

# 特集 I

## 省エネルギーリフォームの 現状とコスト試算

特集

1. はじめに .....	20
2. リフォーム工事の現状 .....	20
3. 断熱性能向上リフォーム .....	23
4. 開口部断熱リフォーム .....	24
5. 躯体断熱リフォーム .....	26
6. 部分断熱リフォームの薦め方 .....	28
7. リフォームにおける再生可能エネルギー .....	31
8. おわりに .....	33



## 1. はじめに

2030年度温室効果ガス46%排出削減（2013年比）、2050年のカーボンニュートラルの実現に向け、エネルギー消費量の約3割を占める建築分野における取り組みが急務であることから、住宅の省エネ性能の向上が求められています。具体的な動きとして、「住宅の品質確保の促進等に関する法律」に定められている「日本住宅性能表示基準」が改正され、ZEH基準が断熱等性能等級の5および一次エネルギー消費量等級の6として新設（令和4年4月施行）され、令和4年10月には、さらに上位の断熱等性能等級6,7が設定される予定となっています。また、令和4年6月に公布された「脱炭素社会の実現に資するための建築物のエネルギー消費性能の向上に関する法律等の一部を改正する法律（概要については52頁参照）」によって、原則すべての建築物の現行省エネ基準への適合が義務付けされる予定となっています（令和7年度までに施行予定）。また、国土交通省による「こどもみらい住宅支援事業」などの補助事業においても、新築、リフォームともに一定程度の省エネ性能が求められています。

一方でこれらの改正の検討段階において、既存住宅ストック5000万戸超のうち現行省エネ基準を満たさない住宅が9割を占めるなど既存住宅の省エネ化については強く推進していくべきとされながらも、課題が多いことが確認されています。

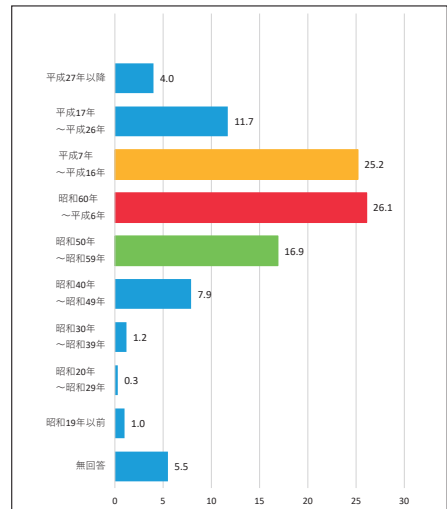
そこで本稿では、リフォームにおける断熱、省エネ性能の向上について、考察したいと思います。

## 2. リフォーム工事の現状

まずは、今年4月に公表された「令和3年度

住宅市場動向調査（国土交通省住宅局）」の結果から、現在のリフォーム市場を見てみたいと思います（図表-1～9、22は国土交通省資料をもとに作成）。

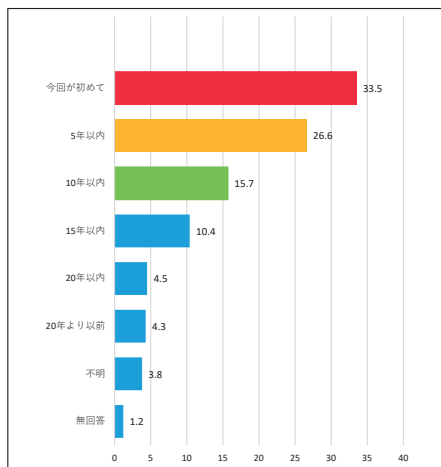
リフォームを行った住宅の建築時期で見ると、「昭和60年～平成6年」が26.1%で最多となり、ついで「平成7年～平成16年」が25.2%と、築20年～40年がボリュームゾーンとなっています（図表-1）。



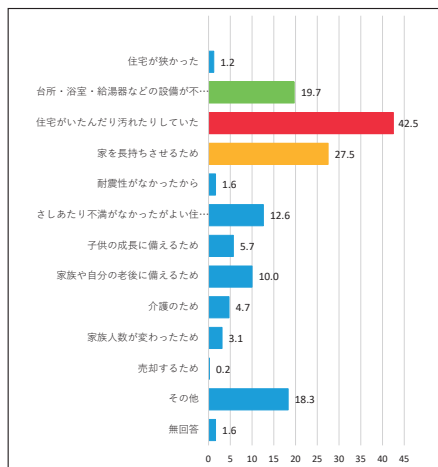
図表-1：(リフォームした住宅の) 建築時期

過去のリフォームの実施時期を見ると、「今回が初めて」が33.5%と最多で「5年以内（26.6%）」、「10年以内（15.7%）」と続きます。リフォームを一度行った後、比較的短期間で二度目を行っているとも読み取れます（図表-2）。

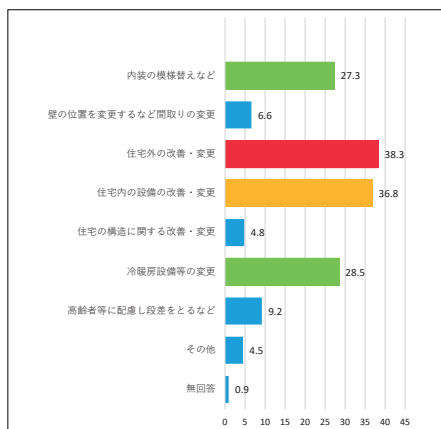
次にリフォームの内容を見てみると、「住宅外の改善・変更」が38.3%で最多、次いで「住宅内の設備の改善・変更」が36.8%で続き、「冷暖房設備等の変更」が28.5%、「内装の模様替えなど」が27.3%となっています（図表-3）。



図表-2: 前回のリフォーム時期



図表-4: リフォームの動機



図表-3: リフォームの内容

リフォームの動機を見ると、「住宅がいたんだり汚れたりしていた」が42.5%で最も多く、次いで「家を長持ちさせるため」が27.5%、「台所・浴室・給湯器などの設備が不十分だった」が19.7%となっています（図表-4）。

リフォームの内容と動機の関連を見ると、「住宅外の改善・変更」では、「痛んだり汚れたりしていた」が動機的一位（56.8%）となっているものの、「家を長持ちさせるため」が僅差

で二位（55.0%）となっています。また、「高齢者等に配慮し段差をとるなど」では「家族や自分の老後に備えるため」、「介護のため」が同率で一位（39.6%）となっているなど、これらのリフォームは動機が明確な目的となっているリフォームであるともいえます（図表-5）。

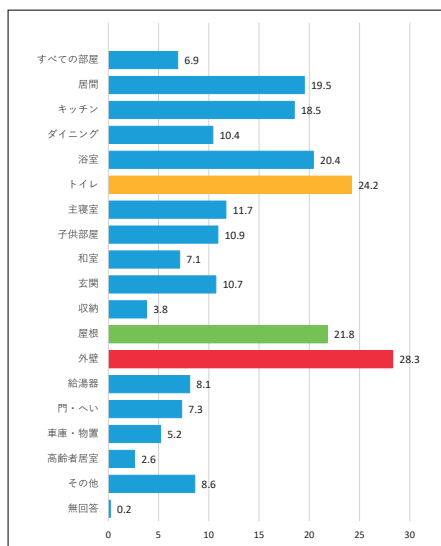
以上の調査結果に加えて、リフォームの部位に関する設問結果（図表-6）を見ると、現在のリフォーム市場は築30年程度で経年劣化による汚れや傷みを補修する内外装のメンテナンスと、劣化もしくは機能の陳腐化による設備のリプレースメントが中心であることが改めて確認できます。ちなみに過去5年の調査結果を見ると、令和2年度調査から「住宅外の改善・変更」が最多となったのは（それまでは「設備の改善・変更」が最多であった）、令和元年以降に生じた暴風や大雨によって甚大な被害が生じた影響と推測されます。

「リフォームの内容」をさらに詳しく見ると、「住宅内の設備の改善・変更」の内訳（図表-7）では、「台所・便所・浴室等の設備を改善した」が83.1%とそのほとんどを占めており、「窓・扉などの建具を取り換えた」は23.5%にとど

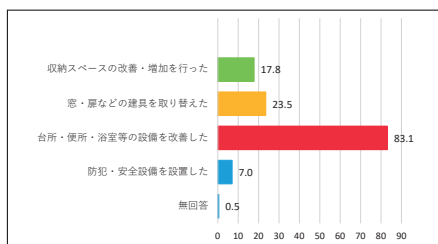
(単位：%)

リフォームの動機	リフォームの内容(複数回答)							
	内装の模様替えなど	壁の位置を変更するなど開取りの変更	住宅外の改善・変更	住宅内の設備の改善・変更	住宅の構造に関する改善・変更	冷暖房設備等の変更	高齢者等に配慮し段差をとるなど	その他
住宅が狭かった	1.9	13.2	1.4	2.3	3.6	1.2	—	—
台所・浴室・給湯器などの設備が不十分だった	23.4	26.3	11.3	<b>41.8</b>	25.0	22.4	17.0	15.4
住宅がいたんだり汚れたりしていた	<b>60.8</b>	<b>47.4</b>	<b>56.8</b>	<b>44.6</b>	<b>46.4</b>	<b>32.1</b>	<b>32.1</b>	<b>26.9</b>
家を長持ちさせるため	27.2	18.4	<b>55.0</b>	24.9	32.1	20.0	17.0	15.4
耐震性がなかったから	2.5	2.6	4.1	1.9	10.7	1.8	5.7	—
少しあたり不満がなかったがよい住宅にしたかった	19.0	21.1	8.6	12.2	17.9	15.2	13.2	11.5
子供の成長に備えるため	8.2	18.4	2.3	5.2	3.6	12.7	1.9	7.7
家族や自分の老後に備えるため	13.3	18.4	3.6	13.6	21.4	15.2	<b>39.6</b>	15.4
介護のため	4.4	2.6	2.7	3.3	7.1	5.5	<b>39.6</b>	11.5
家族人数が変わったため	7.0	21.1	2.7	5.6	25.0	3.6	7.5	3.8
売却するため	—	—	—	—	—	—	1.9	—
その他	13.3	18.4	17.1	14.1	10.7	26.7	5.7	42.3

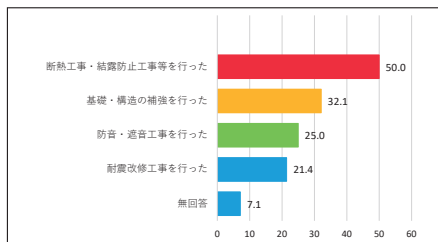
図表-5：リフォームの動機×リフォームの内容



図表-6：リフォームの部位



図表-7：住宅内設備の改善・変更の内容

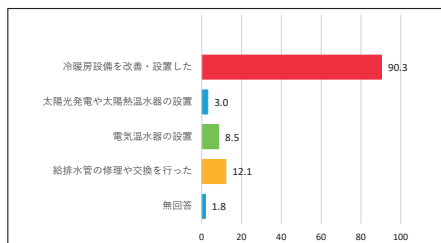


図表-8：住宅構造の改善・変更の内容

まっています。「住宅構造の改善・変更」の内訳(図表-8)では、「断熱工事・結露防止等を行った」が50.0%となっており、「基礎・構造の補強(32.1%)」や「耐震改修工事(21.4%)」よりも多いことから、断熱向上リフォームが数多く実施されていると捉えたいところですが、

実際はリフォーム工事全体のうちの4.8%(住宅構造に関する改善・変更)の内数であることから、微々たるものであることがわかります。

もう一点「冷暖房設備等の変更」の内訳(図表-9)を見ると、そのほとんどが冷暖房設備の設置や取替が占めており、「太陽光発電および



図表-9: 冷暖房設備の変更

太陽熱温水器]、「電気温水器（おそらくは自然冷媒ヒートポンプ給湯器）」の占める割合などから見て、省エネ性能の向上が目的というよりは、単純なリプレースメントが主と考えられます。

### 3. 断熱性能向上リフォーム

住宅市場動向調査の結果からは、住宅の高断熱化、省エネ化リフォームがそれほど実施されていない現状が確認できました。一方、冒頭で

述べた脱炭素政策の推進により、今後施行される補助事業においては、一定程度の断熱化、省エネ化が求められると予想されます。我々は多くの事業者から話を聞き、断熱化リフォームの需要は確かにあると捉えています。しかし、その需要はまだまだ潜在的であるとも考えています。では、その潜在的需要をいかに拾い上げていくかを、考察したいと思います。

まずは、住宅市場動向調査の結果からリフォーム市場のボリュームゾーンである築30年程度の住宅の断熱性能について検討しました。30年前は1992（平成4）年とちょうど新省エネ基準が制定されましたので、その断熱性能を目安として検討します。

各部位の性能（熱貫流率：U値）を現行省エネ基準で定められた方法で算出した結果が、図表-10になります。統計上、住宅の熱の出入りは冬季では58%、夏季は73%を開口部が占めるといわれている通り、開口部（窓）の熱貫流率が高

#### ■天井

材料	厚さ d mm	熱伝導率 λ [W / (m · K)]	熱抵抗 R (= d / λ) [㎡ · K/W]
外気側の表面熱抵抗 (小屋裏)	R <sub>o</sub>		0.090
グラスウール断熱材HG10-50	90.0	0.050	1.800
せっこうボード	9.5	0.221	0.043
室内側の表面熱抵抗	R <sub>i</sub>		0.090
R <sub>t</sub> =			2.023
熱貫流率 U = 1/R <sub>t</sub> =			<b>0.49</b>

#### ■外壁（柱・間柱間に断熱）

材料	厚さ d mm	熱伝導率 λ [W / (m · K)]	熱抵抗 R (= d / λ) [㎡ · K/W]	
			断熱部	熱橋部
外気側の表面熱抵抗 (外気)	R <sub>o</sub>		0.040	0.040
グラスウール断熱材HG10-50	60.0	0.050	1.200	-
木材	60.0	0.120	-	0.500
せっこうボード	12.5	0.221	0.057	0.057
室内側の表面熱抵抗	R <sub>i</sub>		0.110	0.110
R <sub>t</sub> =			1.407	0.707
U = 1/R <sub>t</sub> =			0.711	1.414
面積比を考慮した熱貫流率 U =			<b>0.83</b>	

図表-10-①: 部位の熱貫流率

■床（根太間に断熱）

材料	厚さ d mm	熱伝導率 λ [W/(m・K)]	断熱部		熱橋部	
			熱抵抗 R (= d/λ) [㎡・K/W]		熱抵抗 R (= d/λ) [㎡・K/W]	
室内側の表面熱抵抗	Ri		0.150	0.150	0.8	0.2
合板	12.0	0.160	0.075	0.075		
スチレンフォーム断熱材1種	50.0	0.040	1.250	—		
木材	50.0	0.120	—	0.417		
外気側の表面熱抵抗（床下）	Ro		0.150	0.150		
			Rt =	1.625	0.792	
			U = 1/Rt =	0.615	1.263	
面積比を考慮した熱貫流率U=					<b>0.74</b>	

■開口部（窓）

材料	ガラスの仕様	中空層の仕様		熱貫流率U [W/(㎡・K)]
		ガスの封入	中空層の厚さ	
金属製建具	単板ガラス	されていない	—	<b>6.51</b>
	複層ガラス	されていない	6mm	<b>4.65</b>

図表-10-②：部位の熱貫流率

い（熱を通しやすい）ことがわかります。つまり、開口部の断熱改修は最優先で行われるべきリフォームと言えます。

#### 4. 開口部断熱リフォーム

窓の改修工法としては、サッシ枠からすべてを交換する「はつり工法」、既存枠に新たに枠を設ける「カバー工法」、既存建具はそのままガラスのみを交換する「ガラス交換」、既存建具の内側に新規の窓を設ける「内窓設置」があります。費用、工期に加えて周辺部位への影響を考慮すると「内窓設置」が選択肢として一番手となるのではないのでしょうか。既存アルミサッシ単板ガラス仕様の内窓を設置した場合の熱貫流率は複層ガラス仕様で2.26 (W/(㎡・K))、

Low-E複層ガラス（ガス封入）仕様で1.61となります（図表-11）。これは、樹脂サッシのトリプルガラス仕様に匹敵する熱貫流率ですので、性能的には十分ともいえるでしょう。ただし内窓には、開閉手間や掃除の手間が増えるなどのデメリットもありますし、既存状況や施工箇所によって、工法を変えたり、もしくは施工対象から外したりという検討も必要です。逆に言うと、内窓設置は各窓単独で施工でき周辺部位への影響もほぼないため、数カ所施工にとどめて、効果を確認してもらって追加していくという提案も有効となります。図表-12で、窓改修3工法の費用を比較していますので参考にしてください（延床100㎡程度の総二階住宅一棟分を想定。仮設養生費、処分費別途。以下、図表-15まで同条件）。

■開口部（窓）

既存建具の仕様	ガラスの仕様	内窓の仕様	ガラスの仕様	中空層の仕様		熱貫流率U [W/(㎡・K)]
				ガスの封入	中空層の厚さ	
金属製建具	単板	樹脂製建具	Low-E複層	されている	10mm以上	<b>1.61</b>
			複層	されていない	13mm未満	<b>2.26</b>

図表-11：窓の熱貫流率

内窓の設置

施工箇所	寸法 (mm)		窓数	掲載単価 (/窓：材工共)		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	33,600	36,900	201,600	221,400
16520	1620	2000	1	84,200	103,000	84,200	103,000
16511	1620	1100	1	43,500	52,900	43,500	52,900
16507	1620	700	1	36,900	44,100	36,900	44,100
1 F 小計						366,200	421,400
2F							
03609	335	900	7	30,300	32,000	212,100	224,000
16509	1620	900	2	36,900	44,100	73,800	88,200
16520	1620	2000	1	84,200	103,000	84,200	103,000
2 F 小計						370,100	415,200
総 計 (1棟)						736,300	836,600

カバー工法 (アルミ樹脂複合サッシ)

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	5,250	23,500	1,260	68,539	411,235
16520	1650	2000	7.3	1	82,400	7,860	5,250	23,500	1,260	128,208	128,208
16511	1650	1100	5.5	1	49,500	4,780	5,250	23,500	1,260	89,960	89,960
16507	1650	700	4.7	1	37,900	3,850	5,250	23,500	1,260	76,422	76,422
1 F 小計										705,825	
2F											
03609	360	900	2.52	7	29,700	3,790	5,250	23,500	1,260	65,415	457,906
16509	1650	900	5.1	2	43,700	4,340	5,250	23,500	1,260	83,216	166,432
16520	1650	2000	7.3	1	82,400	7,860	5,250	23,500	1,260	128,208	128,208
2 F 小計										752,546	
総 計 (1棟)										1,458,372	

はつり工法 (アルミ樹脂複合サッシ)

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	11,000	21,400	1,260	72,189	433,135
16520	1650	2000	7.3	1	71,400	7,150	11,000	21,400	1,260	120,148	120,148
16511	1650	1100	5.5	1	42,600	4,340	11,000	21,400	1,260	86,270	86,270
16507	1650	700	4.7	1	32,100	3,520	11,000	21,400	1,260	73,942	73,942
1 F 小計										713,495	
2F											
03609	360	900	2.52	7	29,700	3,790	11,000	21,400	1,260	69,065	483,456
16509	1650	900	5.1	2	37,400	3,960	11,000	21,400	1,260	80,186	160,372
16520	1650	2000	7.3	1	71,400	7,150	11,000	21,400	1,260	120,148	120,148
2 F 小計										763,976	
総 計 (1棟)										1,477,472	

※周囲の内外壁などの撤去・復旧費、諸経費は含まない

図表-12: 窓リフォームの試算例

また、開口部でいえば玄関ドアを断熱ドアへ変更する提案も、カバー工法であれば、比較的手軽にできる断熱リフォームとして有効です。特に玄関ホールが廊下、階段室とつながっており、居室と浴室など水回りが廊下を通る間取りの場合では、より効果が出やすく、ヒートショック防止にもつながります。ただし、これらの開口部リフォームは、ある程度閉鎖された区画ごとに行わなければ効果が得にくいので、施工が一番気になる区画など、優先順位をつけながら施工箇所を検討することが重要です。

## 5. 躯体断熱リフォーム

住宅の外皮の一番の弱点である開口部を内窓設置などで対応して、効果が十分でなければ、躯体の断熱性能の向上を検討します。暑さ対策を考えた場合、まずは天井もしくは屋根の断熱性能が重要となります。天井断熱の場合であれば、繊維系断熱材の敷き込みや、現場発泡系断熱材や吹き込み用繊維系断熱材の吹き込み工法が採用できます。既存の断熱材に不具合（雨漏りによる湿潤など）がなければ、その上から施工すればよいのですが、留意点としては既存の施工精度が悪い点（隙間など）を解消することと、外壁との取り合い部

分の気流止めをしっかりと行うことです。気流止めによって、各区画の密閉性を高めることで断熱効果の高まりが期待できます。費用面でいうと、施工に際して天井や壁などを壊さずに作業できるのが大きなポイントになるので、既存状況によって可能な限り非破壊で施工できる適切な工法を選択すること、その選択理由を施主に対して明確に提示することが重要となってきます。参考として、内装側から単純に高性能グラスウール16K厚155mmを追加した試算例が図表-13になります。約110万円のうち断熱に係る工事費は15万円程度となっていますので、屋根裏から断熱層を追加する場合は、こちらの費用に施工効率が悪くなることによる割増や必要であれば気流止めの施工費が加算される程度となります。

既存が屋根断熱の場合、内外どちらからにしても、仕上げ材および下地材の撤去が生じますので、屋根の葺き替えを希望されている施主に対して、外張りによる断熱層の追加が現実的な提案となるのではないのでしょうか。

床の断熱リフォームについても、室内側から行う場合は、床仕上げ材、下地合板の撤去が必要となるため、内装床のやり替えの際に追加で提案するのが現実的でしょう。試算例が図表-14となります。

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	石膏ボード撤去	手間	50.0	m <sup>2</sup>	1,360	68,000
野縁組撤去	木製野縁	手間	50.0	m <sup>2</sup>	810	40,500
1.小計					108,500	
<b>2.天井工事</b>						
新規野縁組	天井野縁組(吊木共)	材工共	50.0	m <sup>2</sup>	10,500	525,000
天井断熱工事	高性能グラスウール断熱材16K 厚155mm	材工共	50.0	m <sup>2</sup>	2,410	120,500
天井石膏ボード張り	厚9.5mm 準不燃 縦目処理	材工共	50.0	m <sup>2</sup>	2,300	115,000
天井クロス張り	ビニル壁紙(量産品) 下地調整とも	材工共	50.0	m <sup>2</sup>	1,200	60,000
2.小計					820,500	
合計					929,000	
諸経費	20%				185,000	
<b>総計</b>					<b>1,114,000</b>	
<b>断熱工事に係る費用</b>						
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	50.0	m <sup>2</sup>	2,410	120,500
諸経費	20%				23,500	
<b>合計</b>					<b>144,000</b>	

図表-13: 天井の断熱リフォーム試算例



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	50.0	m	570	28,500
既存フローリング撤去	厚12~15mm程度	手間	40.0	m <sup>2</sup>	1,740	69,600
既存クッションフロア撤去	トイレ・洗面室	手間	8.0	m <sup>2</sup>	1,100	8,800
下地合板撤去		手間	40.0	m <sup>2</sup>	650	26,000
1. 小計						132,900
<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	40.0	m <sup>2</sup>	4,240	169,600
床下地張り	針葉樹構造用合板 厚12mm	材料費	40.0	m <sup>2</sup>	1,600	64,000
カ		手間	40.0	m <sup>2</sup>	1,130	45,200
複合フローリング	単板張り 厚12×幅303×長1818mm	材料費	40.0	m <sup>2</sup>	4,900	196,000
カ	張り	手間	40.0	m <sup>2</sup>	2,210	88,400
クッションフロア	厚1.8mm 一般工法	材工共	8.0	m <sup>2</sup>	2,740	21,920
木製幅木取付け	米ツガ無節 幅60mm	材工共	5.0	m	1,050	52,500
2. 小計						637,620
合計						770,520
諸経費	20%					153,480
<b>総計</b>						<b>924,000</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	40.0	m <sup>2</sup>	4,240	169,600
諸経費	20%					33,400
<b>合計</b>						<b>203,000</b>

図表-14: 床の断熱リフォーム試算例

しかし、床全面が施工対象となる場合が少なく、下地合板および既存断熱材の撤去が必要などの点から考えると、床下からの全面施工の方がより効果が期待できるでしょう。築30年前後となると、布基礎の場合も相当数あるので、防湿層の確認もしくは施工も併せて行いたいところです。

外壁については、非破壊で行うことは無理なので、内外いずれかの改装工事に合わせて行いたいところですが、中でも外装やり替えの際に外張りの断熱層を追加するのが屋根と同様現実的な方法といえるでしょう。既存の窓業系サイディングをやり替える際に断熱層を追加した試算

外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>						
既存外装材撤去		手間	130.0	m <sup>2</sup>	2,060	267,800
1. 小計						267,800
<b>2. 外壁工事</b>						
透湿防水シート		材工共	130.0	m <sup>2</sup>	480	62,400
胴縁張り	厚45×幅45mm @455mm	材工共	130.0	m <sup>2</sup>	2,650	344,500
断熱工事	フェノールフォーム断熱材 厚45mm	材工共	130.0	m <sup>2</sup>	3,810	495,300
窓業系サイディング	塗装品 普及グレード	材料費	130.0	m <sup>2</sup>	5,110	664,300
上記サイディング張り		手間	130.0	m <sup>2</sup>	3,200	416,000
シーリング	変成シリコン系	材工共	300.0	m	1,080	324,000
2. 小計						2,306,500
合計						2,574,300
諸経費	15%					385,700
<b>総計</b>						<b>2,960,000</b>
<b>断熱工事に係る費用</b>						
名称	規格・仕様	数量	単位	単価	金額	
断熱工事	フェノールフォーム断熱材 厚45mm	材工共	130.0	m <sup>2</sup>	3,810	495,300
諸経費	15%					73,700
<b>合計</b>						<b>569,000</b>

図表-15: 外壁の断熱リフォーム試算例

■天井

材料	厚さ d mm	熱伝導率 λ [W/(m・K)]	熱抵抗 R (= d/λ) [㎡・K/W]
外気側の表面熱抵抗 (小屋裏) R <sub>o</sub>			0.090
グラスウール断熱材HG16-38	155.0	0.038	4.078
せっこうボード	9.5	0.221	0.043
室内側の表面熱抵抗 R <sub>i</sub>			0.090
R <sub>t</sub> =			4.301
熱貫流率 U = 1/R <sub>t</sub> =			<b>0.23</b>

■外壁 (柱・間柱間に断熱)

材料	厚さ d mm	熱伝導率 λ [W/(m・K)]	熱抵抗 R (= d/λ) [㎡・K/W]			
			断熱部	断熱部+熱橋部	熱橋部	
外気側の表面熱抵抗 (外気) R <sub>o</sub>			0.040	0.040	0.040	0.040
フェノールフォーム断熱材	45.0	0.022	2.045	—	2.045	—
天然木材	45.0	0.120	—	0.375	0.375	0.375
合板	12.0	0.160	0.075	0.075	0.075	0.075
グラスウール断熱材HG10-50	60.0	0.050	1.200	1.200	—	—
天然木材	60.0	0.120	—	—	0.500	0.500
せっこうボード	12.5	0.221	0.057	0.057	0.057	0.057
室内側の表面熱抵抗 R <sub>i</sub>			0.110	0.110	0.110	0.110
R <sub>t</sub> =			3.527	1.857	3.202	1.157
U = 1/R <sub>t</sub> =			0.284	0.539	0.312	0.864
面積比を考慮した熱貫流率U=			<b>0.37</b>			

■床 (根太間に断熱)

材料	厚さ d mm	熱伝導率 λ [W/(m・K)]	熱抵抗 R (= d/λ) [㎡・K/W]	
			断熱部	熱橋部
室内側の表面熱抵抗 R <sub>i</sub>			0.150	0.150
合板	12.0	0.160	0.075	0.075
スチレンフォーム断熱材3種	75.0	0.028	2.678	—
木材	50.0	0.120	—	0.417
外気側の表面熱抵抗 (床下) R <sub>o</sub>			0.150	0.150
R <sub>t</sub> =			3.053	0.792
U = 1/R <sub>t</sub> =			0.328	1.263
面積比を考慮した熱貫流率U=			<b>0.51</b>	

図表-16: リフォーム後の熱貫流率

例が図表-15となります。内訳を見ると、60万円ほど加算することで、外壁の断熱強化を図ることができています。

これらの試算例に示した断熱改修による各部位の熱貫流率の計算結果を図表-16に示しました。

改修による温熱環境の改善度合いを計画段階で指し示すことは難しく、施工後であっても温熱感覚の違いなどもあり明確に示すことは難しいところですが、こういった数値を客観的なものとして提示することが有用となるのではない

でしょうか。

## 6. 部分断熱リフォームの薦め方

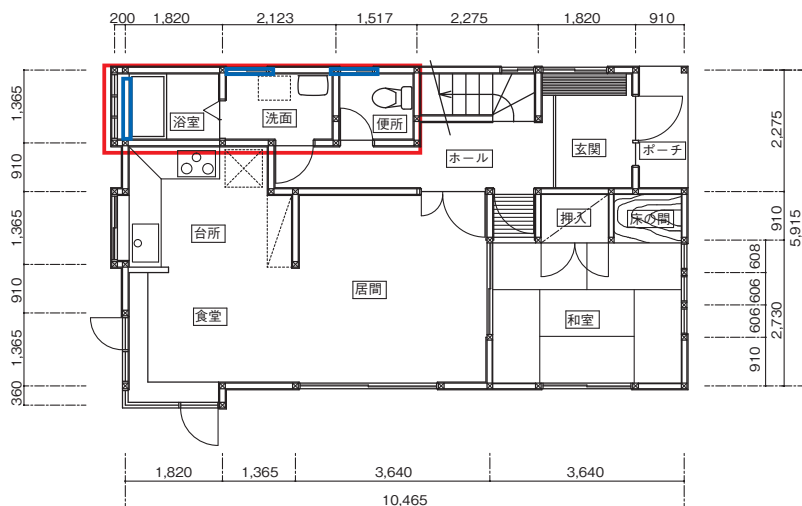
ここまで、部位別に断熱リフォームについて述べてきましたが、もう一度、現在のリフォーム市場を見ながら、部分断熱リフォームについて考えたいと思います。

住宅市場動向調査の設問「リフォームの内容」(図表-3)では、「住宅外の改善・変更」が最も多くなっています。おそらくは屋根、外壁の塗

り替えなどのメンテナンスリフォームが多数を占めるのですが、高経年住宅であれば一定数の張替え需要も見込まれます。その際に前段で述べたように、外張り断熱によるリフォームを提案してはどうでしょうか。

同設問で、次に多いのが「住宅内の設備の改善・変更」(図表-7)で、その内のほとんどが「台所・便所・浴室等の設備を改善した」となっています。こちらも、その多くが単純な設備のリプレースメントのみと思われそうですが、ここでは浴室のリフォームについて着目したいと思います。浴室のリフォームとして考えられるのは、高経年であれば、在来浴室からシステムバスへの変更、そのほかにはシステムバスからシステムバスへの変更が考えられます。いずれにせよ既存の内装の撤去が生じます。既存住宅では、浴室土間部の断熱措置が不十分なことが多いため、既存撤去後に新たに土間床および基礎壁部四周に断熱材を設置し、同時に土台と基礎の取り合い部からの漏気等がないよう気流止めを施工することが望ましいでしょう。外壁に面した壁面も、下地が撤去されますので、既存の状況

を確認した上で、必要であれば断熱材を追加設置します。さらに、浴室の配置が、玄関ドアからつながる廊下に面している場合は、内部間仕切り側にも断熱材を増設し、浴室を一つの断熱区画として独立することも検討しても良いでしょう。次に考えたいのが、浴室に隣接する脱衣(洗面)室です。浴室の改修に合わせて行うことで、多少の費用の低減にもつながります。また、トイレも隣接しているようであれば、一つの区画としてとらえて改修対象に加えても良いでしょう。図表-17に、部分断熱リフォームの例として、本誌の「見積りの算出例(203頁〜)」のモデル住宅の改修計画を示しました。図表中の赤枠部分の設備を入れ替える際に、内装部分の改修と共に断熱区画化することとして、断熱材を追加、さらに内窓(青枠部)も設置する計画としています。図表-18がその試算例となっています。総額で約240万円となり、そのうちの断熱改修にかかる費用(断熱材設置に伴う内装の撤去・復旧費用を含む:図表中の○を付した部分)は約45万円(諸経費を含む)となっています。こういった断熱改修にかかる加算額を高いと捉え



図表-17: 部分断熱リフォーム計画例

部分断熱リフォーム

名称	規格・仕様	数量	単位	単価	金額
<b>1. 解体工事</b>					
浴槽解体・撤去	据置型	手間	1.0	カ所	8,000
既存床・壁はつり	既存床・壁：タイル	〃	1.0	式	34,000
間仕切り壁撤去	〃	〃	1.0	〃	10,700
ガス給湯器撤去	〃	〃	1.0	台	11,700
洗面化粧台解体・撤去	幅750mm以下 上・下共	〃	1.0	〃	7,700
洗濯機パン解体・撤去	〃	〃	1.0	式	3,300
洋風便器解体・撤去	〃	〃	1.0	〃	12,000
クッションフロア撤去	仕上げ材のみ	〃	5.0	㎡	1,100
床下地合板撤去	合板、ボード類	〃	5.0	〃	650
幅木撤去	ビニル幅木 厚2×幅60~100mm程度	〃	10.5	m	230
壁・天井クロス剥離	簡易剥離	〃	26.1	㎡	130
石こうボード撤去	壁	〃	21.2	〃	1,090
〃	天井	〃	5.0	〃	1,360
1. 小計					131,745
<b>2. 浴室床コンクリート工事</b>					
コンクリート土間打設	システムバス床下 ワイヤメッシュ入り	材工共	1.0	式	29,300
2. 小計					29,300
<b>3. 断熱補強工事</b>					
断熱補強工事 天井	高性能グラスウール16K 厚155mm	材工共	5.0	㎡	2,410
断熱補強工事 壁	高性能グラスウール16K 厚105mm	〃	21.2	〃	1,880
断熱補強工事 床	押出法が リスフレフォームL3種bA 厚75mm	〃	5.0	〃	3,100
3. 小計					67,177
<b>4. 内装復旧工事</b>					
浴室入口ドア枠	三方枠造作	材工共	1.0	式	32,400
壁・間仕切り工事	補修工事等	〃	1.0	〃	18,800
天井石こうボード張り	準不燃 厚9.5mm	材工共	5.0	㎡	2,300
壁石こうボード張り	不燃 厚12.6mm	〃	21.2	〃	2,350
下地処理	シーラー塗り	手間	26.1	〃	230
壁・天井クロス貼り	普及品 無地系	材工共	26.1	〃	970
床下地合板張り	針葉樹構造用合板 厚12mm	〃	5.0	〃	2,730
クッションフロア	厚1.8mm 一般工法	材工共	5.0	〃	2,740
幅木設置	ビニル幅木 厚2×幅100mm程度	〃	10.5	m	450
4. 小計					175,654
<b>5. 内窓設置工事</b>					
内窓 樹脂サッシ	幅740×高900mm Low-E複層ガラス	材工共	2.0	カ所	32,000
浴室内窓 樹脂サッシ	幅1650×高700mm Low-E複層ガラス	〃	1.0	〃	44,100
5. 小計					108,100
<b>6. 設備機器</b>					
システムバス	1216サイズ 浴槽：FRP	材工共	1.0	組	704,000
ガス給湯器 リモコン共	エコジョーズ 屋外壁掛式 オート24号	〃	1.0	台	250,600
洗面化粧台	幅750mm 洗面ボウル：陶器 シングルレバ	〃	1.0	〃	139,400
タオル掛け	1段式 ステンレス製	〃	1.0	個	5,000
洗濯機パン	640×640mm トラップ共	〃	1.0	台	23,490
洗濯機用水栓	緊急止水弁付横水栓	〃	1.0	個	9,000
洋風便器	タンク式 温水洗浄便座 手洗有	〃	1.0	組	157,400
紙巻器	棚付2連	〃	1.0	個	5,880
タオル掛け	タオルリング ステンレス製	〃	1.0	〃	3,670
6. 小計					1,298,440
<b>7. 電気・給排水給湯工事</b>					
電気工事	配線替え	手間	3.0	式	26,700
給水管切回し	VP管 13A 5m程度	材工共	4.0	〃	13,000
給湯管切回し	被覆銅管 15A 5m程度	〃	2.0	〃	20,700
排水管切回し	VP管 50A 5m程度	〃	4.0	〃	16,400
追焚き配管	架橋ポリエチレン管13A 5m程度	〃	1.0	〃	21,800
暖房通工事	追焚き配管用	〃	1.0	〃	12,000
7. 小計					272,900
合計					2,083,316
諸経費	15%				311,684
<b>総計</b>					<b>2,395,000</b>

※処分費は別途。

図表-18：部分断熱リフォーム試算例

るか、安いと捉えるかは施主の判断となりますので、本稿で示したように、パターン別の断熱リフォームの追加額は把握しておきたいところです。

また、高断熱化による室温の上昇もしくは空間温度の均一化によって、以下に示す健康改善につながる知見が、国土交通省のスマートウェルネス住宅等推進事業による「住宅の断熱化と居住者の健康への影響に関する調査」などで発表されています。

- ・血圧上昇・変化の抑制
- ・心電図異常やコレステロール値などの健康診断数値の改善
- ・過活動膀胱（夜間頻尿など）の抑制
- ・ヒートショックの防止にもかわる入浴習慣の改善
- ・各種疾病の改善・通院割合の低下
- ・居住者の活動量の増加
- ・介護必要期間の短縮（健康寿命の延長）など

部分断熱リフォームにおいては、局所的な対応となる場合も、可能な限り室間の温度ムラを解消するように心がけたいところです。その最たるものと言えば、ヒートショックが挙げられます。暖房で暖められたリビングから、寒い廊下を通して、同様に寒い脱衣室、浴室を経て、

熱い浴槽に入ることによって起きる血圧の乱高下がヒートショックの原因です。ヒートショック予防の観点から考えると、廊下などの断熱も検討したいのですが、熱の流出入が大きい玄関部、さらに階段室とつながっている場合が多いため、区画としては大きく、必然的に改修費用も高くなってしまいます。断熱玄関ドアへの改修する方法も有効ですが、部分断熱リフォームを計画する際には、費用対効果を考えながら、「どこまでやる」か、言い換えれば「どこで止める」かを見極めることが重要となってきます。

## 7. リフォームにおける再生可能エネルギー

2021年8月に国土交通省・経済産業省・環境省が連携して示した「脱炭素社会に向けた住宅・建築物における省エネ対策等のあり方・進め方」では、2030年時点で、新築住宅の6割に太陽光発電システムが設置されていることを目標に掲げられています。それに先じる形で、東京都では新築の建築物への義務化方針も示されています。

そのような動きを受けて、初期費用を掛けずに太陽光発電システムを設置できるリース、PPA（Power Purchase Agreement：電力販売契約）と

	自己所有	リース	PPA
メリット	① 災害時には非常用電源として使える		
	② 発電した電力を自家消費できる		発電した電気を自家消費できる（但し設定された料金で購入する）
	③ 余剰電力を販売することができる		
	④ 初期費用0円で太陽光発電システムが設置できる		
	⑤ 契約期間満了後は太陽光発電システムが無償譲渡される		
	⑥ 契約期間中は、メンテナンスコストがかからない（発電事業者が払う）		
デメリット	① 初期費用が掛かる		
	② メンテナンスは自己責任で行う必要がある	発電量に関わらず、月々定額のリース料金がかかる	発電した電気を自家消費した分だけ、料金として支払う必要がある
	③	電気の使用量によっては経済メリットが少ない場合がある	売電収入が得られない（発電事業者が回収する）
	④	リース料金は固定だが、発電量が変わるため、月々の収支額で見ると変動がある	設置条件が厳しい

図表-19：太陽光発電システム設置サービスの比較

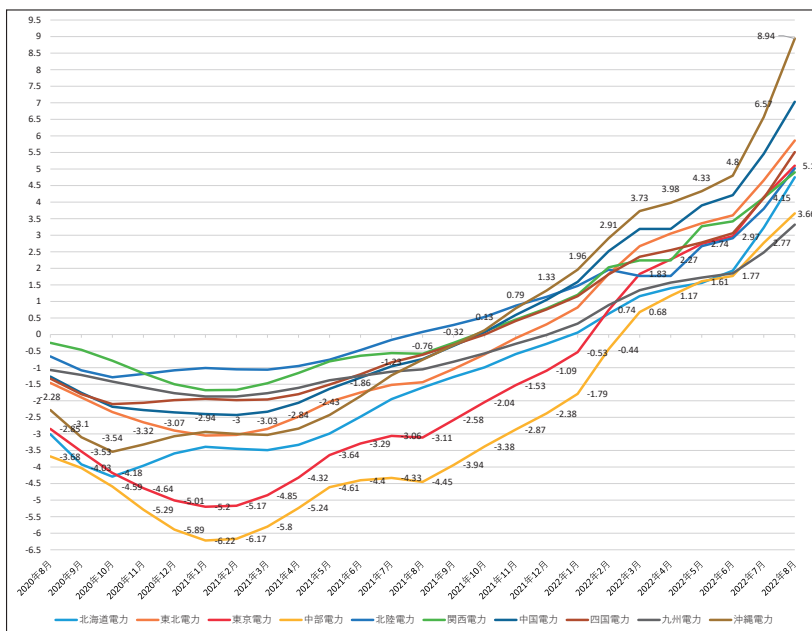
いったサービスが注目を集めています。各サービスの特徴を図表-19に簡単にまとめました（詳細は契約内容によって異なります）。

固定価格買取制度（FIT法）による買取価格が下落した現在では、太陽光発電システムの費用対効果については議論のあるところではありませんが、石炭、石油、液化天然ガス価格の先行きが不透明な中、エネルギーコストが高騰している状況（図表-20）から考えても、太陽光発電を導入し、自家消費率を高めることは有効な省エネ対策であると考えられます。そういった点から、ここでは、既存住宅に新たに太陽光発電を導入する際の注意点を確認したいと思います。

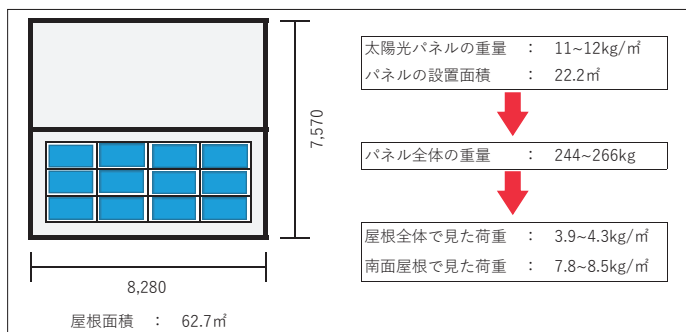
まず一点目は施工に関してです。太陽光パネルを新たに設置するためには、既存屋根に新たに固定金具を設置しなければなりません。化粧スレートの場合、基本的にはビスで設置することになりますので、屋根に穴をあけることとな

ります。ビス穴の防水処理をシール材などで確実に行うことが重要となります。既存屋根が金属屋根であれば、穴をあけずに施工できる掴み金具などを採用します。

次に、太陽光パネル分の新たな荷重がかかるという点です。図表-21に30坪程度の住宅の屋根に容量4.5kWの太陽光パネルを設置した際の重量についてまとめました。総重量としては約250kgの荷重が加算されることとなります。面積当たりの重量でいうと、屋根全体を基準とした場合で、4kg/m<sup>2</sup>、設置する屋根面（南）を基準とした場合で約8kg/m<sup>2</sup>となっています。単独の重量で見た場合は、それほど大きなものではないのですが、既存の屋根材の重量と、新築時の耐震設計をどのように行っていたかによっては慎重に対応すべきではないでしょうか。例えば、既存屋根材が、化粧スレートで、壁量計算を「軽い屋根」で行っていた場合を考えてみ



図表-20: 燃料費調整単価（低圧）の推移



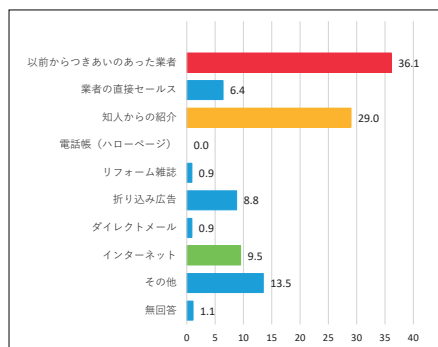
図表-21：太陽光パネル設置による荷重増加

ます。化粧スレートの重量は商品によりますが、約20~30kg/㎡になります。そこに太陽光パネルを載せると、約25~35kg+架台の重量となり、壁量計算で「重い屋根」とされる瓦葺き屋根（葺き方によりますが約45~60kg）に近くなってきます。そうなってくると新築時の設計によっては、耐震性に不安が生じてきます。さらに、太陽光パネルの多くは南面に設置され、南面は窓が多く配置されているため壁量が少ないことを考えると、偏心が大きくなることも懸念されます。以上のことから、経年による劣化等も考慮して耐震診断を行うことが必要なのではないでしょうか。また、そもそもの構造が太陽光パネルの設置基準を満たしているかも、事前に十分な調査をするなど、慎重な対応が求められます。

見た提案ではなく、その先を据えた提案を心がけていただきたいという点です。住宅市場動向調査の中で、施工業者の情報収集方法については、「以前からつきあいのあった業者」が1位（36.1%）、「知人からの紹介」が2位（29.0%）と、チラシやインターネットなどを大きく引きはなす結果となっています（図表-22）。つまりは、施主や地域からの信頼を得ている事業者が、継続的かつ安定的な受注を得ることができるといことです。対象となる住宅のライフサイクル全体と、住まれる家族の要望や予想されるライフスタイルの変化などを踏まえ、かつコストパフォーマンスの高い提案を行うことこそが、信頼獲得の一助となるのではないのでしょうか。

## 8. おわりに

ここまで、リフォーム市場の現状から見た省エネリフォームの薦め方や既存住宅への太陽光発電システム設置にかかる懸念点について述べてまいりました。最後に付け加えておきたいことは、今回紹介した高効率設備への交換（リプレイスメント）リフォーム、内窓設置などの部位別断熱リフォーム、断熱区画を考慮した部分断熱リフォーム、太陽光発電システム設置リフォームのいずれにおいても、依頼のあったその時だけを



図表-22：施工者に関する情報収集方法