

エコガラスの LCA 報告書

平成26年11月

板硝子協会

目 次

1. 一般項目
2. 目的と調査範囲の設定
3. インベントリ分析
 - 3-1 データ収集に当たっての前提条件
 - 3-2 インベントリ分析結果
 - 3-3 データの妥当性検証
 - 3-4 配分の原則
4. 解釈

1. 一般項目

① 報告書作成者	板硝子協会
② LCA 従事者	板硝子協会 環境・技術委員会 LCA ワーキンググループ
③ LCA 責任者	板硝子協会 環境・技術委員会 LCA ワーキンググループ
④ 報告書作成日	平成26年3月4日作成
⑤ 規格	ISO14040(2006)および ISO14044(2006)準拠

2. 目的と調査範囲の設定

① 目的 a) LCA 実施の理由 b) 意図する用途 c) 報告対象者 d) 一般開示により支援しようとする比較主張の内容	省エネルギー意識の高まりにより、住宅開口部の断熱化・遮熱化が進められているが、開口部に主として使用されている単板ガラスと省エネ製品であるエコガラス(Low-E 複層ガラス)を LCA 評価し、双方の環境負荷を比較することにより、使用段階だけでなくライフサイクルにおいてエコガラスの単板ガラス(北海道は複層ガラス)に対する環境負荷を明らかにする。 また、LCA の結果を一般消費者に開示することで、環境に配慮したエコガラスの今後の普及拡大を図るとともに、地球温暖化防止に貢献する。 報告対象者は、板硝子協会会員企業、建築関係者、一般消費者である。
② 対象とする製品システム	住宅の窓用の単板ガラスと、複層ガラス及びエコガラス <製品仕様> 単板ガラス:JIS R 3202-1996 フロート板ガラス フロート板ガラス、板厚 3 mm、製品重量 7.50 kg/m² 複層ガラス:JIS R 3209-1998 断熱複層ガラス 1 種 U1 フロート板ガラス+空気層 6 mm+フロート板ガラス アルミスペーサー(内部に乾燥剤入り)、4辺樹脂シール材で封着 板厚各々 3 mm、製品重量 15.35 kg/m² エコガラス®:JIS R 3209-1998 断熱複層ガラス 3 種 フロート板ガラス+空気層 12 mm+Low-E ガラス* アルミスペーサー(内部に乾燥剤入り)、4辺樹脂シール材で封着 板厚各々 3 mm、製品重量 15.35 kg/m² *Low-E ガラス:ガラス表面に特殊金属膜をつけることにより、複層ガラスの断熱・遮熱性能を、向上させたガラス。Low-E の E は、Emissivity(放射率)の略で、Low-E とは、この膜に吸収された太陽光の熱エネルギーの再放射が低いことを示す。 それぞれの製品の光学特性等を③製品機能に示す。 エコガラスは、次世代省エネ基準*1を満たす Low-E ガラスのことであるが、本報告書では、ほとんどすべての地域で次世代省エネ基準を満たす上記構造の Low-E ガラスを使用して検討を行った。 また、Low-E ガラスは、物理的な構成は同じだが、Low-E ガラスを室内側に向けるか、室外側に向けて設置するかの違いにより、高断熱タイプと高遮熱タイプの使い方となる(図1参照)。本検討において、下記の図2のように、比較的寒冷地方においては高断熱タイプの仕様、温暖地方においては高遮熱タイプの仕様のモデルを使用した。

② 対象とする製品システム
(続き)

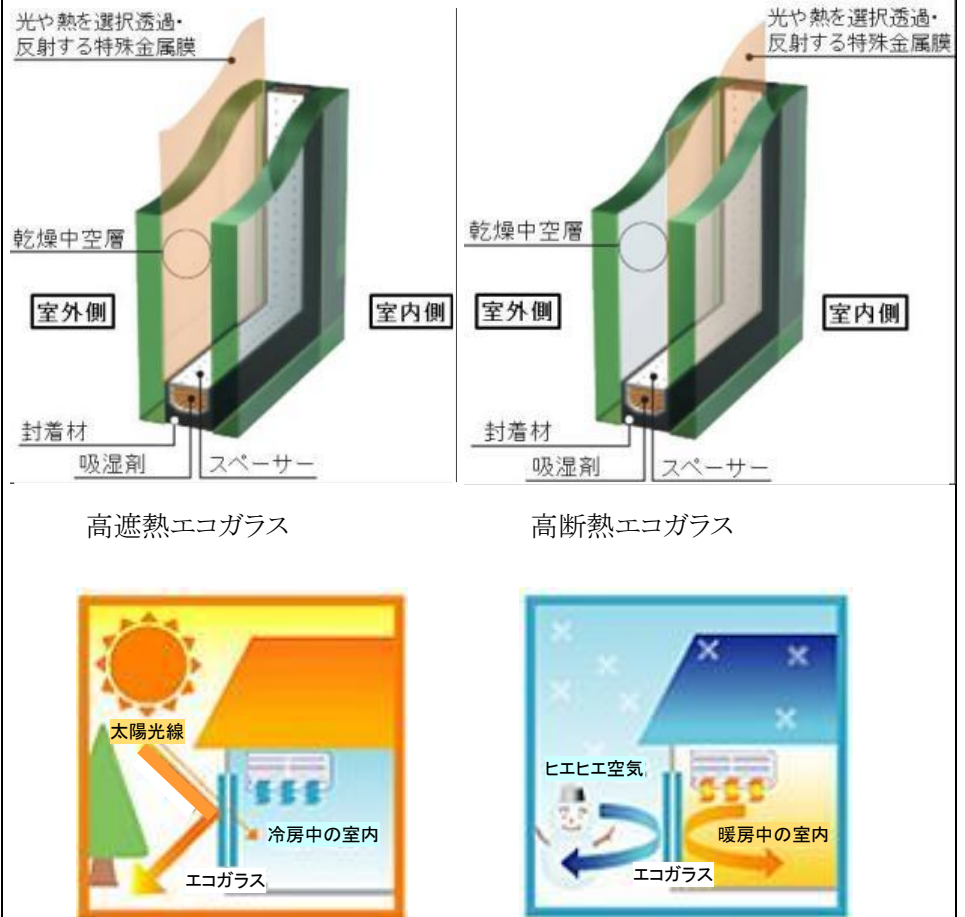


図1 高遮熱型と高断熱型エコガラスの模式図

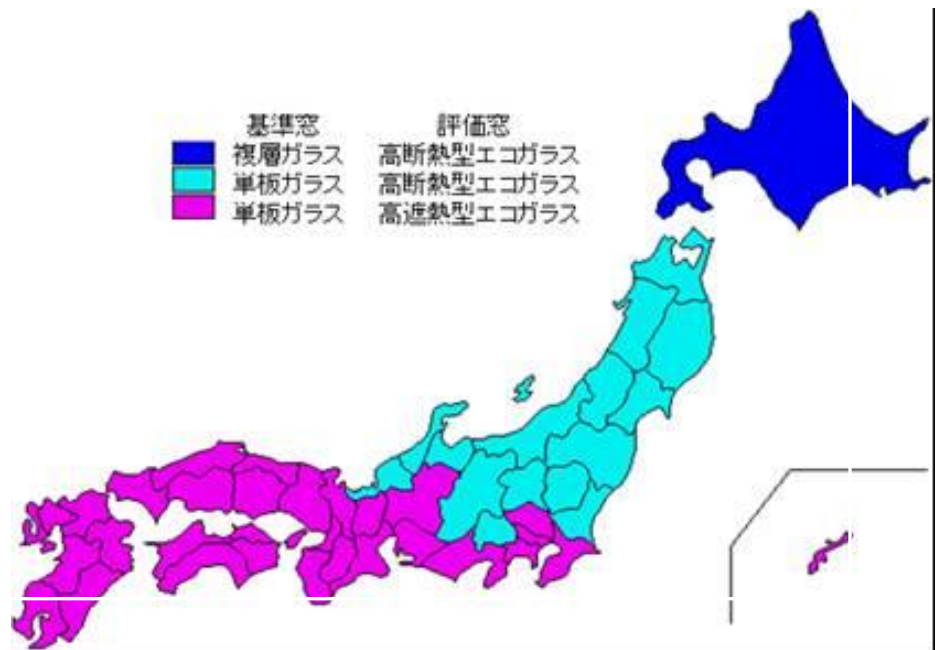


図2 本検討における高断熱型エコガラス使用地域と高遮熱型エコガラス使用地域

③ 製品機能	・検討対象とした製品システムの機能 建築物の開口部材(窓)の、夏季に屋外の熱の侵入を防ぐ遮熱性、冬季に屋内の熱の流出を防ぐ断熱性。 上記②に示したように、エコガラスにおいて、Low-E 膜を室内側ガラスに配置すると断熱性が向上し、室外側ガラスに配置すると遮熱性が向上する。 ・その他の製品機能 本検討において、製品システムのその他の製品機能である、透視性、気密性、水密性、遮音性、結露特性、防犯性等の機能については省略した。 なお、特に検討した各製品システムの透視性については、日射反射率、熱還流係数とともに、表1にまとめる。 表 1. 窓材の光学特性 <table><tr><th></th><th>可視光透過率</th><th>日射反射率</th><th>熱貫流係数 W/K・㎡</th></tr><tr><td>単板ガラス</td><td>88~92%</td><td>7~8%</td><td>6.0</td></tr><tr><td>複層ガラス</td><td>80~84%</td><td>12~15%</td><td>3.4</td></tr><tr><td>エコガラス(断熱型)</td><td>72~78%</td><td>24~28%</td><td>1.8~1.9</td></tr><tr><td>エコガラス(遮熱型)</td><td>68~72%</td><td>26~38%</td><td>1.6~1.9</td></tr></table> *板硝子協会の 3 社のカタログ値から抜粋		可視光透過率	日射反射率	熱貫流係数 W/K・㎡	単板ガラス	88~92%	7~8%	6.0	複層ガラス	80~84%	12~15%	3.4	エコガラス(断熱型)	72~78%	24~28%	1.8~1.9	エコガラス(遮熱型)	68~72%	26~38%	1.6~1.9
	可視光透過率	日射反射率	熱貫流係数 W/K・㎡																		
単板ガラス	88~92%	7~8%	6.0																		
複層ガラス	80~84%	12~15%	3.4																		
エコガラス(断熱型)	72~78%	24~28%	1.8~1.9																		
エコガラス(遮熱型)	68~72%	26~38%	1.6~1.9																		
④ 機能単位	一般の住宅用建設物^{*2}(新築、ライフ 30 年^{*6})の窓ガラス リファレンスフロー: 1 ㎡																				
⑤ システム境界 図参照	原料調達段階を含む板ガラス製造・窓用ガラス加工工程、窓用複層ガラス及びエコガラス製造工程、建物での使用工程、廃棄工程までをシステム境界とする。ガラス以外の部材のスペーサー、シール材、乾燥材は考慮したが、Low-E ガラスの特殊金属膜は、製品重量の 0.1 wt-%未満であるので考慮しない。 なお、複層ガラス、エコガラスを使用する際には、単板ガラス窓に比べ、窓枠の部材使用量が増加するが、本評価ではその違いを考慮していない。 また、住宅の建設や解体工程は含まない。																				

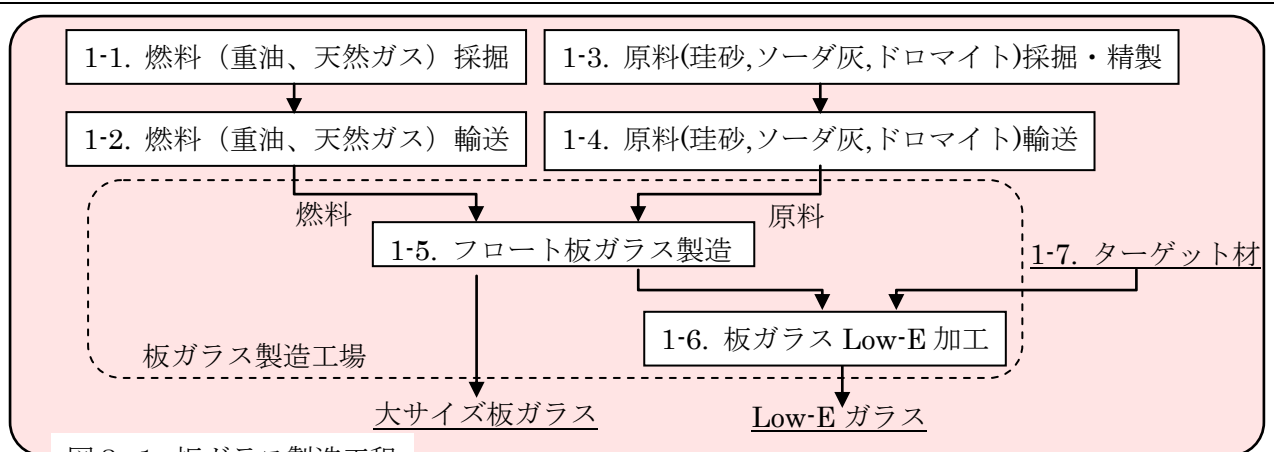


図 3-1 板ガラス製造工程

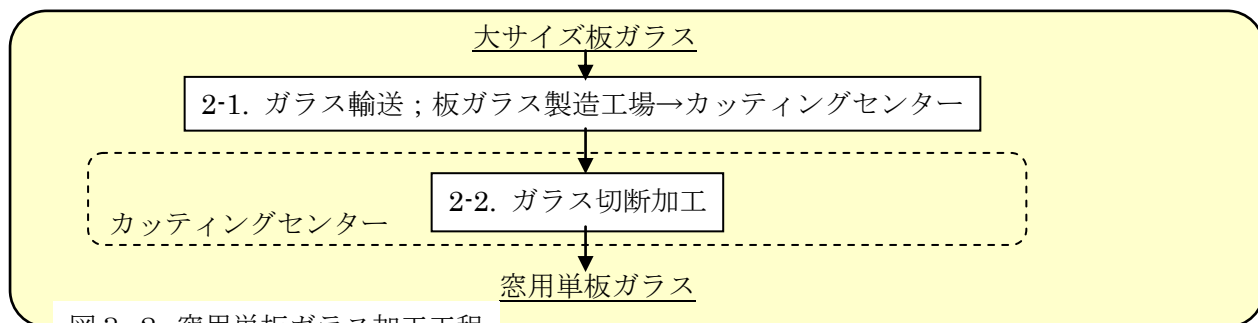


図 3-2 窓用単板ガラス加工工程

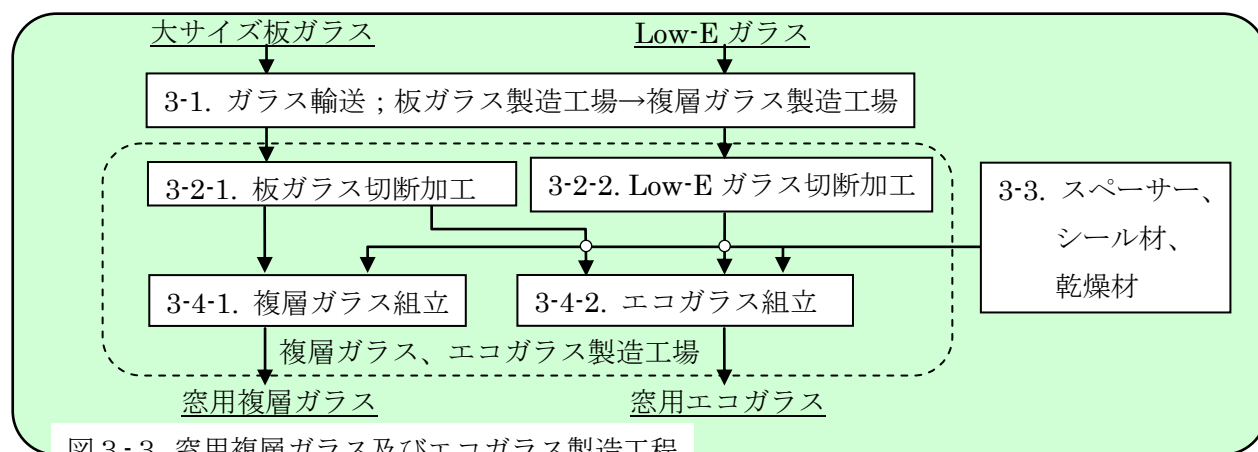


図 3-3 窓用複層ガラス及びエコガラス製造工程

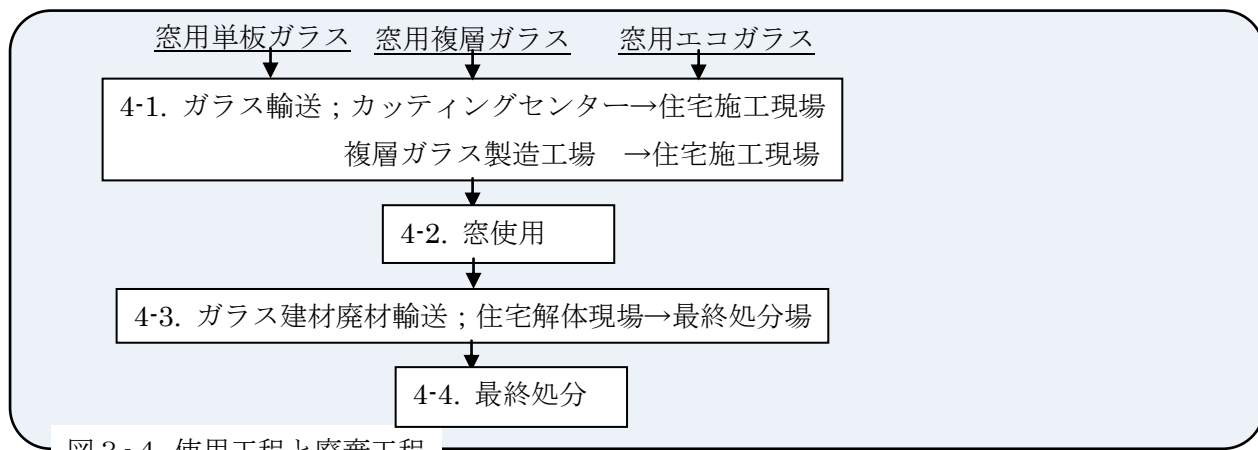


図 3-4 使用工程と廃棄工程

⑥ 初期データ品質要件	1) 時間的有效範囲 板ガラス製造段階におけるフォアグランドデータは 2007 年 4 月から 2008 年 3 月までの会員企業の1年間のデータを使用している。 2) 地理的有效範囲 原料調達段階は、ワールドワイド、板ガラス製造段階から廃棄段階までは全て国内。 3) 技術的有效範囲 対象とした製品の製造技術は既に確立されており、特別な技術は用いていないが、使用段階での測定には特定の住宅モデル、生活モデル、気候モデルを設定した(引用文献*2;「エコガラス導入による暖冷房に係る CO2 排出量削減効果」平成 25 年 3 月 28 日、(株)砂川建築環境研究所)。 4) データの精度 板ガラス製造に伴う原材料及びエネルギー使用量などのデータは、板硝子協会会員全社の経済産業省への報告数値を使用した。素板加工・エコガラス製造段階のデータは、各会員企業からの報告の平均値に基づいている。その他のデータは文献*3を参考にした。 5) データの完全性 板ガラス製造段階のフォアグランドデータは、国内全体の 100 %の数量をカバーしている。 6) データの代表性 フォアグランドデータについては、会員企業の全工場の CO₂ 排出量を生産数量で除したものを利用した。工場は何れも板ガラスの専用工場であるため、代表性はあると考えられる。 7) 整合性 板ガラス製造・加工段階では、会員企業のデータ調査方法は省エネルギー法報告様式に基づいて統一されており整合性はとれている。使用段階では、次世代省エネ基準*1 に基づく6地域の気候モデルを採用し、地域性を反映させることにより整合性はとれている。 8) 再現性 製造ラインの稼働状況により、エネルギー消費量、原料消費量は厳密には変動するが、稼働状況が変動しても平均値をとってみれば再現性は確保される。使用段階は採用するシミュレーション手法(暖冷房の使用条件、生活モデル、換気条件、等)が同一であり、使用されている地域や窓用ガラスの種類が同一であれば再現性は確保される。
⑦ 選択した影響領域 特性化モデル 対象項目	影響領域の対象項目として、地球温暖化指数(CO₂, CH₄, N₂O)、酸性化指数(SO_x, NO_x)を選択した。 それぞれのインパクト係数は、日本 LCA フォーラムの値を参照した(表27-1, 表27-2)。ただし、各エネルギー源の CO₂ 排出係数は、板硝子協会発行の Window25 報告書*4の使用した値を使用した。
⑧ クレジットレビュー種類	外部レビュー

3. インベントリ分析

3-1 データ収集に当たっての前提条件

<フォアグランドデータ>

① フロート板ガラス製造 (図3-1「1-5. フロート板ガラス製造」)

フロート板ガラス製造によるフォアグランドデータは、板硝子協会全会員企業(3社)の1年間(2007 年 4 月～2008 年 3 月)の実績を同期間の板ガラス生産数量で除したもの(製品原単位データ)を、当該製品の環境影響であると仮定した。

なお、その値は、会員企業 3 社のガラス製造設備の定期的な修理の影響を受け下図のように変動しているが、その変動幅は大きくない(標準偏差 0.07)。2007 年度の一年間の実績値は、その変動の中で比較的大きい(原単位排出 CO₂ 量が多い)値であった。

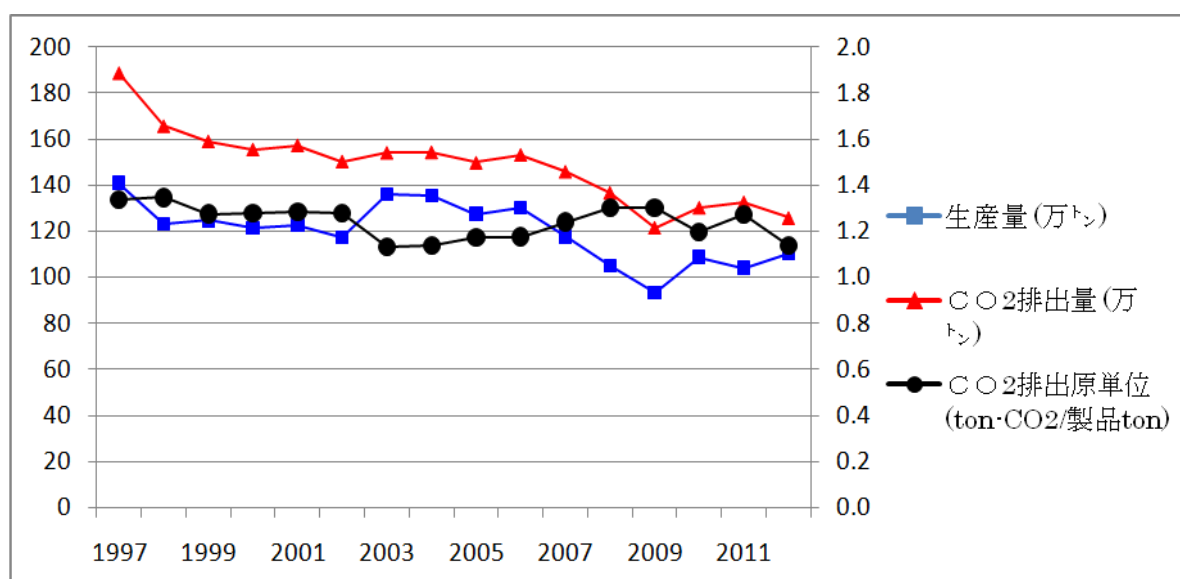


図4 板硝子協会 3 社の板ガラス製品原単位 CO₂ 排出量
(経団連環境自主行動計画 2012 年度検証報告文書^{*5}より抜粋)

② 窓用板ガラス加工工程 (図3-2「2-2. ガラス切断加工」)

大サイズ板ガラスを製品寸法に切断する際の歩留まりを 75 %と仮定し、その際使用する消費電力は板硝子協会会員企業による工場のヒヤリングより得た 2007 年度の数値を使用した。

歩留まりは、使用される際のガラスの寸法等により変動するが、板硝子協会 3 社^{*}のヒヤリングデータでは、70～80 %間で変動するというので一致したため、中央値の 75 %を採用した。この歩留り数値の変動の感度分析は、3-3データの妥当性で検証する。

^{*} 国内の板ガラス製造会社のカバー率は 100 %であるが、複層ガラス・エコガラス製造については、100 %はカバーされていない。

③ ガラス輸送工程 (図3-2「2-1. ガラス輸送;板ガラス製造工場→カッティングセンター」、及び図3-3「3-1. ガラス輸送;板ガラス製造工場→複層ガラス製造工場」)

板ガラス製造工場からカッティングセンター、複層ガラス・エコガラス製造工場までの輸送距離は、各会員企業にて傘下の各カッティングセンター及び工場までの平均走行距離を求めた。3 社の平均数値 448 km を走行距離と仮定した。輸送に使用するトラックは 10 トン車、積載効率を 70 %と仮定し、そのインベントリは JEMAI の Simple LCA データ^{*7}を使用した(表9)。

会員企業のヒヤリングによると、実際の積載効率は、50～80 %の間で変動するため、平均値の約 70 %を採用した。この積載効率の変動の感度分析は、3-3 データの妥当性で検証する。

④ 住宅施工現場へのガラス輸送工程（図3-4「4-1. ガラス輸送;カッティングセンター→住宅施工現場、複層ガラス製造工場→住宅施工現場」）

住宅施工現場は、全国の不特定場所であるので、各社の各カッティングセンター及び複層ガラス製造工場の所在地から管轄地域内の県庁所在地までの直線距離の 1.41 倍を走行距離に仮定、都道府県別住宅着工件数を基に都道府県別に重み付けを行い、99.0 km と算出した。輸送に使用するトラックは4トン車、積載効率は単板ガラスで 70 %、複層ガラス、エコガラスで 30 %と仮定した。インベントリは JEMAI の Simple LCA データ^{*7}を使用した(表9)。

複層ガラスおよびエコガラスの場合、板ガラス(代表的な厚み 3 mm)2 枚で、空気層(代表的な厚み 6 mm、12mm)をサンドイッチした構造であるため、ガラスの体積と同等の体積の空気を同時に運ぶこととなり、単板ガラスと比較すると積載効率は半分以下となる。

この積載効率も上記同様に、会員企業のヒヤリングによると、実際の積載効率は、15～45 %の間で変動するため、中間の値の 30 %を採用した。この積載効率の変動の感度分析は、3－3 データの妥当性において、走行距離の感度分析とともに検証する。

⑤ 使用工程（図3-4「4-2. 窓使用」）

使用工程のインベントリとして、基準仕様とエコガラス仕様の住宅の暖冷房負荷を比較した。

暖冷房負荷計算は、地域ごとに代表都市を表5のとおり定めて算出し、その地域の値とした。暖冷房負荷は、動的熱負荷計算プログラム「AE-Sim/Heat」を用い、気象データは、拡張アメダス気象データを用いた。

戸建住宅及び共同住宅のモデルとしては、板硝子協会発行の Window25^{*4}の計算に用いた住宅モデルを用いた。共同住宅については、その中間階中間住戸をモデルとした。(図6－1, 2及び表2参照)

製品システムの機能単位あたりのインベントリは、住宅モデルの開口部面積から窓面積1 m²あたりに換算することで求めた。

日本全国の使用工程の省エネ効果を平均化して求める際は、各都道府県の気候による省エネ効果に、全国の新築着工住宅数に対する各都道府県別の建築着工住宅数の比率を重み付け係数として用いた。

(1)住宅モデルの断熱仕様

改修前、H11 基準仕様の断熱仕様は以下の通りとした。

I. 断熱工法

1) 戸建住宅

充填断熱工法によるものとし、断熱部位は床-壁-天井とした。

2) 共同住宅

壁、屋根共に内断熱工法とした。

II. 断熱仕様

S55 以前は、代表的と思われる仕様とし、S55、H4、H11 は各住宅の省エネ基準に適合する仕様とした。表2－1、2－2参照。

1) 戸建住宅

■S55 以前

・東京

躯体：無断熱 窓：アルミ（単板ガラス）

気密性能：自然換気回数 3.0 回/時

・札幌

躯体：グラスウール 10K-50mm

窓：アルミ（単板ガラス）＋木製建具（単板ガラス）

気密性能：自然換気回数 3.0 回/時

■S55、H4、H11

- ・躯体は断熱材の厚さ基準、熱抵抗(R 値)基準に適合する仕様とした。
- ・窓は熱貫流率(U 値)基準に適合する仕様とした。玄関ドアは、熱貫流率基準(U 値)基準に適合し、かつ U 値 $4.65\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ 以下となる仕様とした。
- ・気密性能は、断熱水準に応じて自然換気回数を以下の通りとした。

S55 : 1.5 回/時

H4 : 1.0 回/時 (札幌は、0.5 回/時)

H11 : 0.5 回/時

2) 共同住宅

■S55 以前

・東京

躯体 : 無断熱 窓 : アルミ (単板ガラス)

気密性能 : 自然換気回数 0.5 回/時

・札幌

躯体 : 押出法ポリスチレンフォーム 3 種-15mm (全部位)

窓 : アルミ (単板ガラス) + 木製建具 (単板ガラス)

気密性能 : 自然換気回数 0.5 回/時

■S55、H4、H11

- ・躯体は断熱材の厚さ基準、熱抵抗(R 値)基準に適合する仕様とした。
- ・窓は熱貫流率(U 値)基準に適合する仕様とした。玄関ドアは、熱貫流率基準(U 値)基準に適合し、かつ U 値 $4.65\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ 以下となる仕様とした。
- ・気密性能は、断熱水準に応じて自然換気回数を以下の通りとした。

S55、H4、H11 : 0.5 回/時

表2-1 戸建住宅の躯体断熱仕様

建設地	部位	S55 以前	S55	H4	H11
東京	天井	無断熱	GW10K-45mm	GW10K-100mm	BGW13K-210mm
	壁	無断熱	GW10K-30mm	GW10K-60mm	GW16K-100mm
	床	無断熱	GW10K-25mm	GW10K-50mm	GW16K-100mm
札幌	天井	GW10K-50mm	GW10K-135mm	BGW13K-210mm	BGW13K-300mm
	壁	GW10K-50mm	GW10K-105mm	GW24K-100mm	GW24K-120mm
	床	GW10K-50mm	GW10K-105mm	GW24K-100mm	GW16K-150mm

GW : グラスウール

BGW : 吹込みグラスウール

○K : 密度をあらわす

表2-2 共同住宅の躯体断熱仕様

建設地	部位	S55 以前	S55	H4	H11
東京	屋根	無断熱	XPS3 種-19.6mm	XPS3 種-30.8mm	XPS3 種-70mm
	壁	無断熱	XPS3 種-11.2mm	XPS3 種-19.6mm	XPS3 種-30.8mm
札幌	屋根	XPS3 種-15mm	XPS3 種-35mm	XPS3 種-85mm	XPS3 種-105mm
	壁	XPS3 種-15mm	XPS3 種-30mm	XPS3 種-50mm	XPS3 種-65mm

XPS : 押出法ポリスチレンフォーム

(2)暖冷房負荷計算条件

暖冷房運転条件は、部分間欠運転を用いた。暖冷房温度、内部発熱条件は表3～4に示したようにWINDOW25*4)における条件と同じとした。

表3 内部発熱条件(生活条件)

在室者

居室名		在室人数	単位[人]																								
			0-1時	1-2時	2-3時	3-4時	4-5時	5-6時	6-7時	7-8時	8-9時	9-10時	10-11時	11-12時	12-13時	13-14時	14-15時	15-16時	16-17時	17-18時	18-19時	19-20時	20-21時	21-22時	22-23時	23-24時	
居間台所	4人	平日							1	2	1	1				1	1			1	2	2	3	3	2	1	1
		休日										3	2	2	2	2	1			2	3	3	4	2	2	1	
子供室1	1人	平日	1	1	1	1	1	1	1															1		1	1
		休日	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1					1	1			1	1	1	1
子供室2	1人	平日	1	1	1	1	1	1	1	1											1				1	1	1
		休日	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1	1	1								1	1	1	1
寝室	2人	平日	2	2	2	2	2	2	2	1																	1
		休日	2	2	2	2	2	2	2	2	1																2

発熱機器

元点/暖房			居室名	顕熱 [W]	潜熱 [g/h]		単位[%]																							
0-1時	1-2時	2-3時					3-4時	4-5時	5-6時	6-7時	7-8時	8-9時	9-10時	10-11時	11-12時	12-13時	13-14時	14-15時	15-16時	16-17時	17-18時	18-19時	19-20時	20-21時	21-22時	22-23時	23-24時			
1時	2時	3時					4時	5時	6時	7時	8時	9時	10時	11時	12時	13時	14時	15時	16時	17時	18時	19時	20時	21時	22時	23時	24時			
居間台所	385.1		平日	1.8%	1.8%	1.8%	1.8%	1.8%	1.8%	1.8%	54.3%	54.7%	28.0%	14.9%	1.8%	28.0%	41.2%	1.8%	1.8%	28.0%	41.2%	54.3%	54.3%	54.3%	54.3%	47.5%	47.5%			
			休日	1.8%	1.8%	1.8%	1.8%	1.8%	1.8%	1.8%	54.3%	54.3%	100.0%	93.2%	54.3%	14.9%	1.8%	1.8%	28.0%	54.3%	54.3%	28.0%	54.3%	54.3%	54.3%	47.5%	1.8%			
台所	60.0		平日	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%				
			休日	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%			
台所	34.8		平日							50.0%						50.0%							100.0%							
			休日										50.0%			50.0%						100.0%								
台所	50		平日						50.0%												100.0%									
			休日								50.0%										100.0%									
便所	30.0		平日	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%				
			休日	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%				
洗面脱衣	118.8		平日	9.7%	9.7%	9.7%	9.7%	9.7%	9.7%	54.8%	22.7%	9.7%	9.7%	9.7%	9.7%	9.7%	9.7%	9.7%	9.7%	9.7%	9.7%	9.7%	9.7%	100.0%	9.7%	54.8%				
			休日	9.7%	9.7%	9.7%	9.7%	9.7%	9.7%	54.8%	67.8%	9.7%	9.7%	9.7%	9.7%	9.7%	9.7%	9.7%	54.8%	9.7%	9.7%	9.7%	9.7%	54.8%	9.7%	54.8%				
子供室1	80.0		平日	18.8%	18.8%	18.8%	18.8%	18.8%	18.8%	18.8%	18.8%	18.8%	18.8%	18.8%	18.8%	18.8%	18.8%	18.8%	18.8%	18.8%	18.8%	75.0%	37.5%	100.0%	43.8%					
			休日	18.8%	18.8%	18.8%	18.8%	18.8%	18.8%	18.8%	18.8%	79.8%	100.0%	100.0%	18.8%	18.8%	18.8%	18.8%	25.0%	25.0%	21.9%	18.8%	100.0%	39.1%	100.0%	18.8%				
子供室2	50.0		平日	6.0%	6.0%	6.0%	6.0%	6.0%	6.0%	6.0%	6.0%	6.0%	6.0%	6.0%	6.0%	6.0%	6.0%	6.0%	6.0%	6.0%	6.0%	6.0%	6.0%	76.6%	29.6%					
			休日	6.0%	6.0%	6.0%	6.0%	6.0%	6.0%	6.0%	6.0%	6.0%	6.0%	6.0%	6.0%	6.0%	6.0%	6.0%	6.0%	6.0%	6.0%	6.0%	100.0%	100.0%	100.0%	6.0%				
寝室	412.5		平日									66.7%																		
			休日										100.0%																	

照明

居室名	W	仕様		単位[%]																								
				0-1時	1-2時	2-3時	3-4時	4-5時	5-6時	6-7時	7-8時	8-9時	9-10時	10-11時	11-12時	12-13時	13-14時	14-15時	15-16時	16-17時	17-18時	18-19時	19-20時	20-21時	21-22時	22-23時	23-24時	
玄関	57W	白熱灯	平日							50.0	100.0	100.0	100.0	50.0						100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	50.0		
			休日								75.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	25.0					50.0	100.0	100.0	100.0	100.0	25.0	
居間台所	137.5W	蛍光灯	平日							16.4	70.9	38.2	83.6	12.7		49.1	38.2				25.5	50.9	50.9	58.2	87.3	50.9	50.9	25.5
			休日								87.3	100.0	50.9	50.9	74.5	29.1				50.9	50.9	58.2	90.9	50.9	50.9	50.9		
台所	36.7W	蛍光灯	平日							46.3	46.3		66.7			92.5				92.5		92.5	92.5	92.5				
			休日								92.5	100.0			92.5	46.3				92.5	92.5	92.5						
廊下	114W	白熱灯	平日							25.0	50.0	25.0	50.0	25.0			25.0							25.0	100.0	100.0	25.0	
			休日							75.0	75.0	100.0							50.0	25.0				25.0	25.0	25.0		
便所	8.55W	白熱灯	平日							100.0	33.3		11.1			11.1				11.1	11.1	11.1	11.1	11.1	33.3		44.4	
			休日							66.7	66.7		22.2	22.2					33.3	11.1		33.3	11.1		33.3	11.1		
洗面脱衣	66.5W	白熱灯	平日							28.6	57.1	23.8	52.4	28.6			28.6				9.5	9.5	19.0	28.6	21.4	100.0	92.9	28.6
			休日							78.6	78.6	85.7			9.5				45.2	50.0	19.0				71.4	92.9	28.6	
浴室	40.5W	白熱灯	平日																					33.3	66.7	100.0		
			休日																66.7	33.3					66.7	100.0		
子供室1	70W	蛍光灯	平日										50.0												75.0	25.0	100.0	100.0
			休日									75.0	100.0	100.0						100.0	100.0	50.0		100.0	25.0	100.0		
子供室2	70W	蛍光灯	平日										50.0									50.0	50.0		75.0	100.0	25.0	
			休日								25.0	100.0	100.0	100.0	50.0									100.0	100.0	100.0		
寝室	52.5W	蛍光灯	平日										66.7															
			休日									100.0																

表4 暖冷房運転条件

暖房	居室名		単位: 温度[℃]、湿度[%]																								
			0-1時	1-2時	2-3時	3-4時	4-5時	5-6時	6-7時	7-8時	8-9時	9-10時	10-11時	11-12時	12-13時	13-14時	14-15時	15-16時	16-17時	17-18時	18-19時	19-20時	20-21時	21-22時	22-23時	23-24時	
居間台所	平日	温度							20	20	20	20			20	20			20	20	20	20	20	20	20	20	20
		湿度							0	0	0	0			0	0			0	0	0	0	0	0	0	0	0
	休日	温度									20	20	20	20	20	20			20	20	20	20	20	20	20	20	
		湿度									0	0	0	0	0	0			0	0	0	0	0	0	0	0	
子供室1	平日	温度																					20		20	20	
		湿度																					0		0	0	
	休日	温度								20	20	20	20						20	20	20		20	20	20	20	
		湿度								0	0	0	0						0	0	0		0	0	0	0	
子供室2	平日	温度																			20			20	20	20	
		湿度																			0			0	0		
	休日	温度									20	20	20	20									20	20	20	20	
		湿度									0	0	0	0									0	0	0	0	
寝室	平日	温度																									
		湿度																									
	休日	温度																									
		湿度																									

※温度0%はなりゆき湿度となる

冷房	居室名		単位: 温度[℃]、湿度[%]																								
			0-1時	1-2時	2-3時	3-4時	4-5時	5-6時	6-7時	7-8時	8-9時	9-10時	10-11時	11-12時	12-13時	13-14時	14-15時	15-16時	16-17時	17-18時	18-19時	19-20時	20-21時	21-22時	22-23時	23-24時	
居間台所	平日	温度						27	27	27	27				27	27			27	27	27	27	27	27	27	27	
		湿度						60	60	60	60				60	60			60	60	60	60	60	60	60	60	60
	休日	温度								27	27	27	27	27	27	27			27	27	27	27	27	27	27	27	
		湿度								60	60	60	60	60	60	60			60	60	60	60	60	60	60	60	60
子供室1	平日	温度	28	28	28	28	28	28	28															27		27	27
		湿度	60	60	60	60	60	60	60	60														60		60	60
	休日	温度	28	28	28	28	28	28	28	28	27	27	27	27	27				27	27	27		27	27	27	27	28
		湿度	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60				60	60	60		60	60	60	60	60
子供室2	平日	温度	28	28	28	28	28	28	28												27			27	27	27	28
		湿度	60	60	60	60	60	60	60	60											60			60	60	60	60
	休日	温度	28	28	28	28	28	28	28	28		27	27	27	27								27	27	27	27	28
		湿度	60	60	60	60	60	60	60	60		60	60	60	60								60	60	60	60	60
寝室	平日	温度	28	28	28	28	28	28	28																		28
		湿度	60	60	60	60	60	60	60	60																60	
	休日	温度	28	28	28	28	28	28	28	28																	28
		湿度	60	60	60	60	60	60	60	60																	60

(1) 気候モデル

日本全国を、表5のように、13都市の気候モデルに分けて、熱負荷計算を行った。

また、寒冷地である北海道・北東北・南東北・北関東・北陸では高断熱タイプのエコガラス、その他の地域では高遮熱タイプのエコガラスを使用することとする。

表5 都道府県の地域区分と熱負荷計算実施都市、窓品種*4

地域	都道府県	熱負荷計算 実施都市	窓の種類	
			基準	比較
北海道	北海道	札幌	複層ガラス	高断熱 エコガラス
北東北	青森・秋田・岩手	盛岡		
南東北	宮城・山形・福島	仙台		
北関東	茨城・栃木・群馬・山梨・長野	前橋		
北陸	新潟・富山・石川・福井	富山		
南関東	埼玉・千葉・東京・神奈川	東京		
東海	岐阜・静岡・愛知・三重	名古屋	単板ガラス	高遮熱 エコガラス
近畿	滋賀・京都・大阪・兵庫・奈良・和歌山	大阪		
中国	鳥取・島根・岡山・広島・山口	広島		
四国	徳島・香川・高知・愛媛	高松		
北九州	福岡・佐賀・長崎・熊本・大分	福岡		
南九州	宮崎・鹿児島	鹿児島		
沖縄	沖縄	那覇		

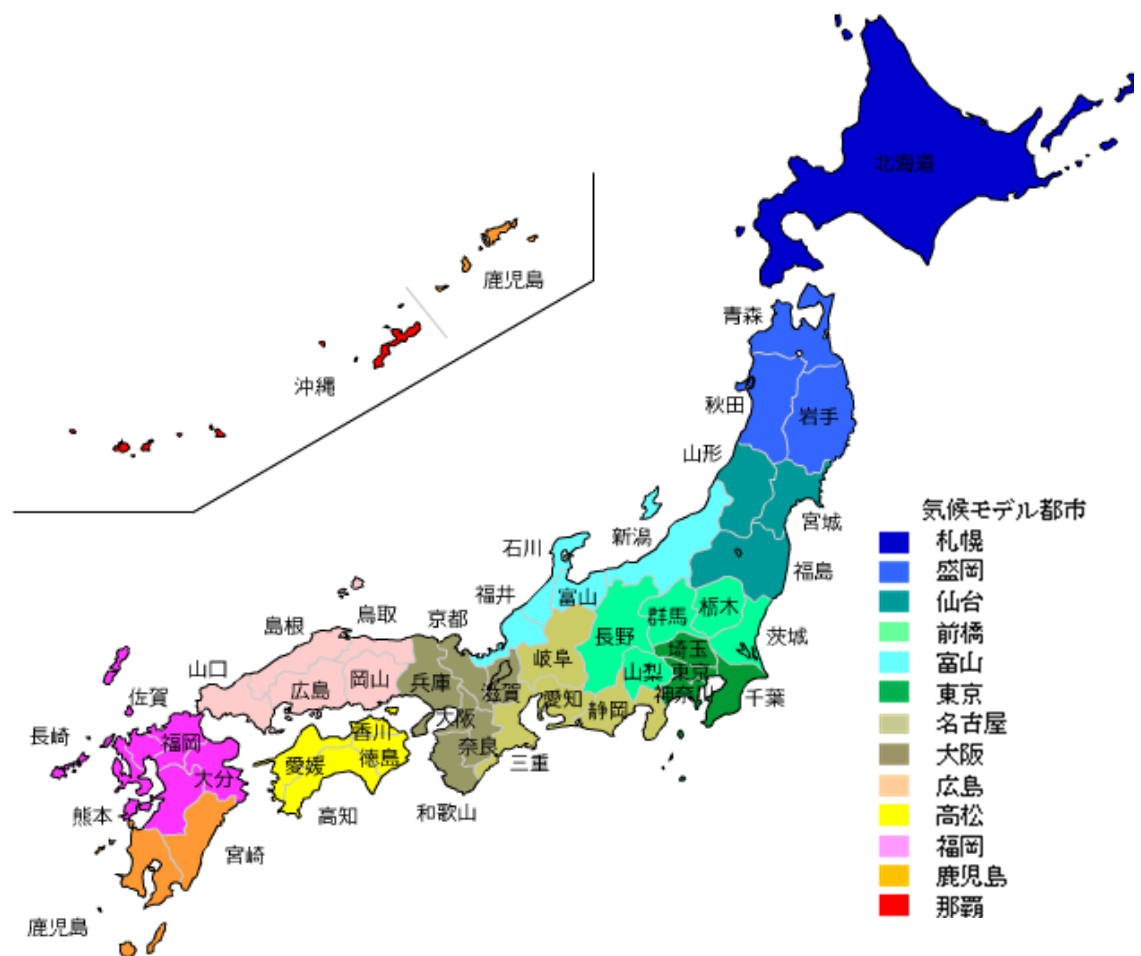
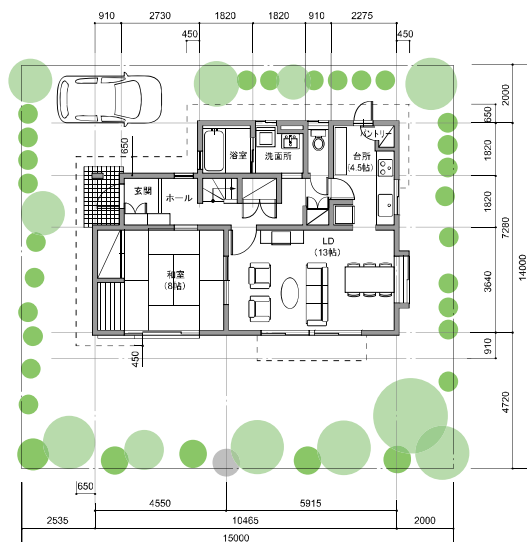
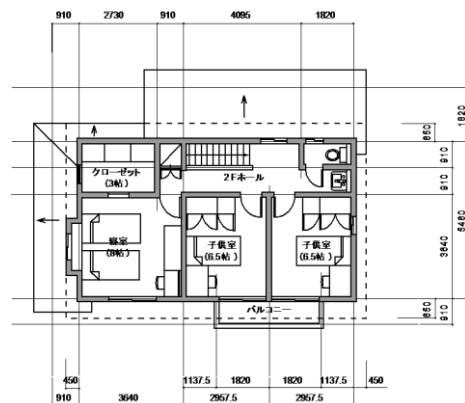


図5 気候モデル都市の都道府県分布

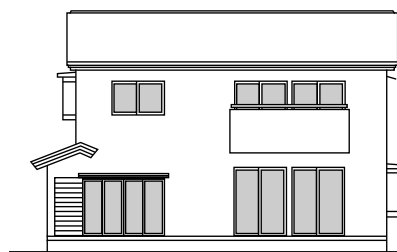
その他の詳細条件については、板硝子協会発行の WINDOW25 報告書^{*4}を参照されたい。



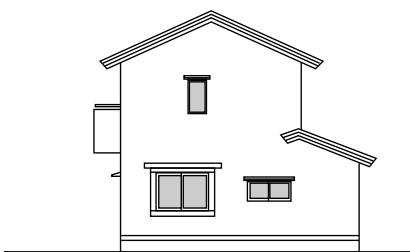
■1階平面図



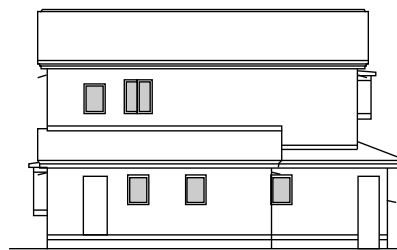
■2階平面図



■南立面図



■東立面図



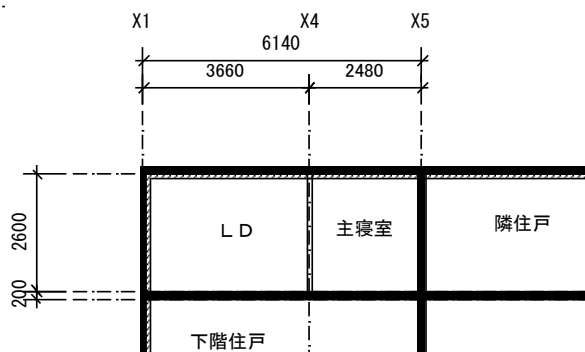
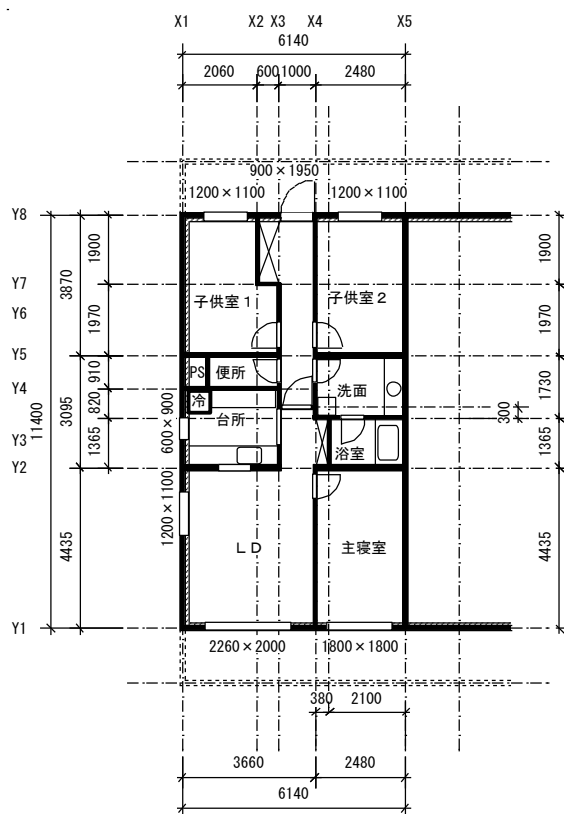
■北立面図



■西立面図

	寒冷地 (I, II 地域)モデル	温暖地 (III～VI 地域)モデル
延べ床面積	120.07 m ²	120.07 m ²
階高	2.825m	2.825m
開口比率	21.0%	26.8%
開口面積	25.22 m ²	32.20 m ²
玄関ドア	3.19 m ²	3.51 m ²
窓面積	22.03 m ²	28.69 m ²

図6-1 戸建住宅プラン（住宅事業建築主の判断基準の住宅モデル）*4



床面積		69.996 m ²
開口面積	妻側住戸	14.015 m ²
	中央住戸	12.155 m ²
開口比率	妻側住戸	20.02%
	中央住戸	17.37%
窓面積	妻側住戸	12.26 m ²
	中央住戸	10.40 m ²

図6-2 共同住宅プラン（品確法性能表示特定条件適合住宅モデル）*4

(3) 暖冷房エネルギー使用比率モデル

表5に示した各気候モデル地域ごとの暖冷房エネルギー使用比率は、Window25 で用いた推定比率を用いた。

表6-1 戸建住宅の各気候モデル計算都市ごとの暖冷房エネルギー使用比率

負荷計算都市	暖房					冷房
	電気エアコン	灯油 FF	灯油温水	ガス FF	ガス温水	電気エアコン
札幌	-	58.7%	41.3%	-	-	100.0%
盛岡	27.1%	65.6%	7.3%	-	-	100.0%
仙台	27.1%	65.6%	7.3%	-	-	100.0%
前橋	47.9%	39.7%	-	12.4%	-	100.0%
富山	47.9%	39.7%	-	12.4%	-	100.0%
東京	53.1%	19.7%	-	18.1%	9.1%	100.0%
名古屋	47.9%	39.7%	-	12.4%	-	100.0%
大阪	47.9%	39.7%	-	12.4%	-	100.0%
広島	47.9%	39.7%	-	12.4%	-	100.0%
高松	47.9%	39.7%	-	12.4%	-	100.0%
福岡	50.4%	43.8%	-	5.8%	-	100.0%
鹿児島	48.9%	-	-	-	-	100.0%

表6-2 共同住宅の各気候モデル計算都市ごとの暖冷房エネルギー使用比率

負荷計算都市	暖房					冷房
	電気エアコン	灯油 FF	灯油温水	ガス FF	ガス温水	電気エアコン
札幌	-	40.5%	17.1%	24.7%	17.7	100.0%
盛岡	52.1%	47.9%	-	-	-	100.0%
仙台	52.1%	47.9%	-	-	-	100.0%
前橋	66.6%	17.6%	-	15.8%	-	100.0%
富山	66.6%	17.6%	-	15.8%	-	100.0%
東京	66.6%	17.6%	-	15.8%	-	100.0%
名古屋	66.6%	17.6%	-	15.8%	-	100.0%
大阪	66.6%	17.6%	-	15.8%	-	100.0%
広島	66.6%	17.6%	-	15.8%	-	100.0%
高松	66.6%	17.6%	-	15.8%	-	100.0%
福岡	62.9%	27.2%	-	9.9%	-	100.0%
鹿児島	62.9%	27.2%	-	9.9%	-	100.0%

⑥ ガラス建材廃材輸送工程（図3-4「4-3. ガラス建材廃材輸送；住宅解体現場→最終処分場」）

廃棄製品は不特定場所にて発生するため、廃棄時の輸送段階の環境負荷を以下の通り算出した。廃棄場所までの走行距離は、住宅施工現場へのガラス輸送工程の輸送距離と変わらないと仮定した。輸送に使用するトラックは4トン車、積載効率は単板ガラス、複層ガラス及びエコガラスともに 90 %と仮定した。

インベントリは JEMAI の Simple LCA データ^{*7}を使用した(表11)。

輸送距離、積載効率の感度分析を3-3で行った。

<バックグラウンドデータ>

- ⑦ 原料調達段階（図3-1. 「1-3. 原料(珪砂,ソーダ灰,ドロマイト)採掘・精製」及び「1-4. 原料(珪砂,ソーダ灰,ドロマイト)輸送」

板ガラスの原料のうち、大半を占める珪砂とソーダ灰は、ガラスビンの原料とほぼ同じである。また、原料の採掘国、採掘方法は変わっておらず、そのため板ガラス製造工場までの輸送に係る環境負荷データは、産業環境管理協会発行の「LCA実務入門」の3. ガラスビンのLCIケーススタディ³にある、海外からの輸入のケースを参考にした。

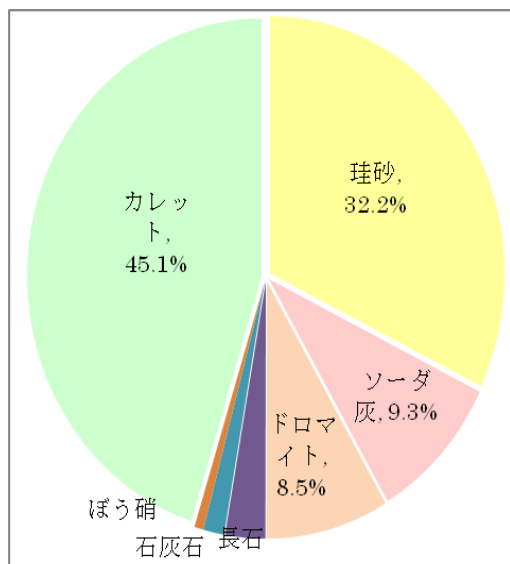


図7のガラスの原料構成のうち、珪砂とソーダ灰で約42 %を占め、残りのうち、約45 %を占めるカレットは、大半が工場内の循環リサイクルである。

工場外からのカレット回収リサイクルは、下記図8(板硝子協会調査板ガラスカレットの回収・廃棄状況)に示したように、全体の使用カレットに対して 23 千 ton/773 千 ton=3.0 %と少ないため、影響が小さいと判断し、検討から除外した。

図7 板ガラスの原料

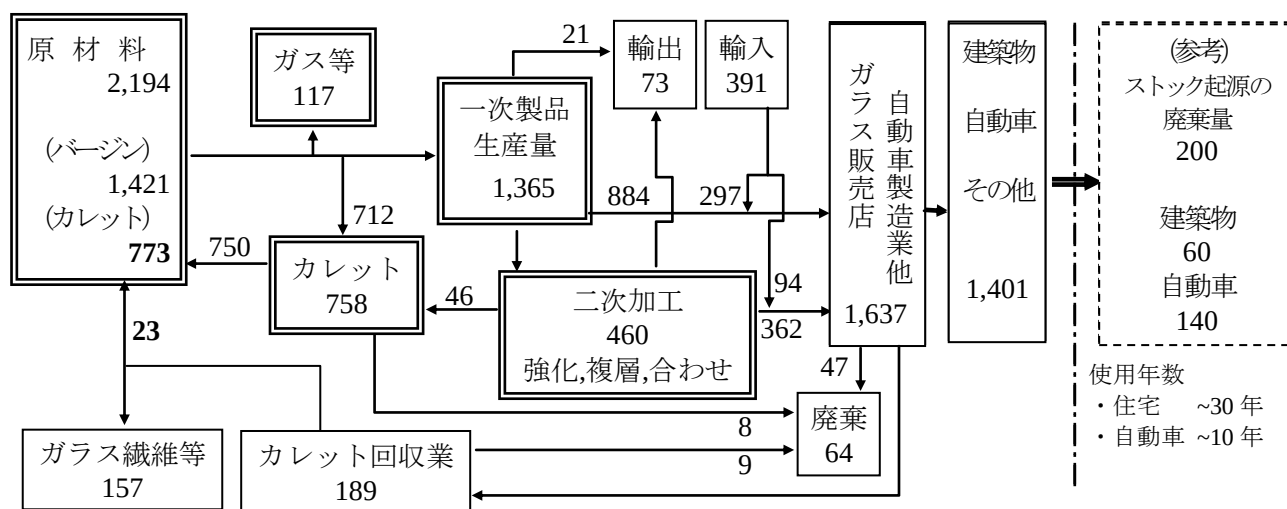


図8 2004年 板ガラスカレットの回収・廃棄状況（板硝子協会調査・概算） 単位：千 ton

□；板ガラス工場内循環

- ⑧ 板ガラス Low-E 加工工程（図3-1 「1-6. 板ガラス Low-E 加工」）

板ガラスに Low-E 金属膜をスパッタする際の消費電力は、スパッタ装置の仕様データを基に板硝子協会会員全社でタクトタイムを設定して算出することとした。会員企業のヒヤリングによると、実際のスパッタ加工時の歩留まりは、90～100 %の間で変動するため、95 %を採用した。この歩留まりの変動の感度分析は、3-3 データの妥当性で検証する。

なお周辺機器としては、加工用素板の投入装置、スパッタ加工された Low-E ガラスの取出し装置等

があるが、寄与率が5 %未満のため含めていない。

- ⑨ 複層ガラス及びエコガラス製造段階 (図3-3 「3-2-1. 板ガラス切断加工」、「3-2-2. Low-E ガラス切断加工」、「3-4-1. 複層ガラス組立」、及び「3-4-2. エコガラス組立」)

複層ガラス及びエコガラス組み立て時の消費電力は、板硝子協会会員企業の設備仕様データを基に各社でタクトタイムを設定して算出することとした。会員企業のヒヤリングによると、実際の複層ガラス及びエコガラス生産時の歩留まりは、90～100 %の間で変動するため、95 %を採用した。この歩留りの変動の感度分析は、3-3 データの妥当性で検証する。

複層ガラス及びエコガラスの製造に使用するアルミスペーサー、乾燥剤、1次及び2次シール材等の副資材の環境負荷データについては、「製品 LCA 実施手引書」, p94～p119(2007 年 3 月, 社団法人産業環境管理協会)*8を参考にした。

- ⑩ 使用段階 (図3-4 「4-2. 窓使用」)

窓用の単板ガラス、複層ガラス及びエコガラスの使用年数は、住宅の寿命と同じであると仮定した。国土交通省の日本の住宅・土地統計調査(1998 年、2003 年)により、住宅の寿命を 30 年とおいた。

- ⑪ 廃棄段階 (図3-4 「4-4. 最終処分」)

廃棄製品は、埋め立て処理されると仮定し、インベントリは JEMAI の Simple LCA データ*7を使用した。

3-2 インベントリ分析結果

窓用単板ガラスと複層ガラス及びエコガラス 1 m²あたりの製造工程、加工工程段階、使用段階および輸送工程に関わるフォアグラウンドデータ、バックグラウンドデータを表7～10に示す。

なお、下記表7における製品サイズは、縦、横ともに 1 m と想定した。

表7 単板ガラス、複層ガラス、エコガラスの素材一覧表

分 類	素 材	数 量	1 m ² あたり重量(kg)	
単板ガラス	フロートガラス 板厚 3 mm	1 枚	7.50	
複層ガラス	フロートガラス 板厚 3 mm	2 枚	15.00	15.35
	アルミスペーサー 板厚 0.4 mm	4 m	0.09	
	乾燥剤	1 set	0.09	
	1次・2次シール材	1 set	0.17	
エコガラス	フロートガラス 板厚 3 mm	1 枚	7.50	15.55
	Low-E ガラス* 板厚 3 mm	1 枚	7.50	
	アルミスペーサー 板厚 0.4 mm	4 m	0.13	
	乾燥剤	1 set	0.09	
	1次・2次シール材	1 set	0.33	

注1.Low-E ガラス; ガラス表面に特殊金属膜をつけることにより、複層ガラスの断熱・遮熱性能を向上させたガラス。Low-E の E は Emissivity(放射率)の略で、Low-E とはこの膜に吸収された太陽光の熱エネルギーの再放射が低いことを示す。

注2. 本表に示す数値は窓用ガラスのみのデータであり、窓枠やサッシ部材等は含んでいない。

注3.Low-E ガラスの特殊金属薄膜は、数 mg/m²と極めて少量であるので、ターゲット材を検討から除外した。

表 8-1 製造段階の使用エネルギーフォアグランドデータ (図3-1.「1-5. フロート板ガラス製造」)

№	調査項目	全製造工場	単位	ガラス 1 kg あたり	単位
1	C重油	362,204	Kl	0.308	l
2	A重油	2,751	Kl	0.002	l
3	灯 油	1,165	Kl	0.001	l
4	LPG	4,376	Ton	0.0037	kg
5	都市ガス	4,072	千m ³	0.0035	m ³
6	電 力	437,824	MWh	0.372	kWh

表 8-2 製造段階の使用原料フォアグランドデータ (図3-1.「1-5. フロート板ガラス製造」)

№	調査項目	全製造工場	単位	ガラス 1 kg あたり	単位
1	珪砂	609,558	Ton	0.518	kg
2	ソーダ灰	176,910	Ton	0.150	kg
3	ドロマイト	160,313	Ton	0.136	kg
4	長石	52,174	Ton	0.044	kg
5	石灰石	27,051	Ton	0.023	kg
6	ぼう硝	12,096	Ton	0.010	kg
7	カレット	854,214	Ton	0.726	kg

表 8-3 原料の輸送距離フォアグランドデータ (図3-1.「1-4. 原料輸送」)

輸送原燃料	単位	バルク運搬船 >8 万 DWT	鉄道輸送	トラック輸送		
				20トン車	10トン車	4トン車
重油	km	12,000	0	0	0	0
珪砂	km	511	0	437	0	0
ソーダ灰	km	14,400	2,780	0	0	0
苦灰石	km	0	0	147	0	0
石灰石	km	0	0	362	0	0

表 8-4 ガラス反応時の排出物フォアグランドデータ (図3-1.「1-5. フロート板ガラス製造」)

№	調査項目	化学式	CO ₂	SO ₂	単位
2	ソーダ灰	Na ₂ CO ₃	0.415	0.00	kg/原料 1 kg
3	ドロマイト	CaCO ₃ ・MgCO ₃	0.471	0.00	kg/原料 1 kg
5	石灰石	CaCO ₃	0.440	0.00	kg/原料 1 kg
6	ぼう硝	Na ₂ SO ₄	0.00	0.451	kg/原料 1 kg

表9 輸送段階のフォアグランドデータ

輸送区分	輸送経路	輸送手段	積載率	輸送距離	燃費
2-1. 3-1. ガラス輸送	板ガラス製造工場→カットティングセンター、複層ガラス製造工場	10トントラック	70 %	448 km *	3.5 km/l
4-1. ガラス輸送	カットティングセンター→住宅施工現場	4トントラック	70 %	99.0 km *	5.5 km/l
	複層ガラス工場→住宅施工現場		30 %		
4-3. ガラス建材廃材輸送	住宅施工現場→最終処分場	4トントラック	90 %	99.0 km *	5.5 km/l

注)・エコガラスは複層ガラス製造工場で作られます。

* 448 km、99.0 km:3-1項に根拠を記載

表10 燃料製造工程時バックグラウンドデータ(JEMAI Simple-LCA)^{*7}

		項目	単位	C 重油/l	A 重油/l	軽油/l	灯油/l	LPG/kg	都市ガス 13A/m ³	電力 /kWh
入力	資源	エネルギー(特定せず)	MJ	7.86E-04	7.37E-04	7.03E-04	8.47E-04	4.45E-04	6.62E-03	2.55E-01
		一般炭	kg	2.35E-04	2.20E-04	2.10E-04	2.53E-04	1.55E-04	1.93E-03	8.27E-02
		天然ガス	kg	1.64E-02	1.54E-02	1.47E-02	1.77E-02	1.78E-02	8.98E-01	5.17E-02
		原油	kg	9.38E-01	8.80E-01	8.39E-01	1.01E+00	1.01E+00	9.38E-02	1.85E-02
		ウラン(資源)	kg	1.90E-08	1.78E-08	1.70E-08	2.05E-08	6.89E-09	1.37E-07	8.76E-06
出力	排出物	CO ₂	kg-CO ₂	1.14E-01	1.07E-01	1.02E-01	1.23E-01	1.68E-01	3.69E-01	4.17E-01
		CH ₄	kg-CH ₄	8.32E-05	7.80E-05	7.44E-05	8.97E-05	2.93E-05	2.69E-06	9.40E-06
		N ₂ O	kg-N ₂ O	4.97E-05	4.66E-05	4.44E-05	5.35E-05	5.36E-05	3.21E-04	1.94E-05
		NO _x	kg-NO ₂	9.61E-05	9.01E-05	8.60E-05	1.04E-04	4.48E-04	4.76E-04	2.14E-04
		SO _x	kg-SO ₂	1.00E-04	9.42E-05	8.98E-05	1.08E-04	1.30E-04	4.54E-05	7.55E-05
		ばいじん	kg	1.11E-05	1.04E-05	9.96E-06	1.20E-05	3.73E-05	8.70E-06	6.44E-06
	製品			1.00E+00	1.00E+00	1.00E+00	1.00E+00	1.00E+00	1.00E+00	1.00E+00

表11 輸送工程時バックグラウンドデータ(JEMAI Simple-LCA)^{*7}

		項目	単位	バルク運搬船 >8 万 DWT	鉄道輸送	トラック輸送		
						20トン車	10トン車	4トン車
入力	資源	エネルギー(特定せず)	MJ	6.40E-07	—	—	—	—
		一般炭	kg	2.07E-07	—	—	—	—
		天然ガス	kg	3.69E-07	—	6.14E-07	6.54E-07	7.75E-07
		原油	kg	1.38E-05	—	3.53E-05	3.76E-05	4.45E-05
		ウラン(資源)	kg	2.20E-11	—	—	—	—
出力	排出物	CO ₂	kg-CO ₂	3.76E-03	2.00E-02	1.10E-01	1.17E-01	1.39E-01
		CH ₄	kg-CH ₄	3.84E-07	—	—	—	—
		N ₂ O	kg-N ₂ O	1.00E-07	—	1.82E-09	1.94E-09	2.30E-09
		NO _x	kg-NO ₂	1.08E-04	—	8.54E-04	9.11E-04	1.08E-03
		SO _x	kg-SO ₂	8.68E-05	—	2.31E-05	2.46E-05	2.92E-05
		ばいじん	kg	1.62E-06	—	6.26E-05	6.68E-05	7.91E-05
	製品		t km	1.00E+00	1.00E+00	1.00E+00	1.00E+00	1.00E+00

表12 使用燃料の燃焼時バックグラウンドデータ (JEMAI Simple-LCA) *7

		項目	単位	C 重油/l	A 重油/l	軽油/l	灯油/l	LPG/kg	都市ガス 13A/m ³
入力	資源	エネルギー(特定せず)	MJ	7.86E-04	7.37E-04	7.03E-04	6.69E-04	4.45E-04	6.62E-03
		一般炭	kg	2.35E-04	2.20E-04	2.10E-04	2.00E-04	1.55E-04	1.93E-03
		天然ガス	kg	1.64E-02	1.54E-02	1.47E-02	1.40E-02	1.78E-02	8.98E-01
		原油	kg	9.38E-01	8.80E-01	8.39E-01	7.99E-01	1.01E+00	9.38E-02
		ウラン(資源)	kg	1.90E-08	1.78E-08	1.70E-08	1.62E-08	6.89E-09	1.37E-07
出力	排出物	CO ₂	kg-CO ₂	3.10E+00	2.82E+00	2.73E+00	2.59E+00	3.17E+00	2.72E+00
		CH ₄	kg-CH ₄	8.32E-05	7.80E-05	7.44E-05	7.08E-05	2.93E-05	2.69E-06
		N ₂ O	kg-N ₂ O	5.02E-05	4.66E-05	4.44E-05	4.23E-05	5.36E-05	3.21E-04
		NO _x	kg-NO ₂	1.57E-03	8.29E-04	8.50E-04	6.95E-04	1.62E-03	1.15E-03
		SO _x	kg-SO ₂	4.69E-03	1.39E-03	1.47E-04	8.56E-05	1.30E-04	4.54E-05
		ばいじん	kg	4.57E-04	1.02E-04	1.00E-04	9.57E-05	8.34E-05	5.46E-05
	製品	燃焼		1.00E+00	1.00E+00	1.00E+00	1.00E+00	1.00E+00	1.00E+00

表13 廃棄物埋立時のバックグラウンドデータ (JEMAI Simple-LCA) *7

		項目	単位	埋立物量
入力	資源	エネルギー(特定せず)	MJ	5.11E-04
		一般炭	kg	1.66E-04
		天然ガス	kg	1.75E-04
		原油	kg	8.26E-04
		ウラン(資源)	kg	1.75E-08
出力	排出物	CO ₂	kg-CO ₂	3.44E-03
		CH ₄	kg-CH ₄	8.87E-08
		N ₂ O	kg-N ₂ O	1.01E-07
		NO _x	kg-NO ₂	1.26E-06
		SO _x	kg-SO ₂	2.91E-07
		ばいじん	kg	1.08E-07
		COD	kg	6.80E-05
		懸濁物質	kg	6.00E-05
		埋め立て廃棄物	m ³	2.60E-03
	製品	埋立	kg	1.00E+00

表 14-1 戸建住宅の基準仕様の暖房時使用エネルギーと地球温暖化ガス排出量, 酸性化ガス排出量

計算都市	窓仕様	電気 kWh	灯油 リットル	ガス m ³	CO ₂ kg	CH ₄ kg	N ₂ O kg	NOx kg	SOx kg	GWG kg-CO2	酸性化 kg-SO2
札幌	複層ガラス U=3.49	—	730	—	1817	0.052	0.031	0.507	0.062	1827	0.620
盛岡	単板硝子 U=6.51	459	649	—	1868	0.050	0.036	0.549	0.090	1880	0.695
仙台	単板硝子 U=6.51	350	495	—	1424	0.038	0.028	0.419	0.069	1433	0.530
前橋	単板硝子 U=6.51	461	200	51	826	0.019	0.034	0.296	0.054	836	0.380
富山	単板硝子 U=6.51	610	265	68	1202	0.025	0.045	0.393	0.072	1216	0.504
東京	単板硝子 U=6.51	363	71	80	524	0.009	0.036	0.219	0.037	534	0.278
名古屋	単板硝子 U=6.51	391	170	43	723	0.016	0.029	0.252	0.046	731	0.323
大阪	単板硝子 U=6.51	351	153	39	625	0.014	0.026	0.226	0.041	633	0.290
広島	単板硝子 U=6.51	358	156	40	712	0.015	0.026	0.231	0.042	720	0.296
高松	単板硝子 U=6.51	371	161	41	698	0.015	0.027	0.239	0.044	707	0.306
福岡	単板硝子 U=6.51	350	160	17	619	0.015	0.019	0.206	0.041	625	0.267
鹿児島	単板硝子 U=6.51	198	109	—	374	0.010	0.008	0.118	0.024	377	0.154
那覇	単板硝子 U=6.51	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

表 14-2 戸建住宅のエコガラス仕様の暖房時使用エネルギーと地球温暖化ガス排出量, 酸性化ガス排出量

計算都市	窓仕様	電気 kWh	灯油 リットル	ガス m ³	CO ₂ kg	CH ₄ kg	N ₂ O kg	NOx kg	SOx kg	GWG kg-CO2	酸性化 kg-SO2
札幌	LowE 断熱型 U=2.33	—	628	—	1565	0.044	0.027	0.437	0.054	1573	0.534
盛岡	LowE 断熱型 U=2.33	296	418	—	1202	0.032	0.023	0.354	0.058	1210	0.447
仙台	LowE 断熱型 U=2.33	194	275	—	790	0.021	0.015	0.232	0.038	795	0.294
前橋	LowE 断熱型 U=2.33	237	103	26	425	0.010	0.017	0.152	0.028	430	0.195
富山	LowE 断熱型 U=2.33	365	158	40	718	0.015	0.027	0.235	0.043	727	0.301
東京	LowE 遮熱型 U=3.49	273	53	61	395	0.007	0.027	0.165	0.028	403	0.210
名古屋	LowE 遮熱型 U=3.49	298	130	33	552	0.012	0.022	0.192	0.035	558	0.246
大阪	LowE 遮熱型 U=3.49	267	116	30	476	0.011	0.020	0.172	0.031	482	0.221
広島	LowE 遮熱型 U=3.49	273	119	30	541	0.011	0.020	0.175	0.032	548	0.225
高松	LowE 遮熱型 U=3.49	283	123	31	533	0.011	0.021	0.182	0.033	539	0.234
福岡	LowE 遮熱型 U=3.49	266	121	13	470	0.011	0.014	0.156	0.031	475	0.203
鹿児島	LowE 遮熱型 U=3.49	147	80	—	277	0.007	0.006	0.087	0.018	279	0.114
那覇	LowE 遮熱型 U=3.49	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

表 14-3 共同住宅の基準仕様の暖房時使用エネルギーと地球温暖化ガス排出量, 酸性化ガス排出量

計算都市	窓仕様	電気 kWh	灯油 リットル	ガス m ³	CO ₂ kg	CH ₄ kg	N ₂ O kg	NOx kg	SOx kg	GWG kg-CO2	酸性化 kg-SO2
札幌	複層ガラス U=3.49	—	140	85	538	0.010	0.033	0.195	0.016	548	0.230
盛岡	単板硝子 U=6.51	345	166	—	603	0.015	0.014	0.190	0.040	608	0.249
仙台	単板硝子 U=6.51	240	116	—	420	0.010	0.010	0.132	0.028	423	0.173
前橋	単板硝子 U=6.51	217	30	22	224	0.004	0.013	0.093	0.020	228	0.122
富山	単板硝子 U=6.51	299	41	30	363	0.006	0.017	0.128	0.028	368	0.168
東京	単板硝子 U=6.51	140	19	14	145	0.003	0.008	0.060	0.013	148	0.079
名古屋	単板硝子 U=6.51	186	26	19	203	0.004	0.011	0.080	0.017	206	0.105
大阪	単板硝子 U=6.51	156	22	16	160	0.003	0.009	0.067	0.014	163	0.088
広島	単板硝子 U=6.51	158	22	16	195	0.003	0.009	0.068	0.015	197	0.089
高松	単板硝子 U=6.51	165	23	17	185	0.003	0.010	0.070	0.015	188	0.093
福岡	単板硝子 U=6.51	137	31	9	170	0.004	0.007	0.061	0.013	172	0.081
鹿児島	単板硝子 U=6.51	72	16	5	90	0.002	0.004	0.032	0.007	91	0.043
那覇	単板硝子 U=6.51	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

表 14-4 共同住宅のエコガラス仕様の暖房時使用エネルギーと地球温暖化ガス排出量, 酸性化ガス排出量

計算都市	窓仕様	電気 kWh	灯油 リットル	ガス m ³	CO ₂ kg	CH ₄ kg	N ₂ O kg	NOx kg	SOx kg	GWG kg-CO2	酸性化 kg-SO2
札幌	LowE 断熱型 U=2.33	—	106	64	407	0.008	0.025	0.147	0.012	414	0.174
盛岡	LowE 断熱型 U=2.33	149	72	—	261	0.006	0.006	0.082	0.017	263	0.108
仙台	LowE 断熱型 U=2.33	94	45	—	163	0.004	0.004	0.051	0.011	165	0.067
前橋	LowE 断熱型 U=2.33	71	10	7	74	0.001	0.004	0.031	0.007	75	0.040
富山	LowE 断熱型 U=2.33	126	17	13	153	0.002	0.007	0.054	0.012	155	0.071
東京	LowE 遮熱型 U=3.49	77	11	8	79	0.001	0.004	0.033	0.007	81	0.043
名古屋	LowE 遮熱型 U=3.49	110	15	11	120	0.002	0.006	0.047	0.010	122	0.062
大阪	LowE 遮熱型 U=3.49	89	12	9	91	0.002	0.005	0.038	0.008	92	0.050
広島	LowE 遮熱型 U=3.49	91	13	9	111	0.002	0.005	0.039	0.008	113	0.051
高松	LowE 遮熱型 U=3.49	94	13	10	106	0.002	0.005	0.040	0.009	108	0.053
福岡	LowE 遮熱型 U=3.49	75	17	5	93	0.002	0.004	0.034	0.007	95	0.045
鹿児島	LowE 遮熱型 U=3.49	36	8	2	45	0.001	0.002	0.016	0.004	45	0.021
那覇	LowE 遮熱型 U=3.49	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

表 14-5 戸建住宅の基準仕様の冷房時使用エネルギーと地球温暖化ガス排出量, 酸性化ガス排出量

計算都市	窓仕様	電気 kWh	灯油 リットル	ガス m ³	CO ₂ kg	CH ₄ kg	N ₂ O kg	NOx kg	SOx kg	GWG kg-CO2	酸性化 kg-SO2
札幌	複層ガラス U=3.49	59	-	-	29	0.001	0.001	0.013	0.004	29	0.018
盛岡	単板硝子 U=6.51	122	-	-	67	0.001	0.002	0.026	0.009	67	0.038
仙台	単板硝子 U=6.51	163	-	-	89	0.002	0.003	0.035	0.012	90	0.051
前橋	単板硝子 U=6.51	375	-	-	174	0.004	0.007	0.080	0.028	176	0.117
富山	単板硝子 U=6.51	320	-	-	205	0.003	0.006	0.069	0.024	207	0.100
東京	単板硝子 U=6.51	561	-	-	260	0.005	0.011	0.120	0.042	263	0.174
名古屋	単板硝子 U=6.51	558	-	-	289	0.005	0.011	0.119	0.042	292	0.173
大阪	単板硝子 U=6.51	680	-	-	306	0.006	0.013	0.146	0.051	310	0.211
広島	単板硝子 U=6.51	662	-	-	435	0.006	0.013	0.142	0.050	439	0.206
高松	単板硝子 U=6.51	601	-	-	332	0.006	0.012	0.129	0.045	335	0.187
福岡	単板硝子 U=6.51	714	-	-	375	0.007	0.014	0.153	0.054	379	0.222
鹿児島	単板硝子 U=6.51	920	-	-	483	0.009	0.018	0.197	0.069	488	0.286
那覇	単板硝子 U=6.51	1442	-	-	1344	0.014	0.028	0.309	0.109	1352	0.448

表 14-6 戸建住宅のエコガラス仕様の冷房時使用エネルギーと地球温暖化ガス排出量, 酸性化ガス排出量

計算都市	窓仕様	電気 kWh	灯油 リットル	ガス m ³	CO ₂ kg	CH ₄ kg	N ₂ O kg	NOx kg	SOx kg	GWG kg-CO2	酸性化 kg-SO2
札幌	LowE 断熱型 U=2.33	58	-	-	28	0.001	0.001	0.012	0.004	29	0.018
盛岡	LowE 断熱型 U=2.33	125	-	-	68	0.001	0.002	0.027	0.009	69	0.039
仙台	LowE 断熱型 U=2.33	167	-	-	91	0.002	0.003	0.036	0.013	92	0.052
前橋	LowE 断熱型 U=2.33	375	-	-	174	0.004	0.007	0.080	0.028	176	0.116
富山	LowE 断熱型 U=2.33	328	-	-	210	0.003	0.006	0.070	0.025	212	0.102
東京	LowE 遮熱型 U=3.49	512	-	-	238	0.005	0.010	0.110	0.039	241	0.159
名古屋	LowE 遮熱型 U=3.49	505	-	-	262	0.005	0.010	0.108	0.038	265	0.157
大阪	LowE 遮熱型 U=3.49	623	-	-	280	0.006	0.012	0.133	0.047	284	0.194
広島	LowE 遮熱型 U=3.49	609	-	-	400	0.006	0.012	0.130	0.046	404	0.189
高松	LowE 遮熱型 U=3.49	546	-	-	302	0.005	0.011	0.117	0.041	305	0.170
福岡	LowE 遮熱型 U=3.49	653	-	-	343	0.006	0.013	0.140	0.049	346	0.203
鹿児島	LowE 遮熱型 U=3.49	844	-	-	443	0.008	0.016	0.181	0.064	448	0.262
那覇	LowE 遮熱型 U=3.49	1345	-	-	1254	0.013	0.026	0.288	0.102	1262	0.418

表 14-7 共同住宅の基準仕様の冷房時使用エネルギーと地球温暖化ガス排出量, 酸性化ガス排出量

計算都市	窓仕様	電気 kWh	灯油 リットル	ガス m ³	CO ₂ kg	CH ₄ kg	N ₂ O kg	NOx kg	SOx kg	GWG kg-CO2	酸性化 kg-SO2
札幌	複層ガラス U=3.49	19	-	-	9	0.000	0.000	0.004	0.001	10	0.006
盛岡	単板硝子 U=6.51	56	-	-	31	0.001	0.001	0.012	0.004	31	0.017
仙台	単板硝子 U=6.51	71	-	-	39	0.001	0.001	0.015	0.005	39	0.022
前橋	単板硝子 U=6.51	188	-	-	87	0.002	0.004	0.040	0.014	88	0.058
富山	単板硝子 U=6.51	159	-	-	102	0.001	0.003	0.034	0.012	103	0.049
東京	単板硝子 U=6.51	318	-	-	148	0.003	0.006	0.068	0.024	149	0.099
名古屋	単板硝子 U=6.51	285	-	-	148	0.003	0.006	0.061	0.022	149	0.089
大阪	単板硝子 U=6.51	385	-	-	173	0.004	0.007	0.082	0.029	176	0.120
広島	単板硝子 U=6.51	360	-	-	237	0.003	0.007	0.077	0.027	239	0.112
高松	単板硝子 U=6.51	305	-	-	168	0.003	0.006	0.065	0.023	170	0.095
福岡	単板硝子 U=6.51	398	-	-	209	0.004	0.008	0.085	0.030	211	0.124
鹿児島	単板硝子 U=6.51	530	-	-	278	0.005	0.010	0.113	0.040	281	0.165
那覇	単板硝子 U=6.51	916	-	-	854	0.009	0.018	0.196	0.069	859	0.285

表 14-8 共同住宅のエコガラス仕様の冷房時使用エネルギーと地球温暖化ガス排出量, 酸性化ガス排出量

計算都市	窓仕様	電気 kWh	灯油 リットル	ガス m ³	CO ₂ kg	CH ₄ kg	N ₂ O kg	NOx kg	SOx kg	GWG kg-CO2	酸性化 kg-SO2
札幌	LowE 断熱型 U=2.33	19	-	-	9	0.000	0.000	0.004	0.001	10	0.006
盛岡	LowE 断熱型 U=2.33	57	-	-	31	0.001	0.001	0.012	0.004	32	0.018
仙台	LowE 断熱型 U=2.33	73	-	-	40	0.001	0.001	0.016	0.006	40	0.023
前橋	LowE 断熱型 U=2.33	186	-	-	86	0.002	0.004	0.040	0.014	88	0.058
富山	LowE 断熱型 U=2.33	159	-	-	102	0.001	0.003	0.034	0.012	103	0.049
東京	LowE 遮熱型 U=3.49	300	-	-	139	0.003	0.006	0.064	0.023	141	0.093
名古屋	LowE 遮熱型 U=3.49	269	-	-	139	0.003	0.005	0.058	0.020	141	0.084
大阪	LowE 遮熱型 U=3.49	364	-	-	164	0.003	0.007	0.078	0.027	166	0.113
広島	LowE 遮熱型 U=3.49	342	-	-	225	0.003	0.007	0.073	0.026	227	0.106
高松	LowE 遮熱型 U=3.49	288	-	-	159	0.003	0.006	0.062	0.022	161	0.089
福岡	LowE 遮熱型 U=3.49	376	-	-	197	0.004	0.007	0.080	0.028	200	0.117
鹿児島	LowE 遮熱型 U=3.49	503	-	-	264	0.005	0.010	0.108	0.038	267	0.156
那覇	LowE 遮熱型 U=3.49	875	-	-	816	0.008	0.017	0.187	0.066	821	0.272

表 14-9 戸建住宅の基準仕様とエコガラス仕様の暖冷房時の排出量の差

計算都市	基準 / エコガラス		CO ₂ kg	CH ₄ kg	N ₂ O kg	NOx kg	SOx kg	GWG kg-CO2	酸性化 kg-SO2
札幌	複層ガラス U=3.49	LowE 断熱型 U=2.33	253	0.007	0.004	375	40	254	0.086
盛岡	単板硝子 U=6.51	LowE 断熱型 U=2.33	664	0.018	0.013	0.071	0.009	668	0.247
仙台	単板硝子 U=6.51	LowE 断熱型 U=2.33	632	0.017	0.012	0.195	0.032	636	0.235
前橋	単板硝子 U=6.51	LowE 断熱型 U=2.33	402	0.009	0.016	0.186	0.030	407	0.185
富山	単板硝子 U=6.51	LowE 断熱型 U=2.33	478	0.010	0.018	0.144	0.026	484	0.200
東京	単板硝子 U=6.51	LowE 遮熱型 U=3.49	152	0.003	0.010	0.156	0.028	155	0.084
名古屋	単板硝子 U=6.51	LowE 遮熱型 U=3.49	199	0.004	0.008	0.064	0.013	201	0.093
大阪	単板硝子 U=6.51	LowE 遮熱型 U=3.49	175	0.004	0.007	0.071	0.015	177	0.087
広島	単板硝子 U=6.51	LowE 遮熱型 U=3.49	205	0.004	0.007	0.066	0.014	208	0.087
高松	単板硝子 U=6.51	LowE 遮熱型 U=3.49	196	0.004	0.008	0.067	0.014	198	0.090
福岡	単板硝子 U=6.51	LowE 遮熱型 U=3.49	182	0.004	0.006	0.068	0.014	183	0.083
鹿児島	単板硝子 U=6.51	LowE 遮熱型 U=3.49	136	0.003	0.004	0.063	0.015	137	0.063
那覇	単板硝子 U=6.51	LowE 遮熱型 U=3.49	90	0.001	0.002	0.047	0.012	91	0.030

表 14-10 共同住宅の基準仕様とエコガラス仕様の暖冷房時の排出量の差

計算都市	基準	／	エコガラス	CO ₂ kg	CH ₄ kg	N ₂ O kg	NOx kg	SOx kg	GWG kg-CO2	酸性化 kg-SO2
札幌	複層ガラス U=3.49		LowE 断熱型 U=2.33	131	0.002	0.008	0.047	0.004	133	0.056
盛岡	単板硝子 U=6.51		LowE 断熱型 U=2.33	342	0.009	0.008	0.107	0.023	344	0.141
仙台	単板硝子 U=6.51		LowE 断熱型 U=2.33	255	0.006	0.006	0.080	0.017	257	0.105
前橋	単板硝子 U=6.51		LowE 断熱型 U=2.33	151	0.003	0.008	0.062	0.013	153	0.082
富山	単板硝子 U=6.51		LowE 断熱型 U=2.33	210	0.003	0.010	0.074	0.016	213	0.097
東京	単板硝子 U=6.51		LowE 遮熱型 U=3.49	74	0.001	0.004	0.031	0.007	76	0.041
名古屋	単板硝子 U=6.51		LowE 遮熱型 U=3.49	91	0.002	0.005	0.036	0.008	93	0.048
大阪	単板硝子 U=6.51		LowE 遮熱型 U=3.49	79	0.002	0.004	0.033	0.008	80	0.045
広島	単板硝子 U=6.51		LowE 遮熱型 U=3.49	95	0.001	0.004	0.033	0.008	96	0.044
高松	単板硝子 U=6.51		LowE 遮熱型 U=3.49	88	0.002	0.004	0.034	0.008	90	0.045
福岡	単板硝子 U=6.51		LowE 遮熱型 U=3.49	88	0.002	0.004	0.032	0.008	89	0.043
鹿児島	単板硝子 U=6.51		LowE 遮熱型 U=3.49	59	0.001	0.002	0.022	0.006	60	0.030
那覇	単板硝子 U=6.51		LowE 遮熱型 U=3.49	38	0.000	0.001	0.009	0.003	38	0.013

表 14-11 複層ガラス、エコガラス使用段階の冷房負荷による地球温暖化及び酸性化指標

地域区分	都道府県	モデル都市	[2]	地球温暖化ガス									酸性雨指標							
				暖房			冷房			合計	CO2-kg/m ²	暖房			冷房			合計	SO2-g/m ²	
				計	戸建	共同	トン	戸建	共同	トン		トン	戸建	共同	kg	戸建	共同	kg		kg
		計	900,902,762			45,623,833			660,911	46,484,744	51.60			20,153,179			402,691	20,555,871	22.82	
I 地域	-	北海道	札幌	33828777	992	580	1,676,685	0.508	0.000	448	1,677,133	49.58	452	264	763,591	0.321	0.000	284	763,875	22.58
II 地域	-	青森	盛岡	7376241	3,153	1,964	1,132,172	-1.617	-0.809	-549	1,131,623	153.41	1,419	884	509,488	-0.909	-0.455	-309	509,179	69.03
		秋田	盛岡	5740546	3,153	1,964	868,277	-1.617	-0.809	-426	867,852	151.18	1,419	884	390,733	-0.909	-0.455	-239	390,493	68.02
		岩手	盛岡	7161697	3,153	1,964	1,105,294	-1.617	-0.809	-533	1,104,761	154.26	1,419	884	497,393	-0.909	-0.455	-300	497,093	69.41
III 地域	-	宮城	仙台	17484712	3,005	1,470	2,055,912	-2.123	-1.011	-1,436	2,054,476	117.50	1,352	58	569,493	-1.194	-0.568	-807	568,685	32.52
		山形	仙台	7851357	3,005	1,470	873,412	-2.123	-1.011	-613	872,798	111.17	1,352	58	312,235	-1.194	-0.568	-345	311,890	39.72
		福島	仙台	14174724	3,005	1,470	1,595,073	-2.123	-1.011	-1,119	1,593,954	112.45	1,352	58	543,010	-1.194	-0.568	-629	542,381	38.26
		栃木	前橋	14478064	2,401	1,120	1,290,463	0.405	0.608	350	1,290,812	89.16	1,098	512	590,117	0.268	0.402	231	590,348	40.78
		新潟	富山	16571870	2,724	1,382	1,695,818	-5.248	-0.101	-2,472	1,693,346	102.18	1,204	611	749,635	-2.522	-0.049	-1,188	748,447	45.16
		長野	前橋	15344415	2,401	1,120	1,351,318	0.405	0.608	340	1,351,659	88.09	1,098	512	617,946	0.268	0.402	225	618,171	40.29
		茨城	前橋	21697166	2,401	1,120	1,912,147	0.405	0.608	484	1,912,631	88.15	1,098	512	874,407	0.268	0.402	320	874,727	40.32
		群馬	前橋	15225617	2,401	1,120	1,335,598	0.405	0.608	328	1,335,926	87.74	1,098	512	610,757	0.268	0.402	217	610,974	40.13
		埼玉	東京	52067247	885	491	1,864,057	22.890	8.508	41,890	1,905,947	36.61	396	225	852,404	15.143	5.628	27,712	880,116	16.90
		千葉	東京	45300210	885	491	1,631,565	22.890	8.508	36,457	1,668,022	36.82	396	225	746,089	15.143	5.628	24,118	770,207	17.00
IV 地域	-	東京	東京	99555709	885	491	4,053,545	22.890	8.508	80,675	4,134,220	41.53	396	225	1,853,654	15.143	5.628	53,371	1,907,024	19.16
		神奈川	東京	65743463	885	491	2,507,336	22.890	8.508	53,075	2,560,411	38.95	396	225	1,146,575	15.143	5.628	35,112	1,181,686	17.97
		富山	富山	7811136	2,724	1,382	784,540	-5.248	-0.101	-1,233	783,308	100.28	1,204	611	346,805	-2.522	-0.049	-592	346,213	44.32
		石川	富山	8619225	2,724	1,382	886,348	-5.248	-0.101	-1,266	885,082	102.69	1,204	611	391,809	-2.522	-0.049	-608	391,201	45.39
		福井	富山	5490103	2,724	1,382	548,992	-5.248	-0.101	-877	548,114	99.84	1,204	611	242,681	-2.522	-0.049	-422	242,260	44.13
		平塚	山梨	6489584	2,401	1,120	571,607	0.405	0.608	144	571,751	88.10	1,098	512	261,391	0.268	0.402	95	261,486	40.29
		岐阜	名古屋	14885253	1,004	594	576,875	27.715	8.395	13,978	590,853	39.69	454	269	261,040	16.445	4.982	8,294	269,334	18.09
		神岡	名古屋	27095287	1,004	594	1,096,051	27.715	8.395	25,114	1,121,165	41.38	454	269	495,971	16.445	4.982	14,902	510,873	18.85
		愛知	名古屋	52096913	1,004	594	2,257,347	27.715	8.395	47,213	2,304,560	44.24	454	269	1,021,469	16.445	4.982	28,015	1,049,484	20.14
		三重	名古屋	14319963	1,004	594	556,543	27.715	8.395	13,436	569,979	39.80	454	269	251,839	16.445	4.982	7,972	259,812	18.14
		滋賀	大阪	10093811	895	521	358,788	26.142	9.626	9,231	368,018	36.46	410	239	164,514	17.825	6.563	6,294	170,809	16.92
		京都	大阪	20878851	895	521	781,481	26.142	9.626	19,123	800,605	38.35	410	239	358,328	17.825	6.563	13,040	371,367	17.79
		大阪	大阪	65859227	895	521	2,660,533	26.142	9.626	60,471	2,721,004	41.32	410	239	1,219,899	17.825	6.563	41,233	1,261,132	19.15
		兵庫	大阪	41084307	895	521	1,576,848	26.142	9.626	37,660	1,614,508	39.30	410	239	723,019	17.825	6.563	25,679	748,697	18.22
		奈良	大阪	10303194	895	521	366,174	26.142	9.626	9,422	375,597	36.45	410	239	167,902	17.825	6.563	6,425	174,326	16.92
		和歌山	大阪	7962116	895	521	274,176	26.142	9.626	7,275	281,451	35.35	410	239	125,718	17.825	6.563	4,960	130,679	16.41
		鳥取	広島	4376684	954	544	160,839	35.418	11.705	5,316	166,155	37.96	421	240	70,889	16.610	5.489	2,493	73,382	16.77
		島根	広島	5264739	954	544	191,716	35.418	11.705	6,404	198,121	37.63	421	240	84,497	16.610	5.489	3,003	87,501	16.62
		岡山	広島	15166658	954	544	566,573	35.418	11.705	18,368	584,941	38.57	421	240	249,714	16.610	5.489	8,614	258,328	17.03
		広島	広島	22441394	954	544	879,889	35.418	11.705	26,940	906,830	40.41	421	240	387,810	16.610	5.489	12,634	400,444	17.84
		山口	広島	12038726	954	544	450,056	35.418	11.705	14,578	464,634	38.59	421	240	198,360	16.610	5.489	6,836	205,196	17.04
V 地域	-	徳島	高松	6051240	961	552	227,250	30.425	9.299	6,208	233,458	38.58	432	248	102,165	16.953	5.182	3,459	105,624	17.45
		香川	高松	7674240	961	552	287,867	30.425	9.299	7,876	295,743	38.54	432	248	129,416	16.953	5.182	4,389	133,805	17.44
		愛媛	高松	11733704	961	552	440,977	30.425	9.299	12,035	453,012	38.61	432	248	198,250	16.953	5.182	6,708	204,966	17.47
		高知	高松	6414347	961	552	239,954	30.425	9.299	6,588	246,542	38.44	432	248	107,876	16.953	5.182	3,671	111,547	17.39
		福岡	福岡	13425297	869	508	466,348	32.768	11.529	15,226	481,574	35.87	393	229	210,759	19.187	6.751	8,915	219,674	16.36
		佐賀	福岡	5912111	869	508	199,453	32.768	11.529	6,716	206,169	34.87	393	229	90,139	19.187	6.751	3,932	94,071	15.91
		長崎	福岡	9380309	869	508	329,320	32.768	11.529	10,632	339,952	36.24	393	229	148,832	19.187	6.751	6,225	155,057	16.53
		熊本	福岡	10926665	869	508	377,829	32.768	11.529	12,395	390,224	35.71	393	229	170,753	19.187	6.751	7,258	178,011	16.29
		大分	福岡	9380309	869	508	329,320	32.768	11.529	10,632	339,952	36.24	393	229	148,832	19.187	6.751	6,225	155,057	16.53
		宮崎	鹿児島	7822006	544	300	164,977	40.049	14.361	10,894	175,870	22.48	246	136	74,554	23.451	8.409	6,379	80,932	10.35
V 地域	-	鹿児島	鹿児島	12628994	544	300	266,487	40.049	14.361	17,588	284,075	22.49	246	136	120,426	23.451	8.409	10,299	130,725	10.35
VI 地域	-	沖縄	那覇	7674554	0	0	0	90.777	38.243	25,924	25,924	3.38	0	0	0	30.089	12.676	8,593	8,593	1.12

表15-1 単板ガラス 1 m²あたりのインベントリーデータ

		単位	原料資源採掘	輸送段階	製造加工段階	輸送段階	廃棄段階	合計
入	C重油	l	0.00	0.064	3.08	0.00	0.00	3.14
	A重油	l	0.0031	0.00	0.02	0.00	0.00	0.02
	軽油	l	0.005	0.0034	0.00	0.224	0.00	0.23
	灯油	l	0.00	0.00	0.011	0.00	0.00	0.01
	LPG	ton	0.00	0.00	0.037	0.00	0.00	0.04
	天然ガス	kg	0.113	0.00	0.00	0.00	0.00	0.11
	都市ガス	m ³	0.00	0.00	0.035	0.00	0.00	0.04
	電力	kWh	0.198	0.00	3.72	0.00	0.00	3.92
	ドロマイト(資源)	kg	0.00	0.00	1.46	0.00	0.00	1.46
	ソーダ灰	kg	0.00	0.00	1.61	0.00	0.00	1.61
	石灰石(資源)	kg	0.00	0.00	0.246	0.00	0.00	0.25
出	CO ₂	kg-CO ₂	0.333	0.208	12.861	0.612	0.026	14.013
	CH ₄	g-CH ₄	0.002	0.006	0.295	0.017	0.000	0.319
	N ₂ O	g-N ₂ O	0.272	0.003	0.241	0.010	0.000	0.527
	NO _x	g-NO ₂	0.348	0.103	5.756	0.190	0.000	5.600
	SO _x	g-SO ₂	0.023	0.301	14.761	0.033	0.000	15.118
	埋め立て廃棄物	kg	-	-	0.011	-	7.5	7.51

表15-2 複層ガラス 1 m²あたりのインベントリーデータ

		単位	原料資源採掘	輸送段階	製造加工段階	複層製造段階	輸送段階	廃棄段階	合計
入	C重油	l	0.00	0.13	6.16	0.00	0.00	0.00	6.29
	A重油	l	0.0062	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00	0.047
	軽油	l	0.0092	0.068	0.00	0.00	0.591	0.00	0.668
	灯油	l	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.022
	LPG	ton	0.00	0.00	0.07	0.00	0.00	0.00	0.075
	天然ガス	kg	0.226	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.226
	都市ガス	m ³	0.00	0.00	0.07	0.00	0.00	0.00	0.071
	電力	kWh	0.396	0.00	7.44	1.86	0.00	0.00	9.70
	ドロマイト	kg	0.00	0.00	2.92	0.00	0.00	0.00	2.748
	ソーダ灰	kg	0.00	0.00	3.22	0.00	0.00	0.00	3.031
	石灰石	kg	0.00	0.00	0.49	0.00	0.00	0.00	0.467
	アルミニウム	kg	0.00	0.00	0.00	0.09	0.00	0.00	0.090
	ゼオライト	kg	0.00	0.00	0.00	0.09	0.00	0.00	0.090
	ブチル樹脂	kg	0.00	0.00	0.00	0.008	0.00	0.00	0.008
	ポリサルファイト樹脂	kg	0.00	0.00	0.00	0.16	0.00	0.00	0.160
出	CO ₂	kg-CO ₂	0.663	0.589	25.722	2.186	1.613	0.053	30.826
	CH ₄	g-CH ₄	0.005	0.016	0.589	0.017	0.044	0.001	0.673
	N ₂ O	g-N ₂ O	0.544	0.010	0.430	0.036	0.026	0.002	1.100
	NO _x	g-NO ₂	0.776	0.262	11.512	0.398	0.502	0.019	13.469
	SO _x	g-SO ₂	0.046	0.620	29.522	0.140	0.087	0.004	30.419
	埋め立て廃棄物	kg	-	-	0.023	-	-	15.35	15.37

表15-3 エコガラス 1 m²あたりのインベントリーデータ

		単位	原料資源 採掘	輸送段階	製造加工 段階	複層製造 段階	輸送段階	廃棄段階	合計
入 力	C重油	l	0.00	0.13	6.22	0.00	0.00	0.00	6.353
	A重油	l	0.0062	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00	0.047
	軽油	l	0.0092	0.068	0.00	0.00	0.591	0.00	0.668
	灯油	l	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.022
	LPG	ton	0.00	0.00	0.07	0.00	0.00	0.00	0.075
	天然ガス	kg	0.226	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.226
	都市ガス	m ³	0.00	0.00	0.07	0.00	0.00	0.00	0.071
	電力	kWh	0.396	0.00	11.68	1.86	0.00	0.00	13.94
	ドロマイト	kg	0.00	0.00	2.95	0.00	0.00	0.00	2.949
	ソーダ灰	kg	0.00	0.00	3.25	0.00	0.00	0.00	3.254
	石灰石	kg	0.00	0.00	0.50	0.00	0.00	0.00	0.498
	アルミニウム	kg	0.00	0.00	0.00	0.13	0.00	0.00	0.130
	ゼオライト	kg	0.00	0.00	0.00	0.09	0.00	0.00	0.090
	ブチル樹脂	kg	0.00	0.00	0.00	0.008	0.00	0.00	0.008
	ポリサルファイト樹脂	kg	0.00	0.00	0.00	0.32	0.00	0.00	0.320
出 力	CO ₂	kg-CO ₂	0.664	0.589	27.721	3.284	1.613	0.054	33.925
	CH ₄	g-CH ₄	0.005	0.016	0.635	0.017	0.044	0.001	0.718
	N ₂ O	g-N ₂ O	0.544	0.010	0.569	0.036	0.026	0.002	1.186
	NO _x	g-NO ₂	0.776	0.262	12.521	0.398	0.502	0.020	14.479
	SO _x	g-SO ₂	0.046	0.620	30.138	0.140	0.087	0.005	31.035
	埋め立て廃棄物	kg	-	-	0.023	-	-	15.55	15.57

参照図. 窓ガラスのライフサイクル CO₂ 排出量

板ガラス 1 m²分の原料採掘・輸送

		単位	原料資源採掘	輸送段階
入力	C重油	l	0.00	0.064
	A重油	l	0.0031	0.00
	軽油	l	0.005	0.0034
	天然ガス	kg	0.113	0.00
	電力	kWh	0.198	0.00
出力	CO ₂	kg-CO ₂	0.512	0.215

↓
板ガラスの製造・切断

		単位	製造加工段階
入力	C重油	l	3.08
	A重油	l	0.02
	灯油	l	0.011
	LPG	ton	0.037
	都市ガス	m ³	0.035
	電力	kWh	3.72
	トロマイト(資源)	kg	1.36
	ソーダ灰	kg	1.5
	石灰石(資源)	kg	0.231
出力	CO ₂	kg-CO ₂	13.135

↓
Low-E ガラス 1 m²の加工(スパッタ)

		単位	製造加工段階
入力	電力	kWh	4.08
出力	CO ₂	kg-CO ₂	1.70

↓
板ガラス輸送 → カッティングセンター、複層ガラス、エコガラス製造工場

輸送区分	輸送手段	積載率	輸送距離
素板輸送	10 トントラック	70 %	448 km

↓
単
板
ガ
ラ
ス
窓

↓
複層ガラス、エコガラス製造

		単位	複層ガラス	エコガラス
入力	電力	kWh	1.86	1.86
	ガラス	kg	15.00	7.50
	Low-E ガラス	kg	0.00	7.50
	アルミニウム	kg	0.09	0.13
	ゼオライト	kg	0.09	0.09
	ブチル樹脂	kg	0.008	0.008
	ポリサルファイト樹脂	kg	0.16	0.32
出力	CO ₂	kg-CO ₂	2.186	3.887

↓
製品輸送

輸送経路	輸送手段	積載率	輸送距離
カッティングセンター～施工現場	4 トントラック	70 %	99.0 km

↓
複層ガラス
エコガラス

↓
使用段階

建て方区分	地域区分	単板ガラス・複層ガラスではなく、エコガラスを使用した場合	
		暖冷房負荷削減量 t-CO ₂ /年	窓面積当たり削減量 kg-CO ₂ /(m ² ・年)
戸建+共同	全 国	8,341,388	9.26

↓
廃棄時輸送

輸送経路	輸送手段	積載率	輸送距離
納品現場～最終処分場	4 トントラック	90 %	99.0 km

↓
廃棄段階

		単位	単板ガラス	複層ガラス	エコガラス
出力	CO ₂	kg-CO ₂	0.026	0.054	0.054
	埋め立て廃棄物	kg	7.50	15.37	15.57

3-3 データの妥当性検証

(1) 窓用単板ガラス加工工程の歩留まりの変動による感度分析

表16 板ガラス加工工程の歩留まりの変動による感度分析

		歩留(%)	単位	製造加工段階(単板ガラス 1 m ²)		
				75 %	65 %	85 %
入力	資源	C重油	l	3.080	3.554	2.718
		A重油	l	0.020	0.023	0.018
		軽油	l	0.000	0.000	0.000
		灯油	l	0.011	0.013	0.010
		LPG	ton	0.037	0.043	0.033
		天然ガス	kg	0.000	0.000	0.000
		都市ガス	m ³	0.035	0.040	0.031
		電力	kWh	3.720	4.292	3.282
		ドロマイト(資源)	kg	1.459	1.683	1.287
		ソーダ灰	kg	1.611	1.859	1.421
		石灰石(資源)	kg	0.246	0.284	0.217
出力	排出物	CO ₂	kg-CO ₂ /m ²	13.20	14.07	12.32
		CH ₄	kg-CH ₄ /m ²	5.49E-04	6.33E-04	4.84E-04
		NO ₂	kg-NO ₂ /m ²	4.81E-04	5.55E-04	4.25E-04
		NO _x	kg-NO ₂ /m ²	6.88E-03	7.94E-03	6.07E-03
		SO _x	kg-SO ₂ /m ²	1.51E-02	1.74E-02	1.33E-02

(2) 板ガラス製造工場からカットセンター、複層ガラス及びエコガラス製造工場へのガラス輸送工程の積載効率の変動の感度分析

表17 板ガラス製造工場からカットセンター、複層ガラス及びエコガラス製造工場へのガラス輸送工程の積載効率の変動の感度分析

- ・輸送区分;大サイズ板ガラス輸送
- ・輸送手段;トラック (10トン車)、軽油

		積載率(%)	単位	10トン車におけるガラス輸送工程		
				70 %	60 %	80 %
入力	資源	天然ガス	kg	6.94E-07	8.09E-07	6.07E-07
		原油	kg	3.99E-05	4.65E-05	3.49E-05
出力	排出物	CO ₂	kg-CO ₂ /m ²	0.562	0.655	0.491
		NO ₂	kg-NO ₂ /m ²	9.31E-09	1.09E-08	8.15E-09
		NO _x	kg-NO ₂ /m ²	4.37E-03	5.10E-03	3.83E-03
		SO _x	kg-SO ₂ /m ²	1.18E-04	1.38E-04	1.03E-04

(3) 住宅施工現場へのガラス輸送工程の積載効率の変動の感度分析

表18-1 カッティングセンターから住宅施工現場への窓用単板ガラス製品輸送工程の積載効率の変動の感度分析

- ・輸送区分;製品(窓用単板ガラス)輸送、輸送距離 99.0 km
- ・輸送手段;トラック (4トン車)、軽油

		積載率(%)	単位	4トン車におけるガラス輸送工程 (単板ガラス 1 m ²)		
				70 %	60 %	80 %
入力	資源	天然ガス	kg	8.22E-07	9.59E-07	7.19E-07
		原油	kg	4.72E-05	5.51E-05	4.13E-05
出力	排出物	CO ₂	kg-CO ₂ /m ²	0.147	0.172	0.129
		NO ₂	kg-NO ₂ /m ²	2.44E-09	2.85E-09	2.13E-09
		NO _x	kg-NO ₂ /m ²	1.15E-03	1.34E-03	1.00E-03
		SO _x	kg-SO ₂ /m ²	3.10E-05	3.61E-05	2.71E-05

表18-2 複層ガラス及びエコガラス製造工場から住宅施工現場への窓用複層ガラス及びエコガラス製品輸送工程の積載効率の変動の感度分析

- ・輸送区分;製品(窓用複層ガラス及びエコガラス)輸送、輸送距離 99.0 km
- ・輸送手段;トラック (4トン車)、軽油

		積載率(%)	単位	4トン車におけるガラス輸送工程 (単板ガラス 1 m ²)		
				30 %	20 %	40 %
入力	資源	天然ガス	kg	1.92E-06	2.88E-06	1.44E-06
		原油	kg	1.10E-04	1.65E-04	8.26E-05
出力	排出物	CO ₂	kg-CO ₂ /m ²	0.704	1.056	0.528
		NO ₂	kg-NO ₂ /m ²	1.17E-08	1.75E-08	8.74E-09
		NO _x	kg-NO ₂ /m ²	5.47E-03	8.21E-03	4.10E-03
		SO _x	kg-SO ₂ /m ²	1.48E-04	2.22E-04	1.11E-04

(4) 住宅施工現場へのガラス輸送工程の輸送距離の変動の感度分析

表19-1 カットセンターから住宅施工現場への窓用単板ガラス製品輸送工程の輸送距離の変動の感度分析

- ・輸送区分;製品(窓用単板ガラ)輸送、積載効率 70 %
- ・輸送手段;トラック (4トン車)、軽油

		距離(km)	単位	4トン車におけるガラス輸送工程 (単板ガラス 1 m ²)		
				99 km	89 km	109 km
入力	資源	天然ガス	kg	8.22E-07	7.39E-07	9.05E-07
		原油	kg	4.72E-05	4.24E-05	5.20E-05
出力	排出物	CO ₂	kg-CO ₂ /m ²	0.147	0.133	0.162
		NO ₂	kg-NO ₂ /m ²	2.44E-09	2.19E-09	2.69E-09
		NO _x	kg-NO ₂ /m ²	1.15E-03	1.03E-03	1.26E-03
		SO _x	kg-SO ₂ /m ²	3.10E-05	2.78E-05	3.41E-05

表19-2 複層ガラス及びエコガラス製造工場から住宅施工現場への窓用複層ガラス及びエコガラス製品輸送工程の積載効率の変動の感度分析

- ・輸送区分;製品(窓用複層ガラス及びエコガラス)輸送、積載効率 70 %
- ・輸送手段;トラック (4ン車)、軽油

		距離(km)	単位	4トン車におけるガラス輸送工程 (単板ガラス 1 m ²)		
				99 km	89 km	109 km
入力	資源	天然ガス	kg	3.93E-06	3.53E-06	4.32E-06
		原油	kg	2.25E-04	2.03E-04	2.48E-04
出力	排出物	CO ₂	kg-CO ₂ /m ²	0.704	0.633	0.775
		NO ₂	kg-NO ₂ /m ²	1.17E-08	1.05E-08	1.28E-08
		NO _x	kg-NO ₂ /m ²	5.47E-03	4.92E-03	6.02E-03
		SO _x	kg-SO ₂ /m ²	1.48E-04	1.33E-04	1.63E-04

(5) ガラス建材廃材輸送工程の積載効率の変動の感度分析

表20-1 窓用単板ガラス建材廃材輸送工程の積載効率の変動の感度分析

- ・輸送区分； ガラス建材廃材(窓用単板ガラス)輸送、輸送距離 99.0 km
- ・輸送手段；トラック（4トン車）
- ・ガラス重量； 7.50 kg/m²

		積載率(%)	単位	4トン車におけるガラス建材廃材輸送工程 (単板ガラス 1 m ²)		
				90 %	80 %	100 %
入力	資源	天然ガス	kg	6.39E-07	7.19E-07	5.75E-07
		原油	kg	3.67E-05	4.13E-05	3.30E-05
出力	排出物	CO ₂	kg-CO ₂ /m ²	0.115	0.129	0.103
		NO ₂	kg-NO ₂ /m ²	1.90E-09	2.13E-09	1.71E-09
		NO _x	kg-NO ₂ /m ²	8.91E-04	1.00E-03	8.02E-04
		SO _x	kg-SO ₂ /m ²	2.41E-05	2.71E-05	2.17E-05

表20-2 窓用複層ガラス建材廃材輸送工程の積載効率の変動の感度分析

- ・輸送区分； ガラス建材廃材(窓用単板ガラス)輸送、輸送距離 99.0 km
- ・輸送手段；トラック（4ン車）
- ・ガラス重量； 15.35 kg/m²

		積載率(%)	単位	4トン車におけるガラス建材廃材輸送工程 (単板ガラス 1 m ²)		
				90 %	80 %	100 %
入力	資源	天然ガス	kg	1.31E-06	1.47E-06	1.18E-06
		原油	kg	7.51E-05	8.45E-05	6.76E-05
出力	排出物	CO ₂	kg-CO ₂ /m ²	0.235	0.264	0.211
		NO ₂	kg-NO ₂ /m ²	3.88E-09	4.37E-09	3.50E-09
		NO _x	kg-NO ₂ /m ²	1.82E-03	2.05E-03	1.64E-03
		SO _x	kg-SO ₂ /m ²	4.93E-05	5.55E-05	4.44E-05

(6) ガラス建材廃材輸送工程の走行距離の変動の感度分析

表21-1 単板ガラス廃材輸送工程の走行距離の変動の感度分析

- ・輸送区分; ガラス建材廃材(窓用単板ガラス)輸送、積載効率 90 %
- ・輸送手段; トラック (4 ン車)
- ・ガラス重量; 7.50 kg/m²

		距離 (km)	単位	4トン車におけるガラス建材廃材輸送工程 (単板ガラス 1 m ²)		
				99 km	89 km	109 km
入力	資源	天然ガス	kg	6.39E-07	5.75E-07	7.04E-07
		原油	kg	3.67E-05	3.30E-05	4.04E-05
出力	排出物	CO ₂	kg-CO ₂ /m ²	0.115	0.103	0.162
		NO ₂	kg-NO ₂ /m ²	1.90E-09	1.71E-09	2.09E-09
		NO _x	kg-NO ₂ /m ²	8.91E-04	1.03E-03	9.81E-04
		SO _x	kg-SO ₂ /m ²	2.41E-05	2.78E-05	2.65E-05

表21-2 複層ガラス廃材輸送工程の走行距離の変動の感度分析

- ・輸送区分; ガラス建材廃材(窓用複層ガラス及びエコガラス)輸送、積載効率 90 %
- ・輸送手段; トラック (4 ン車)
- ・ガラス重量; 15.35 kg/m²

		距離 (km)	単位	4トン車におけるガラス建材廃材輸送工程 (単板ガラス 1 m ²)		
				99 km	89 km	109 km
入力	資源	天然ガス	kg	1.31E-06	1.18E-06	1.44E-06
		原油	kg	7.51E-05	6.75E-05	8.27E-05
出力	排出物	CO ₂	kg-CO ₂ /m ²	0.235	0.211	0.258
		NO ₂	kg-NO ₂ /m ²	3.88E-09	3.49E-09	4.28E-09
		NO _x	kg-NO ₂ /m ²	1.82E-03	4.92E-03	2.01E-03
		SO _x	kg-SO ₂ /m ²	4.93E-05	1.33E-04	5.43E-05

(7) 板ガラス Low-E 加工(スパッタ加工)工程の歩留まりの変動による感度分析

表22 板ガラス Low-E 加工(スパッタ加工)工程の歩留まりの変動による感度分析

		歩留まり (%)	単位	Low-E スパッタ工程(単板ガラス 1 m ²)		
				95 %	90 %	100 %
入力	資源	電力	kWh/m ²	4.08	4.31	3.88
出力	排出物	CO ₂	kg-CO ₂ /m ²	1.70	1.80	1.62
		CH ₄	kg-CH ₄ /m ²	3.84E-05	4.05E-05	3.64E-05
		NO ₂	kg-NO ₂ /m ²	7.92E-05	8.35E-05	7.52E-05
		NO _x	kg-NO ₂ /m ²	8.73E-04	9.22E-04	8.29E-04
		SO _x	kg-SO ₂ /m ²	3.08E-04	3.25E-04	2.93E-04

(8) 複層ガラス及びエコガラス製造工程の歩留まりの変動による感度分析

表23-1 複層ガラス製造工程

		歩留まり(%)	単位	複層ガラス (ガラス 1 m ²)		
				95 %	85 %	100 %
入力	資源	電力	kWh/m ²	1.86	2.08	1.77
		アルミニウム	kg/m ²	0.09	0.08	0.09
		セオライト	kg/m ²	0.09	0.10	0.09
		ブチル樹脂	kg/m ²	0.008	0.007	0.008
		ポリサルファイト樹脂	kg/m ²	0.16	0.18	0.15
出力	排出物	CO ₂	kg-CO ₂ /m ²	2.17	2.32	2.11
		CH ₄	kg-CH ₄ /m ²	2.27E-05	2.42E-05	2.21E-05
		NO ₂	kg-NO ₂ /m ²	1.28E-04	1.22E-04	1.31E-04
		NO _x	kg-NO ₂ /m ²	4.43E-03	4.52E-03	4.41E-03
		SO _x	kg-SO ₂ /m ²	6.91E-03	7.04E-03	6.87E-03

表23-2 エコガラス製造工程

		歩留まり(%)	単位	エコガラス(ガラス 1 m ²)		
				95 %	85 %	100 %
入力	資源	電力	kWh/m ²	1.86	2.08	1.77
		アルミニウム	kg/m ²	0.13	0.12	0.14
		セオライト	kg/m ²	0.09	0.10	0.09
		ブチル樹脂	kg/m ²	0.008	0.007	0.008
		ポリサルファイト樹脂	kg/m ²	0.32	0.36	0.30
出力	排出物	CO ₂	kg-CO ₂ /m ²	3.27	3.51	3.17
		CH ₄	kg-CH ₄ /m ²	2.49E-05	2.62E-05	2.44E-05
		NO ₂	kg-NO ₂ /m ²	1.69E-04	1.59E-04	1.74E-04
		NO _x	kg-NO ₂ /m ²	7.06E-03	7.26E-03	6.99E-03
		SO _x	kg-SO ₂ /m ²	1.15E-02	1.19E-02	1.14E-02

なお、使用に伴う Low-E 複層ガラスによる省エネ効果算定の妥当性については、開口部を除く全ての部位を次世代省エネ基準に適合することを前提として、開口部の省エネ性能を算出した。

CO₂に関して、±10 %変動させたときの各工程の変化量と変化率を表24～26及び図9～11にまとめる。この結果から窓用単板ガラス加工工程の寄与度が大きい。

表24 単板ガラスの各工程の変化量と変化率

段階.		変数	単板ガラス				
			CO ₂ 量	kg-CO ₂ /m ²		CO ₂ 変化率	
			標準	-10 %	+10 %	-10 %	+10 %
加工1	窓用単板ガラス加工工程	切断歩留	13.14	14.07	12.32	6.25 %	-6.30 %
輸送1	カッティングセンターへのガラス輸送工程	積載率	0.56	0.66	0.49	0.67 %	-0.50 %
輸送3	住宅施工工事現場への輸送工程	距離	0.15	0.13	0.16	-0.11 %	0.11 %
加工2	板ガラス Low-E 加工工程	加工歩留	0.00	0.00	0.00	0.00 %	0.00 %
製造1	複層ガラスおよびエコガラス製造工程	製造歩留	0.00	0.00	0.00	0.00 %	0.00 %
破棄	破棄段階(輸送距離)	距離	0.12	0.13	0.10	0.10 %	-0.08 %
合計	合計		14.02	14.99	13.07	6.91 %	-6.77 %

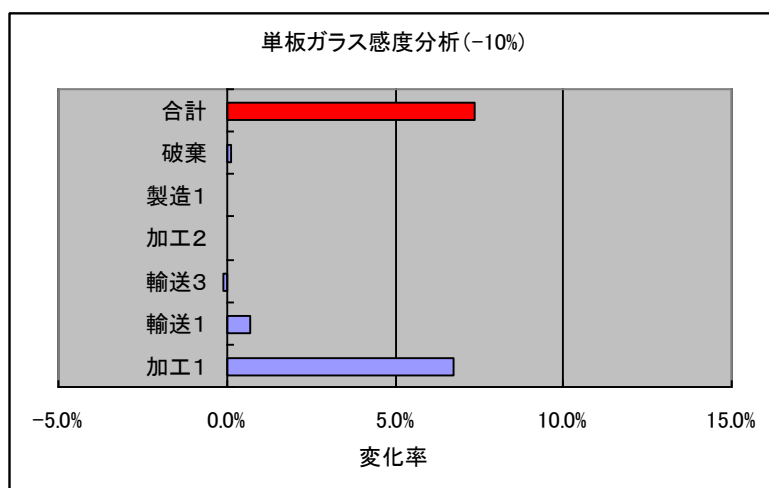


図9-1 単板ガラス感度分析 (-10 %)

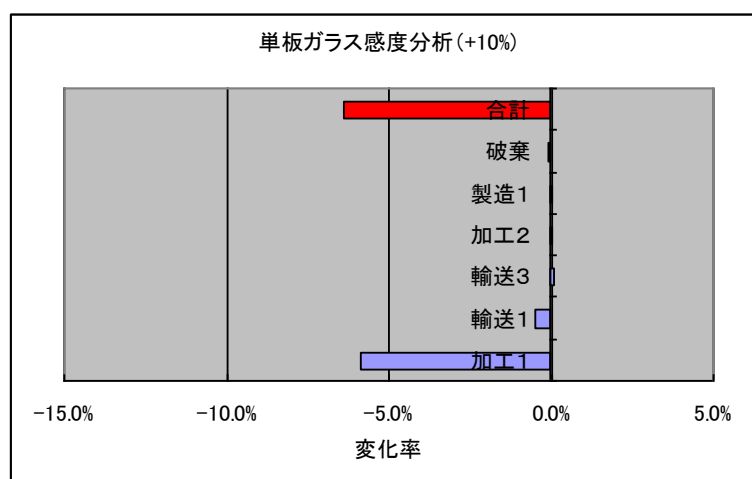


図9-2 単板ガラス感度分析 (+10 %)

表25 複層ガラスの各工程の変化量と変化率

段階.		変数	複層ガラス				
			CO ₂ 量	kg-CO ₂ /m ²		CO ₂ 変化率	
			標準	-10 %	+10 %	-10 %	+10 %
加工1	窓用単板ガラス加工工程	切断歩留	26.40	28.15	24.63	5.83 %	-5.87 %
輸送2	複層製造工場へのガラス輸送工程	積載率	0.56	0.66	0.49	0.31 %	-0.23 %
輸送3	住宅施工工事現場への輸送工程	距離	0.70	0.63	0.78	-0.24 %	0.24 %
加工2	板ガラス Low-E 加工工程	加工歩留	0.00	0.00	0.00	0.00 %	0.00 %
製造1	複層ガラスおよびエコガラス製造工程	製造歩留	2.17	2.32	2.11	0.51 %	-0.21 %
破棄	破棄段階(輸送距離)	距離	0.24	0.13	0.10	-0.35 %	-0.44 %
合計	合計		30.07	31.89	28.11	6.07 %	-6.52 %

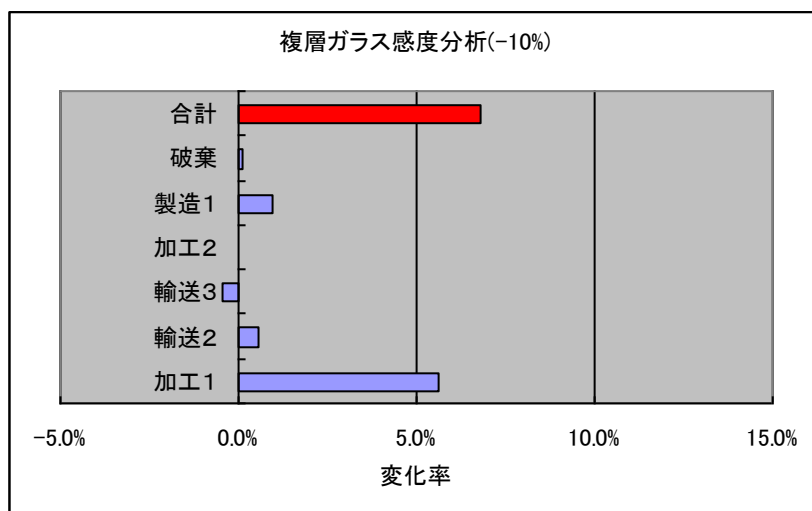


図10-1 複層ガラス感度分析(-10 %)

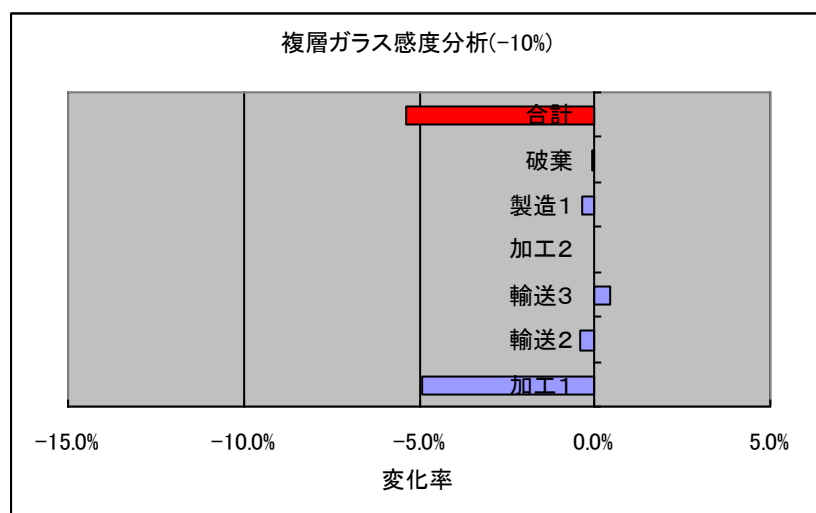


図10-2 複層ガラス感度分析(+10 %)

表26 エコガラスの各工程の変化量と変化率

段階.		変数	エコガラス				
			CO ₂ 量	kg-CO ₂ /m ²		CO ₂ 変化率	
			標準	-10 %	+10 %	-10 %	+10 %
加工1	窓用単板ガラス加工工程	切断歩留	26.40	28.15	24.63	5.33 %	-5.37 %
輸送2	複層製造工場へのガラス輸送工程	積載率	0.56	0.66	0.49	0.28 %	-0.21 %
輸送3	住宅施工工事現場への輸送工程	距離	0.70	0.63	0.78	-0.22 %	0.22 %
加工2	板ガラス Low-E 加工工程	加工歩留	1.70	1.80	1.62	0.29 %	-0.26 %
製造1	複層ガラスおよびエコガラス製造工程	製造歩留	3.27	2.32	2.11	-2.87 %	-3.53 %
破棄	破棄段階(輸送距離)	距離	0.24	0.13	0.10	0.32 %	-0.40 %
合計	合計		32.87	33.69	29.72	2.50 %	-9.56 %

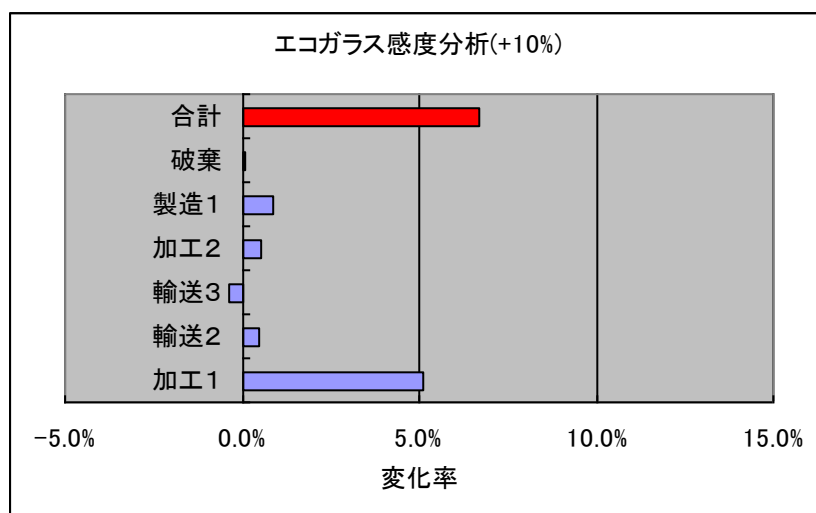


図11-1 エコガラス感度分析(+10 %)

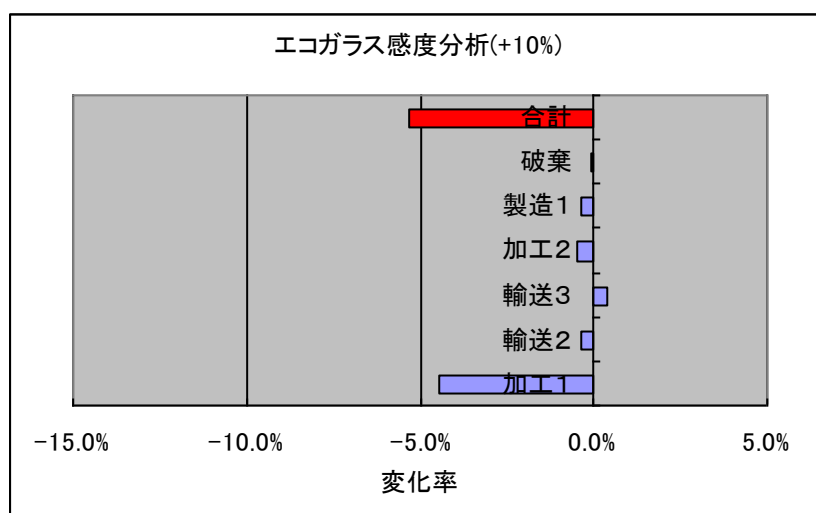


図11-2 エコガラス感度分析(+10 %)

3-4 配分の原則

板ガラスの製造段階では、板ガラス以外の製品を製造していないことから、配分の必要はない。

4. 解釈

本検討において、特性化指標として、地球温暖化と酸性化を用いた。それぞれの特性化の換算係数は、表27に示した日本LCAフォーラムの特性化係数^{*9}を使用した。排気ガス中のNO_x、SO_xについては、最も酸性化指数が大きくなるNO、SO₂と仮定して計算した。

表27-1 地球温暖化

	IPCC2001-100yrs
CO ₂	1
CH ₄	23
N ₂ O	296

表27-2 酸性化

	DAP-LIME
NO ₂	0.72
NO	1.1
SO ₂	1.0

使用段階を除いたライフサイクルでの窓用ガラス、複層ガラス及びエコガラスのCO₂、CH₄、N₂O、NO_x、及びSO_xの排出量、さらにはそれらから計算されるCO₂換算の地球温暖化ガス排出量、SO₂換算の酸性化ガス排出量を、それぞれ表28、29及び、図12、13にまとめた。

表28 窓ガラスのライフサイクルにおける各種ガス排出量

		単位	原料資源 採掘	輸送段階	製造加工 段階	複層製造 段階	輸送段階	廃棄段階	使用段階以 外の合計	使用段階 1年あたり
単板ガラス (北海道を除く)	CO ₂	kg/m ²	0.333	0.208	12.861	0.000	0.612	0.026	14.013	35.109
	CH ₄	g/m ²	0.002	0.006	0.295	0.000	0.017	0.000	0.319	0.715
	N ₂ O	g/m ²	0.272	0.003	0.241	0.000	0.010	0.000	0.527	1,438
	NO _x	g/m ²	0.348	0.103	5.756	0.000	0.190	0.000	5.600	9.146
	SO _x	g/m ²	0.023	0.301	14.761	0.000	0.033	0.000	15.118	2.232
複層ガラス (北海道のみ)	CO ₂	kg/m ²	0.663	0.589	25.722	2.186	1.613	0.053	30.826	70.570
	CH ₄	g/m ²	0.005	0.016	0.589	0.017	0.044	0.001	0.673	1.786
	N ₂ O	g/m ²	0.544	0.010	0.43	0.036	0.026	0.002	1.100	2.204
	NO _x	g/m ²	0.776	0.262	11.512	0.398	0.502	0.019	13.469	16.314
	SO _x	g/m ²	0.046	0.620	29.522	0.140	0.087	0.004	30.419	1.911
エコガラス	CO ₂	kg/m ²	0.664	0.589	27.721	3.284	1.613	0.054	33.925	27.298
	CH ₄	g/m ²	0.005	0.016	0.635	0.017	0.044	0.001	0.718	0.560
	N ₂ O	g/m ²	0.544	0.010	0.569	0.036	0.026	0.002	1.186	1.090
	NO _x	g/m ²	0.776	0.262	12.521	0.398	0.502	0.020	14.479	7.055
	SO _x	g/m ²	0.046	0.620	30.138	0.140	0.087	0.005	31.035	1.760

表29-1 窓ガラスのライフサイクル地球温暖化ガス排出量

	単位	原料資源 採掘	原料輸 送段階	製造加 工段階	エコガラス 製造段階	製品輸 送段階	廃棄段 階	使用段階以 外の合計	使用段階 1年あたり
単板ガラス (北海道を除く)	kg-CO ₂ /m ²	0.414	0.209	12.939	0.000	0.615	0.026	14.202	35.551
複層ガラス (北海道のみ)	kg-CO ₂ /m ²	0.825	0.592	25.878	2.197	1.622	0.053	31.167	71.263
エコガラス	kg-CO ₂ /m ²	0.825	0.592	27.904	3.296	1.622	0.054	34.293	27.633

表29-2 窓ガラスのライフサイクル酸性化ガス排出量

	単位	原料資源 採掘	原料輸送 段階	製造加工 段階	エコガラス 製造段階	製品輸送 段階	廃棄段階	使用段階以 外の合計	使用段階 1年あたり
単板ガラス (北海道を除く)	g-SO ₂ /m ²	0.405	0.414	21.093	0.000	0.242	0.013	22.168	12.299
複層ガラス (北海道のみ)	g-SO ₂ /m ²	0.899	0.908	42.186	0.578	0.639	0.026	45.236	19.857
エコガラス	g-SO ₂ /m ²	0.899	0.908	43.911	0.578	0.639	0.026	46.942	9.521

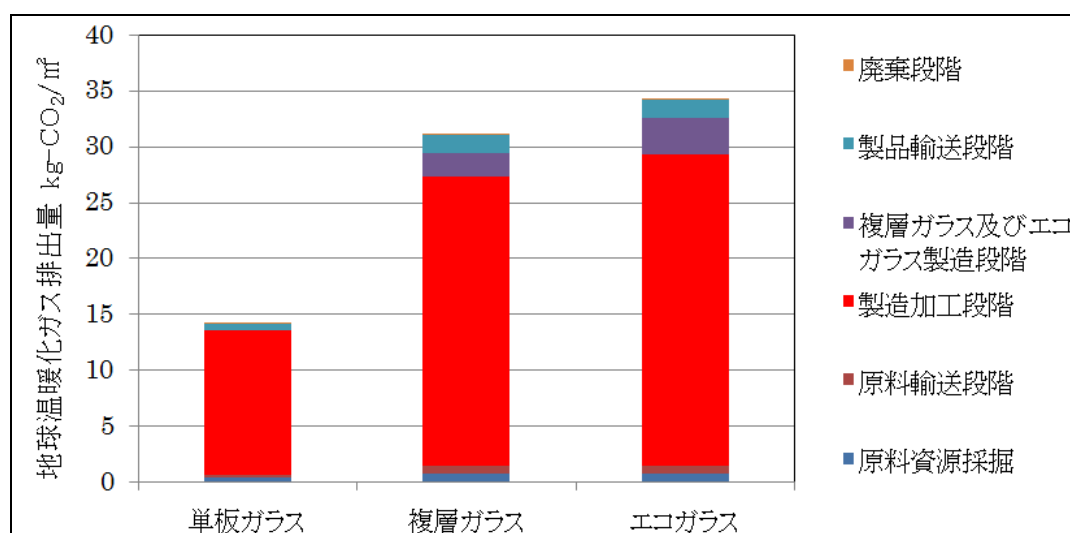


図12 使用段階を除いた窓に使用されるガラスのライフサイクル地球温暖化ガス排出量

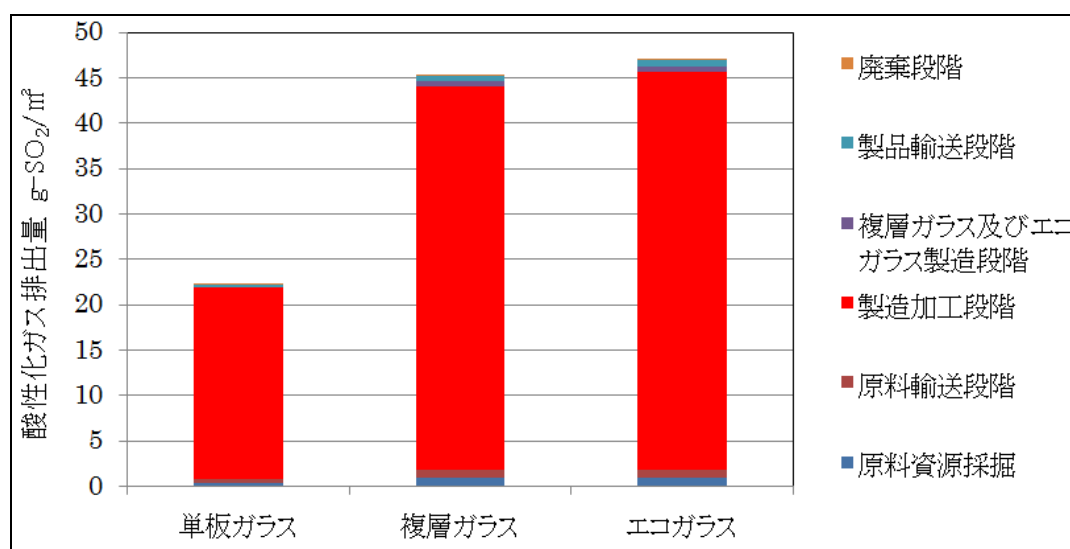


図13 使用段階を除いた窓に使用されるガラスのライフサイクル酸性化ガス排出量

一方、製品の使用段階において、エコガラスは、住宅の暖冷房の省エネルギー効果が期待される。その効果は、日本国内の地域の、気候モデル、住宅戸数を考慮した平均のCO₂換算の地球温暖化ガス量で、単位窓面積当たり年間9.26 kg-CO₂/m²である。

住宅の窓は、事故等で破損しない限り、ほぼ住宅の寿命と同じ期間使用される。複層ガラス及びエコガラ

スの使用年数を30年とする^{*6}と、その使用に伴うCO₂換算の地球温暖化ガス排出削減量は、単位窓面積当たり

$$9.26 \times 30 = 278 \text{ kg-CO}_2/\text{m}^2$$

と算定される。

すなわち、ライフサイクルでのCO₂排出量を考慮すると、単板ガラスを用いた場合に比べ、エコガラスを使用した場合、単位窓面積当たり

$$278 - (34.3 - 14.2) = 258 \text{ kg-CO}_2/\text{m}^2$$

だけ、地球温暖化ガス排出量を削減できていると解釈される。

以下に各県別のライフサイクル地球温暖化ガス排出量と酸性化ガス排出量比較のグラフを図14～17に示し、及び結果概要を説明する。

①戸建住宅と共同住宅の違いによる地球温暖化ガス排出量

戸建住宅に比べると共同住宅は、一戸当たりの床面積に対比する開口部面積が小さいため、窓ガラスに遮熱性・断熱性が優れたエコガラスを取り付けることによる、窓ガラス単位面積当たりの温暖化ガス排出量の削減効果が大きく評価される傾向にある。

言い換えれば、温暖化ガス排出量削減のためには、開口部面積の大きい住宅ほど窓ガラスを通しての熱量が多くなるため、遮熱性・断熱性が優れたエコガラスを採用することが有効であることを示している。

②北海道の住宅における窓ガラスの種類別のライフサイクルでの地球温暖化ガス排出量

北海道は複層ガラスの普及率が高いため、基準とする窓ガラスの種類を複層ガラスとおき、エコガラスとのライフサイクル地球温暖化ガス排出量を比較した。それぞれのガラスの使用段階以外のライフサイクルでの排出地球温暖化ガス量を比べると、エコガラスのほうが複層ガラスよりも1 m²あたり3.1 kg-CO₂多い(表 29-1 の使用段階以外の合計値参照)。

戸建住宅の使用段階では、複層ガラス窓に対してエコガラス窓を使った住宅では、冷房負荷はほとんど差がないものの、暖房負荷の低減が大きく、基準の複層ガラスに比べ、窓ガラス1 m²あたり、年間11.5 kg-CO₂の削減が見込まれた(表 14-1 戸建住宅の基準仕様＝北海道の場合複層ガラスと表 14-2 戸建住宅のエコガラス仕様の暖房による地球温暖化ガス排出量の差;1827－1573＝254 kg-CO₂/戸。及び表 14-5 と 14-6 の冷房による地球温暖化ガス排出量の差;29－29＝0。それらの差の合計値を、図 6-1 の寒冷地住宅モデルの窓面積 22.03 m²で割った値;254／22.03＝11.5 kg-CO₂/m²)。住宅の寿命の30年^{*6}で考慮すると、その削減量は、0.345 ton-CO₂と計算される。共同住宅の使用段階の場合も、ほぼ同様の評価であった。

③本州寒冷地(表5の北東北・南東北・北関東・北陸)の住宅における窓ガラスの種類別のライフサイクルでの地球温暖化ガス排出量

本州以南では、基準となる窓ガラスの種類を単板ガラスとおき、エコガラスとのライフサイクル地球温暖化ガス排出量を比較した。それぞれのガラスの使用段階以外のライフサイクルでの排出地球温暖化ガス量を比べると、エコガラスのほうが単板ガラスよりも1 m²あたり20.1 kg-CO₂多い(表 29-1 の使用段階以外の合計値参照)。

本州寒冷地の代表として盛岡の気候モデルで暖冷房負荷を考慮した結果を以下に述べる。

戸建住宅の使用段階では、単板ガラス窓に対してエコガラス窓を使った住宅では、冷房負荷は若干増加するものの、暖房負荷の低減の方が大きく、基準の単板ガラスに比べ、窓ガラス 1 m²あたり、年間 30.3 kg-CO₂ の削減が見込まれた(表 14-1 戸建住宅の基準仕様＝盛岡の場合単板ガラスと表 14-2 戸建住宅のエコガラス仕様の暖房による地球温暖化ガス排出量の差; 1880－1210＝670 kg-CO₂/戸。及び表 14-5 と 14-6 の冷房による地球温暖化ガス排出量の差; 67－69＝－2。それらの差の合計値を、図 6-1 の寒冷地住宅モデルの窓面積 22.03 m²で割った値; 668/22.03＝30.3 kg-CO₂/m²)。住宅の寿命の 30 年*⁶で考慮すると、その削減量は 0.910 ton-CO₂と計算される。

共同住宅の使用段階の場合、単板ガラス窓に対してエコガラス窓を使った住宅では、冷房負荷はやはり若干増加するものの、暖房負荷の低減の方が大きく、基準の単板ガラスに比べ、窓ガラス 1 m²あたり、年間 33.2 kg-CO₂ の削減が見込まれた(表 14-3 共同住宅の基準仕様＝盛岡の場合単板ガラスと表 14-4 共同住宅のエコガラス仕様の暖房による地球温暖化ガス排出量の差; 608－263＝345 kg-CO₂/戸。及び表 14-7 と 14-8 の冷房による地球温暖化ガス排出量の差; 31－32＝－1。それらの差の合計値を、図 6-2 の集合住宅中央住戸モデルの窓面積 10.40 m²で割った値; 344/10.40＝33.1 kg-CO₂/m²)。住宅の寿命の 30 年*⁶で考慮すると、その削減量は、0.992 ton-CO₂と大きい。

上記北海道と比較すると、戸建、共同両方の住宅モデルで、基準の窓の違うことの影響が大きい。

- ④首都圏(表 5 の南関東)の住宅における窓ガラスの種類別のライフサイクルでの地球温暖化ガス排出量
首都圏の代表として東京の気候モデルで暖冷房負荷を考慮した結果を以下に述べる。

戸建住宅の使用段階では、単板ガラス窓に対してエコガラス窓を使った住宅では、冷房負荷の低減にも効果があり、また暖房負荷の低減効果もある。基準の単板ガラスに比べ、窓ガラス 1 m²あたり、年間 4.6 kg-CO₂ の削減が見込まれた(表 14-1 戸建住宅の基準仕様＝東京の場合単板ガラスと表 14-2 戸建住宅のエコガラス仕様の暖房による地球温暖化ガス排出量の差; 534－403＝131 kg-CO₂/戸。及び表 14-5 と 14-6 の冷房による地球温暖化ガス排出量の差; 263－241＝22。それらの差の合計値を、図 6-1 の温暖地住宅モデルの窓面積 28.69 m²で割った値; 153/28.69＝5.3 kg-CO₂/m²)。住宅の寿命の 30 年*⁶で考慮すると、その削減量は、0.160 ton-CO₂と計算される。

共同住宅の使用段階の場合、単板ガラス窓に対してエコガラス窓を使った住宅では、冷房負荷、暖房負荷ともに低減効果があり、基準の単板ガラスに比べ、窓ガラス 1 m²あたり、年間 6.4 kg-CO₂ の削減が見込まれた(表 14-3 共同住宅の基準仕様＝東京の場合単板ガラスと表 14-4 共同住宅のエコガラス仕様の暖房による地球温暖化ガス排出量の差; 148－81＝67 kg-CO₂/戸。及び表 14-7 と 14-8 の冷房による地球温暖化ガス排出量の差; 149－141＝8。それらの差の合計値を、図 6-2 の集合住宅中央住戸モデルの窓面積 10.40 m²で割った値; 75/10.40＝7.2 kg-CO₂/m²)。住宅の寿命の 30 年*⁶で考慮すると、その削減量は、0.216 ton-CO₂であった。

- ⑤沖縄県の住宅における窓ガラスの種類別のライフサイクルでの地球温暖化ガス排出量

特徴的な気候モデルとして那覇の気候モデルで暖冷房負荷を考慮した結果を以下に述べる。

那覇は気候が温暖であるため、戸建、共同住宅ともに暖房は使用しない前提としている。

一方、冷房負荷を考慮すると、戸建住宅の使用段階では、単板ガラス窓に対してエコガラス窓を使った住宅では、基準の単板ガラスに比べ、窓ガラス 1 m²あたり、年間 3.1 kg-CO₂ の削減が見込まれた(表 14-5 戸建住宅の基準仕様＝那覇の場合単板ガラスと表 14-6 戸建住宅のエコガラス仕様の冷房による

地球温暖化ガス排出量の差; $1352 - 1262 = 90$ 。その差の合計値を、図 6-1 の温暖地住宅モデルの窓面積 28.69 m^2 で割った値; $90 / 28.69 = 3.1 \text{ kg-CO}_2/\text{m}^2$ 。住宅の寿命の 30 年*⁶ で考慮すると、その削減量は、 94.1 kg-CO_2 と計算される。

共同住宅の使用段階の場合、単板ガラス窓に対してエコガラス窓を使った住宅では、冷房負荷の低減効果があり、基準の単板ガラスに比べ、窓ガラス 1 m^2 あたり、年間 3.7 kg-CO_2 の削減が見込まれた (表 14-7 共同住宅の基準仕様＝那覇の場合単板ガラスと表 14-8 共同住宅のエコガラス仕様の冷房による地球温暖化ガス排出量の差; $859 - 821 = 38$ 。その差の合計値を、図 6-2 の集合住宅中央住戸モデルの窓面積 10.40 m^2 で割った値; $38 / 10.40 = 3.7 \text{ kg-CO}_2/\text{m}^2$ 。住宅の寿命の 30 年*⁶ で考慮すると、その削減量は、 109.6 kg-CO_2 であった。

上記の傾向は、ライフサイクル酸性化ガス排出量においても同様であった。

効果の大小はあるが、いずれのケースにおいてもライフサイクルで考慮すると、エコガラスが環境負荷低減に効果的であるという結果である。

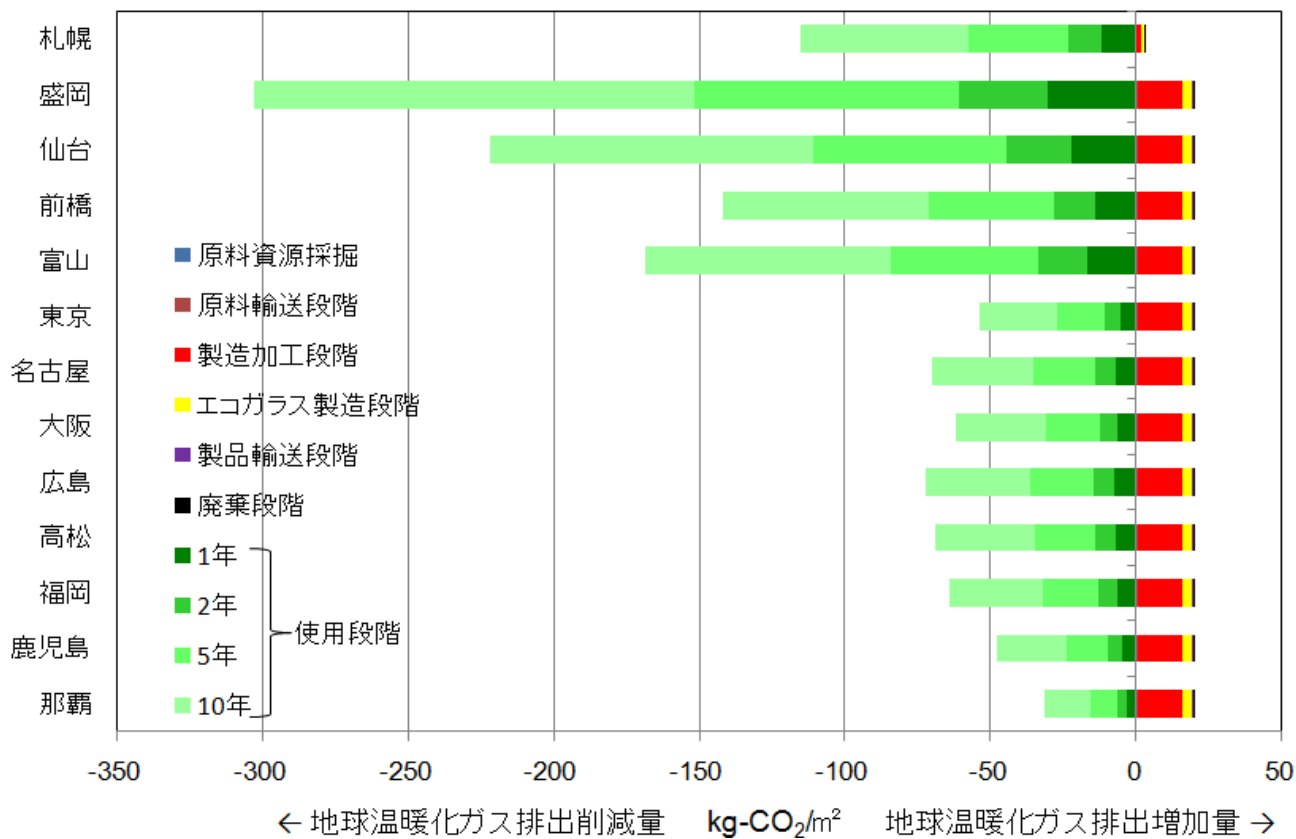


図14 各都道府県別の単板ガラス(北海道は複層ガラス)とエコガラスのライフサイクル地球温暖化ガス排出量
—戸建住宅、使用段階 1, 2, 5, 10 年—

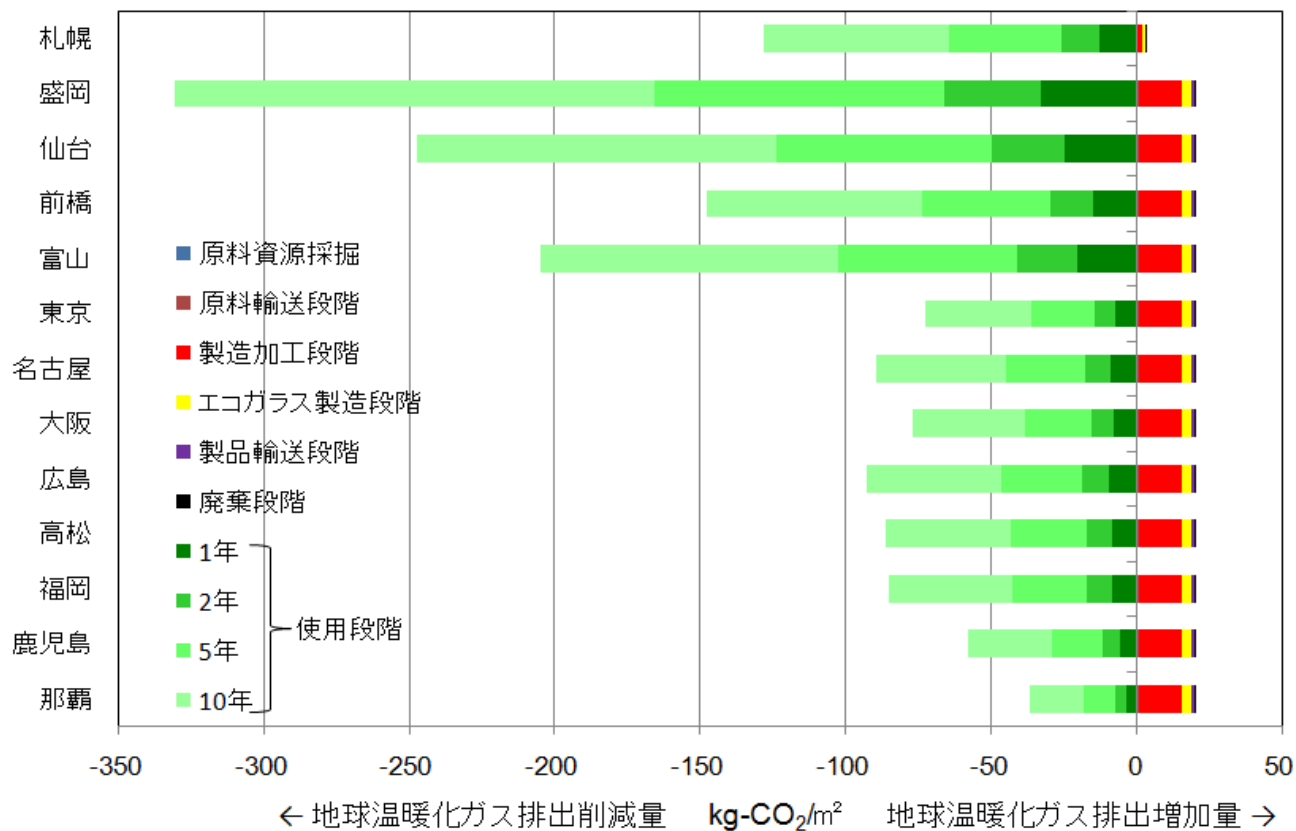


図15 各都道府県別の単板ガラス(北海道は複層ガラス)とエコガラスのライフサイクル地球温暖化ガス排出量
—共同住宅、使用段階 1, 2, 5, 10 年—

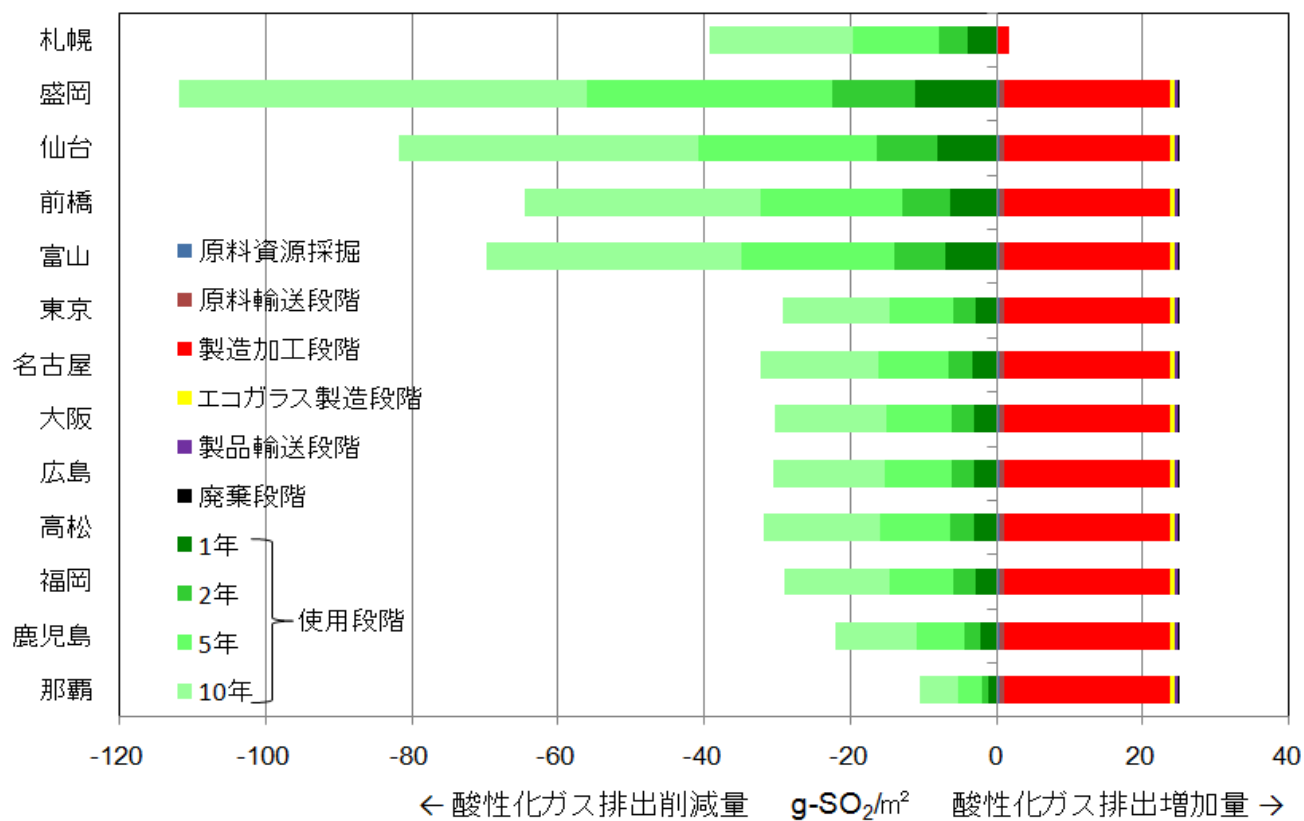


図16 各都道府県別の単板ガラス(北海道は複層ガラス)とエコガラスのライフサイクル酸性化ガス排出量
—戸建住宅、使用段階1, 2, 5, 10年—

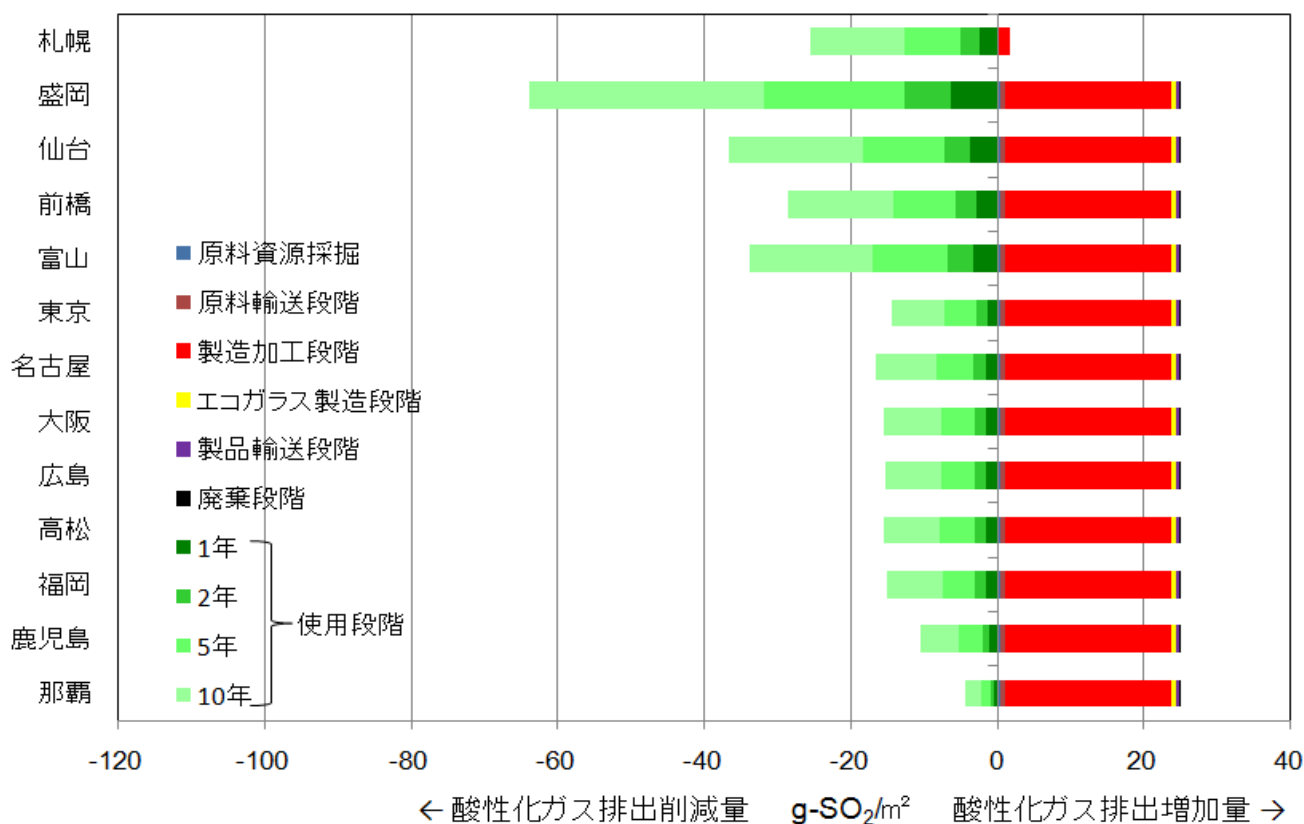


図17 各都道府県別の単板ガラス(北海道は複層ガラス)とエコガラスのライフサイクル酸性化ガス排出量
—共同住宅、使用段階1, 2, 5, 10年—

以上

《引用先・出典一覧》

- *1 住宅に係るエネルギーの使用の合理化に関する建築主の判断と基準及び、外壁、窓などの断熱性能に関する住宅に係るエネルギーの使用の合理化に関する設計及び施工の指針、1999 年 3 月建設省
- *2 「エコガラス導入による暖冷房に係る CO2 排出量削減効果」平成 25 年 3 月 28 日、(株)砂川建築環境研究所)
- *3 「LCA実務入門」, p90, 3. ガラスビン, 1998, 産業環境管理協会
- *4 国土交通省平成 22 年度 住宅・建築物環境対策事業補助金 環境・リフォーム推進事業(技術基盤強化)「住宅窓の CO2 排出量の量的把握と削減予測」研究成果報告書、平成23年3月板硝子協会
- *5 経団連環境自主行動計画 2012 年度検証報告文書より抜粋
参照 URL;板硝子協会 H/P http://www.itakyo.or.jp/toukei/kankyo2_1.html#1
- *6 「国土交通省社会資本整備審議会住宅宅地分科会(第 14 回、2008)参考資料4」
参照 URL;国土交通省 H/P
http://www.mlit.go.jp/jutakukentiku/house/singi/syakaishihon/bunkakai/14bunkakai/14bunka_sankou04.pdf
- *7 JEMAI の Simple LCA データ
参照 URL; http://www.jemai.or.jp/CACHE/lca_details_lcaobj197.cfm
- *8 「製品 LCA 実施手引書」, p94~119, 2007 年 3 月, 社団法人産業環境管理協会
- *9 JEMAI の LCA データベース
参照 URL; http://www.jemai.or.jp/CACHE/lca_details_lcaobj6.cfm

《備考》

参照 Website

IBEC(財)建築環境・省エネルギー機構

<http://www.ibec.or.jp/>

IBEC の報告書; 住宅・建築関係事業者技術力向上支援

<http://www.ibec.or.jp/technology/>

報告書例

「環境低負荷型オフィスビルにおける地球・地域環境負荷低減効果の検証」

一ノ瀬俊明(独立行政法人国立環境研究所地球環境研究センター)

<http://www.env.go.jp/earth/suishinhi/wise/j/J03B5600.htm>