

カーボンニュートラル 建築実現のために

開口部建材によるカーボンニュートラル住宅の提案



建物運用時におけるカーボンニュートラル検討会
塩ビ工業・環境協会

目次

1. カーボンニュートラル建築の必要性

2. カーボンニュートラル住宅の提案

- ① 「へらす」ための工夫
(負荷を減らす、効率的につかう)
- ② 「つくる」ための工夫
(再生可能エネルギー活用)
- ③ 「つかう」ための工夫
(使い方を工夫する、無駄使いをなくす)
- ④ 「ためる・くばる」ための工夫
(レジリエンス向上)

3. カーボンニュートラル住宅のメリット

- ① 「省エネルギー・脱炭素化で光熱費削減」
- ② 「室内環境が向上し、健康度アップ」

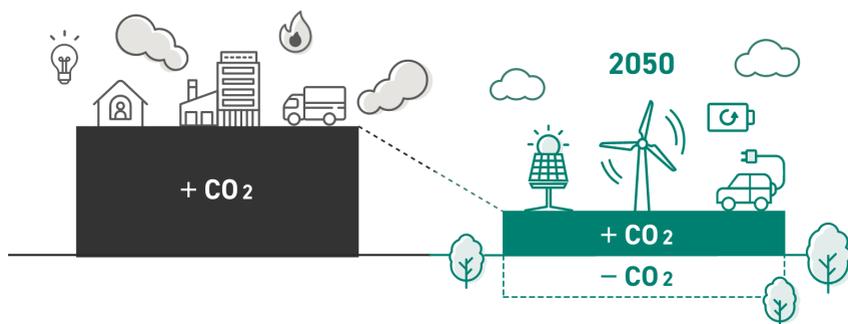


1. カーボンニュートラル建築の必要性

1.1 はじめに

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カーボンニュートラルを目指すことが求められています。温室効果ガスの排出を全体としてゼロにするためには、二酸化炭素をはじめとする温室効果ガスの排出量から、植林・森林管理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必要があります。

カーボンニュートラル実現のためには、温室効果ガスの排出量の削減と吸収作用の保全及び更なる強化を行う必要があります。



出典：環境省ホームページ

1.2 カーボンニュートラルのための重点対策

地域脱炭素ロードマップ（国・地方脱炭素実現会議、2021年3月）に示されている脱炭素の基盤となる8つの重点対策を以下にあげます。このうち下線に示す3つの重点対策は、直接建築に関わる対策であり、カーボンニュートラル建築の必要性が分かります。

- ① 屋根置きなど自家消費型の太陽光発電
- ② 地域共生・地域裨益型（ひえきがた）再エネの立地
- ③ 公共施設や業務ビル等における徹底した省エネと再エネ電気調達と更新や改修時のZEB化誘導
- ④ 住宅・建築物の省エネ性能等の向上
- ⑤ ゼロカーボン・ドライブ（再エネ×EV/PHEV/FCV）
- ⑥ 資源循環の高度化を通じた循環経済への移行
- ⑦ コンパクト・プラス・ネットワーク等による脱炭素型まちづくり
- ⑧ 食料・農林水産業の生産力向上と持続性の両立



2. カーボンニュートラル住宅の提案

カーボンニュートラル住宅は、以下に示すステップの工夫を活用することで実現します。

- ① 「へらす」ための工夫（負荷を減らす、効率的につかう）
- ② 「つくる」ための工夫（再生可能エネルギーの活用）
- ③ 「つかう」ための工夫（エネルギーを上手に使う）
- ④ 「ためる」ための工夫（レジリエンス向上）



カーボンニュートラル住宅実現の工夫は、主に以下のような手法になります。

① 「へらす」ための工夫

- 高断熱外皮（高断熱窓、高断熱外壁）
- 高効率機器（照明、エアコン、換気設備、給湯機）
- 自然換気、昼光利用

② 「つくる」ための工夫

- 太陽光発電
- 太陽熱利用

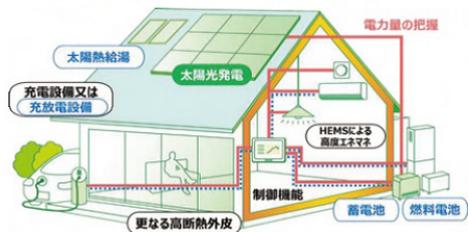
③ 「つかう」ための工夫

- 省エネ行動
- エネルギーの見える化
- 自動制御

④ 「ためる」ための工夫（レジリエンス向上）

- 蓄電池・燃料電池
- 貯湯設備

住宅単体で自家消費を拡大させたモデル(次世代ZEH+)



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 (SII)

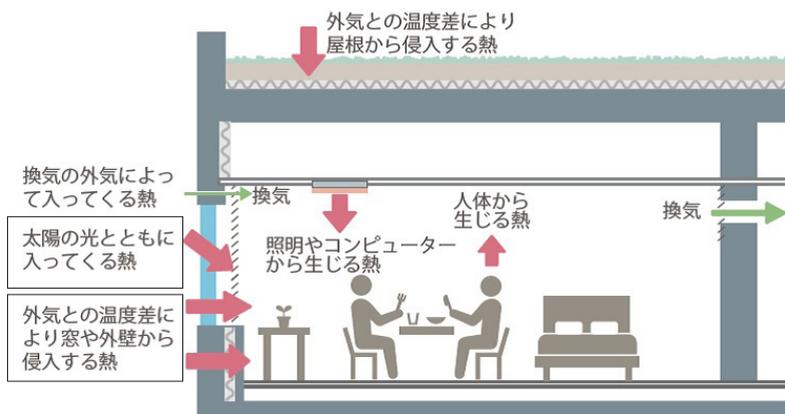
○ … 3要素のうち2要素以上を採用(ZEH+の要件)

○ … 4要素のうち1要素以上を採用(次世代ZEH+の要件)

2. カーボンニュートラル住宅の提案

①「へらす」ための工夫(負荷を減らす)

開口部からの熱の侵入を樹脂窓（樹脂サッシ+三層複層ガラスなど）などの断熱性の高い窓で抑制します。また、夏期に窓から侵入する日射を、オーニング、シャッター、ブラインドなどで遮蔽して冷房負荷を減らします。



暖冷房負荷のイメージ



樹脂窓



窓シャッター



オーニング



ブラインド



可動ルーバー



外ブラインド

出典：各社カタログ他

「樹脂窓とは」

樹脂窓とは、サッシ部分の材質が断熱性能の高い樹脂製の窓です。通常、ガラスを断熱性能の高い、二層複層ガラスや三層複層ガラスにして、断熱性能を向上させて熱の出入りを抑えています。

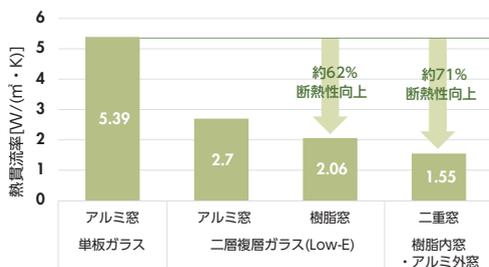
サッシ部分をアルミと樹脂の複合で構成したアルミ樹脂複合窓もあります。既存の窓の内側に樹脂窓の内窓を設置して、二重窓として断熱性を高める方法もあります。単板ガラスのアルミ窓に比べて、樹脂窓は熱貫流率が約 62%、二重窓は約 71% 小さく、断熱性能が非常に高くなります。



樹脂窓の断面

アルミ樹脂複合窓の断面

出典：YKK AP



注) 全て明色ブラインド設置の場合

窓の熱貫流率の比較

出典) 平成 28 年省エネルギー基準に準拠したエネルギー消費性能の評価に関する技術情報 (建築研究所) を基に NSRI 試算

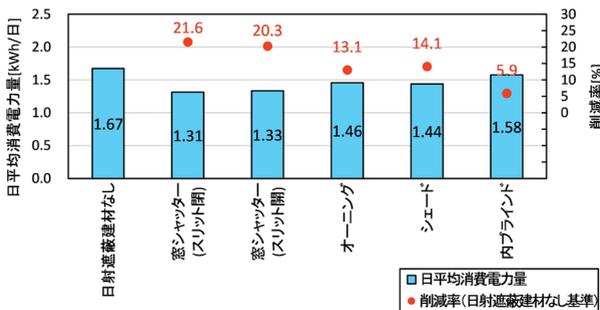
2. カーボンニュートラル住宅の提案

①「へらす」ための工夫(負荷を減らす)

「開口部日射遮蔽建材による省エネ効果」

オーニング、シェード、ブラインド、窓シャッターなど、窓などの開口部からの日射を遮蔽する対策によって、夏期の日射による熱の侵入を抑えて、冷房の省エネを図ることができます。

日射遮蔽建材なしの場合に比べて、窓シャッターでは20%以上の冷房消費電力削減効果、シェードでは約14%、オーニングでは約13%の削減効果が期待できます。



日射遮蔽建材による冷房消費電力量削減効果

出典：フィールド実験棟における開口部まわりの遮熱・断熱技術に関する研究 (日本建築学会大会, 2021年)



オーニング



シェード

フィールド実験等での日射遮蔽建材の効果検証の状況

出典：フィールド実験棟における開口部まわりの遮熱・断熱技術に関する研究 (日本建築学会大会, 2021年)

① 「へらす」ための工夫（効率的に使う）

効率の高い設備機器の採用によって、エネルギーを効率的に使うことで省エネルギーが可能です。代表的な高効率機器として、LED 照明、高効率エアコン、高効率給湯機、全熱交換換気装置などがあります。また、湯の使用量を減らす器具として節水型水栓などもあります。



LED 照明



高効率空調機



高効率給湯機



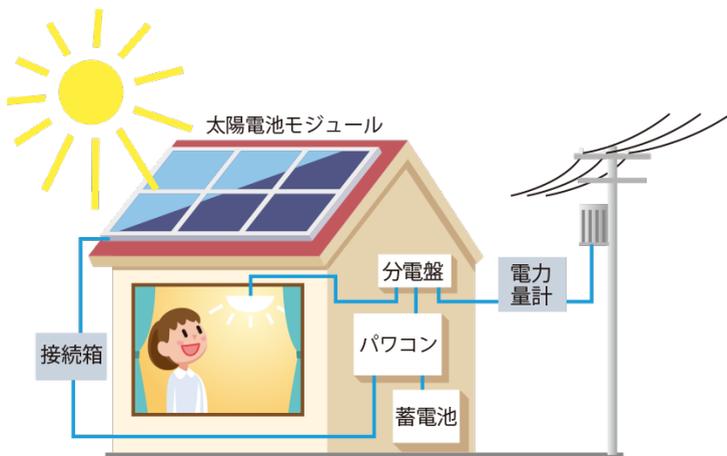
節水型水栓

出典：各社カタログ他

2. カーボンニュートラル住宅の提案

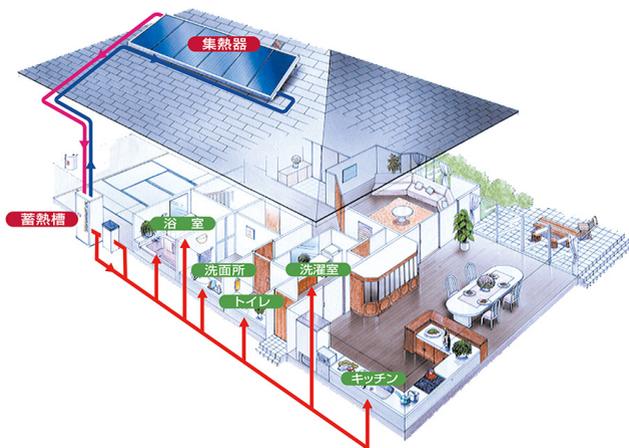
②「つくる」ための工夫(再生可能エネルギー活用)

太陽光発電設備、太陽熱給湯設備などで再生可能エネルギーを活用し、エネルギーを創出します。



太陽光発電設備

出典：太陽光発電協会 HP



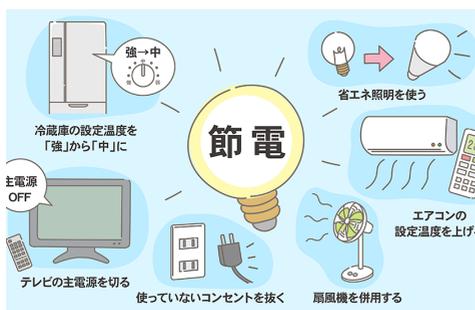
太陽熱給湯設備

出典：ソーラーシステム振興協会

③ 「つかう」ための工夫（エネルギーを上手に使う）

居住者が、省エネとなる行動やライフスタイルを実施して、エネルギーを無駄なく上手に使用することも大切です。また、エネルギーの使用状況を HEMS などを利用して、エネルギーの見える化を行い、無駄なエネルギー消費がないかを確認します。

照明の人感センサー制御、エアコンのタイマー設定、シャッターやブラインドなどのタイマー制御などの自動制御を活用し、エネルギーの無駄な消費をなくします。

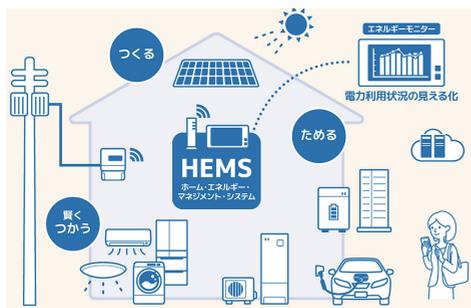


省エネ行動の例

出典：政府広告オンライン



照明人感センサー制御の例



エネルギーの見える化「HEMS」

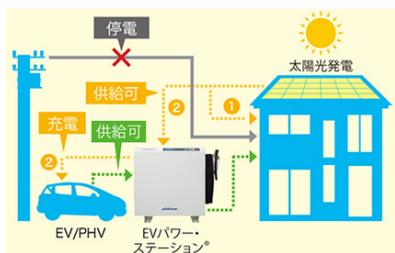
2. カーボンニュートラル住宅の提案

④「ためる」ための工夫(レジリエンス向上)

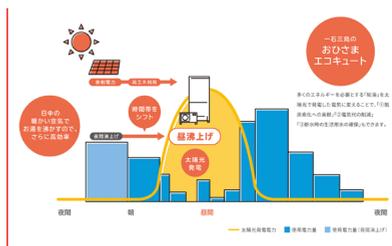
蓄電池や貯湯槽など、エネルギーをためる設備を設置して、必要な時に使用することによって、脱炭素および非常時のレジリエンス向上を図ることができます。

太陽光で発電した余剰電力を蓄電池やEVに充電して、停電時などに住宅に電力供給するシステムによって、レジリエンス向上を図ることが出来ます。

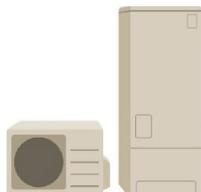
ヒートポンプ給湯機などの貯湯式給湯機で、太陽光で発電した余剰電力を利用して、主に昼間にお湯を沸かします。夜間にお湯を沸かす場合と比較して、昼間の暖かい空気でお湯を沸かすため効率が向上します。また、お湯を沸かしてから使用するまでの時間が短くなるため、タンクからの放熱ロスが少なく、約6～9%省エネ効果が期待できます。更に、断水時はトイレ用などの非常用水として利用ができ、レジリエンス向上にもなります。



蓄電池やEV(PEV)による
停電時の電力供給のイメージ
出典：PVソーラーハウス協会



ヒートポンプ給湯機による
昼湯上げのイメージ
出典：東京電力エネルギーパートナーホームページ



【取り出せる非常用水の量】
**2～3日分の生活用水を
常時確保(4人家族を想定)**

貯湯ユニット
370Lの場合 **ポリタンク
約18個分**

※20Lのポリタンクを使用した場合。



取り出し手順を
貯湯ユニットに記載

ホースが無い場合にも
直接バケツに取り出せる

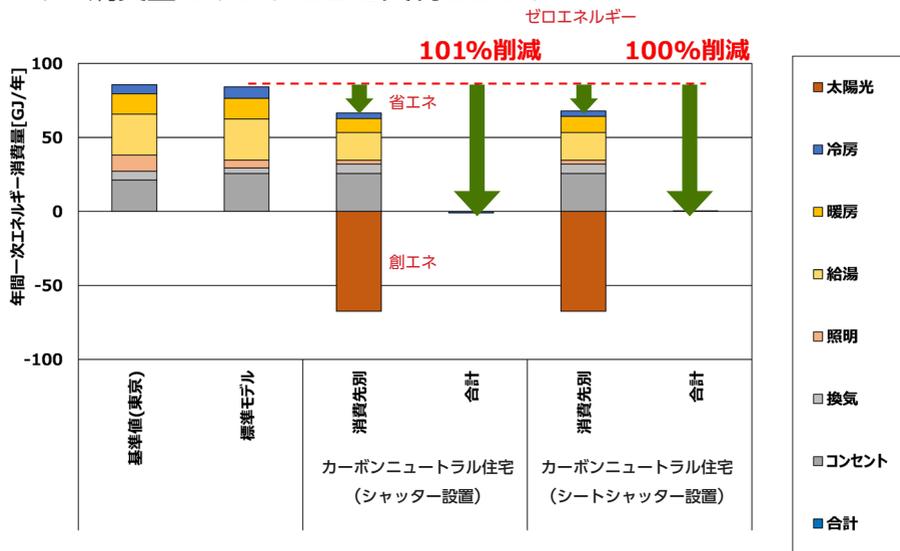
出典：パナソニック株式会社

ヒートポンプ給湯機での災害対策のイメージ
出典：PVソーラーハウス協会

3. カーボンニュートラル住宅のメリット

① 「省エネルギー・脱炭素化で光熱費削減」

カーボンニュートラル住宅は、省エネルギーと創エネルギーで、エネルギー消費量のネットゼロを実現します。



カーボンニュートラル住宅のエネルギー消費量の計算結果

計算条件：建物モデルは自立循環型住宅の研究による一般住宅モデル（4LDK、延床面積 120㎡）を用い、計算プログラム BEST-H（住宅環境設計ツール）で、東京におけるエネルギー消費量を算出した。

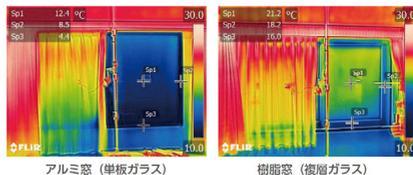
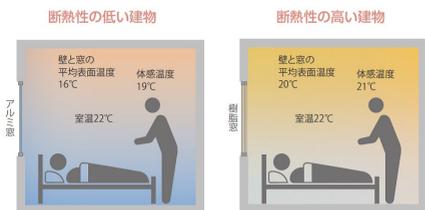
	省エネ手法
建築	樹脂サッシ、三層複層ガラス、シャッター 外壁・屋根の断熱強化（断熱厚 100mm）
空調	高効率エアコン
照明	LED 照明、照明制御
換気	全熱交換器、高効率ファン
給湯	高効率給湯機、節湯水栓
創エネ	太陽光発電（7kW）

カーボンニュートラル住宅の省エネ手法の例

3. カーボンニュートラル住宅のメリット

②「室内環境が向上し、健康度アップ」

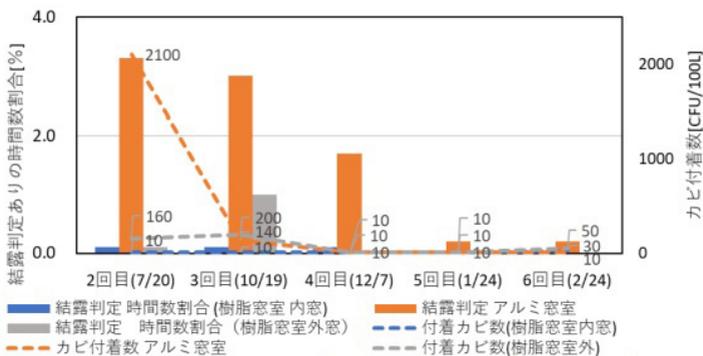
断熱性能の高い複層ガラスの樹脂窓を採用することによって、冬期は窓の表面温度の低下を抑え、夏期は窓の表面温度の上昇を抑えることができ、窓からの放射を改善できます。更に、冬期に窓の表面温度の低下を抑え、高い温度を保つことにより、カビなどの原因となる窓表面の結露を抑えることもできます。



断熱強化による室内環境向上

窓の断熱強化による冬期の表面温度の違い

出典: ZEB 実現のために(塩ビ工業・環境協会)



窓の断熱強化による冬期の表面温度の違い

出典: 2023 年度空気調和・衛生工学会大会論文

開口部建材によるカーボンニュートラル住宅のメリット

本書で紹介したカーボンニュートラル住宅を実現するために有効となる樹脂窓や開口部日射遮蔽建材などの導入には、以下のメリットがあります。

- 開口部の断熱性能の向上により、暖冷房エネルギー消費量が削減されます。
- 冬期は、冷たい外気による窓の表面温度低下が少ないので、コールドドラフトで足元が寒くなったり、不快な冷放射を感じる事が少なくなります。また、窓部分の結露が抑制され、カビの発生が抑制されます。
- 夏期は、日射による窓の表面温度の大きな上昇が生じないため、室内の温熱環境が快適に維持されます。

建物運用時におけるカーボンニュートラル検討会の体制

委員長	秋元孝之（芝浦工業大学 建築学部長・教授）
委員等	横山計三（芝浦工業大学・特任教授）、 久保 隆太郎（ものづくり大学・准教授） 開口部建材メーカー、樹脂サッシ工業会、 経済産業省 資源エネルギー庁、環境省 塩ビ工業・環境協会、日建設計総合研究所

(別添1)カーボンニュートラル住宅に適用可能な窓の製品の例

会社名	製品名	窓熱貫流率 U値[W/(㎡ ℃)]	ガラスの性能					ガラス種類	ガラス厚さ [mm]	サッシ種類
			日射透過率 [%]	日射反射率 [%]	日射熱取得 率 [%]	可視光透過 率 [%]	熱貫流率 [W/(㎡ ℃)]			
㈱エクセルシャノン	樹脂サッシ シャノンウインドNS50 トリプル(ESクリアスーパー)	0.94	37.7	-	44.0	70.6	0.59	三层Low-Eダブルアルゴンガス入り	3-A14-3-A14-3	樹脂製
㈱エクセルシャノン	樹脂サッシ シャノンウインドNS50 トリプル(グリーン)	0.98	23.2	-	32.0	55.5	0.63	三层Low-Eダブルアルゴンガス入り	3-A14-3-A14-3	樹脂製
㈱エクセルシャノン	樹脂サッシ トリプルシャノンIIx (ESクリアスーパー)	1.20	37.7	-	44.0	70.6	0.73	三层Low-Eダブルアルゴンガス入り	3-A11-3-A11-3	樹脂製
㈱エクセルシャノン	樹脂サッシ トリプルシャノンIIx(グリーン)	1.25	23.2	-	32.0	55.5	0.78	三层Low-Eダブルアルゴンガス入り	3-A11-3-A11-3	樹脂製
三協立山㈱	アルミ樹脂複合サッシ アルジオ	1.52	24.8	44.9	32.0	58.4	0.83	ダブルLowE三层ガラス(アルゴンガス)	LE3+Ar10+FL3+Ar10+LE3	アルミ樹脂複合製
三協立山㈱	アルミ樹脂複合サッシ アルジオ	1.77	35.5	42.1	38.0	72.4	1.20	LowE複層ガラス(アルゴンガス)	LE3+Ar16+FL3	アルミ樹脂複合製
三協立山㈱	樹脂サッシ トリプルスマージュII	1.06	25.2	45.1	32.0	58.9	0.55	ダブルLowE三层ガラス(クリプトンガス)	LE3+Kr10+FL1.3+Kr10+LE3	樹脂製
三協立山㈱	樹脂サッシ スマージュII	1.35	35.5	44.1	46.0	72.4	1.10	LowE複層ガラス(アルゴンガス)	LE3+Ar16+FL3	樹脂製
三協立山㈱	樹脂内窓 プラマイクEII	1.38	34.5	39.7	46.0	70.6	1.30	LowE複層ガラス(アルゴンガス)	LE3+Ar12+LE3	樹脂製内窓 (外窓:アルミ単板)
三協立山㈱	二重窓 DI窓(ハイスベック)	1.95 (Udyn: 1.19)	外窓:82.9 内窓:75.7	外窓:7.4 内窓:13.4	外窓:86 内窓:80	外窓:89.5 内窓:82.2	外窓:5.9 内窓:2.9	外窓:単板ガラス 内窓:複層ガラス	外窓:FL5 内窓:FL3+A12+FL3	外窓:アルミ 中間層:整流板 内窓:樹脂
三協立山㈱	二重窓 DI窓(ハイスベック)	1.27 (Udyn: 0.63)	外窓:47.6 内窓:35.4	外窓:26.5 内窓:40.6	外窓:53 内窓:47	外窓:77.3 内窓:69.1	外窓:1.7 内窓:1.6	外窓:Low-E複層ガラス 内窓:Low-E複層ガラス	外窓:Low-E5+A12+FL5 内窓:FL3+A12+Low-E3	外窓:アルミ 中間層:整流板 内窓:樹脂
不二サッシ㈱	アルミ樹脂複合サッシ FNS-II100R	2.04	-	-	37.0	71.0	1.1	Low-E複層ガラス(ガス入り、樹脂スペーサ)	Low-E5+Ar16+FL5	アルミ樹脂複合製
不二サッシ㈱	樹脂製内窓 インブラードII	2.21	-	-	67.0	75.5	1.6	Low-E複層ガラス(ガス入り)	Low-E3+Ar12+FL3	樹脂製内窓
㈱LIXIL	アルミ樹脂複合サッシ TW	1.19	39.2	37.7	46.0	70.0	0.59	LowEトリプルガラス(クリプトンガス)クリア	LowE3(ｸﾘｱ)-Kr10-1.3-Kr10-LowE3(ｸﾘｱ)	アルミ樹脂複合製
㈱LIXIL	アルミ樹脂複合サッシ TW	1.62	35.5	44.1	46.0	72.0	1.1	LowE 複層ガラス(アルゴンガス)グリーン	3-Ar16-LowE3(ｸﾞﾘｰﾝ)	アルミ樹脂複合製
㈱LIXIL	アルミ樹脂複合サッシ サーマスII-H/L	1.78	49.0	31.0	59.0	79.0	1.2	LowE 複層ガラス(アルゴンガス)クリア	4-Ar14-LowE4	アルミ樹脂複合製
㈱LIXIL	アルミ樹脂複合サッシ サーマスII-H/L	1.78	34.6	39.5	38.0	72.0	1.1	LowE 複層ガラス(アルゴンガス)高遮熱仕様	LowE4-Ar14-4	アルミ樹脂複合製
㈱LIXIL	樹脂サッシ EW(for Design)	1.06	39.2	37.7	46.0	70.0	0.59	LowEトリプルガラス(クリプトンガス)クリア	LowE3(ｸﾘｱ)-Kr10-1.3-Kr10-LowE3(ｸﾘｱ)	樹脂製
㈱LIXIL	樹脂サッシ EW(for Design)	1.35	35.5	44.1	46.0	72.0	1.1	LowE 複層ガラス(アルゴンガス)グリーン	3-Ar16-LowE3	樹脂製
㈱LIXIL	樹脂製内窓 インプラス(for innovation)	1.61	50.9	32.9	58.0	78.9	1.3	LowE 複層ガラス(アルゴンガス)クリア	3-Ar12-LowE3	樹脂製内窓(外窓:アルミ単板)
YKK AP㈱	樹脂サッシ APW430+	0.96	37.2	30.9	47.0	66.4	0.55	ダブルLow-E三层、Krガス入り	Low-E3+Kr12+3+Kr12+Low-E3	樹脂製(断熱材入り)
YKK AP㈱	樹脂サッシ APW430	1.05	37.2	30.9	47.0	66.4	0.75	ダブルLow-E三层、Arガス入り	Low-E3+Ar12+3+Ar12+Low-E3	樹脂製
YKK AP㈱	樹脂サッシ APW330 真空トリプルガラス	1.10	36.6	26.7	46.0	59.4	0.68	ダブルLow-E真空三层、Arガス入り	Low-E3+Ar13+3/0.2/Low-E3	樹脂製
YKK AP㈱	樹脂サッシ APW330	1.36	36.9	47.4	40.0	61.7	1.2	Low-E複層、Arガス入り	Low-E3+Ar16+3	樹脂製
YKK AP㈱	アルミ樹脂複合サッシ エピソードII NEO	1.90	50.9	28.0	62.0	77.4	1.2	Low-E複層、Arガス入り	Low-E3+Ar16+3	アルミ樹脂複合製
YKK AP㈱	樹脂製内窓 プラマードU	1.42	50.9	28.0	62.0	77.4	1.3	Low-E複層、Arガス入り	Low-E3+Ar12+3	樹脂製内窓(外窓:アルミ単板)

1)引き違い窓W1,650×H1,300での数値

2)Uw値は2重窓の値。DI窓は24時間換気の給気空気(12m³/h)を2重サッシの中間層に通すことで断熱性能を向上させている為、熱貫流率の表記をUdynとし()内に併記した

3)性能値の記載がないものは、未計測のため情報ないものなど。

(別添2)カーボンニュートラル住宅に適用可能な日射遮蔽建材製品の例

会社名	製品名
三協立山(株)	シャッター付窓 メルフィーナ
三協立山(株)	外付ロールスクリーン ラクシェード
不二サッシ(株)	セフティルーバーWINDOW 可動式ルーバー
不二サッシ(株)	可動ルーバー面格子
不二サッシ(株)	外付けブラインド
文化シャッター(株)	窓シャッター マドマスタータップ スタンダードモデル
文化シャッター(株)	窓シャッター マドマスターリード スタンダードモデル
文化シャッター(株)	窓シャッター マドマスタータップ 換気・採光モデル
文化シャッター(株)	窓シャッター マドマスターリード 換気・採光モデル
文化シャッター(株)	外付けブラインド マドマスターソラル
文化シャッター(株)	外付けブラインド ブリイユBモデル
(株)LIXIL	スタイルシェード
(株)LIXIL	オーニング 彩風(あやかぜ)
(株)LIXIL	外付ブラインド EB
(株)LIXIL	ブラインドイン複層ガラス
YKK AP(株)	洋風すだれ アウターシェード
YKK AP(株)	外付けブラインド X-BLIND