後の政策の柱とされています。

※1 2050年カーボンニュートラル社会の実現を目標とした、再生可能エネルギーの主力電源化および最大限の導入を実現するにあたって障壁となる規制などを総点検し、必要な規制見直しや見直しの迅速化のために設置された、河野太郎内閣府特命担当大臣（規制改革）が主催する会議体

年度	住宅	建築物
2022	<ul style="list-style-type: none"> <li>補助制度における省エネ基準適合要件化</li> <li>ZEH等や省エネ改修に対する支援の継続・充実</li> <li>住宅性能表示制度における多段階の上位等級の運用</li> <li>建築物省エネ法に基づく誘導基準の引き上げ BEI=0.8(再エネを除く)及び強化外皮基準</li> <li>エコまち法に基づく低炭素建築物の認定基準の見直し</li> <li>省エネ性能の引き上げ、再エネ導入の必要要件化によりZEH対応</li> <li>中小事業者の断熱施工の実地訓練を含めた技術力向上の取組</li> <li>脱炭素先行地域の取組に対する支援</li> <li>太陽光発電設備等再生可能エネルギーに関する情報提供の取組</li> <li>太陽光発電設備を設置するための新築時からの備えに関するとりまとめ・周知</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>補助制度における省エネ基準適合要件化</li> <li>ZEB等や省エネ改修に対する支援の継続・充実</li> <li>建築物省エネ法に基づく誘導基準の引き上げ 用途に応じてBEI=0.6又は0.7(いずれも再エネを除く)</li> <li>エコまち法に基づく低炭素建築物の認定基準の見直し</li> <li>省エネ性能の引き上げ、再エネ導入の必要要件化によりZEB対応</li> <li>中小事業者の断熱施工の実地訓練を含めた技術力向上の取組</li> <li>脱炭素先行地域の取組に対する支援</li> <li>太陽光発電設備等再生可能エネルギーに関する情報提供の取組</li> <li>太陽光発電設備を設置するための新築時からの備えに関するとりまとめ・周知</li> </ul>
2023	<ul style="list-style-type: none"> <li>フラット35における省エネ基準適合要件化</li> <li>分譲マンションに係る住宅トップランナー基準の設定(目標2025年度) BEI=0.9程度及び省エネ基準の外皮基準</li> </ul>	
2024	<ul style="list-style-type: none"> <li>新築住宅の販売・賃貸時における省エネ性能表示の施行</li> <li>既存住宅の省エネ性能表示の施行</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>新築建築物についての省エネ性能表示の施行</li> <li>大規模建築物に係る省エネ基準の引き上げ BEI=0.8程度</li> </ul>
2025	<ul style="list-style-type: none"> <li>住宅の省エネ基準への適合義務化</li> <li>住宅トップランナー基準の見直し(目標2027年度) BEI=0.8程度及び強化外皮基準(注文住宅トップランナー以外) BEI=0.75及び強化外皮基準(注文住宅トップランナー)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>小規模建築物の省エネ基準への適合義務化</li> </ul>
2026		<ul style="list-style-type: none"> <li>中規模建築物に係る省エネ基準の引き上げ BEI=0.8程度</li> </ul>
遅くとも 2030	<ul style="list-style-type: none"> <li>誘導基準への適合率が8割を超えた時点で省エネ基準をZEH基準(BEI=0.8及び強化外皮基準)に引き上げ、適合義務付け</li> <li>あわせて2022年に引き上げた誘導基準等の更なる引き上げ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>中大規模建築物について誘導基準への適合率が8割を超えた時点で省エネ基準をZEB基準(用途に応じてBEI=0.6又は0.7)に引き上げ、小規模建築物についてBEI=0.8程度に引き上げ、適合義務付け</li> <li>あわせて2022年に引き上げた誘導基準の更なる引き上げ</li> </ul>
以降	<ul style="list-style-type: none"> <li>継続的にフォローアップ、基準等を見直し</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>継続的にフォローアップ、基準等を見直し</li> </ul>

※ 上記は、関係各主体が共通の認識をもって今後の取組を進められるよう省エネ対策強化のおおよそのスケジュールを示すものであり、対策強化の具体的実施時期及び内容については取組の進捗や建材、設備機器のコスト低減、一般化の状況等を踏まえて、社会資本整備審議会建築分科会において審議の上実施が必要である。

※ 基準の引き上げについては、その施行予定時期(上表記載の時期)の概ね2年前に基準の具体的な水準及び施行時期を明らかにするよう努める。

図-1:住宅・建築物に係る省エネ対策等の強化の進め方について

(赤字は第六回にて更新された内容) 出典:国土交通省

## 「脱炭素」が示す、これからの住宅

省エネ基準の改正を含め、住宅の省エネ化については、今まで居住者の経済的なメリット(光熱費の削減など)や健康への寄与によって推進が図られてきましたが、省エネ化によって得られるメリットとそのためのコストについての比較、つまり省エネ化に関する費用対効果の判断は個人(施主、居住者)によるものであるため、新築住宅においても事業者の取り組みにはバラツキがあり、リフォームにおいては省エネリフォームの取り組みはごく少数にとどまっているように思われます。

しかし、国の政策として「脱炭素化に取り組まなければならない」となると、状況が一変する可能性があります。新築住宅においては、現行省エネ基準よりも厳しいZEHやLCCM住宅基準が求められることも否定できません(前述の「あり方検討会」では2025年に省エネ基準

の適合義務化、2030年度にはZEH基準の義務化が省エネ強化の進め方(図-1)として示されています)。そういった流れの中で、ボリュームの大きい既存住宅(ストック)に対する省エネ化の推進は既に方針の中に織り込み済みで(図-2)、それに伴い省エネ性能の高い既存住宅の住宅流通市場での評価が高くなるような施策、規制などが講じられるであろうことは想像に難しくありません。さらに「脱炭素化」というキーワードにおいては、炭素の固定化<sup>※2</sup>の観点からすると、省エネ性能だけでなく、耐震性、耐久性を高めて既存住宅の利活用を進められることは必須といえるでしょう。

※2 樹木は光合成により二酸化炭素を吸収(固定化)して成長し、木材・木製品となっても二酸化炭素固定量は変わらないため、解体などをして木材を燃やさない限りは二酸化炭素を排出せず、大気中の二酸化炭素の削減に寄しているという考え。ちなみに木造住宅一棟で10～18tの二酸化炭素を固定しているといわれています。

# 住宅・建築物の新築・ストックの省エネ性能別構成割合(～2050)の試算

○ 新築については、2030年度までの対策効果と2031年度以降は2030年度における誘導基準・トップランナー基準の引上げ効果を織り込んで試算したもの(図1)。試算の仮定・条件については別紙のとおり。

○ ストックについては、上記の対策効果と省エネ改修効果を織り込んで試算したものと(図2)。さらに2050年について、高効率省エネルギー機器への更新効果を織り込んで試算すると、ストック平均のBEIは住宅で0.80程度、建築物で0.74程度となる(図3)。

○ これに加え、2050年に向けては、技術開発の進展による設備機器等の更なる性能向上により、ストック平均でのZEH・ZEB基準の水準の省エネ性能の実現が見込まれる。

図1: 新築の省エネ性能別構成割合

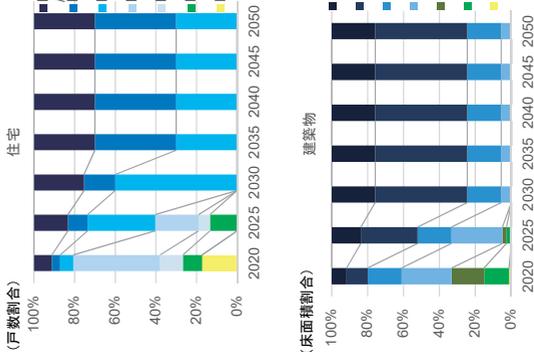


図2: ストックの省エネ性能別構成割合 (高効率省エネルギー機器への更新を加味せず)

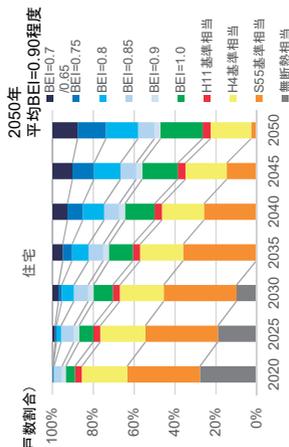


図3: ストックの省エネ性能別構成割合 (高効率省エネルギー機器への更新を加味)

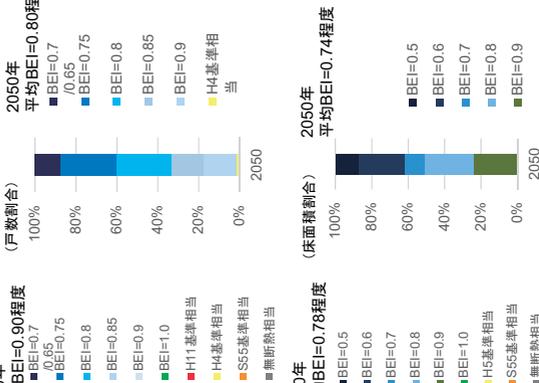


図-2: 住宅・建築物の新築・ストックの省エネ性能別構成割合 出典: 国土交通省

## これからの省エネリフォームについて

脱炭素化を考慮すると、これからの住宅における「省エネリフォーム」とは、使用エネルギーの少ない高効率な設備の更新も含まれますが、日々使用するエネルギーを抑えることによりランニングコスト（光熱費など）も抑えることができる、さらに居住者の健康に寄与（ヒートショック予防など）する温熱環境向上リフォーム

ームを念頭に置くべきではないでしょうか。しかし、「温熱環境向上（省エネ・断熱）リフォームはコストがかかる」、「メリットがお客様に伝わらない」などと取り組む前に忌避されていた部分もあるのではないのでしょうか。

そこで本稿では、温熱環境向上リフォームを分類分けし、その分類ごとの費用例をわかりやすく示したいと思います。

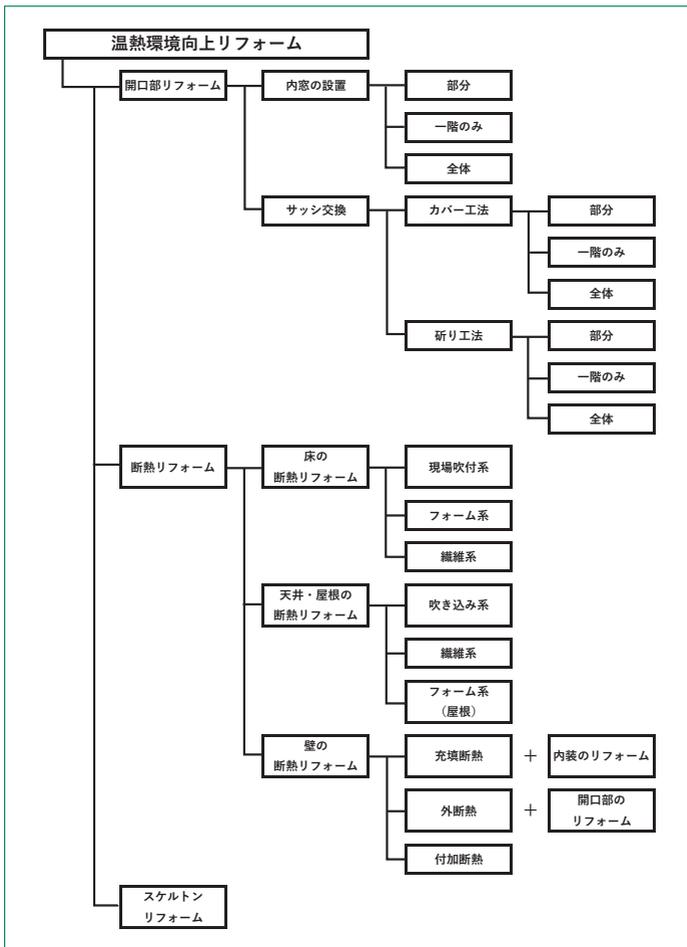


図-3: 温熱環境向上リフォームの分類

## 既存住宅の省エネ性能

図-3で温熱環境向上リフォームを行うに当たって想定されるリフォーム工事について、工事別、場所別、材料別等に分類しました。実際の工事では、これらの分類を、お客様が求める、もしくは事業者として推奨する性能を実現するために必要な工事を選択して行うこととなりますが、まずはリフォームの対象である既存住宅の性能を把握しておくことが重要となります。そして、リフォームを実施することによって、どの程度効果があるのかを、数値で提示することで、お客様の意欲や満足度が高まることが期待されますし、冒頭から述べてきた「省エネリフォームの推進」により、そういったデータの提示は強く求められることも想定されます。

ここでは、過去の省エネ基準に合致した仕様を設定し、それを改正省エネ基準で定められた外皮計算および一次エネルギー消費量計算（標準計算ルート）を行い、まずはその結果を比較したいと思います。試算に当たっては、以下のプラン（図-4、5）で行い、採用した仕様は図-6にまとめました。また、省エネ基準判定のフロー（図-7）と、性能評価・判定において使用される用語について図-8にまとめましたので、参考としてください。

### 床面積

1階床面積	49.69
2階床面積	49.69
延床面積	99.38
主たる居室	33.12
その他の居室	38.10
非居室	28.16

### 外皮面積

屋根・天井	天井	49.69
外壁	南	35.26
	東	26.74
	北	46.07
	西	25.35
開口部 ドア	西	2.14
	南	1.58
開口部 窓	南	11.39
	東	2.20
	北	2.16
	西	1.44
床	その他の床	47.21
	土間床	2.48
合計		253.71

図-4：試算のためのプラン概要

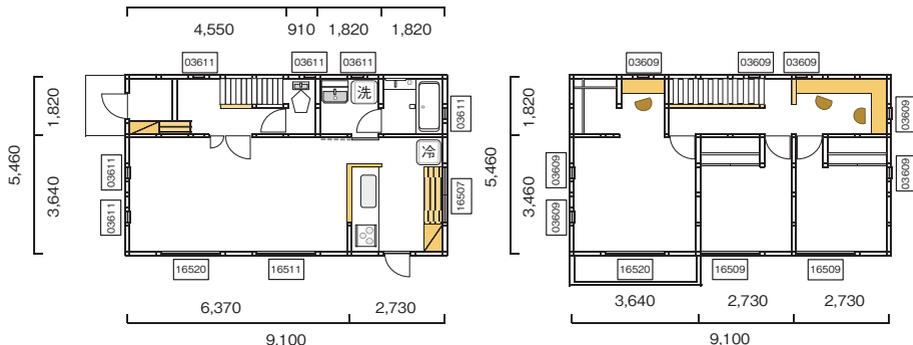


図-5：試算のためのプラン

部位	工法等	仕 様			
		旧省エネ基準 (昭和55年)		新省エネ基準 (平成4年)	
屋根・天井	充填断熱	グラスウール10K	40 mm	グラスウール10K	90 mm
外壁	充填断熱	グラスウール10K	30 mm	グラスウール10K	60 mm
床	充填断熱 (剛床工法)	グラスウール10K	25 mm	グラスウール10K	45 mm
開口部	窓	アルミサッシ 単板ガラス		アルミサッシ 単板ガラス	
	玄関ドア	金属製		金属製	
	勝手口ドア	金属製		金属製	

部位	工法等	仕 様			
		次世代・改正省エネ基準 (平成11年・平成25年)		ZEH (強化外皮基準)	
屋根・天井	充填断熱	高性能グラスウール16K	155 mm	高性能グラスウール16K	155 mm
外壁	充填断熱	高性能グラスウール16K	90 mm	高性能グラスウール16K	105 mm
床	充填断熱 (剛床工法)	押出法ボ リスレンフォーム3種	75 mm	押出法ボ リスレンフォーム3種	75 mm
開口部	窓	アルミサッシ 複層ガラス		アルミ樹脂複合サッシ Low-E複層ガラス	
	玄関ドア	金属製		金属製	
	勝手口ドア	金属製		金属製	

図-6: 基準ごとの仕様

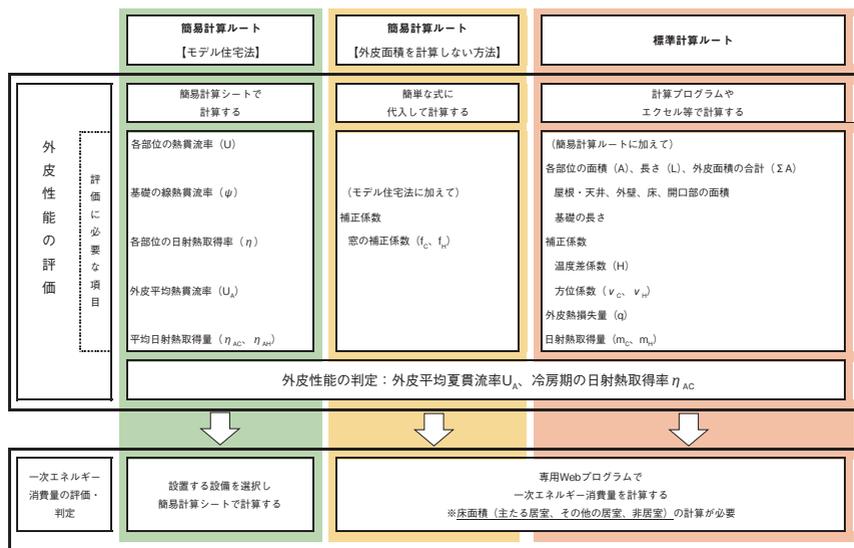


図-7: 改正省エネ基準判定フロー



用語	記号		単位
	読み方		
熱伝導率	$\lambda$	ラムダ	W/(m·K)
一つの材料において、厚さが1mで両側の温度差が1℃としたときに、材料面積1m <sup>2</sup> の部分を通して熱量をWであらわします。同じ条件下での材料の断熱性能を比較できます。値が小さいほど熱が伝わりにくく、断熱性能が高くなります。			
熱抵抗値	R	アール	m <sup>2</sup> ·K/W
一つの材料において、両側の温度差が1℃としたときに、厚さに応じて材料面積1m <sup>2</sup> の部分を通して熱量をWであらわした数値の逆数です。値が大きいほど熱が伝わりにくく、断熱性能が高くなります。			
熱貫流率	U	ユー	W/(m <sup>2</sup> ·K)
屋根・天井、壁、床など部位の断熱性能を表す数値です。両側の温度差が1℃としたときに、部位面積1m <sup>2</sup> の部分を通して熱量をWであらわします。値が小さいほど熱が伝わりにくく、断熱性能が高くなります。			
線熱貫流率（基礎の周長当たりの熱貫流率）	$\psi$	プサイ	W/(m·K)
基礎の土間床等の外周部における長さ当たりの熱貫流率をいいます。部位の熱貫流率Uと同じですが、長さ当たりの数値であることを明確にするために設定されました。			
日射熱取得率	$\eta$	イータ	-
部材や部位の日射熱の室内への侵入の程度を表す値で、値が小さいと日射遮蔽性能が高くなります。			
温度差係数	H	エイチ	-
隣接する空間との温度差を勘案して、部位の熱損失量を補正する係数です。			
冷房期の方位係数	$v_c$	ニュー・シー	-
暖房期の方位係数	$v_h$	ニュー・エイチ	-
日射の影響は地域や方位によって異なるため、その影響を勘案して地域区分および方位毎に日射熱取得量を補正する係数です。冷房期と暖房期で異なります。			
窓の冷房期の取得日射熱補正係数	$f_c$	エフ・シー	-
窓の暖房期の取得日射熱補正係数	$f_h$	エフ・エイチ	-
庇などの日除け、地表面反射の影響を考慮するために、日射熱の侵入割合を補正する係数です。地域やガラスの種類で異なります。冷房期と暖房期で数値が異なります。			
単位温度差当たりの外皮熱損失量	q	スモール・キュー	W/K
内外の温度差1℃の場合の部位の熱損失量の合計（＝住宅全体の熱損失量）をいいます。			
単位日射強度当たりの冷房期の日射熱取得量	$m_c$	エム・シー	W/(W/m <sup>2</sup> )
単位日射強度当たりの暖房期の日射熱取得量	$m_h$	エム・エイチ	W/(W/m <sup>2</sup> )
水平面における全天日射量1W/m <sup>2</sup> あたり、住戸が取得する熱の期間平均値のことで、日射熱取得量の合計（＝住宅全体の日射熱取得量）をいいます。冷房期と暖房期で異なります。			
外皮平均熱貫流率	$U_A$	ユー・エー	W/(m <sup>2</sup> ·K)
住宅の内部から外皮（屋根・天井、外壁、床および開口部）などを通して外部へ逃げる熱量を外皮全体で平均した値で、住宅全体の熱損失量（q）を外表面積（ $\Sigma A$ ）で除した値です。値が小さいほど断熱性能が高いことを示します。ただし、換気による熱損失は含みません。			
冷房期の平均日射熱取得量	$\eta_{AC}$	イータ・エーシー	-
暖房期の平均日射熱取得量	$\eta_{AH}$	イータ・エーエイチ	-
窓から直接侵入する日射による熱と、屋根・天井、外壁などから日射の影響で熱伝導によって侵入する熱を評価した値で、各部位からの入射する日射量の合計（m）を外表面積で除した値に×100した数値です。冷房期と暖房期で異なります。			
外皮の部位の面積の合計	$\Sigma A$	シグマ・エー	m <sup>2</sup>
外皮とは、外気と室内の温度差を明確に区分する熱的境界を構成する部位で、外壁や屋根などの一般部位や開口部、基礎、土間床などの総称です。住宅の断熱計画においては、熱的境界を連続した線で囲むことが基本となります。			

図-8：改正省エネ基準 評価・判定にかかわる用語

## 計算結果の比較

今回設定したプランに、各基準に合致する仕様で外皮計算および一次エネルギー消費量計算をした結果が図-9です。一次エネルギー消費量計算は（国研）建築研究所が公開している「エネルギー消費性能計算プログラム」の「簡

易入力画面」（プログラム上で設定された設備機器で簡易に計算される実際の設備を各自で設定して計算できる「詳細入力画面」もある）で試算したため、設備仕様は同一としています（例えば給湯器は潜熱回収型ガス給湯器（エコジョーズ）、空調機はエアコンを選択）。

仕 様	$U_A$ (外皮平均熱貫流率)	$\eta_{AC}$ (冷房期の日射熱取得量)	$\eta_{AH}$ (暖房期の日射熱取得量)	一次エネルギー消費量 (MJ/年)			旧省エネ基準を100とした削減率 (%)
				空調			
				暖房	冷房	合計	
旧省エネ (昭和55年)	1.48	3.60	3.70	26,597	5,628	32,225	—
新省エネ (平成4年)	1.15	3.00	3.00	21,647	5,605	27,252	-15.4%
次世代・改正省エネ (平成11・25年)	0.76	2.40	2.40	16,139	5,808	21,947	-31.9%
ZEH (強化外皮基準・再エネなし)	0.60	1.50	1.50	15,010	4,547	19,557	-39.3%

図-9: 基準ごとの外皮性能および一次エネルギー消費量計算結果

本稿では主に住宅の外皮（断熱）性能を比較することを目的としていますので、エネルギー使用量の比較においては空調に使用されるエネルギーを対象としました。

計算結果をみると、旧省エネモデルに対し、新省エネモデルは約15%、改正省エネモデルで約30%、ZEHモデルでは約40%のエネルギーの低減が確認できました。これは、電気代に換算（電力従量料金を30円/KWh）とすると、それぞれ年間で15,000円、30,000円、38,000円の（計算上は）低減となります。この結果を大きいと見るか小さいと見るかは判断が難しいところなので、次に温熱環境向上にかかる費用について、検討したいと思います。

## 温熱環境向上リフォームの試算例

温熱環境向上リフォームにかかるコストについて、当会が調査した調査価格（329頁～）を用いて、図-3で示した分類ごとに、試算を行いました。

### ①開口部リフォームー内窓設置

まずは、開口部リフォームの内窓設置についての結果が図-10となります。

調査価格掲載ページ ▶ 410頁



施工箇所	寸法 (mm)		窓数	掲載単価 (窓)		金額	
	幅	高さ		複層ガラス	Low-E複層	複層ガラス	Low-E複層
1F							
03611	335	1100	6	32,000	35,300	192,000	211,800
16520	1620	2000	1	80,400	98,000	80,400	98,000
16511	1620	1100	1	41,300	50,100	41,300	50,100
16507	1620	700	1	35,300	41,900	35,300	41,900
1F 小計						349,000	401,800
2F							
03609	335	900	7	29,200	30,900	204,400	216,300
16509	1620	900	2	35,300	41,900	70,600	83,800
16520	1620	2000	1	80,400	98,000	80,400	98,000
2F 小計						355,400	398,100
総 計 (1棟)						704,400	799,900

図-10：開口部リフォーム 内窓設置の試算例

1フロアの内窓設置費用は、複層ガラスタイプで約35万円、Low-Eタイプで約40万円、1棟全体では複層約70万円、Low-E約80万円となりました（仮設・養生費用および諸費用は含まず）。窓単位で施工をおこなうことができるので、施工箇所によってガラスタイプを変えるなど、お客様の予算に対応することが比較的容易な工事といえます。

しかし、開閉手間が増える、開口面積が狭くなるなどの内窓のデメリットをお客様に伝えて、例えば開閉が頻繁な窓（庭やベランダに面した掃き出し窓や換気に供する水回りの窓など）は、ガラス交換やカバー工法で対応するなどの提案も必要ではないでしょうか。そのほかにも夏場の日射が厳しい南面のみLow-Eタイプにする提案や、施工箇所を限定する際にも、例えばヒートショック対策に有用な箇所や、普段使用する頻度の高い区画に限定するなどの提案も有効でしょう。

### ②開口部リフォームーサッシ交換

次にアルミ樹脂複合サッシ（Low-Eガラス）への交換工事の試算をカバー工法とはつり工法

で行いました（図-11，12）。いずれも仮設・養生費と周辺部位の修復工事、諸費用は含んでいません。

調査価格掲載ページ ▶ 404頁～

いずれも140万円前後という試算結果ですが、はつり工法では周辺部位の復旧費用が掛かりますので、単純に比較はできません。周辺部位の復旧費用を考慮すると、はつり工法によるサッシ交換は外壁の張替え工事を同時に行う際に有効な提案となるでしょう。カバー工法の場合、やはり開口面積が狭くなることや、枠の見附面積が増えることなどのデメリットが生じますが、トータル的にははつり工法より安価になります。

これら工事費用や工法ごとのデメリットを認識した上で、お客様の生活や、要望を的確に聞き取り、前述した内窓設置と合わせて検討、提案を行うべきでしょう。

### ③断熱リフォーム

続いて、天井、床、屋根の各部位ごとに断熱材の付加工事について試算を行います。一部の

カバー工法

施工箇所	寸法 (mm)			窓数	掲載単価					窓当たり計	金額
	幅	高さ	周長 (m)		本体	網戸	撤去	施工費	シーリング		
1F											
03611	360	1100	2.92	6	32,100	4,010	5,000	22,600	1,260	67,389	404,335
16520	1650	2000	7.3	1	71,400	7,150	5,000	22,600	1,260	115,348	115,348
16511	1650	1100	5.5	1	42,600	4,340	5,000	22,600	1,260	81,470	81,470
16507	1650	700	4.7	1	32,100	3,520	5,000	22,600	1,260	69,142	69,142
1F 小計											670,295
2F											
03609	360	900	2.52	7	29,700	3,790	5,000	22,600	1,260	64,265	449,856
16509	1650	900	5.1	2	37,400	3,960	5,000	22,600	1,260	75,386	150,772
16520	1650	2000	7.3	1	71,400	7,150	5,000	22,600	1,260	115,348	115,348
2F 小計											715,976
総 計 (1棟)											1,386,271

図-11: 開口部リフォーム サッシ交換 (カバー工法) の試算例

はつり工法

施工箇所	寸法 (mm)			窓数	掲載単価					窓当たり計	金額
	幅	高さ	周長 (m)		本体	網戸	撤去	施工費	シーリング		
1F											
03611	360	1100	2.92	6	32,100	4,010	10,800	20,600	1,260	71,189	427,135
16520	1650	2000	7.3	1	71,400	7,150	10,800	20,600	1,260	119,148	119,148
16511	1650	1100	5.5	1	42,600	4,340	10,800	20,600	1,260	85,270	85,270
16507	1650	700	4.7	1	32,100	3,520	10,800	20,600	1,260	72,942	72,942
1F 小計											704,495
2F											
03609	360	900	2.52	7	29,700	3,790	10,800	20,600	1,260	68,065	476,456
16509	1650	900	5.1	2	37,400	3,960	10,800	20,600	1,260	79,186	158,372
16520	1650	2000	7.3	1	71,400	7,150	10,800	20,600	1,260	119,148	119,148
2F 小計											753,976
総 計 (1棟)											1,458,471

図-12: 開口部リフォーム サッシ交換 (はつり工法) の試算例

吹き込み工法などを除き、断熱材の入れ替えや付加断熱は対象部位の解体が必要となることが多く、各部位の仕上げ材のリフォームをおこなう前提の試算としています。こちら、仮設養生費用は含んでいませんが、諸費用(15%)を加算しています。また、各内訳の断熱材設置部分を抜き出したものと、断熱材の仕様を変えた場合の費用も試算していますので参考としてください。

調査価格掲載ページ ▶ 569頁～他  
 試算の結果は次頁(図-13～15)のとおりですが、これら費用は最低限必要なものを含みただけで、実際の積算においては、工事対象部位と連続する部位の復旧工事が必要とし、それらは既存の状況によっても大きく上下します。内装側から床や外壁を工事するのであれば、家具などの移動は必須で、仮住まいが必要となる場合も多いでしょう。それらと比較すると、天



井の断熱工事はやりやすいといえます。いずれの工事においても、比較的施工しやすい場所と施工が困難もしくは不可能な場所が生じる場合も多々あります。断熱工事で重要なのは断熱層（熱的境界）の連続性なので、各部位を単純に工事（断熱材を入れるだけ）しただけでは根本的な解決どころか、全く効果が出ない場合もあります。まずは、お客様が、なぜ断熱リフォームを希望するのか、そしてそのもととなる原因は何（どこ）なのかを検査し、適切な工事を提案しましょう。例えば、壁面からの漏気であれば、漏気箇所をピンポイントで止めればよいでしょうし、気流止めを確実に施工することで、壁体内の対流が止まり、効果が出ることもあります。室内全体の温熱環境の向上を望まれる場合でも、まずは前述した開口部リフォームから行い、効果を計りながら段階的にリフォームを提案することは、効果的かつお客様のためにも

有益な方法となります。

そのほかにも、外壁サイディングの張り替えも検討されているようであれば、外断熱に対応する方法も選択肢として考えられますし、同様に屋根の葺き替えを予定されているならば、既存の天井断熱に加えて、外側から屋根断熱を付加する方法も選択肢となります。

今回試算した天井、床、外壁の断熱リフォームの総額は約260万円となりましたが、前述したようにさらに費用が掛かる可能性があります。こういった点が断熱リフォームの普及を妨げている大きな要因と考えられますが、だからこそ他社との差別化にもなりうる分野ともいえます。冒頭に述べたように今後、温熱環境の向上、省エネ化が政策的に進められることも考えられますので、今から取り組み始めることが必要ではないでしょうか。

天井の断熱リフォーム

名称	規格・仕様		数量	単位	単価	金額
<b>1.解体工事</b>						
既存天井解体	石こうボード撤去	手間	49.7	㎡	1,360	67,592
野縁組撤去	木製野縁	手間	49.7	㎡	810	40,257
1.小計						107,849
<b>2.天井工事</b>						
新規野縁組	天井野縁組（吊木共）	材工共	49.7	㎡	8,040	399,588
天井断熱工事	高性能グラスウール断熱材16K 厚155mm	材工共	49.7	㎡	2,140	106,358
天井石こうボード張り	厚9.5mm 準不燃 継目処理	材工共	49.7	㎡	1,940	96,418
天井クロス張り	ビニル壁紙（量産品） 下地調整とも	材工共	49.7	㎡	1,140	56,658
2.小計						659,022
合計						766,871
諸経費 15%						114,129
<b>総計</b>						<b>881,000</b>

断熱工事に係る費用

名称	規格・仕様		数量	単位	単価	金額
天井断熱工事	高性能グラスウール断熱材16K 厚155mm	材工共	49.7	㎡	2,140	106,358
諸経費 15%						15,642
<b>合計</b>						<b>122,000</b>

使用材料を変えた場合

名称	規格・仕様		数量	単位	単価	金額
天井断熱工事	吹き込み用グラスウール 厚210mm	材工共	49.7	㎡	2,580	128,226
防湿フィルム	0.2mm ポリエチレンシート	材工共	49.7	㎡	650	32,305
諸経費 15%						23,469
<b>合計</b>						<b>184,000</b>

※数量は小数点第二位を四捨五入し、諸経費は端数調整している（以下、同）

図-13：天井の断熱リフォームの試算例

床の断熱リフォーム

名称	規格・仕様	数量	単位	単価	金額	
<b>1. 解体工事</b>						
既存幅木撤去		手間	50.1	m	550	27,555
既存フローリング撤去	厚12~15mm程度	手間	38.9	m <sup>2</sup>	1,690	65,741
既存クッションフロア撤去	トイレ・洗面室	手間	8.3	m <sup>2</sup>	1,050	8,715
下地合板撤去		手間	38.9	m <sup>2</sup>	650	25,285
1. 小計						127,296
<b>2. 床工事</b>						
断熱工事	ポリスチレンフォーム保温板3種a 厚75mm	材工共	38.9	m <sup>2</sup>	3,920	152,488
床下地張り	針葉樹構造用合板 厚12mm	材料費	38.9	m <sup>2</sup>	780	30,342
〃		手間	38.9	m <sup>2</sup>	1,130	43,957
複合フローリング	単板張り 厚12×幅303×長1818mm	材料費	38.9	m <sup>2</sup>	4,900	190,610
〃 張り		手間	38.9	m <sup>2</sup>	2,210	85,969
クッションフロア	厚1.8mm 一般工法	材工共	8.3	m <sup>2</sup>	2,630	21,829
木製幅木取付け	米ツガ無節 幅60mm	材工共	50.1	m	1,010	50,601
2. 小計						575,796
合計						703,092
諸経費	15%					104,908
<b>総計</b>						<b>808,000</b>

断熱工事に係る費用

名称	規格・仕様	数量	単位	単価	金額	
断熱工事	ポリスチレンフォーム保温板3種a 厚75mm	材工共	38.9	m <sup>2</sup>	3,920	152,488
諸経費	15%					22,512
<b>合計</b>						<b>175,000</b>

使用材料を変えた場合

名称	規格・仕様	数量	単位	単価	金額	
断熱工事	現場発泡ウレタンフォーム 厚160	材工共	38.9	m <sup>2</sup>	8,350	324,815
諸経費	15%					48,185
<b>合計</b>						<b>373,000</b>

図-14：床の断熱リフォームの試算例

壁の断熱リフォーム

名称	規格・仕様	数量	単位	単価	金額	
<b>1. 解体工事</b>						
既存壁解体	石こうボード撤去	手間	133.4	m <sup>2</sup>	1,090	145,406
1. 小計						145,406
<b>2. 床工事</b>						
断熱工事 壁	高性能グラスウール断熱材16K 厚105mm	材工共	133.4	m <sup>2</sup>	1,640	218,776
壁 石こうボード	厚12.5mm 不燃	材料費	133.4	m <sup>2</sup>	300	40,020
壁 石こうボード張り	継目処理	手間	133.4	m <sup>2</sup>	1,930	257,462
壁紙	ビニル壁紙 (量産品)	材料費	133.4	m <sup>2</sup>	290	38,686
壁紙貼り	下地調整	手間	133.4	m <sup>2</sup>	210	28,014
壁紙貼り	ビニルクロス貼り	手間	133.4	m <sup>2</sup>	640	85,376
2. 小計						668,334
合計						813,740
諸経費	15%					121,260
<b>総計</b>						<b>935,000</b>

断熱工事に係る費用

名称	規格・仕様	数量	単位	単価	金額	
断熱工事 壁	高性能グラスウール断熱材16K 厚105mm	材工共	133.4	m <sup>2</sup>	1,640	218,776
諸経費	15%					32,224
<b>合計</b>						<b>251,000</b>

図-15：外壁の断熱リフォームの試算例



## 温熱環境向上リフォームの効果

それでは、ここまで紹介した温熱環境向上リフォームが、どれくらい省エネ化につながるのかを確認しましょう。既存住宅の性能レベルを

新省エネ（平成4年）モデル（築25～30年程度を想定）としたときの、各工事および組み合わせの場合を計算した結果が図-16になります。

仕様	U <sub>A</sub> (外皮平均熱貫流率)	η <sub>AC</sub> (冷房期の日射熱取得量)	η <sub>AH</sub> (暖房期の日射熱取得量)	一次エネルギー消費量 (MJ/年)		
				空調		合計
				暖房	冷房	
新省エネ (平成4年)	1.15	3.00	3.00	21,647	5,605	27,252



採用した工事	U <sub>A</sub> (外皮平均熱貫流率)	η <sub>AC</sub> (冷房期の日射熱取得量)	η <sub>AH</sub> (暖房期の日射熱取得量)	一次エネルギー消費量 (MJ/年)			新省エネ基準を100とした削減率 (%)
				空調		合計	
				暖房	冷房		
内窓設置 1階のみ	1.00	2.40	2.50	20,209	4,981	25,190	-7.6%
内窓設置 1, 2階とも	<b>0.85</b>	1.80	1.90	18,836	4,683	23,519	-13.7%
断熱リフォーム 床のみ	1.09	3.00	3.00	20,643	5,724	26,367	-3.2%
断熱リフォーム 天井のみ	1.10	2.80	2.90	20,039	5,547	25,586	-6.1%
断熱リフォーム 床・天井	1.04	2.80	2.90	20,039	5,547	25,586	-6.1%
内窓設置+断熱リフォーム (床・天井)	<b>0.74</b>	1.60	1.70	17,094	4,520	21,614	-20.7%
内窓設置+断熱リフォーム (床・天井・外壁)	<b>0.59</b>	1.40	1.50	14,842	4,420	19,262	-29.3%

図-16: 温熱環境向上リフォームの効果 試算結果比較

結果として、内窓（開口部リフォーム）を全ての窓に施工した場合で、省エネ基準（6地域：0.87）をクリアし、加えて断熱リフォームを3部位とも行った場合はZEH強化外皮基準（同0.6）をクリアした結果となり、エネルギー使用量も10%超から30%近くまで削減できました。一方、基準値をクリアできなかった工事についていうと、一次エネルギー消費量計算は、あくまでも一棟当たりとなるので、部分的な改修の効果が計算結果としては、わかりにくい、表現しにくい面があると思われます。特に、床、天井のリフォームは、基準改正によって外皮面積当たり（旧基準は床面積当たり）となったため、外壁と比べると床、天井はその比

率が低いと効果としては表れづらく、逆に開口部は外皮の中で弱い（熱貫流率が高い）部位であったのと、製品の性能向上によって、改修の効果は高くなる傾向にあります。しかし、床が底冷えする、夏場の2階が熱すぎるといった訴えには、ピンポイントにその部位に断熱リフォームを行うのがやはり効果的でしょうし、そういった主観的、感覚的な効果に加えて、今回示したような（ほかにも計算途中に算出する施工前後の部位の熱貫流率の違いなど）客観的な数値、性能によって裏付けを提示することで、お客様の信頼獲得につながるのではないのでしょうか。

## 一次エネルギー消費量計算から見た設備の選択

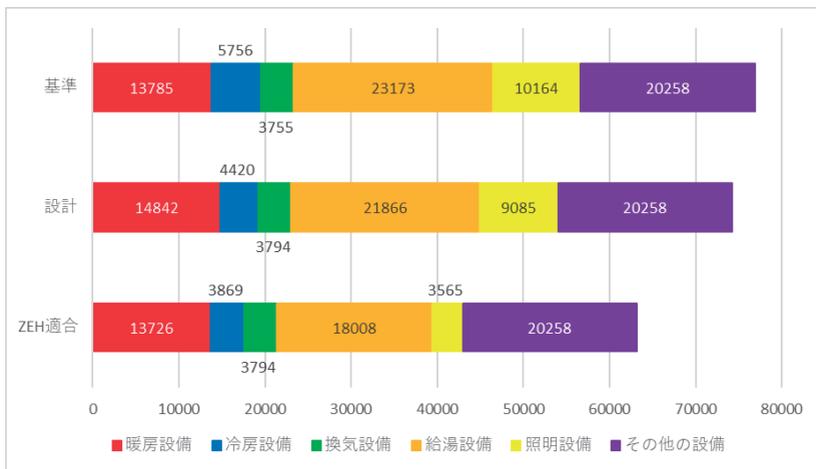
ここまで、外皮性能を中心に一次エネルギー消費量を見てきましたが、設備から見た一次エネルギー消費量について見てみたいと思います。

検討のモデルとするのは、今回ご紹介したリフォームを全部行ったパターン（図-16の一番下）をベースに行います。このモデルでの「簡易入力画面」にて算出した一次エネルギー消費量の総量および内訳をグラフ化したものが、図-17です。基準一次エネルギー量を設計一次エネルギー量が下回っていますが、基準に対する削減率は3.4%ほどかろうじてクリアしていることが見て取れます。このモデルの外皮性能は、強化外皮（ZEH）基準をクリアしているので、いささか物足りない結果と感じられますし、ZEHの一次エネルギー基準（基準の80%以下<sup>\*3</sup>）も満たしていないこととな

ります。つまりは、設備（性能）の選択も省エネ化にとっては必須であることを示しており、リフォームにおいては、設備の見直しによって更なる省エネ化につながるということを示しています。ZEHの一次エネルギー消費量基準をクリアするように設備を更新した計算結果が、図-17の一番下になります。参考までにどのような変更を行ったかを以下に列記します。

- ・空調（エアコン）の「エネルギー消費効率区分」を（は）から（い）に変更
- ・浴室シャワー水栓に「手元止水機能」、「小流量吐水機能」を選択
- ・洗面水栓に「水優先吐水機能」を選択
- ・照明にすべて「LED照明」を採用（主たる居室には「多灯分散照明方式」、「調光制御」）

※3 「その他の設備」を除いて、設計一次エネルギー消費量が基準の80%を下回ること。  
（= BEI : Building Energy Index < 0.8）



	暖房設備	冷房設備	換気設備	給湯設備	照明設備	その他の設備
基準	13785	5756	3755	23173	10164	20258
設計	14842	4420	3794	21866	9085	20258
ZEH適合	13726	3869	3794	18008	3565	20258

図-17：一次エネルギー消費量計算結果



その他に省エネに資する設定としては以下が挙げられます。

- ・「小能力時高効率型コンプレッサー」を搭載するエアコンを選択する
- ・各機器の「エネルギー消費効率」や「比消費電力」を入力する
- ・「高断熱浴槽」を採用する
- ・キッチン水栓に「手元止水機能」、「水優先吐水機能」を選択

このように一次エネルギー消費量計算を行うもしくは内容を理解しておくことで、設備の更新を検討しているお客様に対しても、製品およびオプション品の選択時に「省エネに貢献する提案」が可能となり、そのほかにも、エアコンや照明器具を購入する際のアドバイスにもなりえます。省エネ効果（光熱費の低減など）にはそれほど大きな影響を与えるものではないですが、的確なアドバイスや指針を提供することは、信頼獲得や顧客満足につながる一手といえるでしょう。

また、もう一点加えると図-17をみると、給湯エネルギーの占める比率が大き（約30%）ことがわかれると思います。これは入浴習慣に起因しており、諸外国と比較して日本のエネルギー消費の大きな特徴といえます。よって、給湯器の更新は省エネに寄与するもので、さらにその熱源の選択も重要な要素であることも留意しておくとともに、そういった情報を提供することで、故障などによる単純な交換においても、お客様から相談いただけるような関係構築にも寄与すると考えられます。

## おわりに

冒頭に紹介した「脱炭素社会に向けた住宅・建築物の省エネ対策等のあり方検討会」は第六回（2021年8月10日開催）に改めて、とりまとめ案が提示され、各委員の承認を得ました。2022年度に性能表示制度におけるさらなる上位等級を多段階（具体的にはHEAT20のG2、

G3を想定）に設定、運用すること、2030年において新築戸建て住宅の6割に太陽光発電が設置されることを（義務化も検討しながら）目指すなどの目標が付け加えられました。さらに、その冒頭には、2021年8月9日に発表されたIPCC（気候変動に関する政府間パネル）の第1作業部会第6次報告書に示された、地球温暖化の速度が2018年10月報告書よりも約10年早まっていることに加え、気候変動の影響が近年の豪雨被害として顕在化していることが新たに盛り込まれました。これは国内のみならず全世界的に脱炭素化の取り組みが急務であり、現在掲げられている目標は必達目標であり、可能であれば上積みしていこうとする姿勢が表れているといえるでしょう。また、このとりまとめ案を受けて、8月17日に開かれた「再生可能エネルギー等に関する規制等の総点検タスクフォース」第14回会合においても、更なる施策の強化、スピードアップの必要性が強調されました。

省エネ改修については、具体的な記載は少ないものの「建築時の省エネ性能が不明なものがあることも踏まえ、改修前後の合理的・効率的な表示・情報提供方法について試行を進めること。」「その効果を実感しやすい省エネ改修を促進すること。これにより更なる省エネ改修につなげるなど効率的かつ効果的な省エネ改修の促進を図ること。」とあります。検討会の中でも、「膨大なストックに対する施策が重要」との指摘も出ており、今後省エネ改修に対する施策が加速度的に検討され、施行されることも十分に考えられます。新たな「合理的・効率的な表示方法」とはいつても、現在運用されている評価方法（改正省エネ基準およびその評価方法）がベースとなると考えることも、的外れではないでしょうから、今から習熟しておくこと、断熱改修に取り組み、現場における問題点や留意点を収集して整理していくことは、来るべき脱炭素社会のリフォーム市場において、有益な知見となるのではないのでしょうか。