

**樹脂窓に関するライフサイクルアセスメント(LCA)と
GHG 排出削減貢献量**

2018 年

塩ビ工業・環境協会

目次

はじめに	1
1. 調査目的	1
2. 実施体制	1
3. スケジュール	2
第1章 戸建住宅用窓に係るライフサイクルアセスメント	3
1. 対象製品	3
1-1. 窓の種類とサイズ	3
1-2. 省エネルギー基準の地域区分	3
1-3. 窓の仕様	4
1-4. 戸建て住宅の仕様	6
2. 機能単位	9
3. システム境界	9
4. 評価項目	9
5. 一次データ	9
5-1. 窓製造プロセス	10
5-2. 住宅での冷暖房利用に伴う電気使用量（窓の使用段階）	12
5-3. 戸建て住宅の使用期間	15
5-4. 輸送（原料の搬入、製品の出荷）	15
5-5. 廃棄段階	15
6. 利用した二次データ	15
7. インベントリ分析結果	16
7-1. 原料調達から窓の製造段階	16
7-2. 戸建て住宅の使用段階	29
7-3. 輸送段階	31
7-4. 窓の廃棄・リサイクル段階	33
7-5. 窓のライフサイクルに係るエネルギー消費量、GHG 排出量	35
第2章 樹脂窓（戸建て住宅用）の GHG 排出削減貢献量	49
1. 概要	49
2. GHG 排出削減貢献量と算定方法	49
2-1. GHG 排出削減貢献量の定義	49
2-2. 算定目的	49
2-3. 評価対象製品	49
2-4. 最終製品および機能単位	50

2-5. ベースライン.....	50
2-6. 評価範囲.....	51
2-7. データ収集方法およびデータ品質.....	51
2-8. 算定結果.....	51
3. 窓の普及状況.....	52
3-1. 樹脂窓の採用状況.....	52
3-2. 新設住宅着工戸数と樹脂窓設置戸数.....	53
3-3. 樹脂窓の採用による GHG 排出削減貢献量.....	54
4. 将来の見通し.....	54
4-1. 新設住宅着工戸数と窓の出荷状況.....	55
4-2. 2030 年までの樹脂窓設置戸数の推計.....	55
4-3. 樹脂窓採用による GHG 排出削減貢献量の将来試算.....	56
引用文献.....	61

はじめに

1. 調査目的

日本の中期目標として、温室効果ガスの排出量を 2030 年に 2013 年度比で 26%削減することを掲げられている。2013 年度における日本の温室効果ガス排出量は約 12 億トンであり、2030 年にこの 26%にあたる 3 億トンを削減する必要がある。この中期目標において、政府は家庭部門の温室効果ガス排出量を 2013 年度比の 40%削減を目指しており、具体的な施策として省エネルギー基準に適合する新築住宅の推進が図られている。住居の使用に伴う温室効果ガスの排出では、冷暖房の使用に伴うものが多く、窓（開口部）の断熱化が重要であり、断熱性に優れた樹脂窓（樹脂サッシ&Low-E ガラス）の普及が期待されている。

本調査の第一の目的は、戸建て住宅用の樹脂窓に焦点をあて、樹脂窓を用いた戸建て住居の LCA 分析を実施し、樹脂窓に係る製造、使用、廃棄段階の消費エネルギー、環境負荷を定量的に把握しその有効性を明らかにすることにある。第二の目的は、現行の省エネ基準に準拠した窓に対してより断熱性能の優れた樹脂窓を採用することで削減できる温室効果ガス排出量と温室効果ガス排出削減貢献量を算定し、排出量を削減するための将来への普及の道筋を見立てることにある。

2. 実施体制

塩ビ工業・環境協会において、樹脂窓の LCA に係る調査委員会を設置した。工学院大学の稲葉敦教授を委員長とし、樹脂窓メーカーの協力により、各社から専門家を派遣してもらい委員会を組織した。

表 1 樹脂窓の LCA に係る調査委員会名簿

委員長	工学院大学	稲葉 敦	先進工学部環境化学科 教授
委員	三協立山(株) 三協アルミ社	高嶋 信一	渉外調査部
〃	(株)LIXIL	林田 敦	ハウジングテクノロジーサッシ事業部サッシ 商品部設計管理 G グループリーダー
〃	(株)LIXIL	小森 英芳	オペレーション改革本部生産監査部 環境監査室
〃	YKK AP(株)	塚本 晃子	窓研究所副主任
調査実施	(株)エティーサ研究所	山下 将国	代表取締役
事務局	塩ビ工業・環境協会	関 成孝	専務理事
〃	〃	長縄 肇志	技術部部长
〃	〃	高村 正彦	環境広報部部长

敬称略

3. スケジュール

2016年度、2017年度の2カ年にわたって8回の委員会を実施した。2016年度は既存事例の学習、対象製品の選定、各段階の LCI 分析を実施した。2017年度は、樹脂窓の LCI 分析結果および GHG 削減貢献量の算定方法の検討を行った。

表 2 日程と概要

第 1 回	2016 年 6 月 29 日	既存事例の学習、委員会方針の検討
第 2 回	2016 年 9 月 16 日	樹脂窓の選定、使用段階の評価
第 3 回	2016 年 12 月 15 日	ベースラインの考え方、データの収集範囲
第 4 回	2017 年 3 月 28 日	各段階の LCI 分析(初期算定結果の報告)
第 5 回	2017 年 9 月 22 日	アベレージデータの確認、LCA 分析結果の検討
第 6 回	2017 年 11 月 24 日	LCA 分析結果の見直し、GHG 排出削減貢献量の算定(案)
第 7 回	2017 年 12 月 21 日	LCA 分析結果の確認、GHG 排出削減貢献量の算定
第 8 回	2018 年 2 月 16 日	最終確認、学会発表等

第1章 戸建住宅用窓に係るライフサイクルアセスメント

1. 対象製品

2016年の省エネルギー基準の仕様基準¹（開口部比率区分：ろ）を上回る断熱性能を有する樹脂窓、省エネルギー基準に適合した窓（樹脂窓、樹脂アルミ複合窓、アルミ窓）を対象とした。いずれの窓も戸建て住宅用に多く用いられている引違い窓（16513サイズ）、たてすべり出し窓（07411サイズ）とした。

1-1. 窓の種類とサイズ

窓の種類は、引違い窓とたてすべり出し窓に代表させた。窓のサイズは、出荷量の多い引違い窓 16513 サイズとたてすべり出し窓 07411 サイズとした。引違い窓の 16513 サイズは、サッシ寸法が横 1690mm×高さ 1370mm であり、たてすべり出し窓 07411 サイズは横 780mm×高さ 1170mm である。

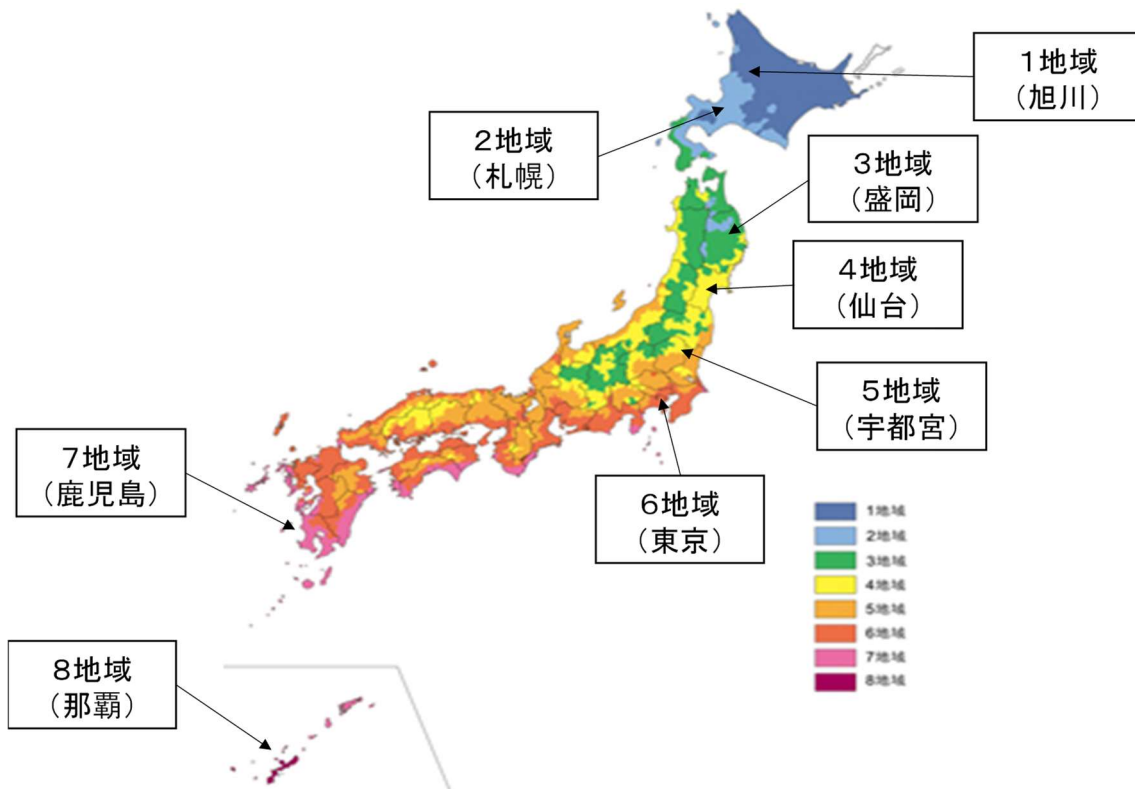
表 3 対象とした戸建て住宅用窓

種類	規格サイズ	サッシ寸法	建具
引違い窓	16513	W1690×H1370	樹脂製
			樹脂&アルミ製
			アルミ製
たてすべり出し窓	07411	W780×H1170	樹脂製
			樹脂&アルミ製
			アルミ製

1-2. 省エネルギー基準の地域区分

建築物のエネルギー消費性能の向上に関する法律において、地域区分は1～8の地域に設定されている。本調査では、1地域の対象都市を旭川、2地域を札幌、3地域を盛岡、4地域を仙台、5地域を宇都宮、6地域を東京、7地域を鹿児島と設定した。8地域は省エネルギー基準において断熱性能（外皮平均熱貫流率）を要求されていない地域のため、対象には含めなかった。

¹ 建築物のエネルギー消費性能の向上に関する法律（国土交通省）



出典：(財)建築環境・省エネルギー機構資料から作成

図 1 省エネルギー基準の地域区分

1-3. 窓の仕様

窓の仕様基準は、「平成 28 年省エネルギー基準の仕様基準（開口部比率区分：ろ）」に準拠した戸建住宅用窓（以下、ベースラインとも表記する）と同基準を上回る当委員会が設定した樹脂サッシ製の戸建住宅用窓とした。省エネルギー基準に準拠した仕様は、一般社団法人日本サッシ協会の窓の省エネ効果算定ガイドライン [1]を引用した。表 4 に 1～7 地域における窓の仕様を示す。

1～3 地域は、省エネルギー基準の準拠仕様が樹脂窓（複層ガラス LowE : U 値²2.33）、4 地域が樹脂アルミ複合窓（一般複層ガラス : U 値 3.49）、5～7 地域はアルミ窓（一般複層ガラス : U 値 4.65）である。

当委員会の推奨する樹脂窓は、1 地域が三層複層ガラスで、ダブル LowE ガラスのガス入り（U 値 1.60）とシングル LowE ガラスのガス入り（U 値 1.70）とした。2～4 地域は三層複層ガラスでダブル LowE ガラスのガス入り（U 値 1.60）、複層ガラスで LowE ガラスのガス入り（U 値 1.90）とした。5～7 地域は、三層複層ガラスでダブル LowE ガラス

² U 値（熱貫流率）は部位や部材の熱の伝わりやすさを示す数値であり、数値が小さいほど熱は伝わりにくいことを意味する。単位は「W/m²・K」。

のガス入り（U値 1.60）、複層ガラスで LowE ガラスのガス入り（U値 1.90）、さらに複層ガラスで LowE ガラスのガス無し（U値 2.33）とした。いずれの樹脂窓も省エネルギー基準の準拠仕様を上回る設定である。

表 4 窓の仕様(1～4地域)

地域	区分	【樹脂窓推奨案】		【ベースライン】 H28省エネ基準 準拠仕様
1地域 旭川	一般名称	樹脂窓		樹脂窓
	サッシ	PVC (塩化ビニル樹脂)		PVC (塩化ビニル樹脂)
	ガラス	三層複層ガラス		複層ガラス
		ダブルLowE ガス入り	シングルLowE ガス入り	LowE
	中空層	G7以上×2	G6以上×2	A10以上
	熱貫流率 U[W/(m ² K)]	1.60	1.70	2.33
2地域 札幌	一般名称	樹脂窓		樹脂窓
	サッシ	PVC (塩化ビニル樹脂)		PVC (塩化ビニル樹脂)
	ガラス	三層複層ガラス	複層ガラス	複層ガラス
		ダブルLowE ガス入り	LowE ガス入り	LowE
	中空層	G7以上×2	G12以上	A10以上
	熱貫流率 U[W/(m ² K)]	1.60	1.90	2.33
3地域 盛岡	一般名称	樹脂窓		樹脂窓
	サッシ	PVC (塩化ビニル樹脂)		PVC (塩化ビニル樹脂)
	ガラス	三層複層ガラス	複層ガラス	複層ガラス
		ダブルLowE ガス入り	LowE ガス入り	LowE
	中空層	G7以上×2	G12以上	A10以上
	熱貫流率 U[W/(m ² K)]	1.60	1.90	2.33
4地域 仙台	一般名称	樹脂窓		複合窓
	サッシ	PVC (塩化ビニル樹脂)		アルミ+PVC
	ガラス	三層複層ガラス	複層ガラス	一般複層ガラス
		ダブルLowE ガス入り	LowE ガス入り	
	中空層	G7以上×2	G12以上	A4以上
	熱貫流率 U[W/(m ² K)]	1.60	1.90	3.49

注：表中の中空層に示す G はアルゴンガス又は熱伝導率がこれと同等以下のガス、A は乾燥空気の中空層を意味する。G 及び A の次の数値は、中空層の厚さ(mm)を示す。

表 5 窓の仕様(5～7地域)

地域	区分	【樹脂窓推奨案】			【ベースライン】 H28省エネ基準 準拠仕様
5地域 宇都宮	一般名称	樹脂窓			アルミ窓
	サッシ	PVC (塩化ビニル樹脂)			アルミ
	ガラス	三層複層ガラス	複層ガラス	複層ガラス	一般複層ガラス
		ダブルLowE ガス入り	LowE ガス入り	LowE	
	中空層	G7以上×2	G12以上	A10以上	A4以上A10未満
熱貫流率 U[W/(㎡K)]	1.60	1.90	2.33	4.65	
6地域 東京	一般名称	樹脂窓			アルミ窓
	サッシ	PVC (塩化ビニル樹脂)			アルミ
	ガラス	三層複層ガラス	複層ガラス	複層ガラス	一般複層ガラス
		ダブルLowE ガス入り	LowE ガス入り	LowE	
	中空層	G7以上×2	G12以上	A10以上	A4以上A10未満
熱貫流率 U[W/(㎡K)]	1.60	1.90	2.33	4.65	
7地域 鹿児島	一般名称	樹脂窓			アルミ窓
	サッシ	PVC (塩化ビニル樹脂)			アルミ
	ガラス	三層複層ガラス	複層ガラス	複層ガラス	一般複層ガラス
		ダブルLowE ガス入り	LowE ガス入り	LowE	
	中空層	G7以上×2	G12以上	A10以上	A4以上A10未満
熱貫流率 U[W/(㎡K)]	1.60	1.90	2.33	4.65	

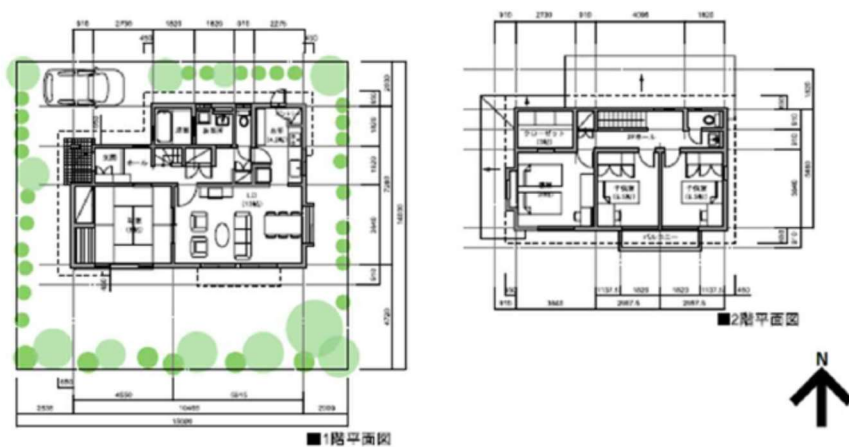
注:表中の中空層に示すGはアルゴンガス又は熱伝導率がこれと同等以下のガス、Aは乾燥空気の中空層を意味する。G及びAの次の数値は、中空層の厚さ(mm)を示す。

1-4. 戸建て住宅の仕様

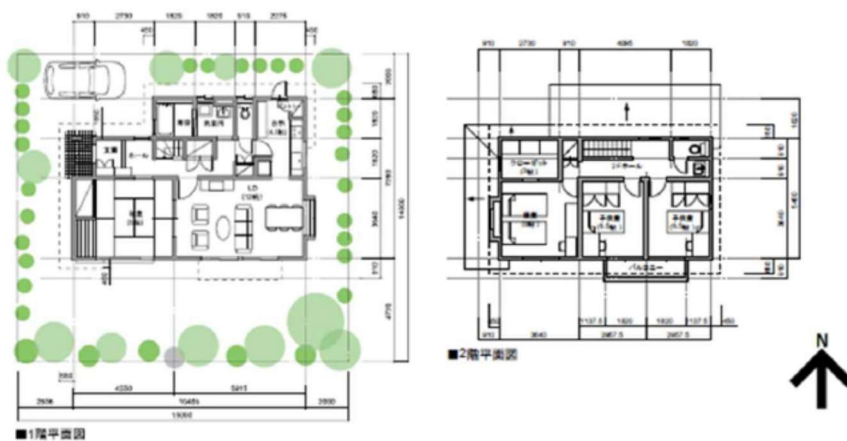
戸建て住宅の仕様は、平成25年基準の標準住戸のモデル住宅 [2]とした。図2、図3にモデル住宅の平面図と立面図を示す。

表6にモデル住宅の敷地面積、建築面積、延床面積、開口面積、建蔽率、容積率、開口率、表7に設置窓数を示す。寒冷地用のモデル住宅の開口面積は25.22㎡、温暖化用の開口面積は32.20㎡であり、温暖化用の開口面積は寒冷地用よりも広く、窓の設置数も多く設定されている。

＜寒冷地用モデルプラン＞



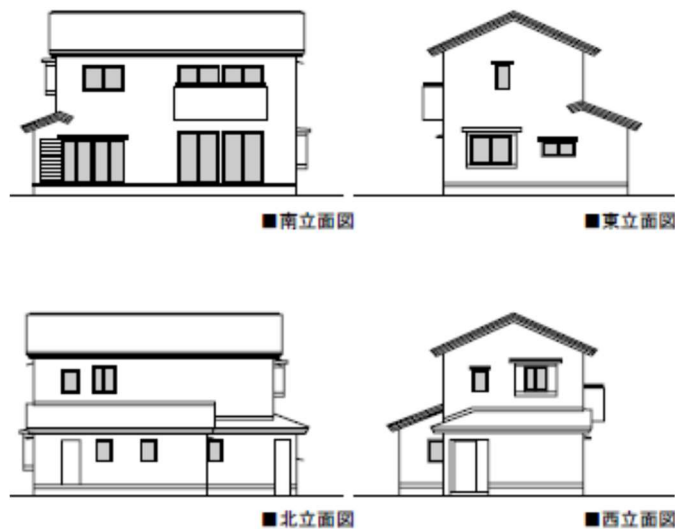
＜温暖地用モデルプラン＞



出典：「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

「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)

図 2 モデル住宅の平面図



出典:「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

「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)

図 3 モデル住宅の立面図

表 6 平成 25 年基準の標準住戸(モデル住宅)

寒冷地(1~3地域)用モデルプラン		温暖地(4~8地域)用モデルプラン	
敷地面積	210.00㎡(63.5坪)	敷地面積	210.00㎡(63.5坪)
建築面積	69.56㎡(21.0坪)	建築面積	69.56㎡(21.0坪)
延床面積	120.27㎡(36.3坪)	延床面積	120.27㎡(36.3坪)
開口面積	25.22㎡	開口面積	32.20㎡
建蔽率	33.1%	建蔽率	33.1%
容積率	57.1%	容積率	57.1%
開口率	21.0%	開口率	26.8%

表 7 モデル住宅の設置窓数

寒冷地(1~3地域)用モデルプラン		温暖地(4~8地域)用モデルプラン	
引違い窓	10	引違い窓	10
縦すべり出し窓	6	縦すべり出し窓	7
合計	16	合計	17

注:住宅モデルプランの立面図を参考に設定した。(勝手口ドアを除く。)

2. 機能単位

機能単位は戸建て住宅1戸とした。

3. システム境界

システム境界は窓の原料調達から製造、戸建て住宅での使用、窓の廃棄段階までのライフサイクルとした。ただし、住宅への施工、窓の交換、住宅解体時のプロセスについてはシステム境界に含めていない。また窓を除く戸建て住宅の建設に用いられる部材等はシステム境界に含めていない。図4に本調査のシステム境界を示す。

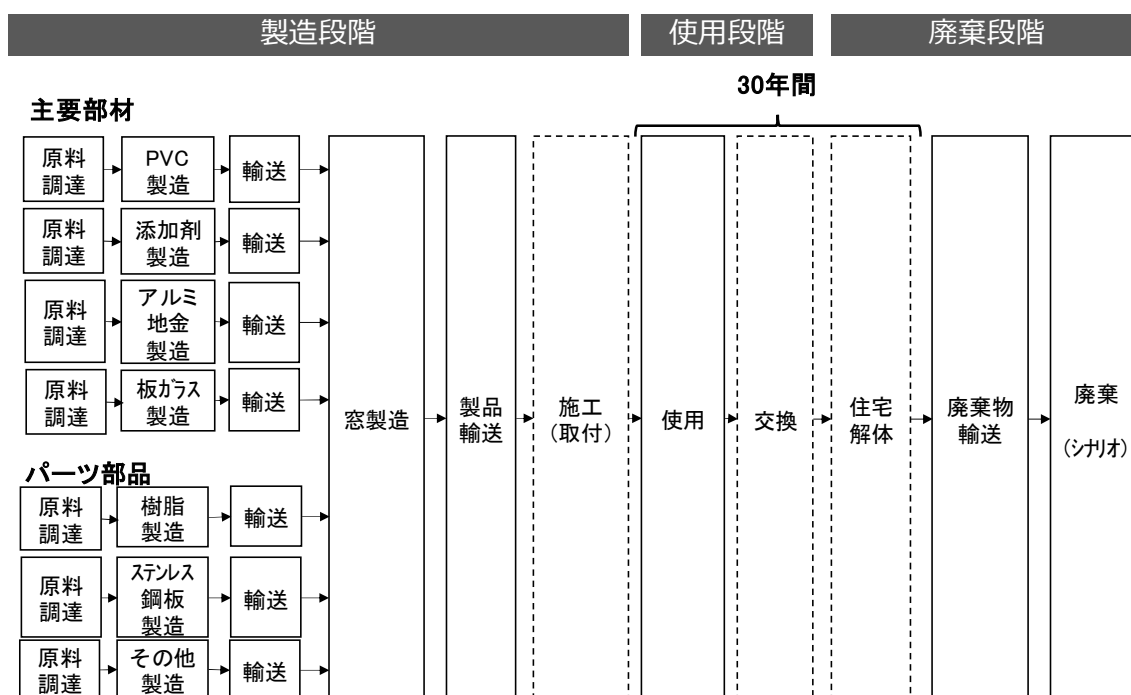


図4 システム境界

4. 評価項目

エネルギー消費量と GHG 排出量を評価した。

5. 一次データ

本調査における一次データは、窓の製造に係るプロセスデータと窓の使用段階にあたる住宅での冷暖房の使用に伴う電気の使用量に関するデータである。窓製造のプロセスデータは製造事業者3社の協力により、年間生産実績に基づく投入原材料、付属品、副資材、ユーティリティの使用量に関するデータを収集して平均値としたものをインベントリ分析に用いた。住宅での冷暖房使用に伴う電気使用量に関しては、諸条件を設定した上で専用のシ

ミュレーションソフト³による分析結果を用いた。

5-1. 窓製造プロセス

本調査でデータ収集を行った窓の製造プロセスは、樹脂窓、樹脂アルミ複合窓、アルミ窓である。3種類の窓において、それぞれ引違い窓とたてすべり出し窓の製造プロセスデータを収集した。樹脂窓はサッシが樹脂（PVC）製であり、三層複層ガラスのダブル LowE とシングル LowE のガス入り、複層ガラス・LowE のガス入りとガス無しの構成である。樹脂アルミ複合窓は複合サッシ（樹脂&アルミ）と一般複層ガラス、アルミ窓の構成はアルミサッシと一般複層ガラスの構成である。

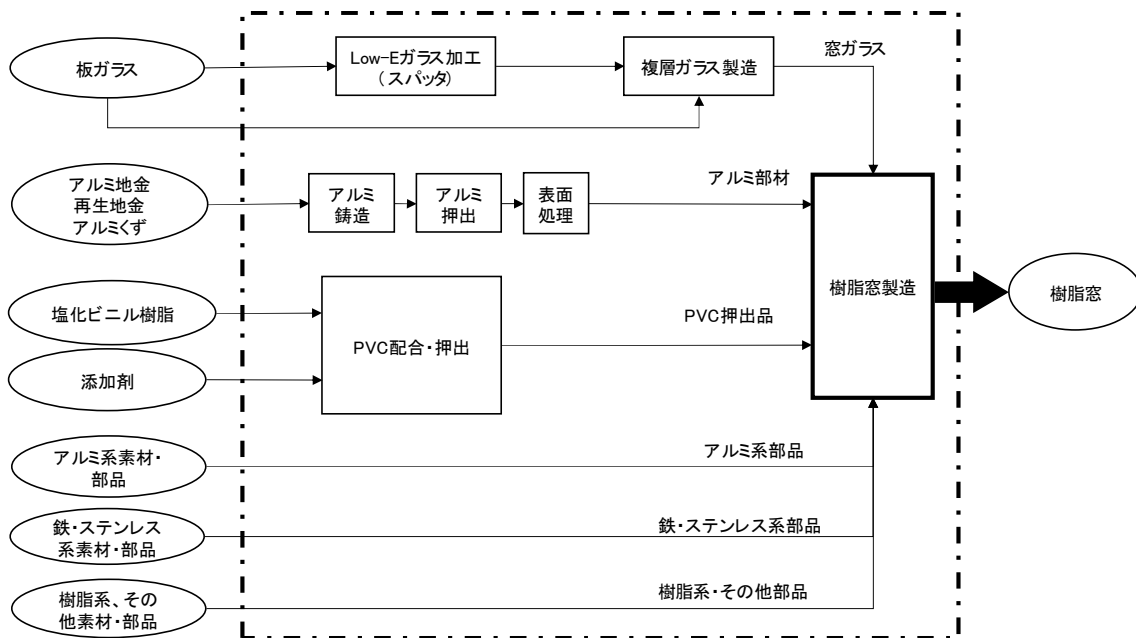


図 5 樹脂窓の製造プロセスフロー

³ AE-Sim/Heat (株) 建築環境ソリューションズ

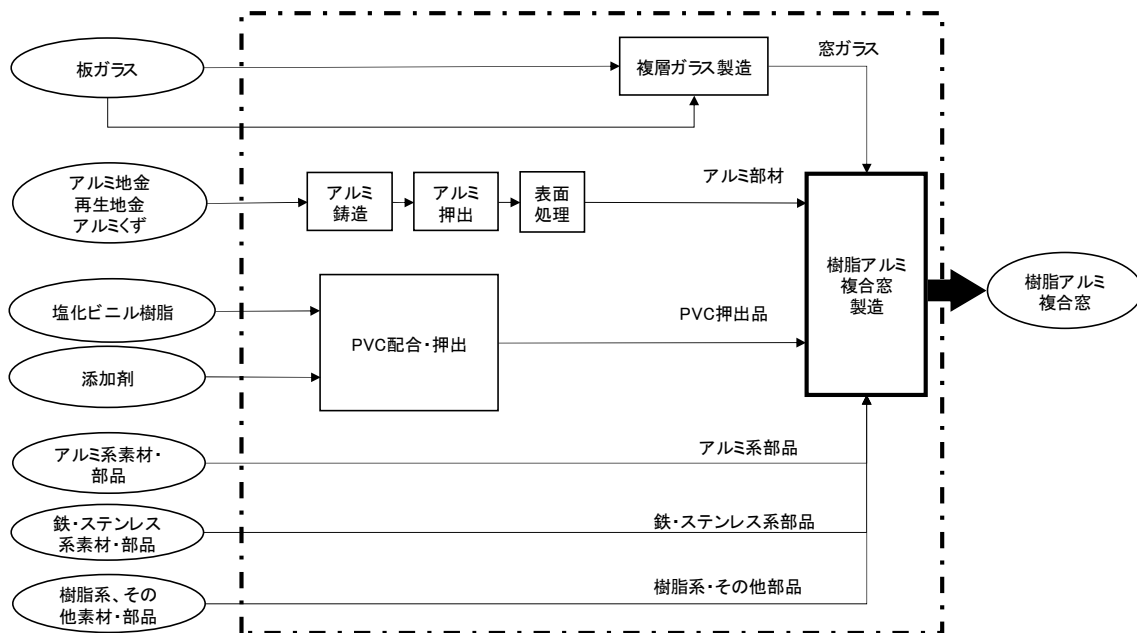


図 6 樹脂アルミ複合窓の製造プロセスフロー

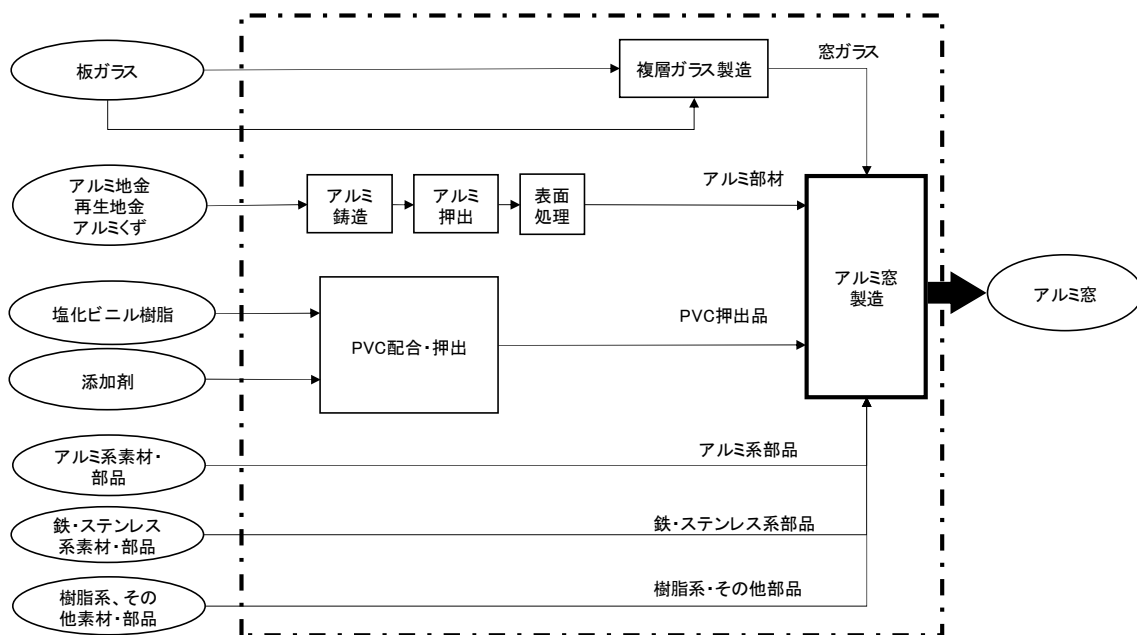


図 7 アルミ窓の製造プロセスフロー

(1) 投入原材料

①主要部材

主要部材はPVC（添加剤含む）押出品、ガラス、アルミ型材である。PVCは添加剤を配合して押出品として成形され、樹脂窓、樹脂アルミ複合窓、アルミ窓に使用さ

れる。添加剤には強化剤、充填剤、顔料、安定剤等が用いられており、その構成は文献 [3]を参考とした。ガラス部材に関しては、樹脂窓ではLowE加工を経た複層ガラス（または三層複層ガラス）が用いられ、樹脂アルミ複合窓とアルミ窓では一般複層ガラスが使用される。アルミ部材は新地金、再生地金、アルミくずを原料として製造する。

②素材・部品

主要部材以外に用いる部品は多数存在するため、アルミ系、鉄・ステンレス系、樹脂系、その他の項目に区切った。

(2) 産出物

①製品

樹脂窓、樹脂アルミ複合窓、アルミ窓の引違い窓とたてすべり出し窓の完成品を製品として扱った。

②廃棄物・排出物

投入原材料として使用された主要部材と素材・部品のうち、製品にはならなかったPVCくず、アルミくず、ガラスくずを廃棄物とした。このほかアルミ形材を製造する際に、その過程でアルミドロス、水酸化アルミ、アルミスラッジ、廃酸、廃アルカリが排出されるため、これらも廃棄物とした。

(3) 副資材

原材料と製品の製造プロセスで使用され、製品に残らない物質として梱包材と薬品類を副資材とした。梱包材は、段ボール箱、プラスチックシート、袋、緩衝材、バンド・テープ、コンテナ、薬品類は清浄材、油、か性ソーダ、アンモニア、硫酸、硫酸ニッケル、ホウ酸、塩酸、電着塗料、アルゴンが用いられる。

(4) ユーティリティ

ユーティリティ項目は工業用水、電力、燃料とした。このうち、燃料は複数事業所のデータを反映しているため、重油、灯油、軽油、LNG、都市ガス、LPGの種類から構成されている。

5-2. 住宅での冷暖房利用に伴う電気使用量（窓の使用段階）

窓の使用段階は、戸建て住宅における冷暖房の利用に伴うエネルギー消費を計上した。住宅における熱負荷計算プログラム「AE-Sim/Heat」（株式会社建築環境ソリューションズ）に戸建て住宅の仕様、開口部および躯体（屋根、外壁、床、基礎）の条件、室温設定、居住

環境等を表 8 のとおり設定した。

熱負荷計算プログラムを用いて算出した年間暖冷房負荷を、「平成 25 年省エネルギー基準に準拠した算定・判断の方法及び解説 II 住宅」((一財)建築環境・省エネルギー機構) [2] に基づきエネルギー消費量に換算した。

戸建て住宅における熱負荷計算は住宅の大きさや間取り、機器類、生活者人数、生活パターン、地域によってシミュレーション結果が異なるため、本調査では標準住戸のモデル住宅プランに合わせている。

表 8 戸建て住宅使用段階の諸条件

住宅モデル	2 階建て 延べ床面積 120.08 m ² 開口率: <1~3地域>21.0%、<4~7地域>26.8% ※「平成 25 年省エネルギー基準に準拠した算定・判断の方法及び解説 II 住宅」 標準住戸のプラン
計算地域	拡張アメダス気象データ 2000 年版(標準年)
想定生活者	4 人家族
想定暖冷房機器	エアコン 暖房: 20℃ 冷房: 27℃/60%
運転方法	暖房 <1、2地域>居室連続運転 <3~7地域>部分間歇運転 冷房 <1~7地域>部分間歇運転
住宅仕様	<躯体>平成 28 年省エネ基準適合レベル <開口部>平成 28 年省エネ基準適合レベル
遮蔽物	居室の8窓にレースカーテン、和室に和障子を併用

(1) 開口部の条件

地域毎における窓の仕様を以下に示す。なお、玄関ドアの仕様は 1 地域から 4 地域、5 地域から 7 地域において、窓の種類に関わらず全て同じとした。

表 9 開口部条件(1地域、2地域)

	1地域(旭川)			2地域(札幌)		
	推奨案①	推奨案②	【ペアライン】 H28年省エネ基準	推奨案①	推奨案②	【ペアライン】 H28年省エネ基準
一般名称	樹脂窓	樹脂窓	樹脂窓	樹脂窓	樹脂窓	樹脂窓
サッシ	PVC	PVC	PVC	PVC	PVC	PVC
ガラス	三層複層ダブルLowE (LowE+普通+LowE) 全て3mm厚	三層複層シングルLowE (LowE+普通+普通) 全て3mm厚	複層LowE (LowE+普通) 全て3mm厚	三層複層ダブルLowE (LowE+普通+LowE) 全て3mm厚	複層LowE (LowE+普通) 全て3mm厚	複層LowE (LowE+普通) 全て3mm厚
中空層	G7以上×2	G6以上×2	A10以上	G7以上×2	G12以上	A10以上
U値(熱貫流率)	1.6	1.7	2.33	1.6	1.9	2.33
日射遮蔽係数 放射SCR	0.34	0.63	0.49	0.34	0.49	0.49
対流SCC	0.06	0.09	0.06	0.06	0.06	0.06
玄関ドア	K1.5 (U値1.75)	K1.5 (U値1.75)	K1.5 (U値1.75)	K1.5 (U値1.75)	K1.5 (U値1.75)	K1.5 (U値1.75)

表 10 開口部条件(3地域、4地域)

	3地域(盛岡)			4地域(仙台)		
	推奨案①	推奨案②	【ペアライン】 H28年省エネ基準	推奨案①	推奨案②	【ペアライン】 H28年省エネ基準
一般名称	樹脂窓	樹脂窓	樹脂窓	樹脂窓	樹脂窓	樹脂アルミ複合窓
サッシ	PVC	PVC	PVC	PVC	PVC	PVC&アルミ
ガラス	三層複層ダブルLowE (LowE+普通+LowE) 全て3mm厚	複層LowE (LowE+普通) 全て3mm厚	複層LowE (LowE+普通) 全て3mm厚	三層複層ダブルLowE (LowE+普通+LowE) 全て3mm厚	複層LowE (LowE+普通) 全て3mm厚	複層 (普通+普通) 全て3mm厚
中空層	G7以上×2	G12以上	A10以上	G7以上×2	G12以上	A4以上
U値(熱貫流率)	1.6	1.9	2.33	1.6	1.9	3.49
日射遮蔽係数 放射SCR	0.34	0.49	0.49	0.34	0.49	0.88
対流SCC	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.02
玄関ドア	K1.5 (U値1.75)	K1.5 (U値1.75)	K1.5 (U値1.75)	K2 (U値2.33)	K2 (U値2.33)	K2 (U値2.33)

表 11 開口部条件(5~7地域)

	5~7地域(宇都宮、東京、鹿児島)			
	推奨案①	推奨案②	推奨案③	【ペアライン】 H28年省エネ基準
一般名称	樹脂窓	樹脂窓	樹脂窓	アルミ窓
サッシ	PVC	PVC	PVC	アルミ
ガラス	三層複層ダブルLowE (LowE+普通+LowE) 全て3mm厚	複層LowE (LowE+普通) 全て3mm厚	複層LowE (LowE+普通) 全て3mm厚	複層 (普通+普通) 全て3mm厚
中空層	G7以上×2	G12以上	A10以上	A4以上A10未満
U値(熱貫流率)	1.6	1.9	2.33	4.65
日射遮蔽係数 放射SCR	0.34	0.49	0.49	0.88
対流SCC	0.06	0.06	0.06	0.02
玄関ドア	K2 (U値2.33)	K2 (U値2.33)	K2 (U値2.33)	K2 (U値2.33)

(2) 躯体の条件

躯体の仕様は地域毎に設定し、窓の種類に関わらず全て同じ条件とした。

表 12 躯体の条件(地域別)

	1地域	2地域	3地域	4地域	5地域	6地域	7地域
天井	吹込ガラスウール13K				吹込ガラスウール10K		
外壁	住宅用グラスウール24K		住宅用グラスウール16K				
床	住宅用グラスウール24K		住宅用グラスウール16K				
基礎(外気接触部分)	押出法PSフォーム3種						
(その他)	押出法PSフォーム3種						

5-3. 戸建て住宅の使用期間

国交省資料 [4] [5] [6]を参考に戸建て住宅の使用期間は 30 年間とした。

5-4. 輸送(原料の搬入、製品の出荷)

窓の完成品重量の 5 割以上を占める板ガラスの搬入距離をメーカーにヒヤリングを行った結果、輸送距離 500km、10t トラック、積載率 75%との回答を得たため、これを原料の輸送条件とした。

製品の出荷に関しても原料の搬入と同様にヒヤリングした結果、直販・ハウスメーカーや地場工務店、もしくは流通店経由・販売店までの輸送距離が 200km、4t トラック、積載率 75%との回答を得た。

5-5. 廃棄段階

使用済みの窓の廃棄段階のシナリオは、①現状、②全量埋立、③PVC 材料リサイクルの 3つのケースに基づいて設定した。①の現状は、金属、非鉄金属は処理事業者を経て再利用、プラスチックは焼却、ガラスは埋立処分とした。③は今後樹脂窓が普及した場合に、数十年後に戸建て住宅から相当量の塩化ビニル樹脂 (PVC) が排出される可能性があるため、PVC の材料リサイクルによるエネルギー消費量、GHG 排出量の低減効果の程度をみるために設定したシナリオである。

6. 利用した二次データ

インベントリ分析に利用したデータベースは IDEA ver.2 を基本とした。塩化ビニル樹脂 (PVC) は LCA 日本フォーラムの連結データ、ガラスはエコガラスの LCA 報告書 [7] から製造段階のデータをもとに算定した。

7. インベントリ分析結果

7-1. 原料調達から窓の製造段階

収集データの集計結果に基づく各窓の1窓あたりの重量を表 13、重量構成比を図 8、図 9 に示す。

引違い窓（16513 サイズ）の樹脂窓の重量は、三層複層ガラスのタイプが1窓あたり 64.4kg、複層ガラスのタイプが 51.8kg であり、樹脂アルミ複合窓（複層ガラス）の重量は 41.0kg、アルミ窓（複層ガラス）は 38.6kg であった。たてすべり出し窓（07411 サイズ）の樹脂窓の重量は三層複層ガラスのタイプが 24.7kg、複層ガラスのタイプが 18.6kg、樹脂アルミ複合窓（複層ガラス）の重量は 19.4kg、アルミ窓（複層ガラス）は 18.2kg であった。

表 13 各窓の重量

単位:kg/窓

	樹脂窓			樹脂アルミ複合窓	アルミ窓
	三層複層ガラス	三層複層ガラス	複層ガラス	複層ガラス	複層ガラス
	LowEガラス2枚 普通ガラス1枚	LowEガラス1枚 普通ガラス2枚	普通ガラス2枚	普通ガラス2枚	普通ガラス2枚
引違い窓 (16513サイズ)	64.4	64.4	51.8	41.0	38.9
たてすべり出し窓 (07411サイズ)	24.7	24.7	18.6	19.4	18.2

注: 梱包材の重量は含まない。

樹脂窓の重量構成比をみると、塩化ビニル樹脂（PVC）とガラスの割合が多く、三層複層ガラスと複層ガラスの両タイプともガラスと PVC の構成比に大差はない。これは、両タイプの重量を支えるために樹脂サッシの量も増えるからである。たてすべり出し窓は引違い窓と比べてガラスの占める割合が少なく、PVC やアルミなどのサッシに当たる部分の割合が多い。

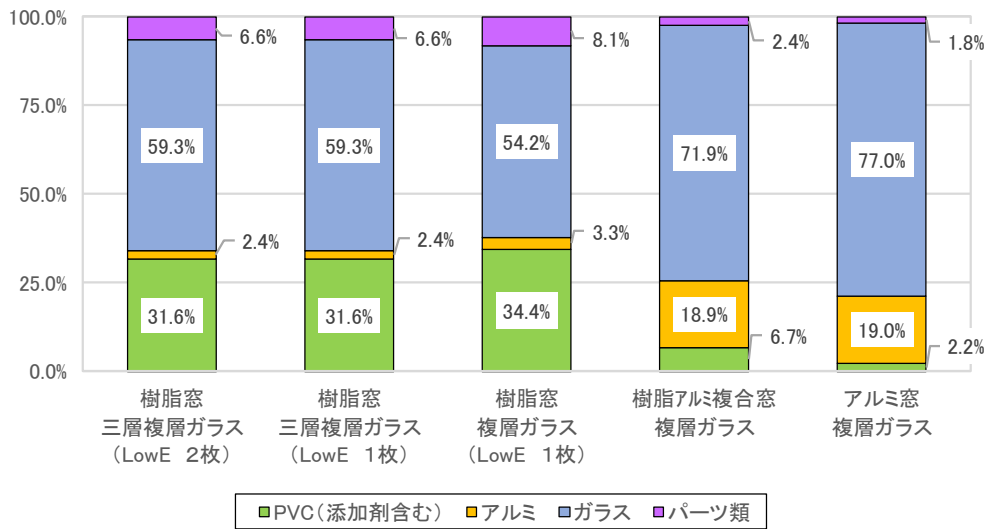


図 8 引違い窓 (16513 サイズ) の構成比

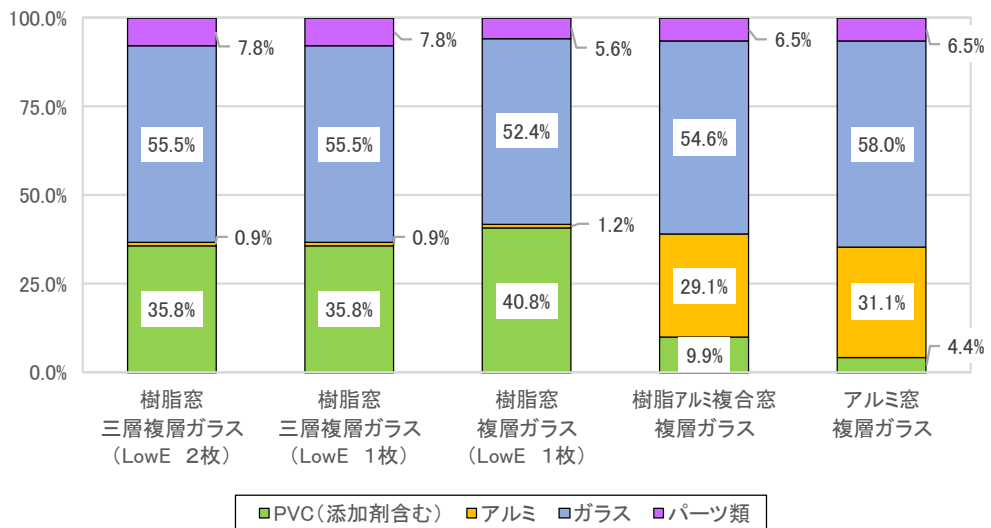


図 9 たてすべり出し窓 (07411 サイズ) の構成比

(1) 1窓あたりのエネルギー消費量、GHG 排出量

収集データの集計結果から得られた投入原材料、副資材、ユーティリティの使用量を基に各窓の製造段階までのエネルギー消費量、GHG 排出量を算出した結果を以下に示す。

① エネルギー消費量

引違い窓製造段階のエネルギー消費量は、アルミ窓や樹脂アルミ複合窓に比べて、樹脂窓の方が多結果となった。原材料では主要部材である塩ビ (PVC)、アルミ、ガラスが大半を占め、エネルギーでは電力の占める割合が大きい。

たてすべり出し窓製造段階のエネルギー消費量は、樹脂窓の複層ガラスが最も小さい結果となった。引違い窓と傾向が異なるのは、たてすべり出し窓は全体重量に占めるサッシの比率が引き違いよりも大きいため、原料となるアルミ重量の影響を受けやすいことがあげられる。

② GHG 排出量

窓製造段階の GHG 排出量はエネルギー消費量と同じ傾向である。引違い窓製造段階の GHG 排出量は、アルミ窓や樹脂アルミ複合窓に比べて、樹脂窓の方が多結果となった。原材料では主要部材である PVC とガラスが大半を占め、ユーティリティでは電力の占める割合が大きい。たてすべり出し窓製造の GHG 排出量は、樹脂窓がアルミ窓や樹脂アルミ複合窓に比べて小さい結果となった。

引違い窓とたてすべり出し窓における GHG 排出量の傾向が異なるのは、たてすべり出し窓は全体重量に占めるサッシの比率が引き違いよりも大きいため、原料となるアルミ重量の影響を受けやすいことがあげられる。

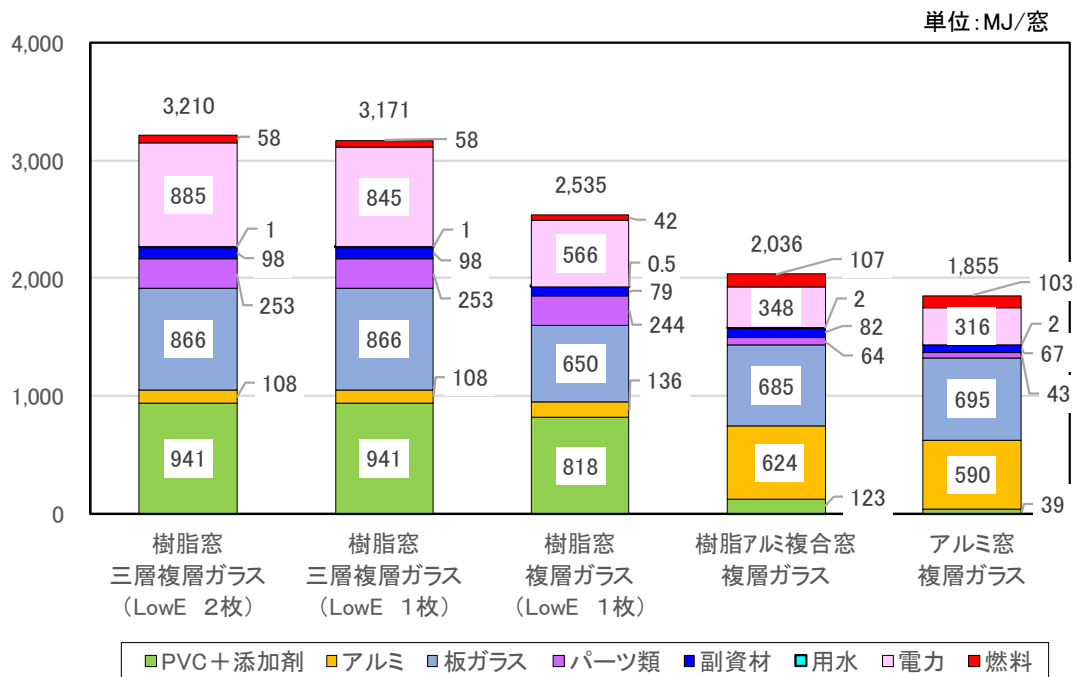


図 10 引違い窓・製造段階のエネルギー消費量(16513 サイズ:原料調達～窓製造まで)

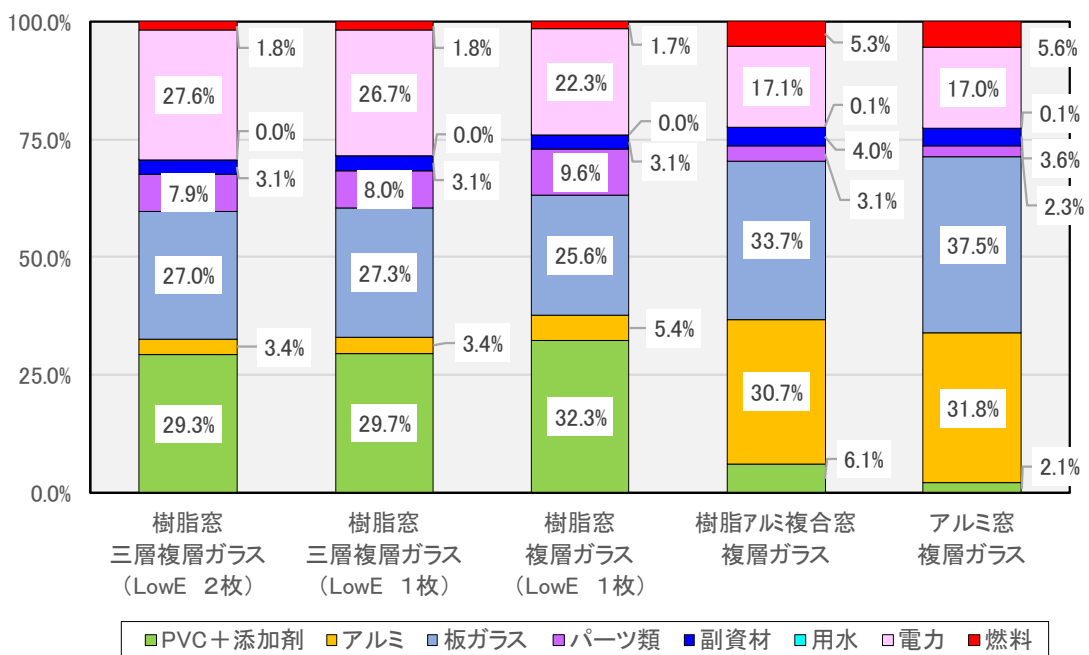


図 11 引違い窓・製造段階のエネルギー消費量<構成比>
(16513 サイズ:原料調達～窓製造まで)

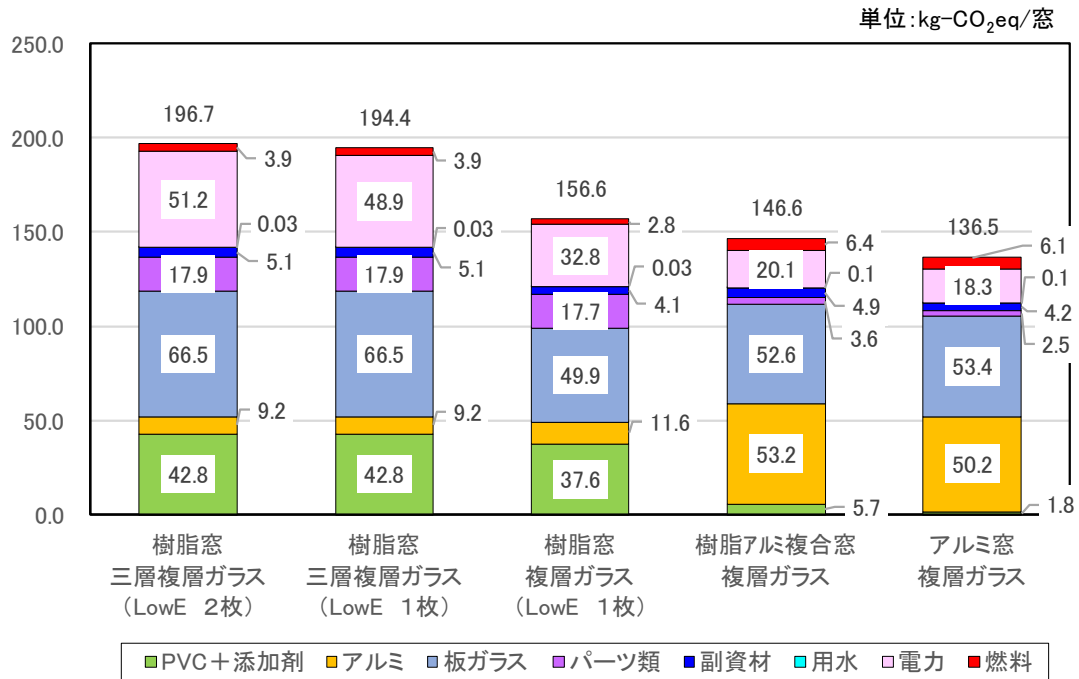


図 12 引違い窓・製造段階の GHG 排出量(16513 サイズ:原料調達～窓製造まで)

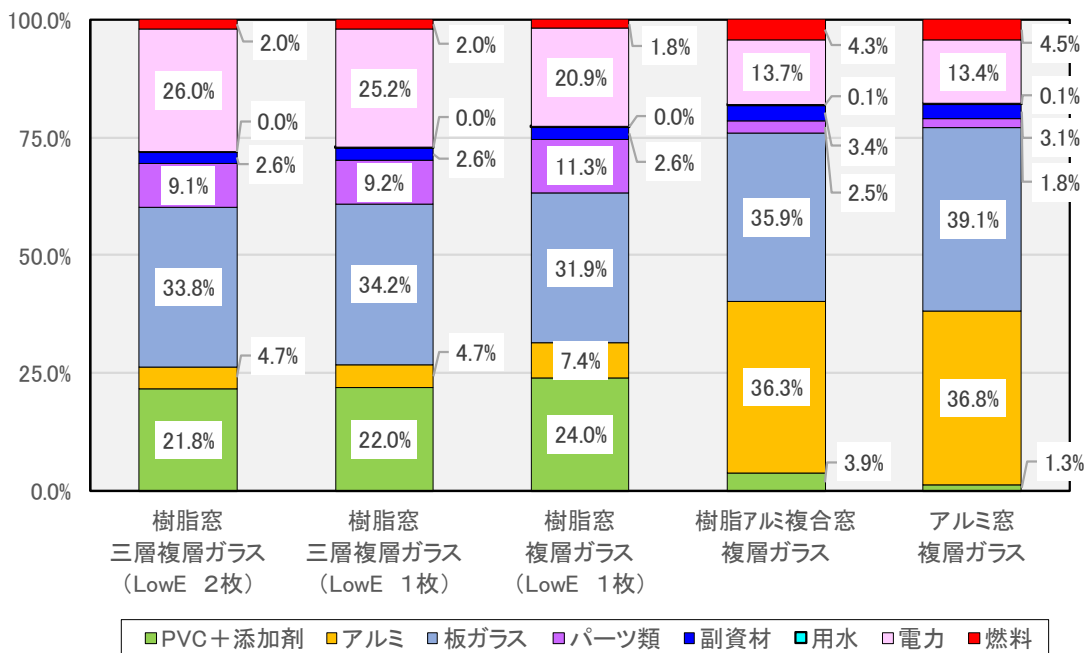


図 13 引違い窓・製造段階の GHG 排出量<構成比>
(16513 サイズ:原料調達～窓製造まで)

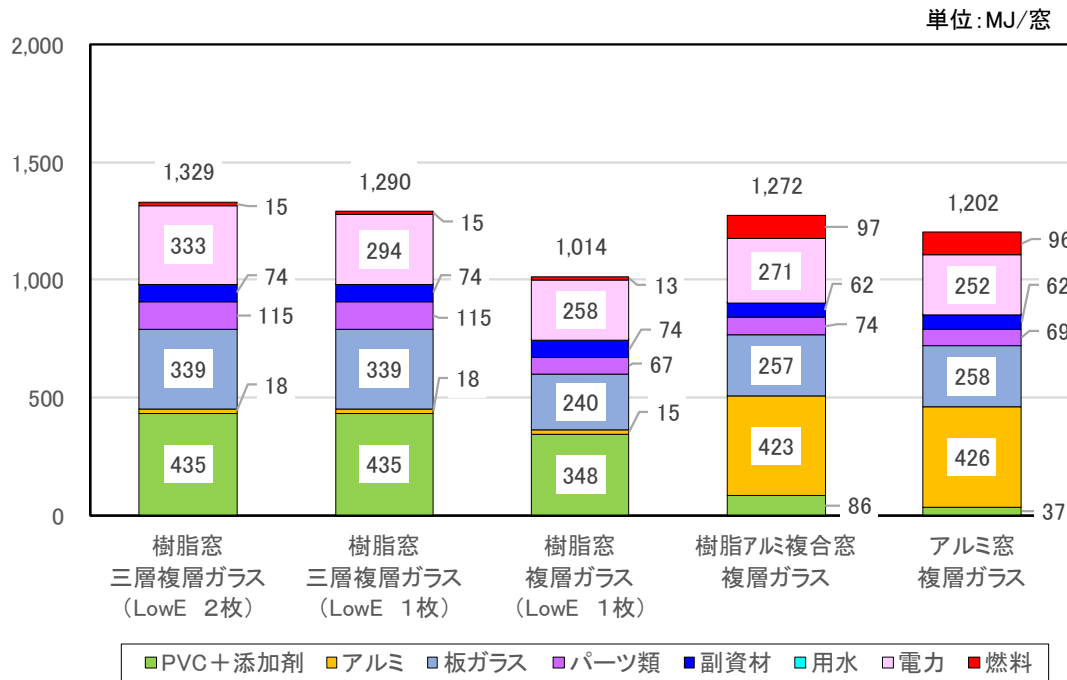


図 14 たてすべり出し窓・製造段階のエネルギー消費量
(07411 サイズ:原料調達～窓製造まで)

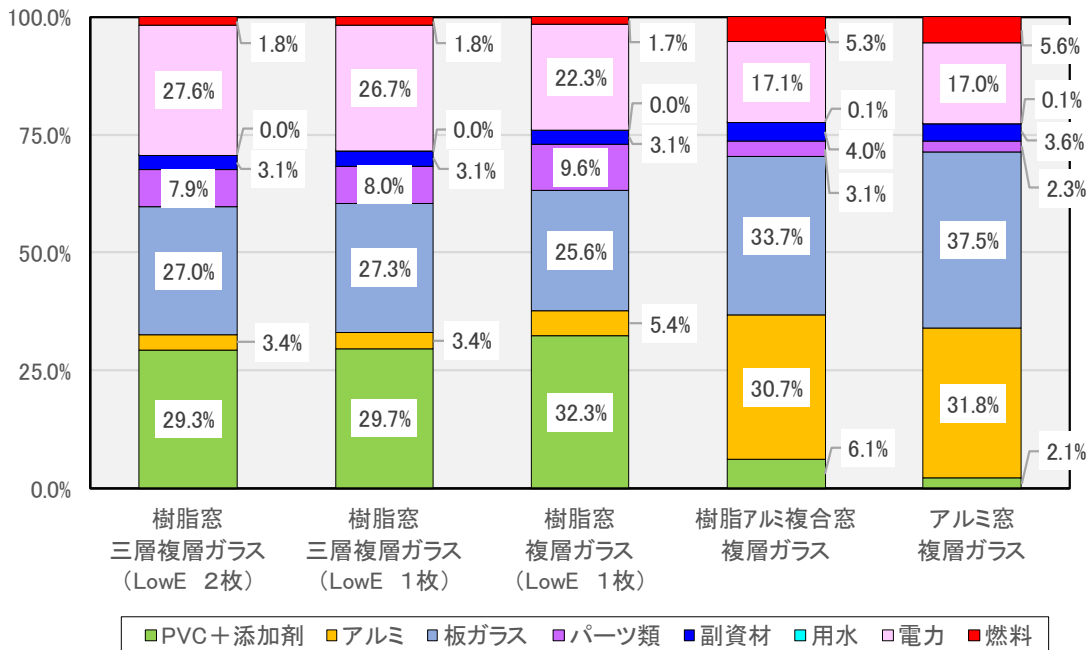


図 15 たてすべり出し窓・製造段階のエネルギー消費量<構成比>
(07411 サイズ:原料調達～窓製造まで)

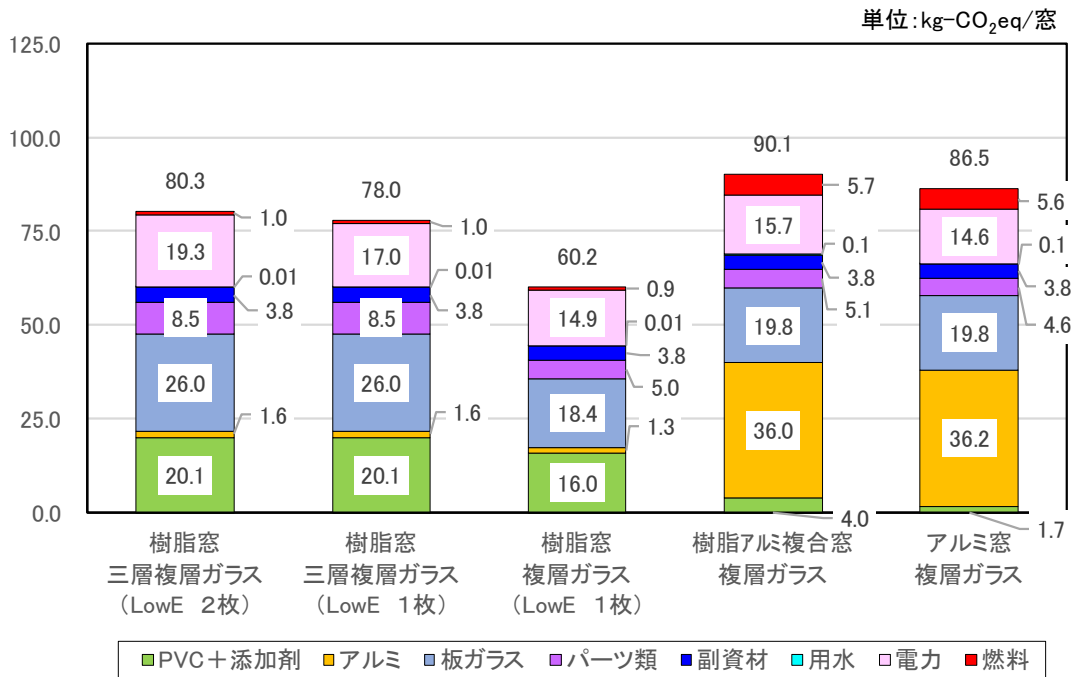


図 16 たてすべり出し窓・製造段階の GHG 排出量
(07411 サイズ:原料調達～窓製造まで)

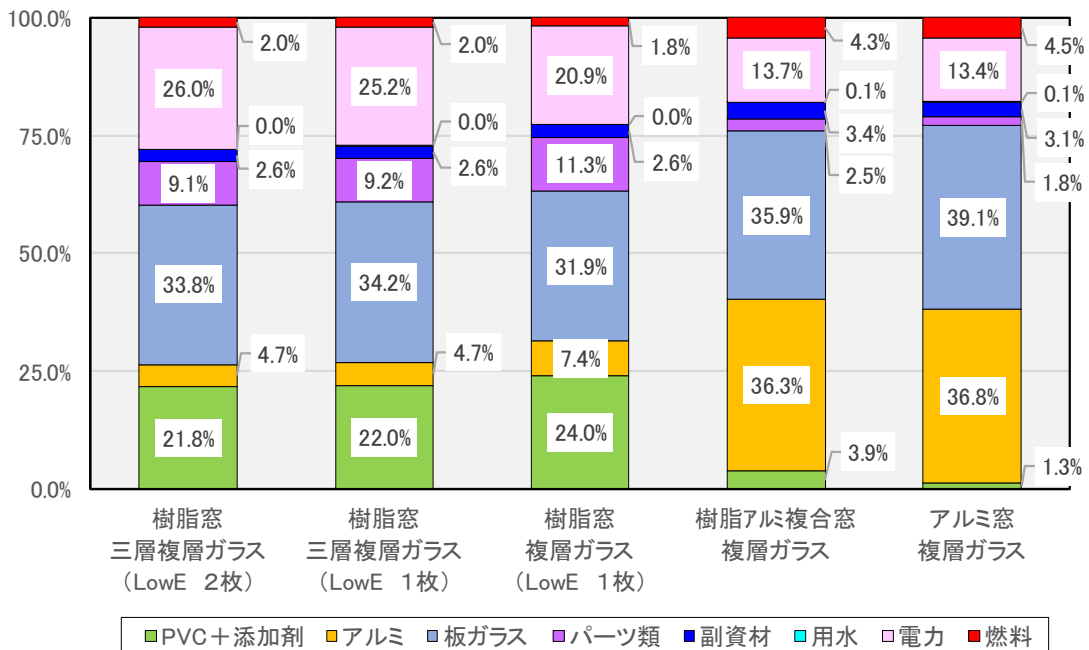


図 17 たてすべり出し窓・製造段階の GHG 排出量<構成比>
(07411 サイズ:原料調達～窓製造まで)

(2) 工程内廃棄物の取り扱い方による分析結果の変化

窓の製造段階から発生する工程内廃棄物の処理方法である①現状は、各メーカーからのPVCくず、アルミくず、ガラスくずの処理状況に関するヒヤリング結果に基づいて設定した。アルミドロス、水酸化アルミ、アルミスラッジ、廃酸、廃アルカリの処理状況に関しては、日本サッシ協会資料 [8]に基づいて設定した。このほか、現状から更にリサイクルを推進するケースを②、リサイクルしないケースとして、塩化ビニル樹脂 (PVC) を焼却処理するケースを③、全てを埋立処分するケースを④として、工程内廃棄物の取り扱い方によるエネルギー消費量、GHG 排出量の変化の程度をみた。

表 14 工程内廃棄物の処理シナリオ

シナリオ	対象廃棄物	処理概要
①現状	PVCくず(添加剤含む)	処理事業者:材料リサイクル 50%、熱回収 50%
	アルミくず	窓製造プロセスにて系内リサイクルするため対象としない
	ガラスくず	処理事業者:埋立処分
	アルミドロス	処理事業者:回収アルミ 50%、固形分(路盤材) 50%
	水酸化アルミ	処理事業者:アルカリとして利用(再資源化分は考慮しない)
	アルミスラッジ	処理事業者:硫酸バンド
	廃酸	処理事業者:硫酸バンド
	廃アルカリ	処理事業者:中和用アルカリ(再資源化分は考慮しない)
②リサイクル推進	PVCくず(添加剤含む)	処理事業者:材料リサイクル 100%
	アルミくず	窓製造プロセスにて系内リサイクルするため対象としない
	ガラスくず	処理事業者:埋立処分
	アルミドロス	処理事業者:回収アルミ 50%、固形分(路盤材) 50%
	水酸化アルミ	処理事業者:アルカリとして利用(再資源化分は考慮しない)
	アルミスラッジ	処理事業者:硫酸バンド
	廃酸	処理事業者:硫酸バンド
	廃アルカリ	処理事業者:中和用アルカリ(再資源化分は考慮しない)
③PVCくず焼却	PVCくず(添加剤含む)	処理事業者:焼却処分
	アルミくず	窓製造プロセスにて系内リサイクルするため対象としない
	ガラスくず	処理事業者:埋立処分
	アルミドロス	処理事業者:回収アルミ 50%、固形分(路盤材) 50%
	水酸化アルミ	処理事業者:アルカリとして利用(再資源化分は考慮しない)
	アルミスラッジ	処理事業者:硫酸バンド
	廃酸	処理事業者:硫酸バンド
	廃アルカリ	処理事業者:中和用アルカリ(再資源化分は考慮しない)
④全量埋立処分	全ての廃棄物	処理事業者:埋立処分

工程内廃棄物の取り扱いとして、材料リサイクルと熱回収が各 50%である①現状よりも②の PVC くずを材料リサイクルするシナリオにおいてエネルギー消費量、GHG 排出量が少なくなることが確認できる。GHG 排出量においては、③のプラスチック（PVC くず）焼却のシナリオが最大となることが把握できる。

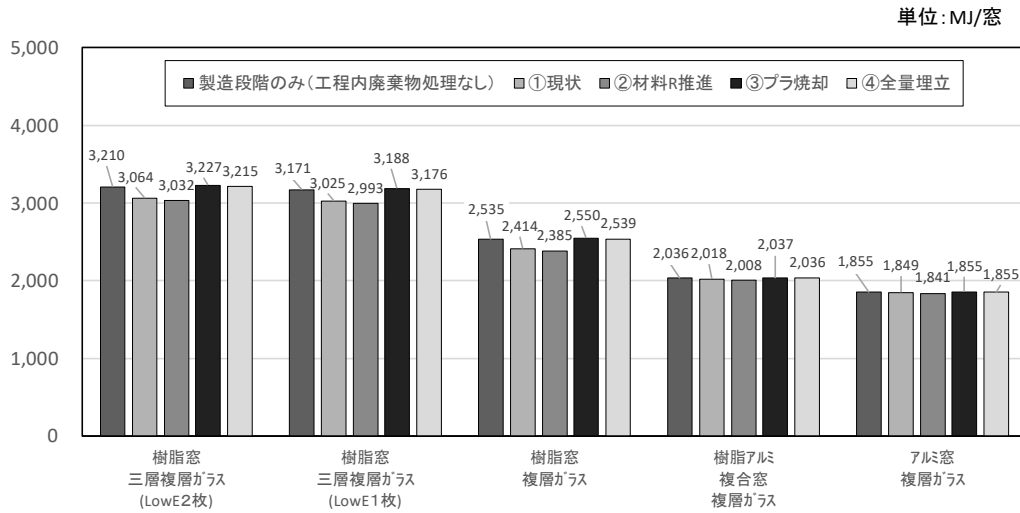


図 18 引違い窓・製造段階・工程内廃棄物処理に係るエネルギー消費量
(16513 サイズ:原料調達～窓製造まで)

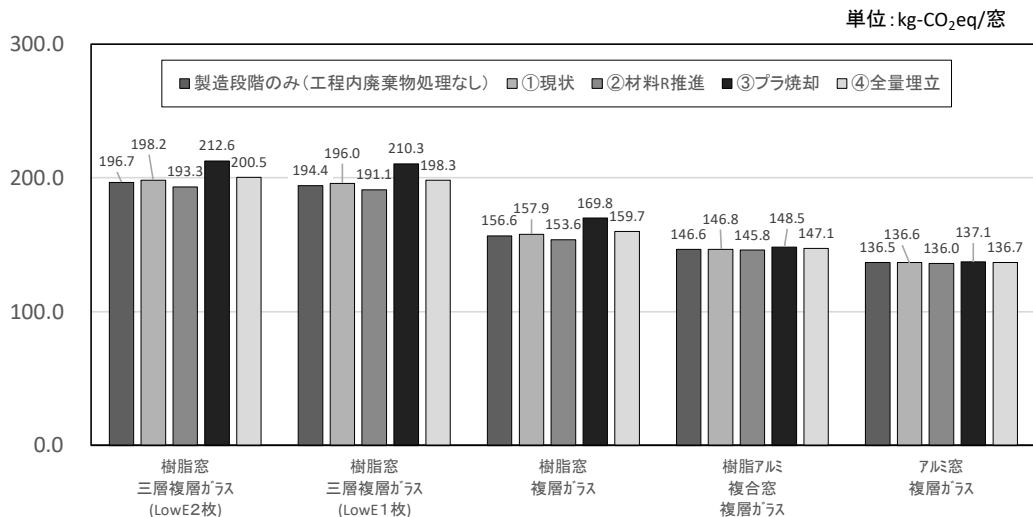


図 19 引違い窓・製造段階・工程内廃棄物処理に係る GHG 排出量
(16513 サイズ:原料調達～窓製造まで)

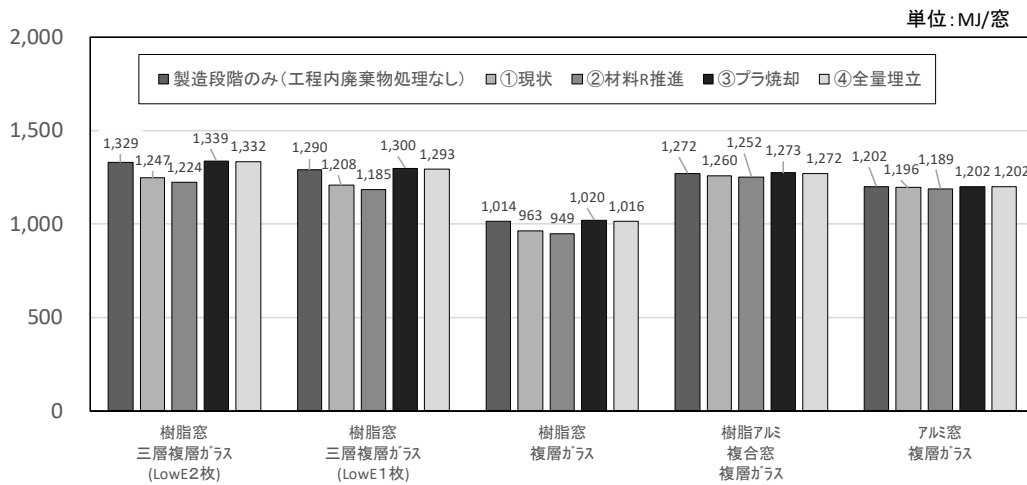
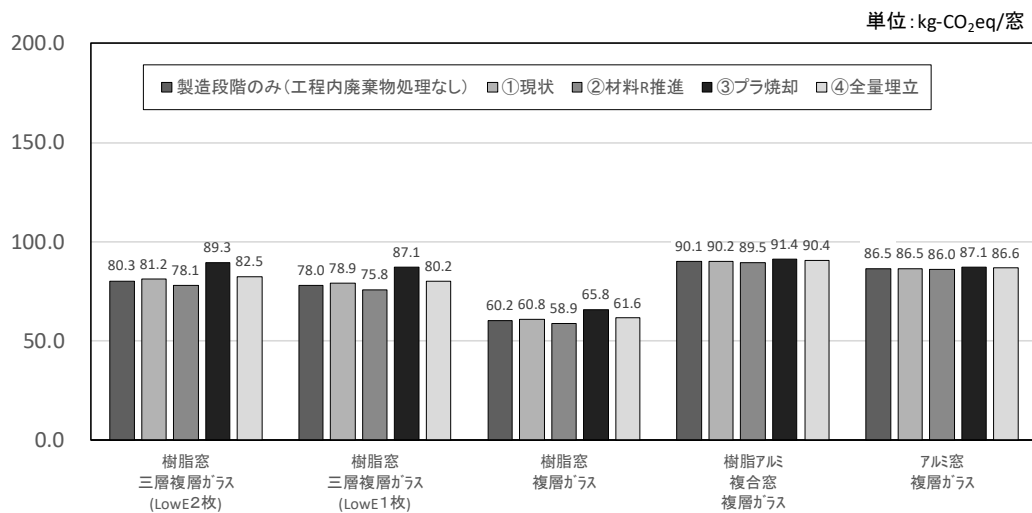


図 20 たてすべり出し窓・製造段階・工程内廃棄物処理に係るエネルギー消費量
(07411 サイズ:原料調達～窓製造まで)



たてすべり出し窓07411サイズ 製造段階および工程内廃棄物処理のGHG排出量 (kg-CO₂eq/窓)

図 21 たてすべり出し窓・製造段階・工程内廃棄物処理に係る GHG 排出量
(07411 サイズ:原料調達～窓製造まで)

(3) 戸建て住宅1戸あたりにおける窓の重量、エネルギー消費量、GHG 排出量

各窓1窓あたりのインベントリ分析結果を基に、戸建て住宅1戸における窓製造に係るエネルギー消費量、GHG 排出量を算出した。寒冷地は1戸あたりの引違い窓設置数が10窓、たてすべり出し窓が6窓、温暖地は引違い窓設置数が10窓、たてすべり出し窓が7窓である。

寒冷地における戸建住宅1戸あたりの窓重量は、三層複層ガラスの樹脂窓を使用した場合が793kg、複層ガラスの樹脂窓の場合は630kgである。温暖地では、三層複層ガラスの樹脂窓を使用した場合が817kg、複層ガラスの樹脂窓の場合は648kg、樹脂アルミ複合窓とアルミ窓は500kg超である。

表 15 寒冷地(1~3地域)の戸建て住宅1戸あたりに使用される窓の重量

単位:kg/戸

	樹脂窓 三層複層ガラス (LowE 2枚)	樹脂窓 三層複層ガラス (LowE 1枚)	樹脂窓 複層ガラス (LowE 1枚)
引違い窓	644	644	518
たてすべり出し窓	148	148	112
重量計	793	793	630

表 16 温暖地(4~7地域)の戸建て住宅1戸あたりに使用される窓の重量

単位:kg/戸

	樹脂窓 三層複層ガラス (LowE 2枚)	樹脂窓 三層複層ガラス (LowE 1枚)	樹脂窓 複層ガラス (LowE 1枚)	樹脂アルミ複合窓 複層ガラス	アルミ窓 複層ガラス
引違い窓	644	644	518	410	389
たてすべり出し窓	173	173	130	136	128
製造段階計	817	817	648	546	516

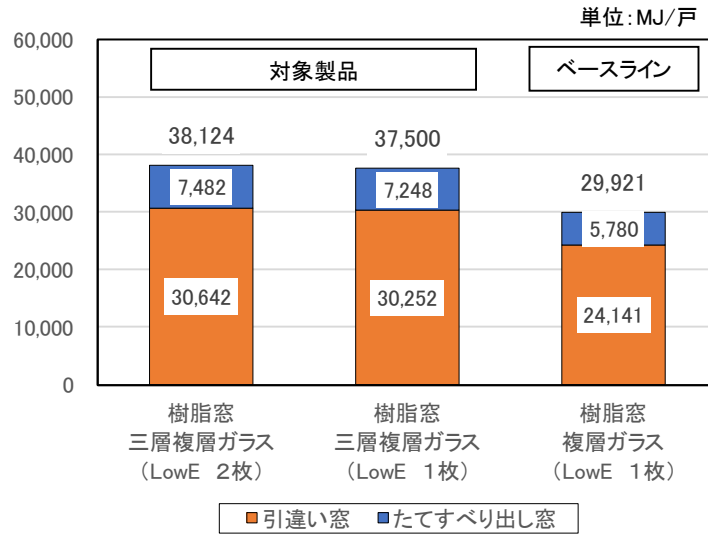


図 22 窓製造段階のエネルギー消費量<寒冷地: 1~3地域>
(原料調達~窓製造まで)

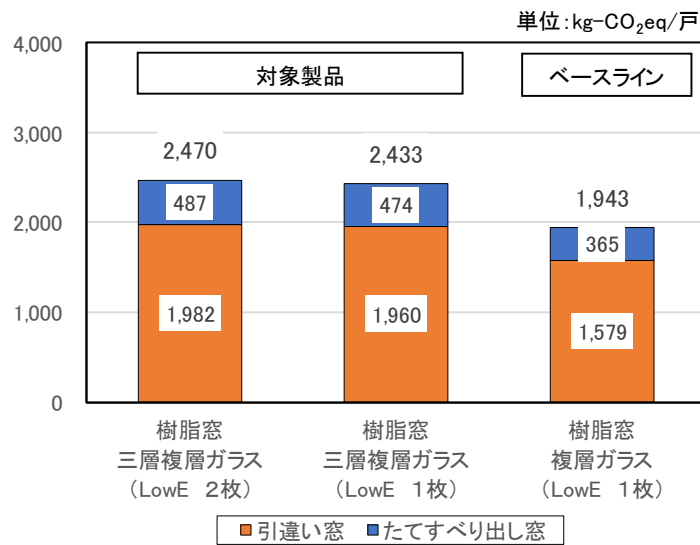


図 23 窓製造段階の GHG 排出量<寒冷地: 1~3地域>
(原料調達~窓製造まで)

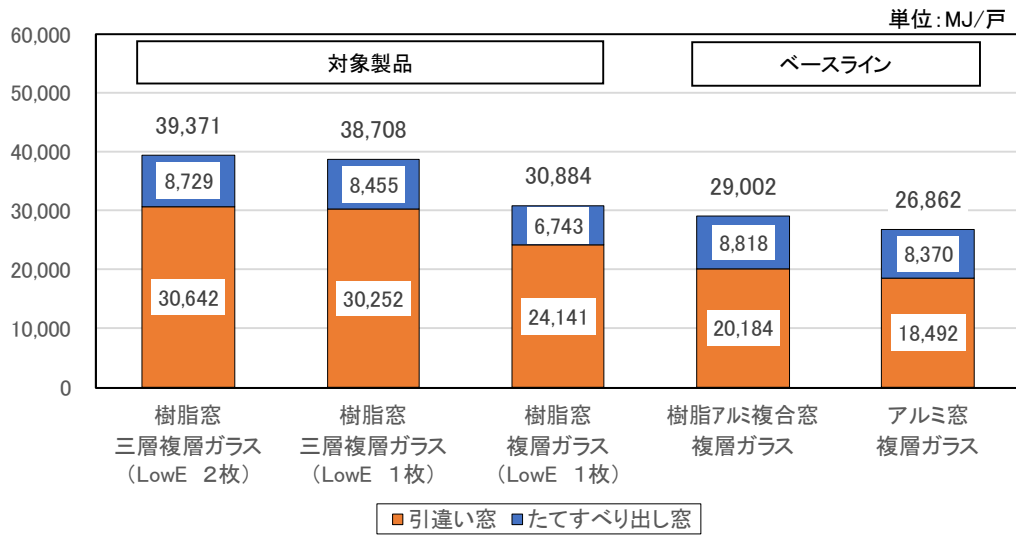


図 24 窓製造段階のエネルギー消費量<温暖地:4~7地域>
(原料調達~窓製造まで)

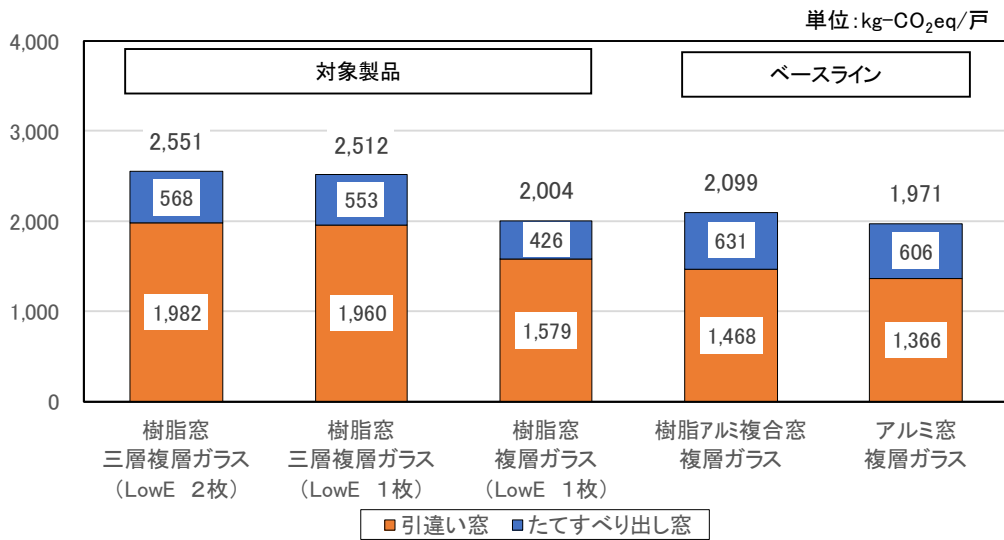


図 25 窓製造段階の GHG 排出量<温暖地:4~7地域>
(原料調達~窓製造まで)

7-2. 戸建て住宅の使用段階

AE-SimHeat のシミュレーションによって、地域毎、窓の種類毎の年間電気使用量を算出した結果を以下に示す。

U 値が 1.60 と断熱性能が最も高い三層複層ガラス・ダブル LowE の樹脂窓で電気使用量が必ずしも最小にならないのは、ガラスの日射熱取得率が低く冬場の日射を遮ってしまうため、暖房が必要となり、結果的にエアコンの電気使用量が多くなるからである。この状況は、1 地域（表 17）、2 地域（表 18）、4 地域（表 20）、5 地域（表 21）で生じている。

表 17 戸建て住宅使用段階におけるエネルギー消費量・GHG 排出量<1 地域>

条件及び試算結果		【樹脂窓推奨案】		【ベースライン】
		①樹脂窓 三層複層ガラス ダブルLowE ガス入り	②樹脂窓 三層複層ガラス シングルLowE ガス入り	樹脂窓 複層ガラス LowE
窓の熱貫流率 U[W/(㎡K)]		1.60	1.70	2.33
窓の日射遮蔽係数	放射SCR	0.34	0.63	0.49
	対流SCC	0.06	0.09	0.06
熱損失係数 Q値[W/㎡K]		1.45	1.47	1.59
電気使用量 [kWh/年]	暖房	6,047	5,712	6,393
	冷房	44	59	44
	年間	6,091	5,771	6,437
エネルギー消費量 [MJ/年]		63,801	60,446	67,421
GHG排出量 [kg-CO ₂ eq/年]		3,691	3,497	3,901

表 18 戸建て住宅使用段階におけるエネルギー消費量・GHG 排出量<2 地域>

条件及び試算結果		【樹脂窓推奨案】		【ベースライン】
		①樹脂窓 三層複層ガラス ダブルLowE ガス入り	②樹脂窓 複層ガラス LowE ガス入り	樹脂窓 複層ガラス LowE
窓の熱貫流率 U[W/(㎡K)]		1.60	1.90	2.33
窓の日射遮蔽係数	放射SCR	0.34	0.49	0.49
	対流SCC	0.06	0.06	0.06
熱損失係数 Q値[W/㎡K]		1.45	1.51	1.59
電気使用量 [kWh]	暖房	4,847	4,838	5,085
	冷房	45	49	45
	年間	4,892	4,887	5,130
エネルギー消費量 [MJ/年]		51,236	51,190	53,737
GHG排出量 [kg-CO ₂ eq/年]		2,964	2,962	3,109

表 19 戸建て住宅使用段階におけるエネルギー消費量・GHG 排出量<3地域>

条件及び試算結果		【樹脂窓推奨案】		【ベースライン】
		①樹脂窓 三層複層ガラス ダブルLowE ガス入り	②樹脂窓 複層ガラス LowE ガス入り	樹脂窓 複層ガラス LowE
窓の熱貫流率 U[W/(m ² K)]		1.60	1.90	2.33
窓の日射遮蔽係数	放射SCR	0.34	0.49	0.49
	対流SCC	0.06	0.06	0.06
熱損失係数 Q値[W/m ² K]		1.76	1.81	1.90
電気使用量 [kWh]	暖房	2,517	2,535	2,700
	冷房	89	95	91
	年間	2,607	2,631	2,791
エネルギー消費量 [MJ/年]		27,306	27,555	29,231
GHG排出量 [kg-CO ₂ eq/年]		1,580	1,594	1,691

表 20 戸建て住宅使用段階におけるエネルギー消費量・GHG 排出量<4地域>

条件及び試算結果		【樹脂窓推奨案】		【ベースライン】
		①樹脂窓 三層複層ガラス ダブルLowE ガス入り	②樹脂窓 複層ガラス LowE ガス入り	樹脂アルミ複合窓 複層ガラス
窓の熱貫流率 U[W/(m ² K)]		1.60	1.90	3.49
窓の日射遮蔽係数	放射SCR	0.34	0.49	0.88
	対流SCC	0.06	0.06	0.02
熱損失係数 Q値[W/m ² K]		1.91	1.99	2.39
電気使用量 [kWh]	暖房	1,682	1,676	1,923
	冷房	117	125	138
	年間	1,799	1,801	2,061
エネルギー消費量 [MJ/年]		18,840	18,862	21,589
GHG排出量 [kg-CO ₂ eq/年]		1,090	1,091	1,249

表 21 戸建て住宅使用段階におけるエネルギー消費量・GHG 排出量<5地域>

条件及び試算結果		【樹脂窓推奨案】			【ベースライン】
		①樹脂窓 三層複層ガラス ダブルLowE ガス入り	②樹脂窓 複層ガラス LowE ガス入り	③樹脂窓 複層ガラス LowE	アルミ窓 複層ガラス
窓の熱貫流率 U[W/(m ² K)]		1.60	1.90	2.33	4.65
窓の日射遮蔽係数	放射SCR	0.34	0.49	0.49	0.88
	対流SCC	0.06	0.06	0.06	0.02
熱損失係数 Q値[W/m ² K]		1.90	1.98	2.08	2.67
電気使用量 [kWh]	暖房	1,427	1,411	1,536	1,910
	冷房	218	233	224	242
	年間	1,645	1,643	1,761	2,152
エネルギー消費量 [MJ/年]		17,232	17,214	18,444	22,542
GHG排出量 [kg-CO ₂ eq/年]		997	996	1,067	1,304

表 22 戸建て住宅使用段階におけるエネルギー消費量・GHG 排出量<6地域>

条件及び試算結果	【樹脂窓推奨案】			【ベースライン】
	①樹脂窓 三層複層ガラス ダブルLowE ガス入り	②樹脂窓 複層ガラス LowE ガス入り	③樹脂窓 複層ガラス LowE	アルミ窓 複層ガラス
窓の熱貫流率 U[W/(m ² K)]	1.60	1.90	2.33	4.65
窓の日射遮蔽係数	放射SCR	0.34	0.49	0.88
	対流SCC	0.06	0.06	0.02
熱損失係数 Q値[W/m ² K]	1.90	1.98	2.08	2.67
電気使用量 [kWh]	暖房	813	795	1,117
	冷房	382	403	421
	年間	1,195	1,198	1,538
エネルギー消費量 [MJ/年]	12,520	12,551	13,289	16,110
GHG排出量 [kg-CO ₂ eq/年]	724	726	769	932

表 23 戸建て住宅使用段階におけるエネルギー消費量・GHG 排出量<7地域>

条件及び試算結果	【樹脂窓推奨案】			【ベースライン】
	①樹脂窓 三層複層ガラス ダブルLowE ガス入り	②樹脂窓 複層ガラス LowE ガス入り	③樹脂窓 複層ガラス LowE	アルミ窓 複層ガラス
窓の熱貫流率 U[W/(m ² K)]	1.60	1.90	2.33	4.65
窓の日射遮蔽係数	放射SCR	0.34	0.49	0.88
	対流SCC	0.06	0.06	0.02
熱損失係数 Q値[W/m ² K]	1.90	1.98	2.08	2.67
電気使用量 [kWh]	暖房	392	379	525
	冷房	624	657	670
	年間	1,015	1,036	1,195
エネルギー消費量 [MJ/年]	10,636	10,847	11,103	12,521
GHG排出量 [kg-CO ₂ eq/年]	615	628	642	724

7-3. 輸送段階

①原料調達から窓製造工場までの輸送はメーカーへのヒヤリング結果を反映し、一律500km（10tトラック：積載率75%）、②窓製造工場から販売店までの輸送は200km（10tトラック：積載率75%）とした。③住宅解体現場から中間処理、最終処分場までの輸送条件は、中間処理場では同一県内を想定し100km、中間処理場から最終処分場は50kmとした。輸送に伴うエネルギー消費量、GHG排出量を以下に示す。

表 24 引違い窓の輸送に係るエネルギー消費量、GHG 排出量<1窓あたり>

		引違い窓 16513サイズ			
		樹脂窓		樹脂アルミ複合窓	アルミ窓
		三層複層ガラス	複層ガラス	複層ガラス	複層ガラス
		kg/窓	MJ/窓	kg-CO ₂ eq/窓	
①原料調達～窓製造工場	kg/窓	70.7	57.4	43.8	41.2
エネルギー消費量	MJ/窓	67	55	42	39
GHG排出量	kg-CO ₂ eq/窓	4.9	4.0	3.0	2.8
②窓製造工場～販売店	kg/窓	64.4	51.8	41.0	38.9
エネルギー消費量	MJ/窓	45	36	28	27
GHG排出量	kg-CO ₂ eq/窓	3.2	2.6	2.1	2.0
③住宅解体現場～中間処理～最終処分場	kg/窓	64.4	51.8	41.0	38.9
エネルギー消費量	MJ/窓	33	27	21	20
GHG排出量	kg-CO ₂ eq/窓	2.4	2.0	1.6	1.5
輸送計					
エネルギー消費量	MJ/窓	145	117	91	86
GHG排出量	kg-CO ₂ eq/窓	10.6	8.5	6.6	6.3

表 25 たてすべり出し窓の輸送に係るエネルギー消費量、GHG 排出量<1窓あたり>

		たてすべり出し窓 07411サイズ			
		樹脂窓		樹脂アルミ複合窓	アルミ窓
		三層複層ガラス	複層ガラス	複層ガラス	複層ガラス
		kg/窓	MJ/窓	kg-CO ₂ eq/窓	
①原料調達～窓製造工場	kg/窓	29.2	21.5	21.5	20.2
エネルギー消費量	MJ/窓	28	20	20	19
GHG排出量	kg-CO ₂ eq/窓	2.0	1.5	1.5	1.4
②窓製造工場～販売店	kg/窓	24.7	18.6	19.4	18.2
エネルギー消費量	MJ/窓	17	13	13	13
GHG排出量	kg-CO ₂ eq/窓	1.2	0.9	1.0	0.9
③住宅解体現場～中間処理～最終処分場	kg/窓	24.7	18.6	19.4	18.2
エネルギー消費量	MJ/窓	13	10	10	9
GHG排出量	kg-CO ₂ eq/窓	0.9	0.7	0.7	0.7
輸送計					
エネルギー消費量	MJ/窓	58	43	44	41
GHG排出量	kg-CO ₂ eq/窓	4.2	3.1	3.2	3.0

表 26 寒冷地の輸送に係るエネルギー消費量、GHG 排出量<戸建て住宅1戸あたり>

		樹脂窓		樹脂アルミ複合窓	アルミ窓
		三層複層ガラス	複層ガラス	複層ガラス	複層ガラス
寒冷地	引違い窓(窓/戸)	10	10	10	10
	たてすべり出し窓(窓/戸)	6	6	6	6
エネルギー消費量	MJ/戸	1,796	1,429	1,175	1,109
GHG排出量	kg-CO ₂ eq/窓	130.8	104.1	85.6	80.8

表 27 温暖地の輸送に係るエネルギー消費量、GHG 排出量<戸建て住宅 1 戸あたり>

		樹脂窓		樹脂アルミ複合窓	アルミ窓
		三層複層ガラス	複層ガラス	複層ガラス	複層ガラス
温暖地	引違い窓(窓/戸)	10	10	10	10
	たてすべり出し窓(窓/戸)	7	7	7	7
エネルギー消費量	MJ/戸	1,854	1,472	1,219	1,150
GHG排出量	kg-CO ₂ eq/窓	135.0	107.2	88.8	83.8

7-4. 窓の廃棄・リサイクル段階

使用済み窓の廃棄・リサイクル段階は、①現状、②埋立、③リサイクル推進のシナリオに基づき分析した。①現状は、金属、非鉄金属は処理事業者を経て再利用、プラスチックは焼却、ガラスは埋立処分とした。③リサイクル推進シナリオは数十年後に戸建て住宅から相当量の塩化ビニル樹脂（PVC）が排出される可能性があるため、PVC の材料リサイクルによるエネルギー消費量、GHG 排出量の低減効果の程度をみるために設定した。

表 28 戸建て住宅1戸あたりの使用済み窓発生量

		樹脂窓		樹脂アルミ複合窓	アルミ窓	単位
		三層複層ガラス	複層ガラス	複層ガラス	複層ガラス	
寒冷地	引違い窓	10	10	10	10	窓/戸
	たてすべり出し窓	6	6	6	6	窓/戸
主要部材	PVC(添加剤含む)	256.9	223.9	38.9	13.4	kg/戸
	アルミ	17.1	18.2	111.6	107.9	kg/戸
	ガラス	464.5	339.2	358.6	362.8	kg/戸
パーツ類	アルミ系部品	0.5	0.7	0.2	0.2	kg/戸
	鉄・ステンレス系部品	41.8	38.5	7.8	6.2	kg/戸
	樹脂系部品	11.2	7.8	5.8	3.8	kg/戸
	その他	0.6	1.5	3.7	3.8	kg/戸
発生量計		792.6	629.7	526.6	498.3	kg/戸
温暖地	引違い窓	10	10	10	10	窓/戸
	たてすべり出し窓	7	7	7	7	窓/戸
主要部材	PVC(添加剤含む)	265.8	231.5	40.8	14.2	kg/戸
	アルミ	17.3	18.4	117.2	113.6	kg/戸
	ガラス	478.2	349.0	369.2	373.4	kg/戸
パーツ類	アルミ系部品	0.5	0.8	0.3	0.3	kg/戸
	鉄・ステンレス系部品	43.3	39.3	8.7	6.9	kg/戸
	樹脂系部品	11.5	7.9	6.0	4.0	kg/戸
	その他	0.6	1.5	3.9	4.1	kg/戸
発生量計		817.3	648.4	546.0	516.5	kg/戸

表 29 使用済み戸建て住宅窓の処理シナリオ

シナリオ	対象物	処理概要
① 現状	非鉄金属	処理事業者:再利用(再資源化物による控除計算はしない)
	金属	処理事業者:再利用(再資源化物による控除計算はしない)
	ガラス	処理事業者:埋立処分
	プラスチック	処理事業者:焼却処理
	その他	処理事業者:埋立処分
③ 埋立処分	全て	処理事業者:埋立処分
④ リサイクル推進	非鉄金属	処理事業者:再利用(再資源化物による控除計算はしない)
	金属	処理事業者:再利用(再資源化物による控除計算はしない)
	ガラス	処理事業者:埋立処分
	PVCくず	処理事業者:再生樹脂
	プラスチック	処理事業者:焼却処理
	その他	処理事業者:埋立処分

使用済み窓の廃棄段階において、②埋立シナリオよりも①のエネルギー消費量、GHG 排出量が多い結果となった。これは主にプラスチックの焼却に伴う影響によるものである。③のリサイクル推進シナリオではサッシに使用される PVC から得られる再生樹脂が、新たに製造する樹脂を代替するものとみなして控除計算を行った結果、樹脂窓において①現状、②埋立シナリオに比べて大きな削減効果を見込めることが確認できる。特に、戸建て住宅に使用される樹脂窓の重量は1戸あたり 629.7kg~817.3kg であり、そのうち PVC は 223.9kg~265.8kg を占めているため、材料リサイクルによるエネルギー消費量、GHG 排出量の削減への期待は大きい。

表 30 戸建て住宅窓の廃棄段階におけるエネルギー消費量、GHG 排出量<寒冷地>

		樹脂窓 三層複層ガラス	樹脂窓 複層ガラス	樹脂アルミ 複合窓 複層ガラス	アルミ窓 複層ガラス
エネルギー消費量 (MJ/戸)	①現状	307	260	187	161
	②埋立	176	140	117	111
	③PVCリサイクル	-8,901	-7,768	-1,296	-407
GHG排出量 (kg-CO ₂ eq/戸)	①現状	249	223	284	255
	②埋立	35	28	23	22
	③PVCリサイクル	-112	-95	149	156

表 31 戸建て住宅窓の廃棄段階におけるエネルギー消費量、GHG 排出量＜温暖地＞

		樹脂窓 三層複層ガラス	樹脂窓 複層ガラス	樹脂アルミ 複合窓 複層ガラス	アルミ窓 複層ガラス
エネルギー消費量 (MJ/戸)	①現状	316	268	195	169
	②埋立	182	144	121	115
	③PVCリサイクル	-9,208	-8,032	-1,361	-433
GHG排出量 (kg-CO ₂ eq/戸)	①現状	255	228	297	268
	②埋立	36	28	24	23
	③PVCリサイクル	-117	-100	156	164

7-5. 窓のライフサイクルに係るエネルギー消費量、GHG 排出量

前項までのインベントリ分析結果を合計した戸建て住宅1戸における窓のライフサイクルに係るエネルギー消費量、GHG 排出量と当委員会推奨の窓と比較対象である各地域の窓（ベースライン）の分析結果から算出したエネルギー削減量と GHG 削減量を以下に示す。

全ての地域において、樹脂窓のライフサイクルに係るエネルギー消費量、GHG 排出量の大半を使用段階が占める。また、断熱性能が最も高い三層複層ガラス・ダブル LowE の樹脂窓のエネルギー消費量および GHG 排出量が三層複層ガラス・シングル LowE の樹脂窓よりも多いのは、前述のとおり使用段階において、ガラスの日射熱取得率が低く冬場の日射を遮ってしまい、そのために暖房が必要となるため、結果的にエアコンの電気使用量が多くなるからである。

ベースラインにおけるエネルギー消費量、GHG 排出量から地域差をみると、6地域の東京を1とした場合、1地域の旭川は4.0倍、2地域の札幌は3.2倍、3地域の盛岡は1.8倍、4地域の仙台は1.3倍、5地域の宇都宮は1.4倍、7地域の鹿児島は0.8倍であり、特に北海道において1戸あたりのエネルギー消費量、GHG 排出量の規模が大きいことがわかる。

1地域の推奨案は①三層複層ガラスのダブル LowE と②三層複層ガラスのシングル LowE、ベースラインは樹脂窓の複層ガラス（LowE）である。樹脂窓①のライフサイクルにおけるエネルギー消費量は1戸あたり1954GJ、樹脂窓②は1853GJであった。ベースラインの樹脂窓は2054GJであり、ベースラインよりも推奨案①のエネルギー消費量は100GJ、②は201GJ少ない結果となった。GHG 排出量では、推奨案①が1戸あたり113.5t-CO₂eq、②が107.8t-CO₂eqに対して、ベースラインが119.3t-CO₂eqであり、推奨案①のGHG 排出量はベースラインよりも5.7t-CO₂eq、推奨案②は11.5t-CO₂eq少ない。

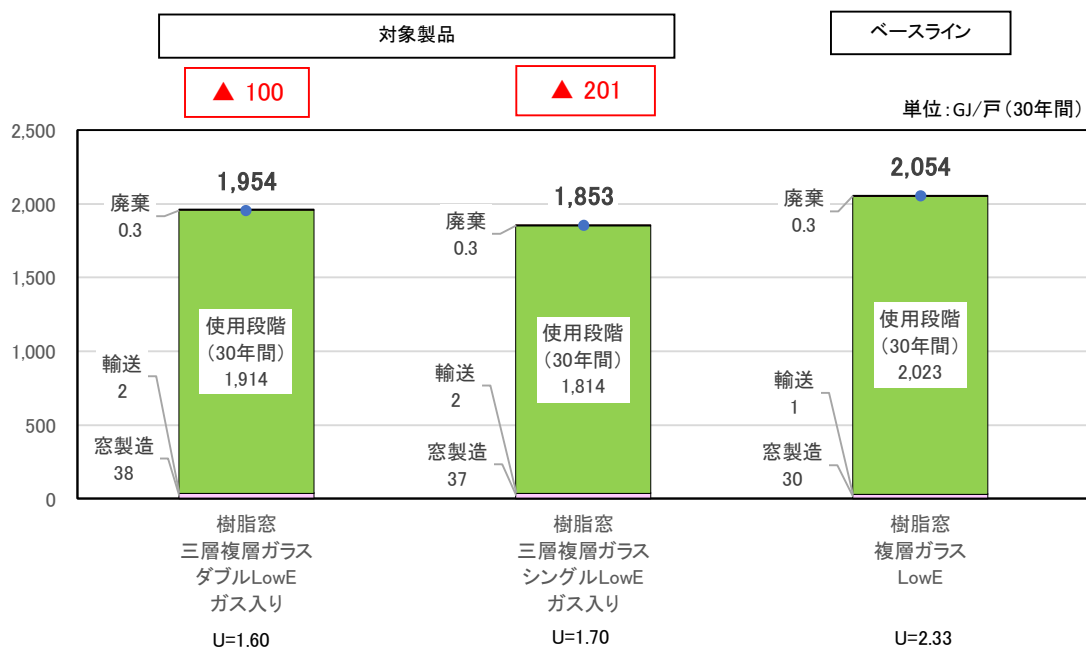


図 26 窓のライフサイクルに係るエネルギー消費量<1地域:旭川>
(戸建て住宅1戸あたり:30年間)

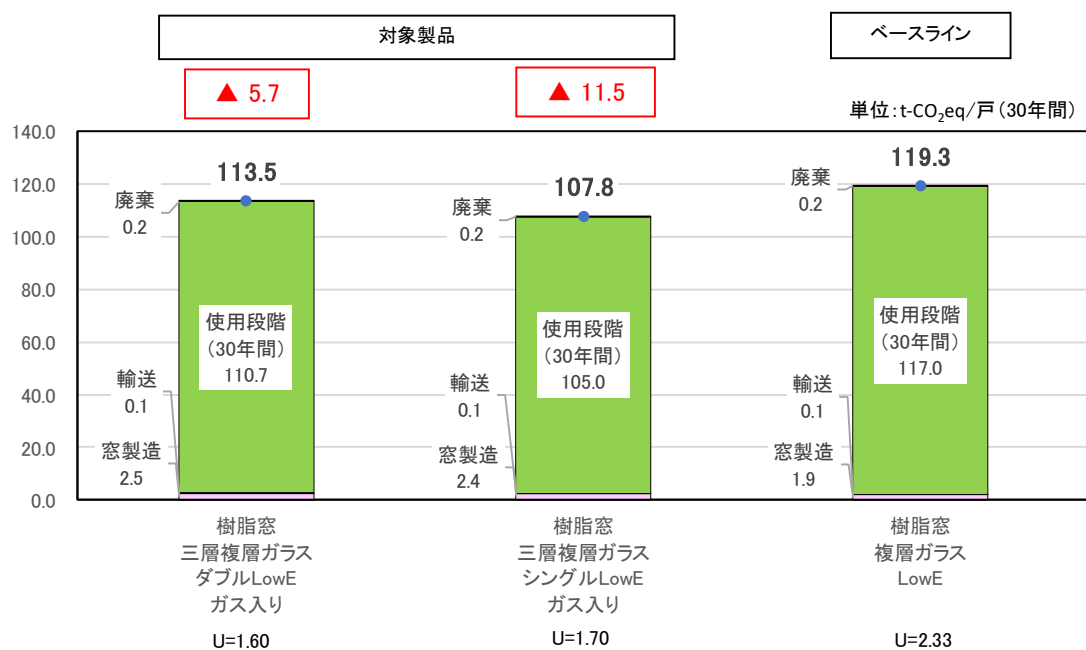


図 27 窓のライフサイクルに係る GHG 排出量<1地域:旭川>
(戸建て住宅1戸あたり:30年間)

2地域の推奨案は①三層複層ガラスのダブル LowE と②三層複層ガラスのシングル LowE、ベースラインは樹脂窓の複層ガラス (LowE) である。樹脂窓①のライフサイクルにおけるエネルギー消費量は1戸あたり 1577GJ、樹脂窓②は 1567GJ である。推奨案①、②に対して、ベースラインの樹脂窓は 1644GJ であり、ベースラインよりも推奨案①のエネルギー消費量は 66GJ、②は 77GJ 少ない。GHG 排出量においては、推奨案①が1戸あたり 91.6t-CO₂eq、②が 91.1t-CO₂eq であり、ベースライン 95.6t-CO₂eq に比べて推奨案①の GHG 排出量は 3.9t-CO₂eq、②は 4.5t-CO₂eq 少ない結果となった。

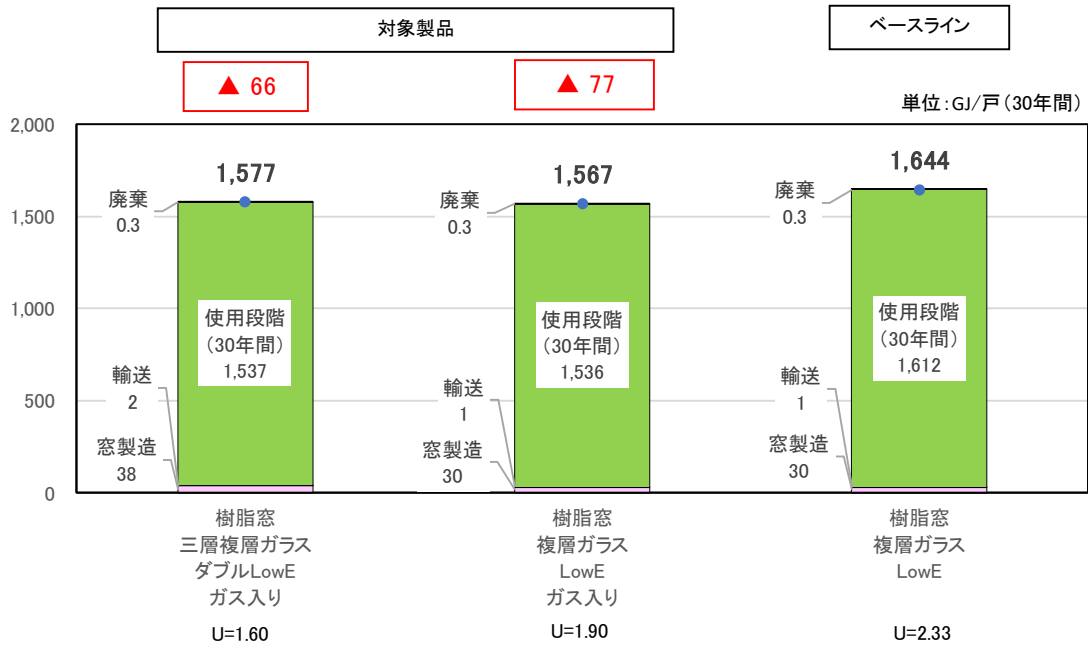


図 28 窓のライフサイクルに係るエネルギー消費量<2地域:札幌>
(戸建て住宅1戸あたり:30年間)

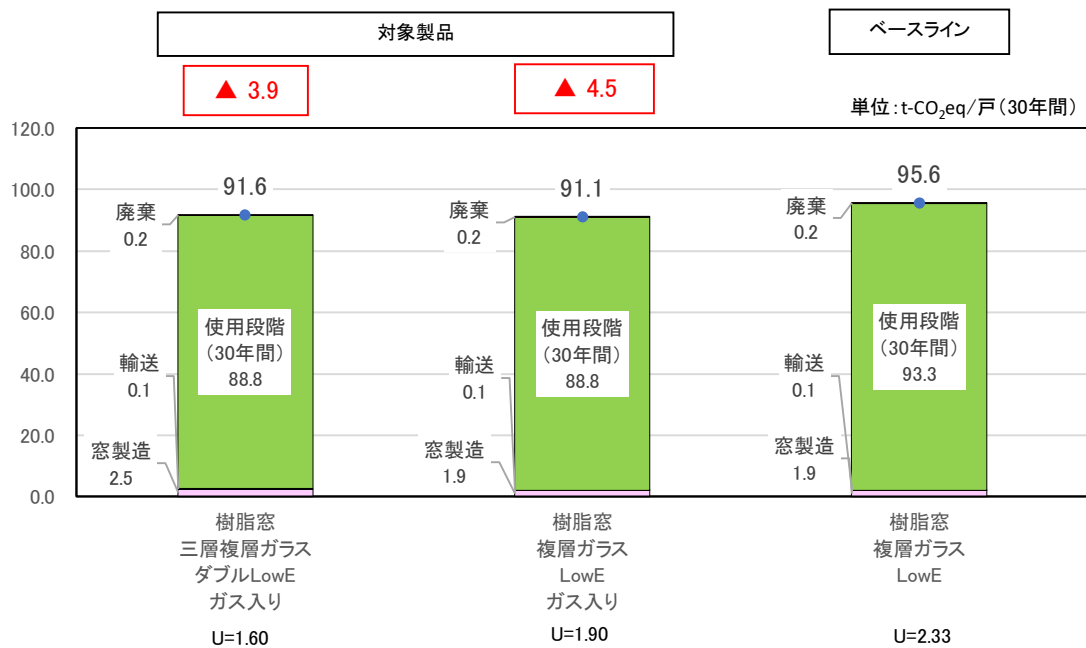


図 29 窓のライフサイクルに係る GHG 排出量<2地域:札幌>
(戸建て住宅1戸あたり:30年間)

3地域の推奨案は①三層複層ガラスのダブル LowE と②三層複層ガラスのシングル LowE、ベースラインは樹脂窓の複層ガラス (LowE) である。樹脂窓①のライフサイクルにおけるエネルギー消費量は1戸あたり 860GJ、樹脂窓②は 858GJ であった。ベースラインの樹脂窓は 909GJ であり、ベースラインよりも推奨案①のエネルギー消費量は 49GJ、②は 50GJ 少ない結果となった。GHG 排出量では、推奨案①が1戸あたり 50.2t-CO₂eq、②が 50.0t-CO₂eq に対して、ベースラインが 53.0t-CO₂eq であり、推奨案①の GHG 排出量はベースラインよりも 2.7t-CO₂eq、推奨案②は 3.0t-CO₂eq 少ない。

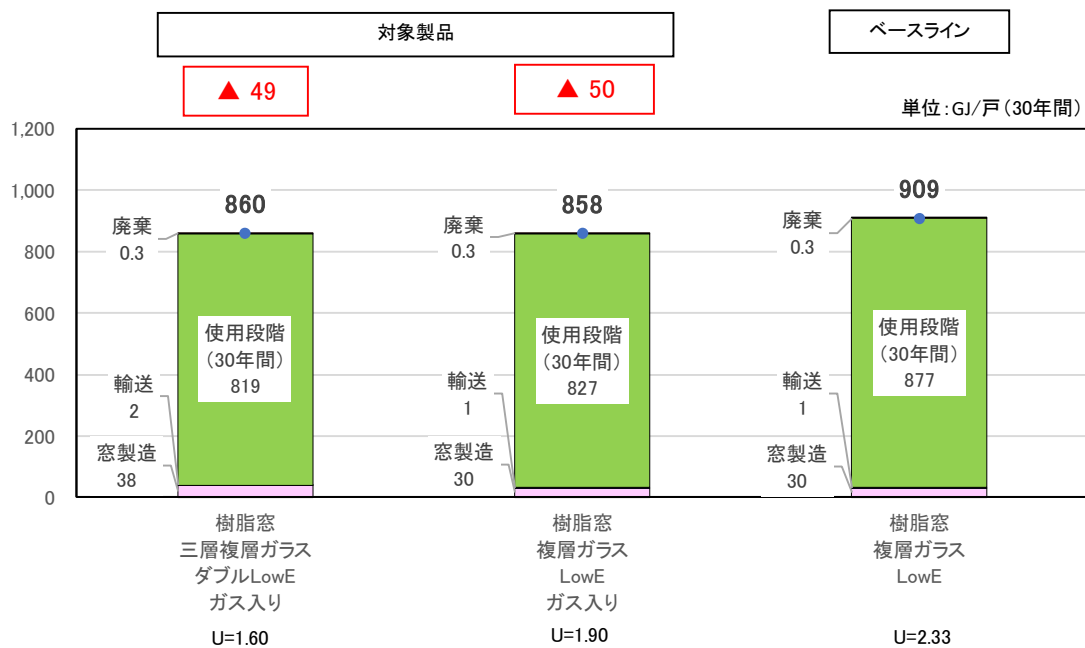


図 30 窓のライフサイクルに係るエネルギー消費量<3地域:盛岡>
(戸建て住宅1戸あたり:30年間)

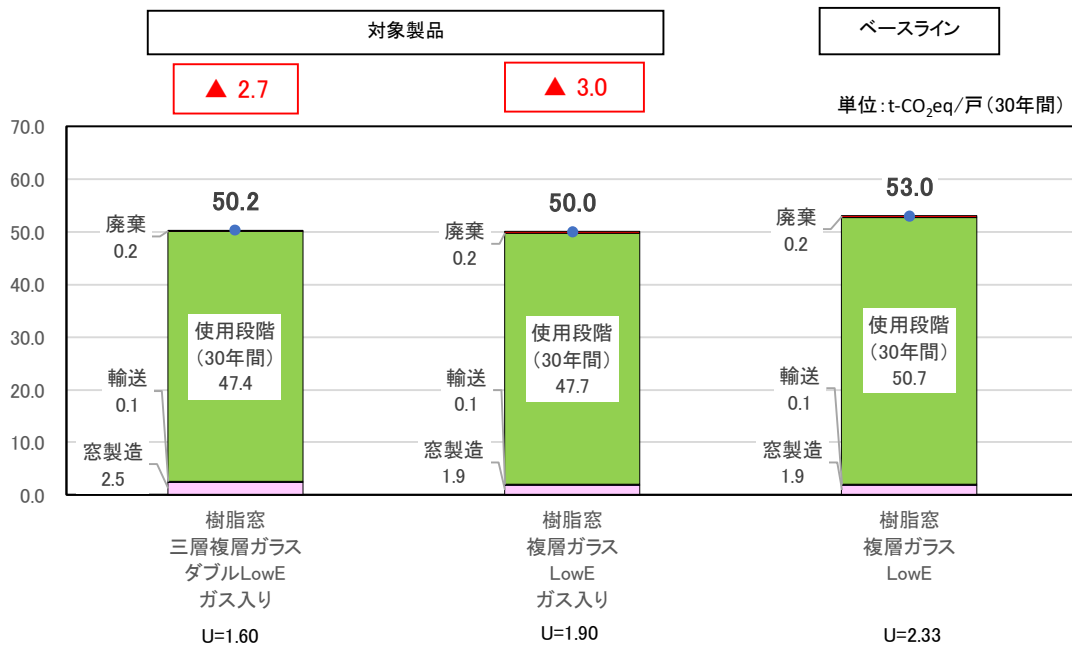


図 31 窓のライフサイクルに係る GHG 排出量<3地域:盛岡>
(戸建て住宅1戸あたり:30年間)

4地域の推奨案は①三層複層ガラスのダブル LowE と②三層複層ガラスのシングル LowE、ベースラインは樹脂アルミ複合窓の複層ガラスである。樹脂窓①のライフサイクルにおけるエネルギー消費量は1戸あたり 607GJ、樹脂窓②は 598GJ である。推奨案①、②に対して、ベースラインの樹脂アルミ複合窓は 678GJ であり、ベースラインよりも推奨案①のエネルギー消費量は 71GJ、②は 80GJ 少ない。GHG 排出量においては、推奨案①が1戸あたり 35.6t-CO₂eq、②が 35.0t-CO₂eq であり、ベースライン 40.0t-CO₂eq に比べて推奨案①の GHG 排出量は 4.3t-CO₂eq、②は 4.9t-CO₂eq 少ない結果となった。

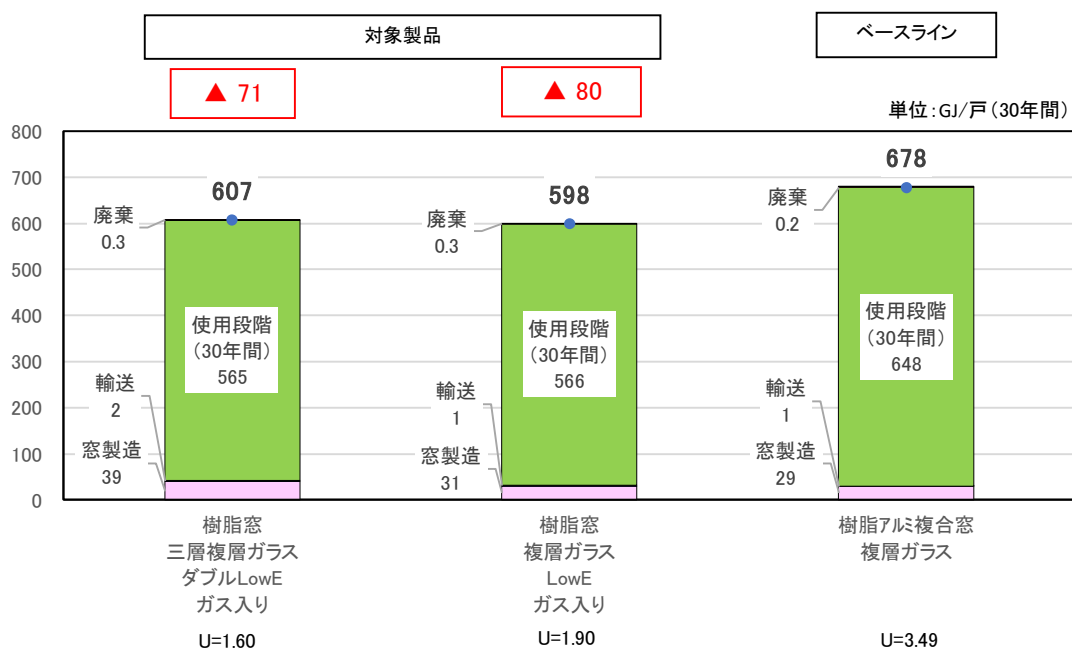


図 32 窓のライフサイクルに係るエネルギー消費量<4地域:仙台>
(戸建て住宅1戸あたり:30年間)

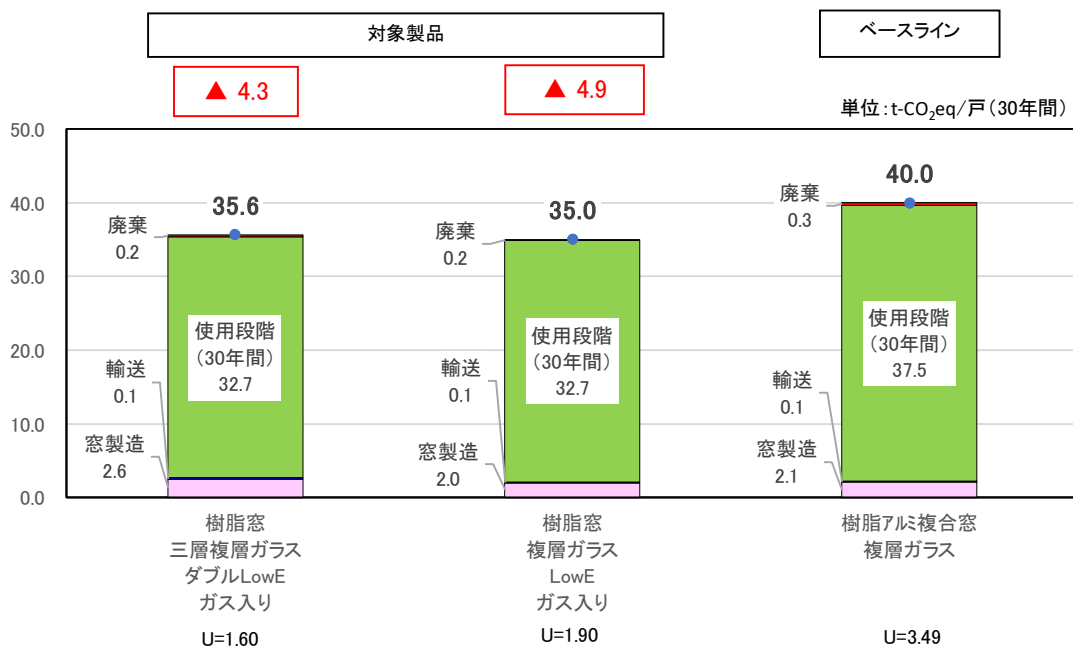


図 33 窓のライフサイクルに係る GHG 排出量<4地域: 仙台>
(戸建て住宅1戸あたり: 30年間)

5 地域の推奨案は①三層複層ガラスのダブル LowE と②三層複層ガラスのシングル LowE、③複層ガラス (LowE)、ベースラインはアルミ窓の複層ガラスである。樹脂窓①のライフサイクルにおけるエネルギー消費量は1戸あたり 558GJ、樹脂窓②は 549GJ、樹脂窓③は 586GJ であり、ベースラインのアルミ窓は 704GJ であった。ベースラインに比べて推奨案①のエネルギー消費量は 146GJ、②は 155GJ、③は 119GJ 少ない結果となった。GHG 排出量では、推奨案①が1戸あたり 32.9t-CO₂eq、②が 32.3t-CO₂eq、③が 34.4 t-CO₂eq に対して、ベースラインが 41.3t-CO₂eq であり、推奨案①の GHG 排出量はベースラインよりも 8.4t-CO₂eq、推奨案②は 9.0t-CO₂eq、③は 6.9t-CO₂eq 少ない。

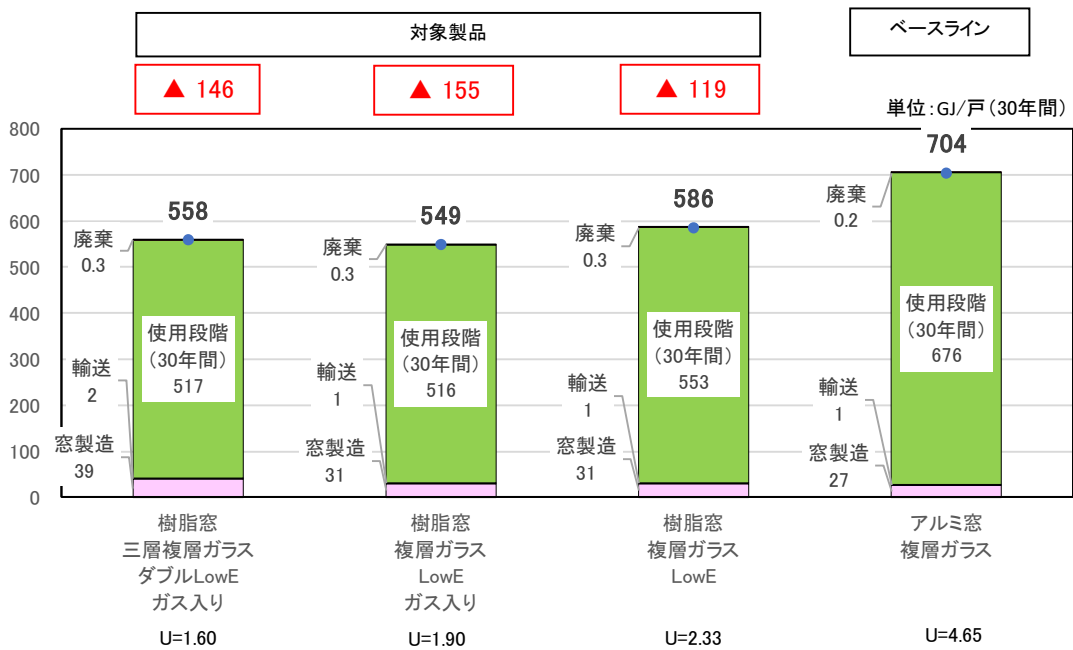


図 34 窓のライフサイクルに係るエネルギー消費量<5地域:宇都宮>
(戸建て住宅1戸あたり:30年間)

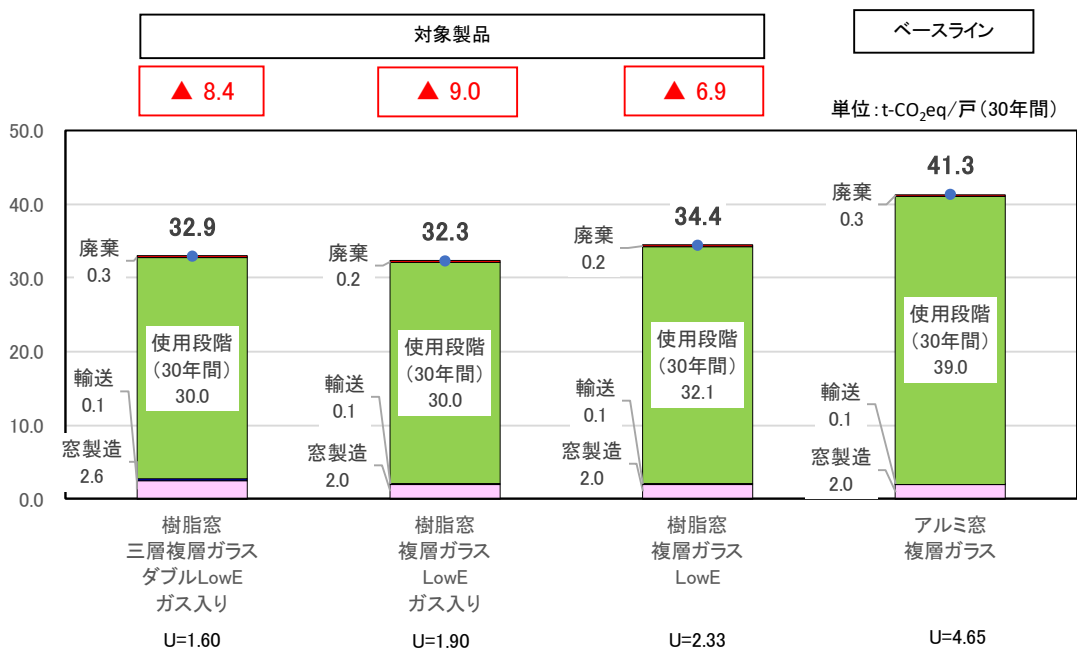


図 35 窓のライフサイクルに係る GHG 排出量<5地域:宇都宮>
(戸建て住宅1戸あたり:30年間)

6地域の推奨案は①三層複層ガラスのダブル LowE と②三層複層ガラスのシングル LowE、③複層ガラス (LowE)、ベースラインはアルミ窓の複層ガラスである。樹脂窓①のライフサイクルにおけるエネルギー消費量は1戸あたり417GJ、樹脂窓②は409GJ、樹脂窓③は431GJであり、ベースラインのアルミ窓は511GJであった。ベースラインに比べて推奨案①のエネルギー消費量は94GJ、②は102GJ、③は80GJ少ない。GHG排出量では、推奨案①が1戸あたり24.5t-CO₂eq、②が24.2t-CO₂eq、③が25.4 t-CO₂eqに対して、ベースラインが30.2t-CO₂eqであり、推奨案①のGHG排出量はベースラインよりも5.7t-CO₂eq、推奨案②は6.0t-CO₂eq、③は4.8t-CO₂eq少ない結果となった。

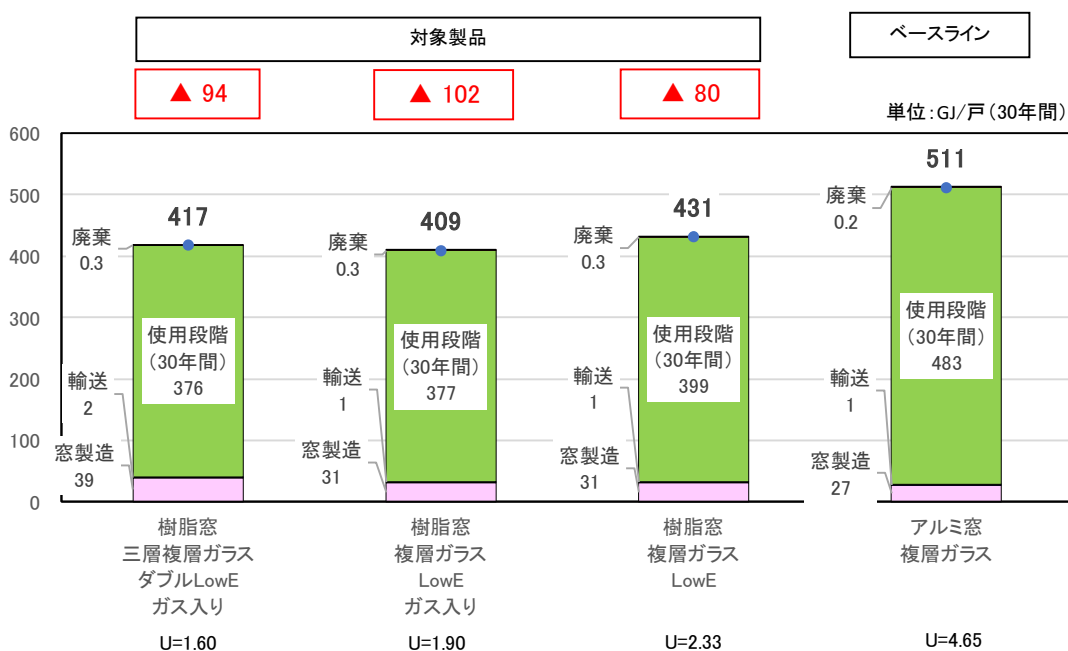


図 36 窓のライフサイクルに係るエネルギー消費量<6地域:東京>
(戸建て住宅1戸あたり:30年間)

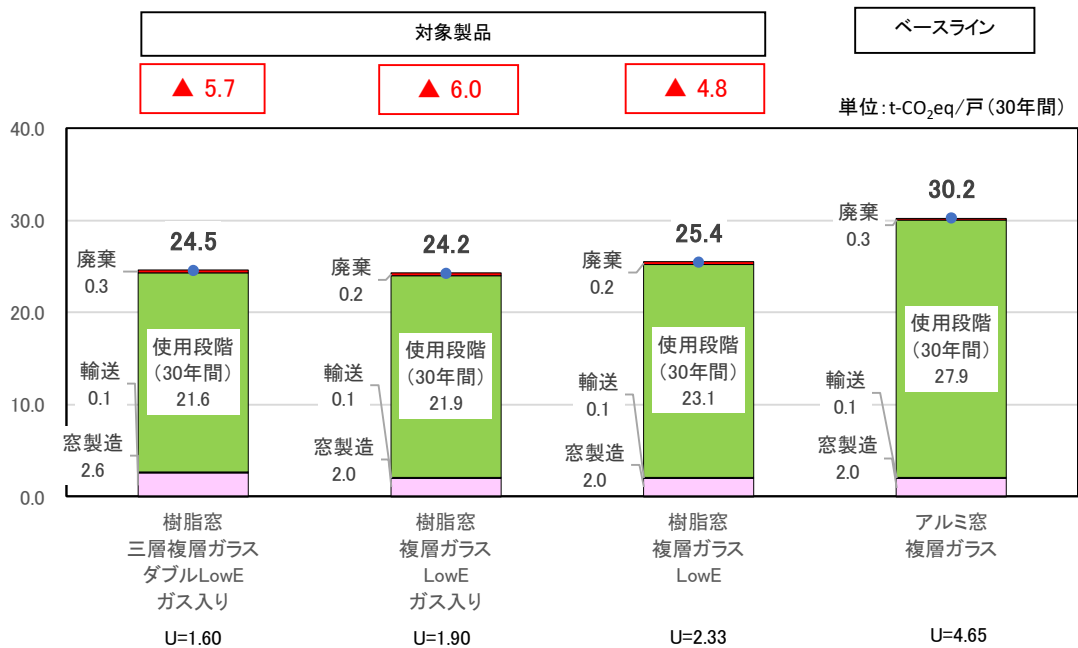


図 37 窓のライフサイクルに係る GHG 排出量<6地域:東京>
(戸建て住宅1戸あたり:30年間)

7地域の推奨案は①三層複層ガラスのダブル LowE と②三層複層ガラスのシングル LowE、③複層ガラス (LowE)、ベースラインはアルミ窓の複層ガラスである。樹脂窓①のライフサイクルにおけるエネルギー消費量は1戸あたり361GJ、樹脂窓②は358GJ、樹脂窓③は366GJであり、ベースラインのアルミ窓は404GJであった。ベースラインに比べて推奨案①のエネルギー消費量は43GJ、②は46GJ、③は38GJ少ない結果となった。GHG排出量では、推奨案①が21.5t-CO₂eq、②が21.2t-CO₂eq、③が21.5t-CO₂eqに対して、ベースラインが23.9t-CO₂eqであり、推奨案①のGHG排出量はベースラインよりも2.4t-CO₂eq、推奨案②は2.7t-CO₂eq、③は2.4t-CO₂eq少ない結果となった。

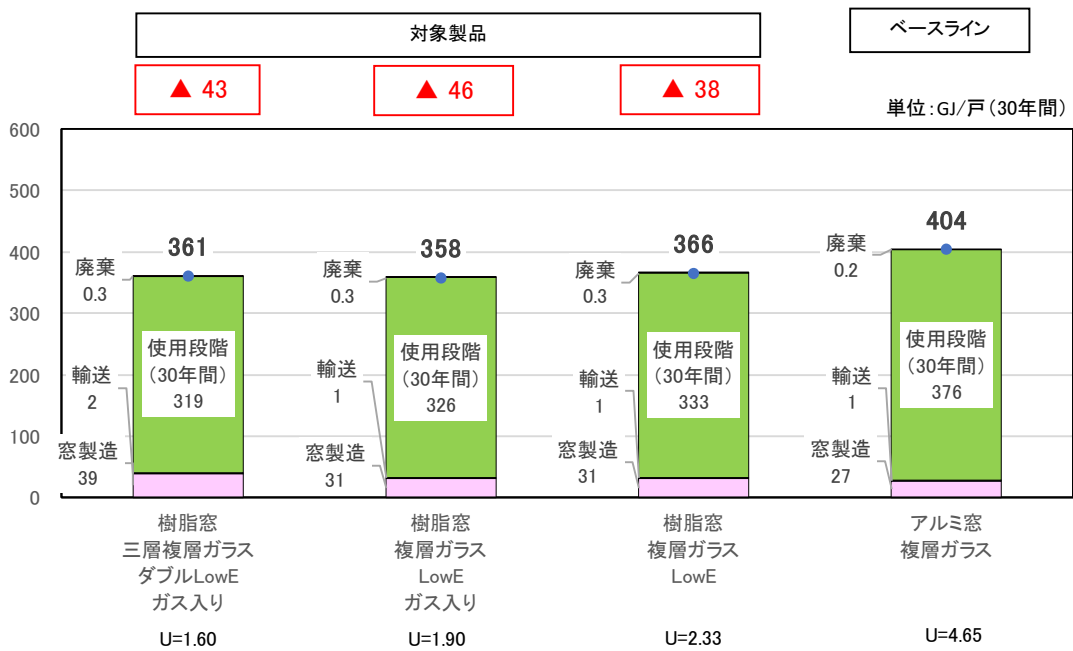


図 38 窓のライフサイクルに係るエネルギー消費量<7地域:鹿児島>
(戸建て住宅1戸あたり:30年間)

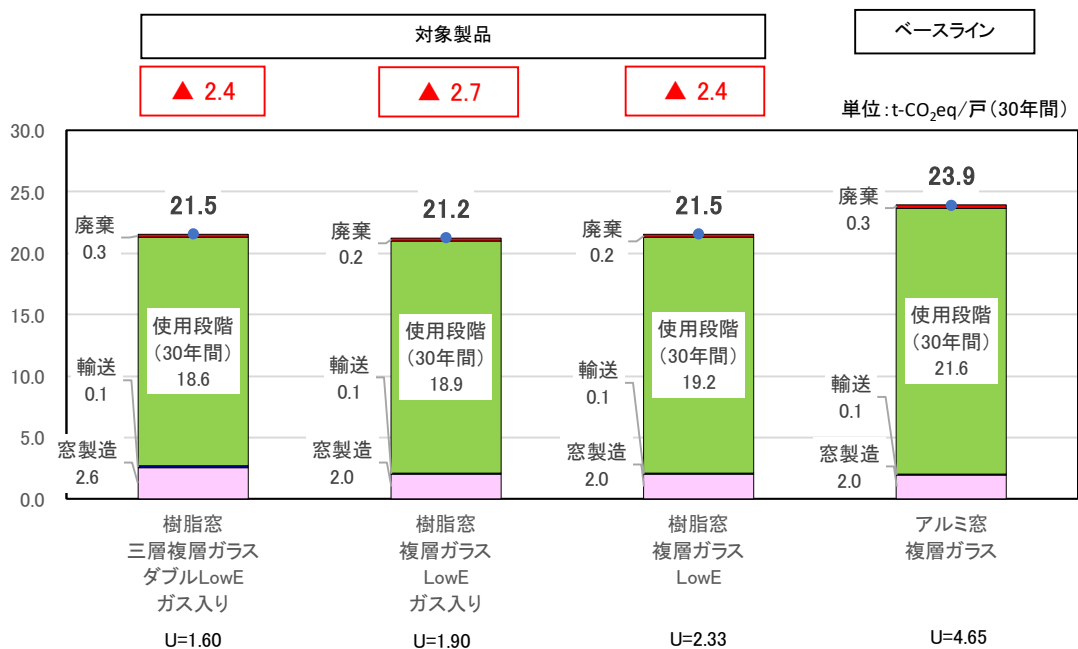


図 39 窓のライフサイクルに係る GHG 排出量<7地域:鹿児島>
(戸建て住宅1戸あたり:30年間)

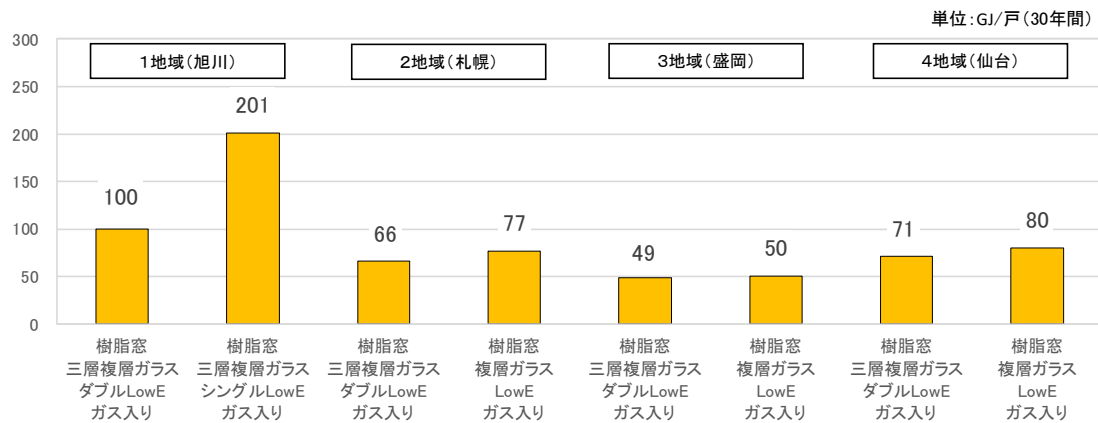


図 40 樹脂窓による各地域のベースラインに対するエネルギー削減量<1~4地域>
(戸建て住宅1戸あたり:30年間)

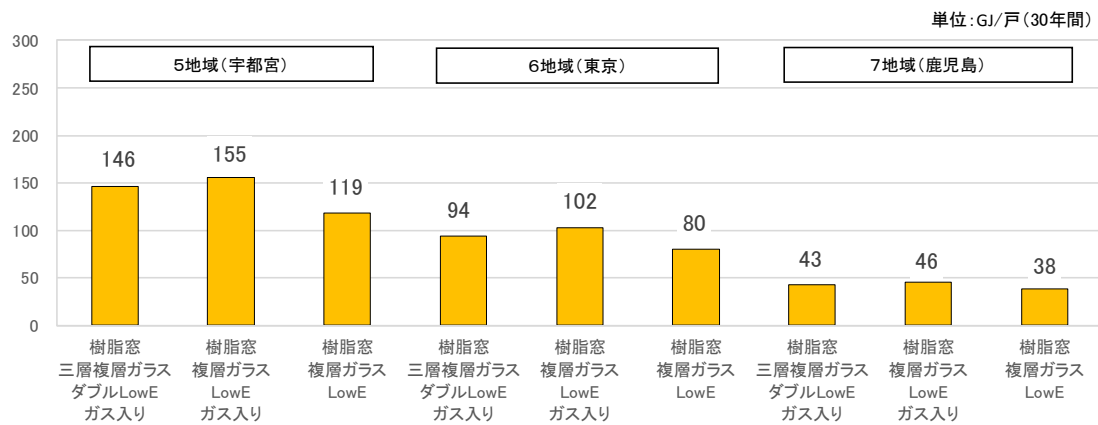


図 41 樹脂窓による各地域のベースラインに対するエネルギー削減量<5~7地域>
(戸建て住宅1戸あたり:30年間)

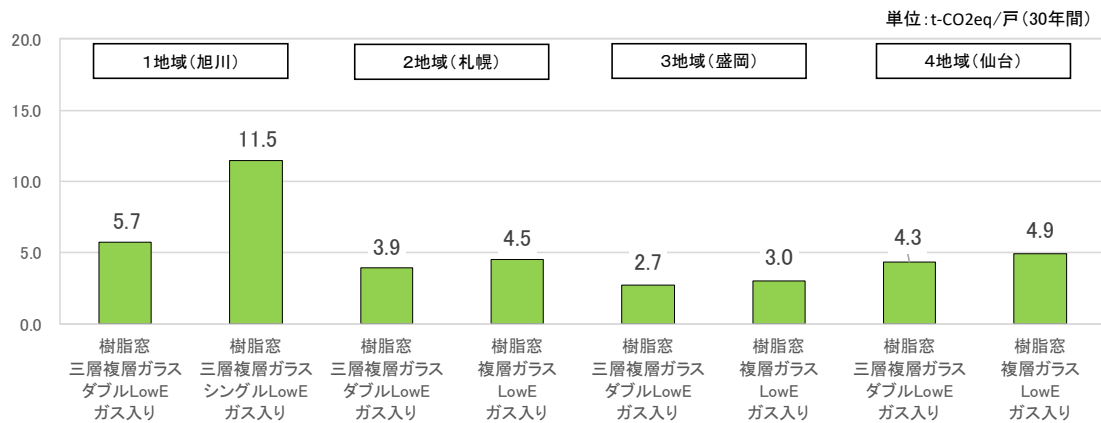


図 42 樹脂窓による各地域のベースラインに対する GHG 削減量<1~4地域>
(戸建て住宅1戸あたり:30年間)

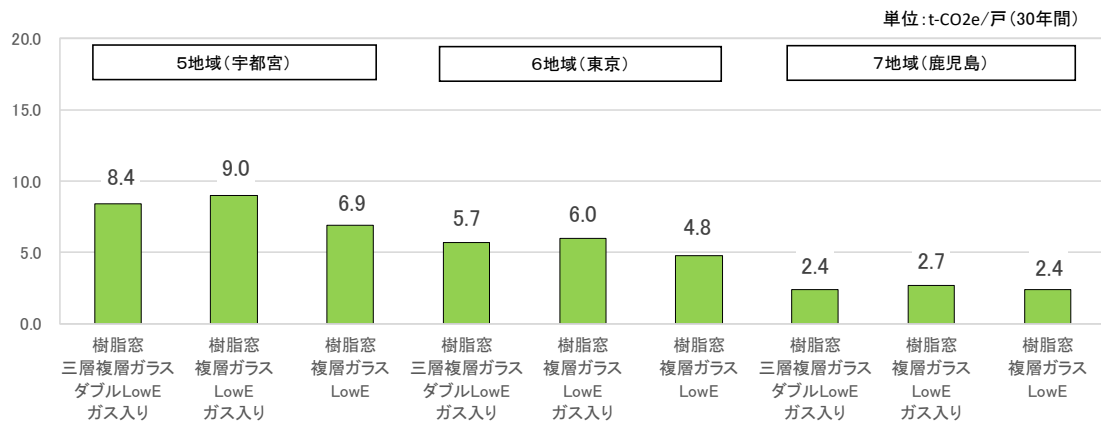


図 43 樹脂窓による各地域のベースラインに対する GHG 削減量<5~7地域>
(戸建て住宅1戸あたり:30年間)

表 32 窓のライフサイクルに係るエネルギー消費量とベースラインに対する削減量

単位:GJ/戸(30年間)

	エネルギー消費量(ライフサイクル)				ベースラインに対する削減量		
	推奨案①	推奨案②	推奨案③	【ベースライン】	推奨案①	推奨案②	推奨案③
1地域(旭川)	1,954	1,853		2,054	100	201	
2地域(札幌)	1,577	1,567		1,644	66	77	
3地域(盛岡)	860	858		909	49	50	
4地域(仙台)	607	598		678	71	80	
5地域(宇都宮)	558	549	586	704	146	155	119
6地域(東京)	417	409	431	511	94	102	80
7地域(鹿児島)	361	358	366	404	43	46	38

表 33 窓のライフサイクルに係る GHG 排出量とベースラインに対する削減量

単位:t-CO₂eq/戸(30年間)

	GHG排出量(ライフサイクル)				ベースラインに対する削減量		
	推奨案①	推奨案②	推奨案③	【ベースライン】	推奨案①	推奨案②	推奨案③
1地域(旭川)	113.5	107.8		119.3	5.7	11.5	
2地域(札幌)	91.6	91.1		95.6	3.9	4.5	
3地域(盛岡)	50.2	50.0		53.0	2.7	3.0	
4地域(仙台)	35.6	35.0		40.0	4.3	4.9	
5地域(宇都宮)	32.9	32.3	34.4	41.3	8.4	9.0	6.9
6地域(東京)	24.5	24.2	25.4	30.2	5.7	6.0	4.8
7地域(鹿児島)	21.5	21.2	21.5	23.9	2.4	2.7	2.4

第2章 樹脂窓（戸建て住宅用）のGHG排出削減貢献量

1. 概要

前章の樹脂窓の係る LCA の結果から、現行の省エネ基準に準拠した窓に対する樹脂窓推奨案による温室効果ガス排出削減貢献量（GHG 排出削減貢献量）を算定し、推奨する樹脂窓が将来にわたって普及する際の GHG 排出削減貢献量の変動をシミュレーションした。なお、GHG 排出削減貢献量は前章の LCA 結果を基に算定しているため、前章と重複する箇所が出てくることを予め断っておく。

2. GHG 排出削減貢献量と算定方法

2-1. GHG 排出削減貢献量の定義

GHG 排出削減貢献量は、日本 LCA 学会の環境負荷削減貢献量評価手法研究会において作成したガイドライン [9]において「環境負荷の削減効果を発揮する製品等の、原材料調達から廃棄・リサイクルまでのライフサイクル全体を考慮し、温室効果ガス排出量をベースラインと比較した温室効果ガスの排出削減分のうち、当該製品の貢献分を定量化したもの」を指す。

2-2. 算定目的

戸建て住宅の開口部（窓および玄関）においては、冬の暖房時に熱が流出し、夏の冷房時には熱が流入するため、住宅内の室温を一定に保つために冷暖房器具が用いられる。したがって、より断熱性に優れた窓を設置することによって、戸建て住宅における冷暖房の使用に伴うエネルギーを抑制することができる。この省エネルギー効果による温室効果ガスの削減量を算定することを目的とした。

2-3. 評価対象製品

評価対象製品は仕様の異なる複数種の樹脂窓とした。省エネルギー基準の地域区分を考慮し、樹脂窓の断熱性能の段階毎に推奨案①、②、③を設定した。表 34 に地域毎に設定した評価対象製品を示す。

樹脂窓推奨案①は三層複層ガラス（ダブル LowE、ガス入り）、②は1地域が三層複層ガラス（シングル LowE、ガス入り）、2～7地域は複層ガラス（LowE、ガス入り）、③は複層ガラス（LowE、ガス無し）である。1～4地域の推奨案③がないのは、比較対象となる省エネルギー基準に適合した仕様が樹脂窓の複層ガラス（LowE、ガス無し）に設定されているからである。

表 34 評価対象製品

地域	区分	評価対象製品		
		推奨案①	推奨案②	推奨案③
1地域(旭川)	一般名称	樹脂窓	樹脂窓	
	サッシ	PVC	PVC	
	ガラス	三層複層ガラス	三層複層ガラス	
		ダブルLowE ガス入り	シングルLowE ガス入り	
熱貫流率 U[W/(m ² K)]	1.60	1.70		
2地域(札幌) 3地域(盛岡) 4地域(仙台)	一般名称	樹脂窓	樹脂窓	
	サッシ	PVC	PVC	
	ガラス	三層複層ガラス	複層ガラス	
		ダブルLowE ガス入り	LowE ガス入り	
熱貫流率 U[W/(m ² K)]	1.60	1.90		
5地域(宇都宮) 6地域(東京) 7地域(鹿児島)	一般名称	樹脂窓	樹脂窓	樹脂窓
	サッシ	PVC	PVC	PVC
	ガラス	三層複層ガラス	複層ガラス	複層ガラス
		ダブルLowE ガス入り	LowE ガス入り	LowE
熱貫流率 U[W/(m ² K)]	1.60	1.90	2.33	

2-4. 最終製品および機能単位

評価対象製品である樹脂窓が用いられる際の最終製品は戸建て住宅とした。戸建て住宅の仕様は平成 25 年基準の標準住戸のモデル住宅であり、寒冷地（1～4 地域）の窓設置数は 1 戸あたり 16 窓（引違い窓 10、たてすべり出し窓 6）、温暖地（5～7 地域）は 17 窓（引違い窓 10、たてすべり出し窓 7）である。住宅における熱負荷計算プログラム「AE-Sim/Heat」（株式会社建築環境ソリューションズ）を用いて年間暖冷房負荷を導出し、「平成 25 年省エネルギー基準に準拠した算定・判断の方法及び解説 II 住宅」（一般財団法人建築環境・省エネルギー機構）に基づきエネルギー消費量に換算した。躯体に用いられる断熱材は 1～7 地域の全てにおいて省エネルギー基準に準拠した仕様である。

GHG 排出削減貢献量を算定する際の機能単位は戸建て住宅 1 戸、住宅の使用期間は 30 年間とした。

2-5. ベースライン

ベースラインは 2016 年の省エネルギー基準の仕様基準（開口部比率区分：ろ）に適合した窓（樹脂窓、樹脂アルミ複合窓、アルミ窓）を対象とした。表 35 に地域毎に設定したベースラインを示す。

表 35 ベースライン

地域	区分	比較対象製品
1地域(旭川) 2地域(札幌) 3地域(盛岡)	一般名称	樹脂窓
	サッシ	PVC
	ガラス	複層ガラス
		LowE
熱貫流率 U[W/(m ² K)]	2.33	
4地域(仙台)	一般名称	複合窓
	サッシ	アルミ+PVC
	ガラス	一般複層ガラス
	熱貫流率 U[W/(m ² K)]	3.49
5地域(宇都宮) 6地域(東京) 7地域(鹿児島)	一般名称	アルミ窓
	サッシ	アルミ
	ガラス	一般複層ガラス
	熱貫流率 U[W/(m ² K)]	4.65

2-6. 評価範囲

評価範囲は窓の原料調達から製造、戸建て住宅での使用、窓の廃棄段階までのライフサイクルとした。ただし、窓の住宅への施工、窓の交換、住宅解体時のプロセスについては把握することが困難な上、ライフサイクル全体に占める GHG 排出量は軽微であると想定されるため評価範囲に含めていない。また窓を除く戸建て住宅の建設に用いる部材等についても評価範囲に含めていない。

2-7. データ収集方法およびデータ品質

一次データは、窓の製造に係るプロセスデータと窓の使用段階にあたる住宅での冷暖房の使用に伴う電気の使用量に関するデータである。窓製造のプロセスデータは製造事業者3社の協力により、年間生産実績に基づく投入原材料、付属品、副資材、ユーティリティの使用量に関するデータを収集して平均値としたものをインベントリ分析に用いた。原料類および出荷製品の輸送条件については窓の製造事業者からのヒヤリングに基づくものである。

利用したデータベース(二次データ)は IDEA ver.2 を基本とした。塩化ビニル樹脂(PVC)は LCA 日本フォーラムの連結データ、ガラスはエコガラスの LCA 報告書 [7] から製造段階のデータをもとに算定した。

2-8. 算定結果

評価対象製品である推奨案①、②、③とベースラインとのライフサイクルにおける GHG 排出量を表 36、ベースラインに対する推奨案①、②、③の GHG 排出削減貢献量を表 37 に示す。

戸建て住宅に使用する窓のライフサイクル GHG 排出量は住宅の使用段階（30 年間の冷暖房利用）が 9 割以上を占める。ライフサイクルにおける GHG 排出量において、断熱性能が最も高い三層複層ガラス・ダブル LowE の樹脂窓の GHG 排出量が三層複層ガラス・シングル LowE の樹脂窓よりも多くなるのは、戸建て住宅の使用段階において、ガラスの日射熱取得率が低く冬場の日射を遮ってしまい、そのために暖房が必要となるため、結果的にエアコンの電気使用量が多くなることが影響している。

表 36 評価対象製品およびベースラインのライフサイクルにおける GHG 排出量

単位：t-CO₂eq/戸（30年間）

	GHG排出量(ライフサイクル)			
	推奨案①	推奨案②	推奨案③	【ベースライン】
1地域(旭川)	113.5	107.8		119.3
2地域(札幌)	91.6	91.1		95.6
3地域(盛岡)	50.2	50.0		53.0
4地域(仙台)	35.6	35.0		40.0
5地域(宇都宮)	32.9	32.3	34.4	41.3
6地域(東京)	24.5	24.2	25.4	30.2
7地域(鹿児島)	21.5	21.2	21.5	23.9

表 37 評価対象製品の GHG 排出削減貢献量

単位：t-CO₂eq/戸（30年間）

	GHG排出削減貢献量		
	推奨案①	推奨案②	推奨案③
1地域(旭川)	5.7	11.5	
2地域(札幌)	3.9	4.5	
3地域(盛岡)	2.7	3.0	
4地域(仙台)	4.3	4.9	
5地域(宇都宮)	8.4	9.0	6.9
6地域(東京)	5.7	6.0	4.8
7地域(鹿児島)	2.4	2.7	2.4

3. 窓の普及状況

3-1. 樹脂窓の採用状況

戸建て住宅における樹脂窓の採用状況は、一般社団法人日本サッシ協会の住宅用建材使用状況調査 [10]を引用した。2016 年における樹脂窓の採用率を表 38 に示す。

1 地域と 2 地域では現行の省エネルギー基準（以下、ベースライン）が樹脂窓（複層ガラス・LowE）に設けられていることもあり、樹脂窓の採用率は 95%以上と極めて高い。3 地域も同様に樹脂窓の採用率は 60.8%と高い。4 地域はベースラインが樹脂アルミ複合窓（複層ガラス）ということもあり樹脂窓の採用率が 31.0%、5～7 地域はベースラインがアルミ

窓（複層ガラス）であり樹脂窓採用率は10%前後に留まる。

表 38 樹脂窓の採用率(2016年)

	2016年
1地域	95.6%
2地域	97.8%
3地域	60.8%
4地域	31.0%
5地域	13.2%
6地域	9.2%
7地域	13.6%
全国	16.1%

3-2. 新設住宅着工戸数と樹脂窓設置戸数

2016年の1～7地域における新設住宅着工戸数（958千戸）と樹脂窓採用率から推計した樹脂窓設置戸数は155千戸となる。住宅着工戸数の多いのは4地域、5地域、6地域であり、現在よりもGHG排出量を少なくしていくには、これらの地域への樹脂窓の普及が鍵となることが見て取れる。

表 39 新設住宅着工戸数と樹脂窓設置戸数(2016年)

単位:千戸

	樹脂窓設置戸数	住宅着工戸数
1地域	11	11
2地域	26	26
3地域	11	19
4地域	26	84
5地域	16	120
6地域	62	679
7地域	2	18
計	155	958

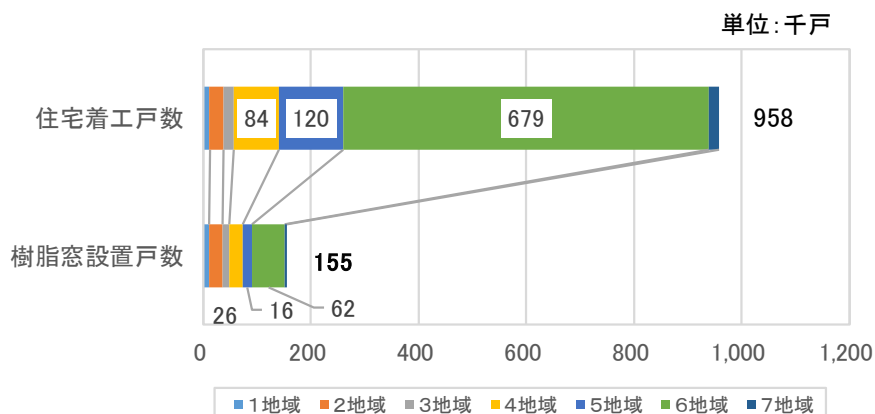
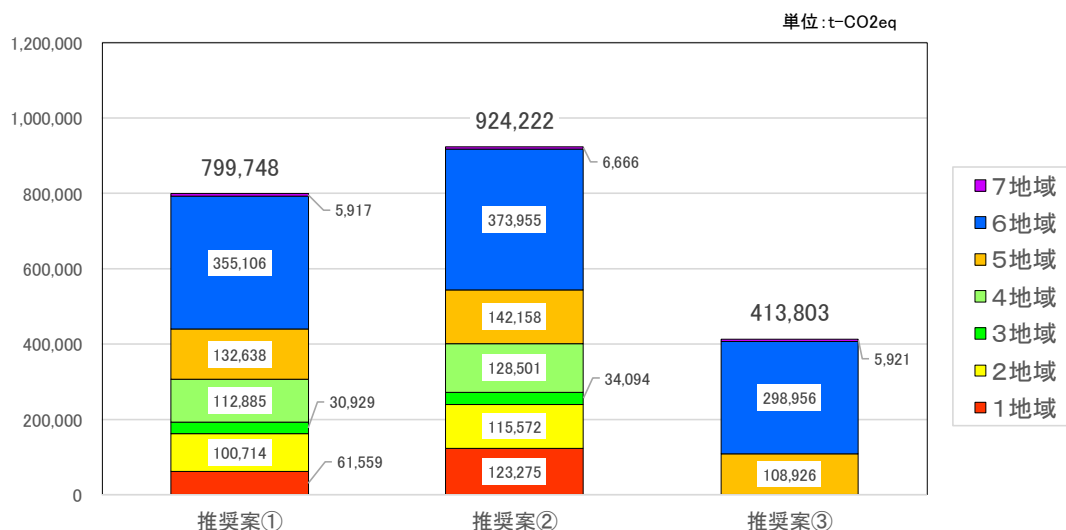


図 44 新設住宅着工戸数と樹脂窓設置戸数(2016年)

3-3. 樹脂窓の採用による GHG 排出削減貢献量

2016 年の樹脂窓設置戸数の推計結果と LCA によって得られた戸建て住宅 1 戸あたりの GHG 排出削減貢献量から、樹脂窓推奨案①、②、③における GHG 排出削減貢献量を算出した。推奨案を①～③に分けているのは、実際に戸建て住宅へ設置されている樹脂窓の仕様を把握することは困難であり、熱貫流率 (U 値) を段階的に設けることによって GHG 排出削減貢献量の範囲を算定するためである。

樹脂窓推奨案①の場合、1～7 地域における GHG 排出削減貢献量は 799,748t-CO₂eq、推奨案②では 924,222 t-CO₂eq、推奨案③は 413,803 t-CO₂eq であった。したがって、2016 年の樹脂窓採用による GHG 排出削減貢献量は最小でも 413,803 t-CO₂eq、最大で 924,222 t-CO₂eq となる。



樹脂窓推奨案①: 三層複層ガラス(ダブル LowE、ガス入り)

②: 1地域が三層複層ガラス(シングル LowE、ガス入り)

2～7地域は複層ガラス(LowE、ガス入り)

③: 複層ガラス(LowE、ガス無し)

図 45 新設住宅着工戸数と樹脂窓設置戸数(2016 年)

4. 将来の見通し

樹脂窓推奨案①～③の GHG 排出削減貢献量を基に、2017 年以降の樹脂窓採用による GHG 排出削減貢献量を試算した。

4-1. 新設住宅着工戸数と窓の出荷状況

株式会社野村総合研究所の資料 [11] によると、世帯数の減少と住宅の長寿命化によって新設住宅着工戸数は2016年の967千戸から2030年には550千戸へと半減する見通しである。戸建て住宅に設置される窓数が大幅に増加することはないため、住宅着工戸数に伴って戸建て住宅用窓の出荷量も今後は減少していくものと予測される。

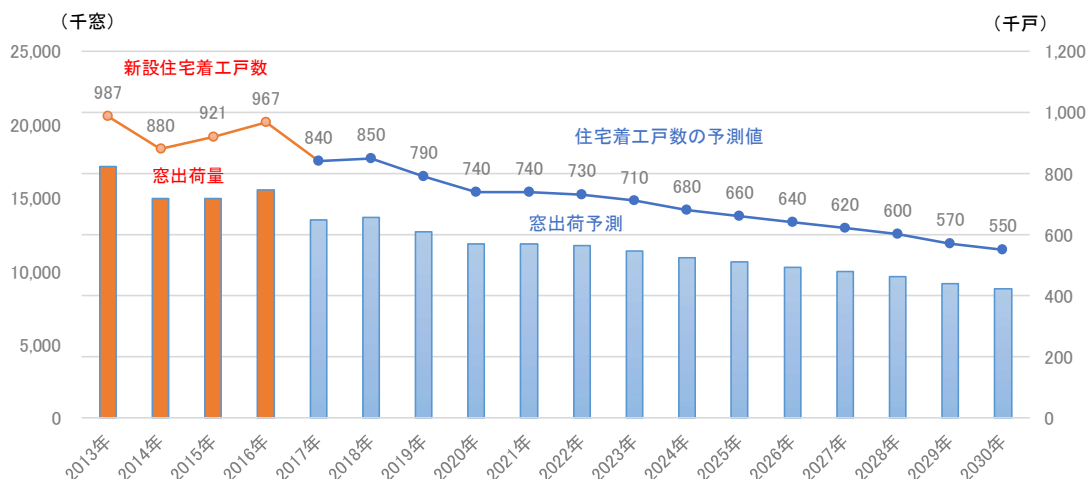


図 46 新設住宅着工戸数と窓出荷量の実績と見通し

4-2. 2030年までの樹脂窓設置戸数の推計

2017年から2030年の新設住宅着工戸数の見通しを参考に、1～7地域の着工戸数を推計した結果を表40に示す。着工戸数の推計を基に2030年時点の樹脂窓採用率を20～100%まで10%毎に変動させた樹脂窓設置戸数のシミュレーション結果を表41に示す。樹脂窓設置戸数のシミュレーションは、2030年に設定した全国での普及率を満たすために必要となる戸数を2016年の樹脂窓採用率を地域毎に定率で上昇させることで割り出した。

表 40 新設住宅着工戸数(地域別)の推計結果

	2017年	2018年	2019年	2020年	2021年	2022年	2023年	2024年	2025年	2026年	2027年	2028年	2029年	2030年
1地域	9	10	9	8	8	8	8	8	7	7	7	7	6	6
2地域	22	22	21	19	19	19	19	18	17	17	16	16	15	14
3地域	17	17	16	15	15	15	14	14	13	13	12	12	11	11
4地域	74	75	69	65	65	64	62	60	58	56	54	53	50	48
5地域	103	104	97	91	91	90	87	84	81	79	76	74	70	68
6地域	585	592	550	515	515	508	494	473	459	445	432	418	397	383
7地域	16	16	15	14	14	14	13	13	13	12	12	11	11	10
8地域	14	14	13	12	12	12	12	11	11	11	10	10	10	9
計	840	850	790	740	740	730	710	680	660	640	620	600	570	550
1～7地域計	826	836	777	728	728	718	698	669	649	629	610	590	560	541

表 41 2030 年時点の樹脂窓採用率と樹脂窓設置戸数(推計)

単位:千戸														
樹脂窓採用率 (2030年時点)	2017年	2018年	2019年	2020年	2021年	2022年	2023年	2024年	2025年	2026年	2027年	2028年	2029年	2030年
20%	145	148	139	132	133	132	130	126	123	121	118	116	111	108
30%	145	154	151	148	155	160	162	162	163	164	165	166	163	162
40%	145	161	163	165	178	188	195	198	203	208	212	216	214	216
50%	145	167	175	182	200	215	227	234	243	252	259	265	266	270
60%	145	174	187	199	222	243	259	270	283	295	306	315	318	324
70%	145	180	199	215	245	270	291	306	323	339	353	365	369	379
80%	145	187	211	232	267	298	324	342	363	383	400	415	422	433
90%	145	193	223	249	290	326	356	378	403	426	447	465	473	487
100%	145	199	235	266	312	353	388	414	443	470	494	515	525	541

4-3. 樹脂窓採用による GHG 排出削減貢献量の将来試算

採用率毎の樹脂窓設置戸数のシミュレーション結果と戸建て住宅1戸あたりの GHG 排出削減貢献量から 2017 年から 2030 年における全体の GHG 排出削減貢献量の試算結果を以下に示す。

2016 年の樹脂窓採用率（全国）は 16.1%であり、2030 年時点の採用率がそれほど上昇していない 20%の場合、図 47 に示すように住宅着工戸数の減少見込みの影響を受けて、GHG 排出削減貢献量の将来試算値は減少していく傾向となる。2030 年における樹脂窓採用率が 30%であれば、現在の GHG 排出削減貢献量は維持できる。樹脂窓採用率が 40%以上に到達すれば、現在を上回る GHG 排出削減貢献量の規模に転換する。

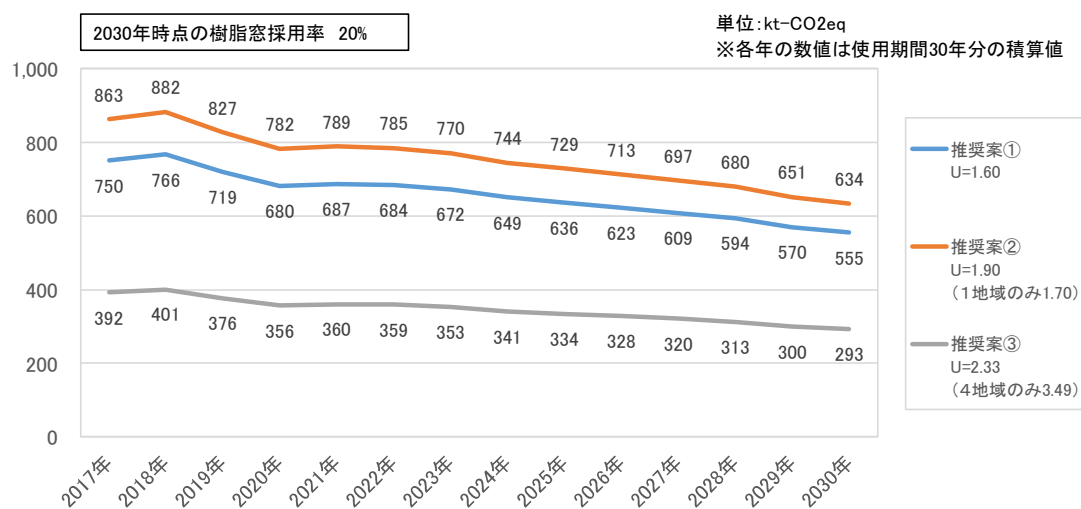


図 47 樹脂窓採用による GHG 排出削減貢献量の将来試算(2030 時点の採用率 20%)

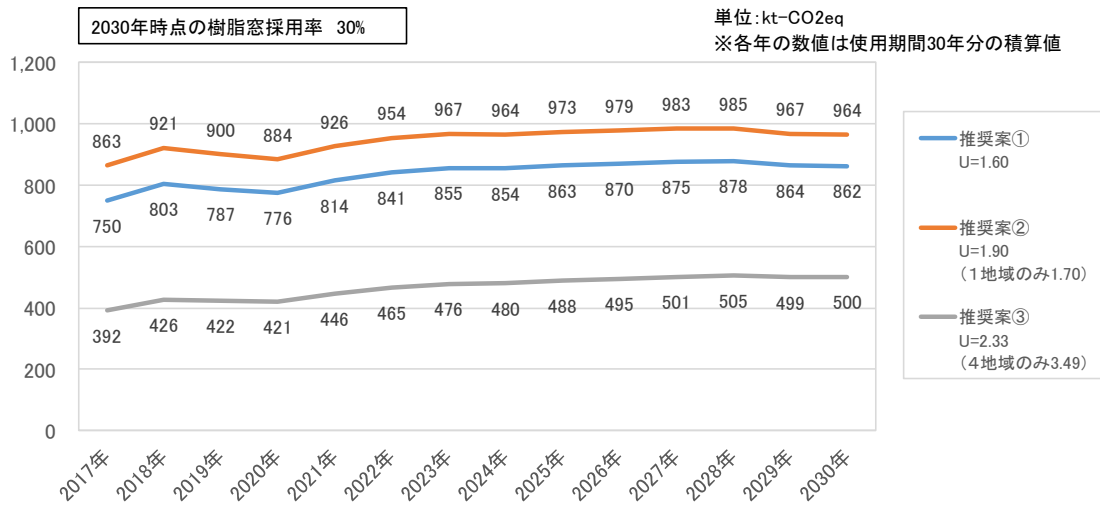


図 48 樹脂窓採用による GHG 排出削減貢献量の将来試算(2030 時点の採用率 30%)

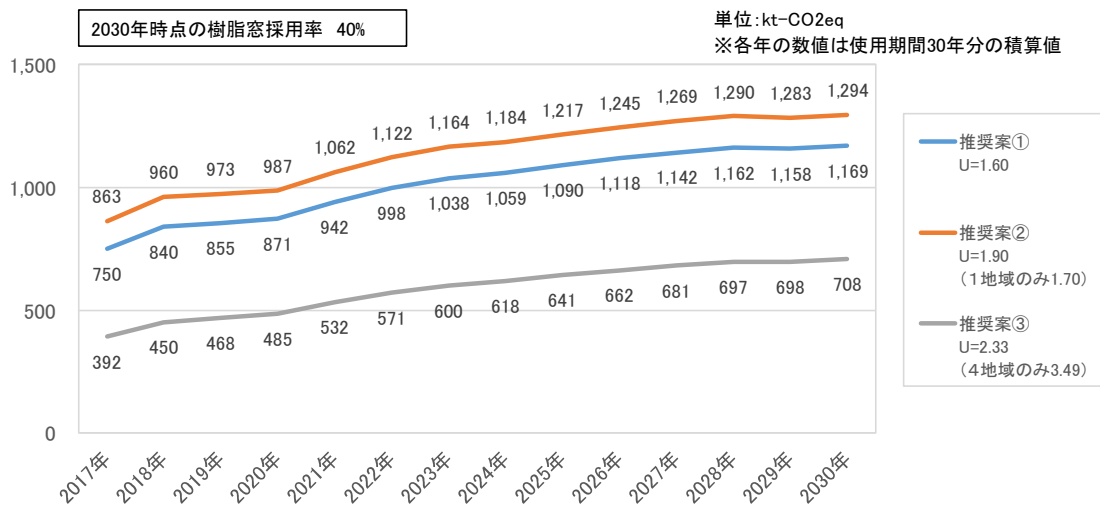


図 49 樹脂窓採用による GHG 排出削減貢献量の将来試算(2030 時点の採用率 40%)

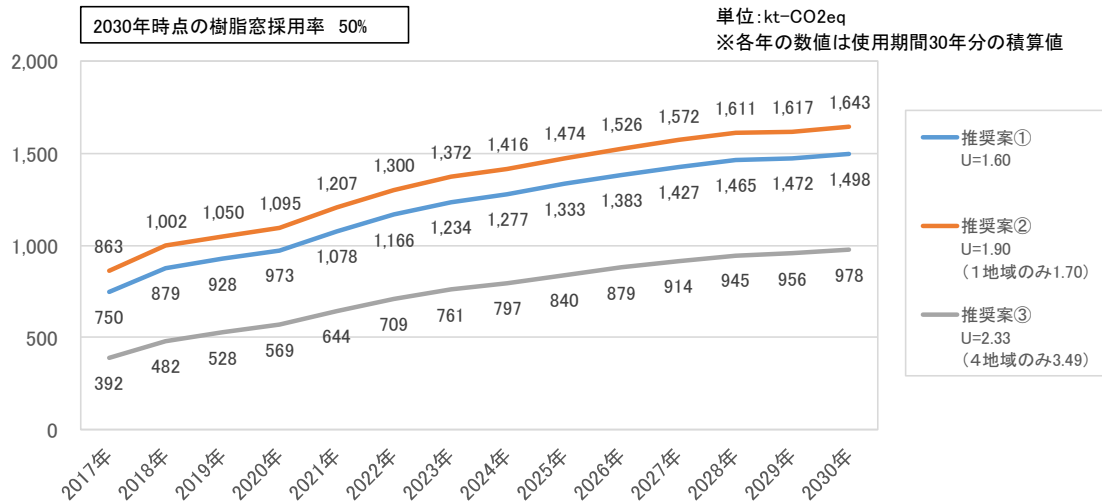


図 50 樹脂窓採用による GHG 排出削減貢献量の将来試算(2030 時点の採用率 50%)

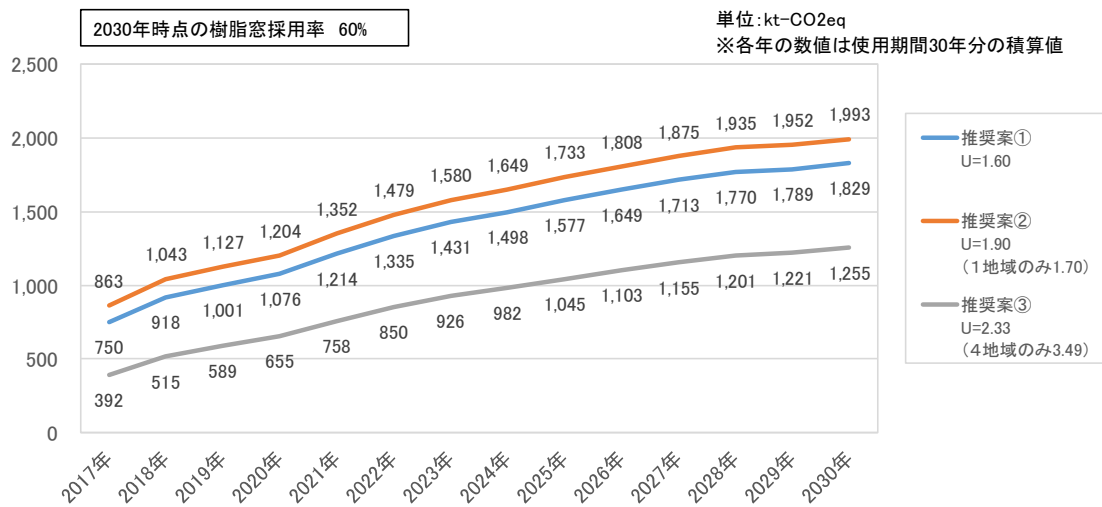


図 51 樹脂窓採用による GHG 排出削減貢献量の将来試算(2030 時点の採用率 60%)

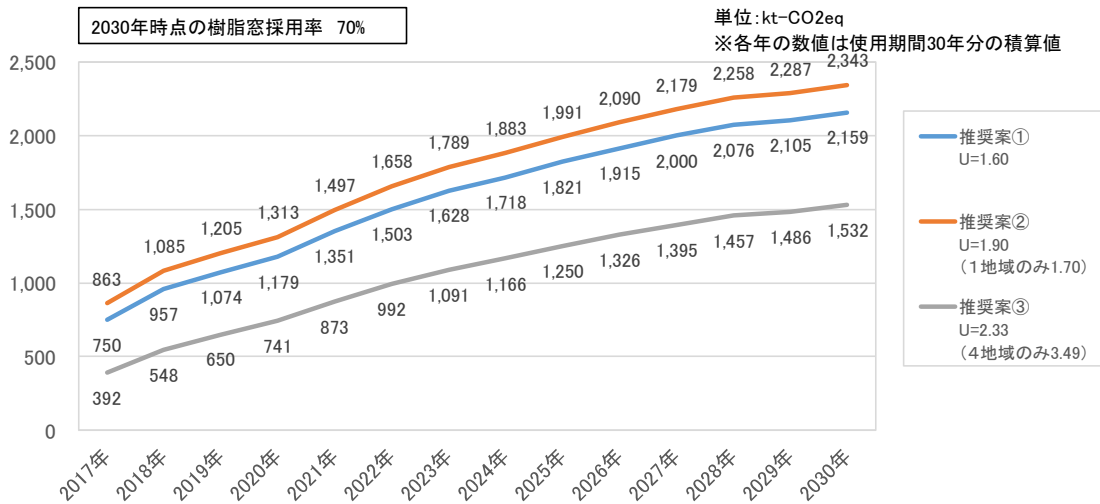


図 52 樹脂窓採用による GHG 排出削減貢献量の将来試算(2030 時点の採用率 70%)

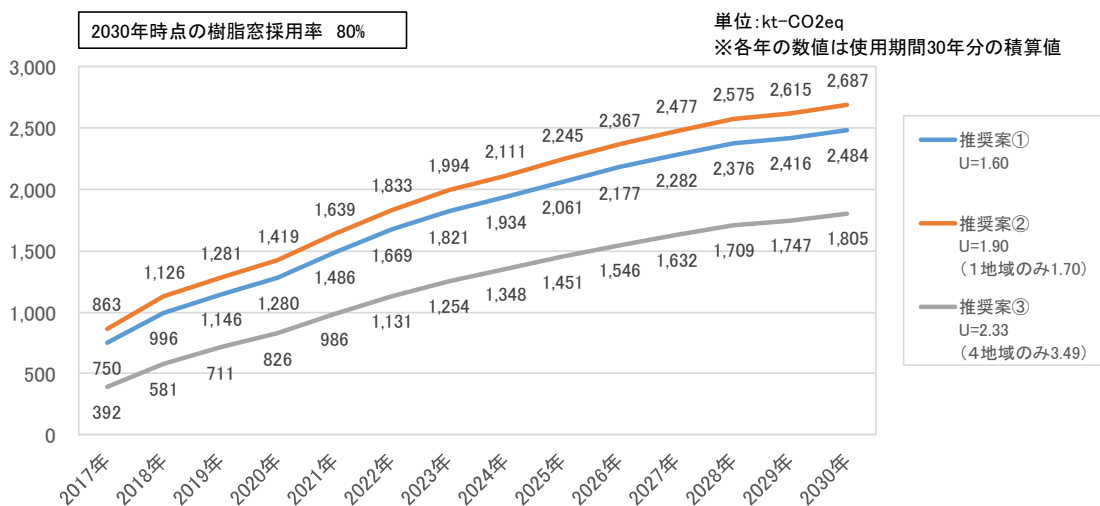


図 53 樹脂窓採用による GHG 排出削減貢献量の将来試算(2030 時点の採用率 80%)

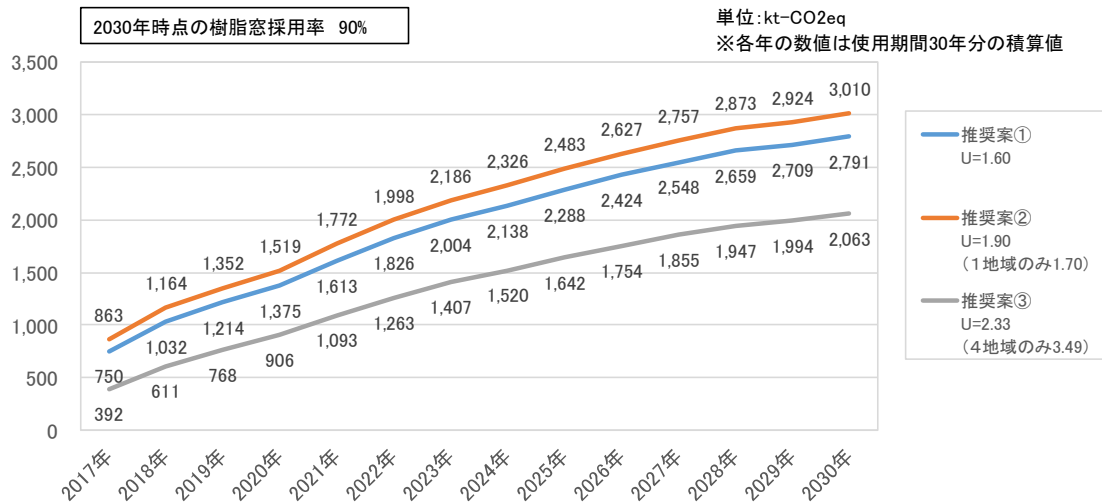


図 54 樹脂窓採用による GHG 排出削減貢献量の将来試算(2030 時点の採用率 90%)

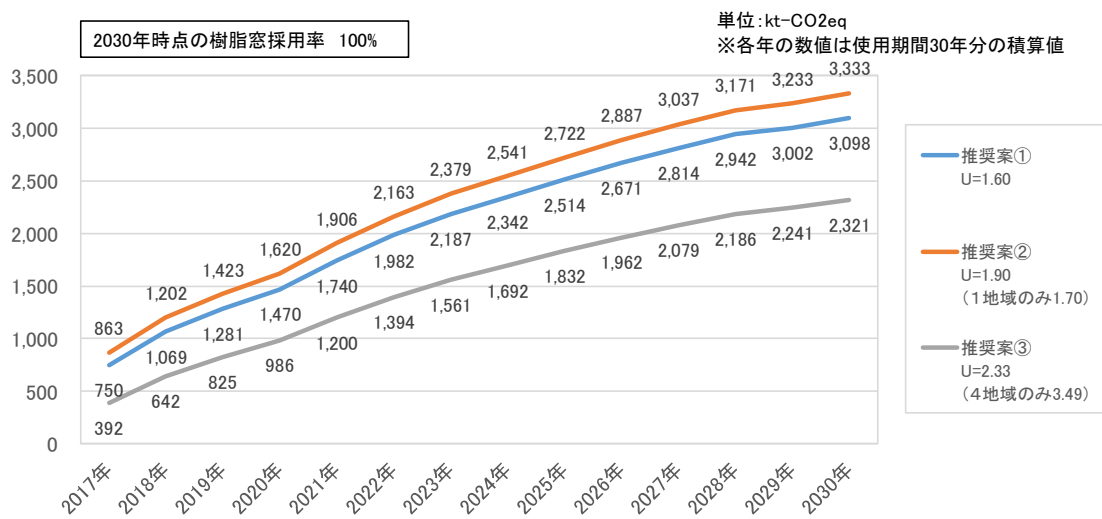


図 55 樹脂窓採用による GHG 排出削減貢献量の将来試算(2030 時点の採用率 100%)

引用文献

1. 一般社団法人日本サッシ協会 省エネ効果算出標準化 WG. 窓の省エネ効果算定ガイドライン. 出版地不明：一般社団法人日本サッシ協会, 2015 年.
2. 建築環境・省エネルギー機構. 自立循環型住宅への設計ガイドライン. 第 p.234-235 巻. p.234-235.
3. 山元博貴建築学科東京大学工学部. 高分子材料の促進劣化に関する研究. 出版地不明：卒業論文梗概集、東京大学工学部 建築学科, 2014 年度.
4. 国土交通省土地・建設産業局不動産課住宅局住宅政策課. 期待耐用年数の導出及び内外装・設備の更新による価値向上について. 平成 25 年 8 月.
5. 国土交通省住宅局. 住宅局の主な政策課題について. 2010 年 9 月.
6. 国土交通省. 住宅の性能等に関する参考情報の概要. 平成 27 年 6 月.
7. 板ガラス協会. エコガラスの LCA 報告書. 平成 26 年 5 月.
8. (社)日本サッシ協会. 表面処理工程から排出される副産物・産業廃棄物の実態調査」結果報告. 2009.
9. 国土交通省. 国土交通省告示第二百六十六号、住宅部分の外壁、窓等を通しての熱の損失の防止に関する基準及び一次消費エネルギーに関する基準. 出版地不明：国土交通省, 平成 28 年.