

臭素系難燃剤 HBCD の使用規制に関する社会経済分析

Socio-economic analysis of restriction of brominated flame retardant HBCD use

○井上知也^{*1)}, 益永茂樹¹⁾

Tomoya Inoue, Shigeki Masunaga

1) 横浜国立大学

^{*}inoue.tomoyah@gmail.com

1. はじめに

ヘキサブロモシクロデカン (HBCD) は, REACH SVHC, POPs 候補物質としてその難分解性, 高蓄積性, 毒性 (PBT), そして長距離移動性が懸念されている。

HBCD には未だ優れた代替物質が開発されていないものの, 国際的な規制を先取りした対応が各国で検討され始めている。よって, HBCD の使用規制に起因する社会的な影響や代替物質・代替技術の探索は急務である¹⁾。

そこで本研究では, HBCD の代替物質が未だ開発されていない建築用断熱材: 押出発泡ポリスチレン (XPS) を対象製品とし, 規制に伴う社会経済影響を定量的に評価することで政策オプション間の比較を行った。

2. 方法

本解析では「(1) 難燃剤の代替」と「(2) 断熱材の代替」の大きく2つの政策を想定し, “HBCD のリスク”で評価するのではなくコストとCO₂を評価基準とした。

2.1 難燃剤の代替

XPSに採用できる難燃剤はHBCD以外に存在しないとの見方が非常に強い。しかしあくまで現状での話であり, 将来的には良い代替物質が見つかる可能性は十分ある。代替物質の最新開発動向²⁾とその暫定コスト³⁾を照らし合わせると, テトラブロモシクロオクタン (CAS No: 3194-57-8) のみコスト情報が得られた (ただし, 本物質は経産省⁴⁾によって難分解性にと判断されている)。これより, 代替が実施された際の純増原材料費を算出した。

2.2 断熱材の代替

ベースラインシナリオにはXPS 3種 (熱伝導率 $\lambda=0.028$) を取り上げ, 代替断熱材として引き合いに出されることの多い高性能グラスウール (GW) 16K ($\lambda=0.038$), 発泡ポリウレタンフォーム (PUR) 2種3号 ($\lambda=0.027$) のライフサイクル (LC) を考え (図1), 供用段階を機能単位として設定し, データ充足の状況から供用以降はシステム境界から外した。これらの設定に基づき, XPS 代替の評価フローを作成した (図2)。LCコスト及びLCCO₂はGW又はPURからXPSのそれを引きあわせた。

■①②を用いて, ③の導出: 次世代省エネ基準, 新省エネ基準, 旧省エネ基準を満たすための住宅種類別・工法別・断熱法別に3種類の断熱材の厚さをそれぞれ求めた。

■④単位面積・厚さ当たりのコストはメーカーへのヒアリング及び文献⁵⁾よりXPS, GW, PURそれぞれ, 25.36,

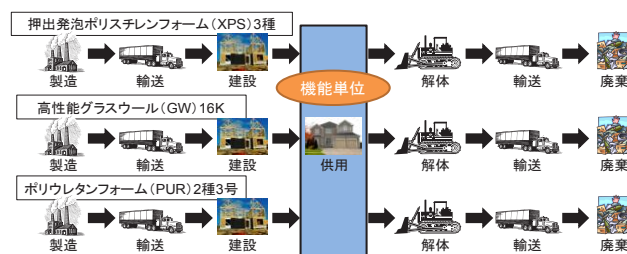


図1 ライフサイクルにおける代替断熱材との比較

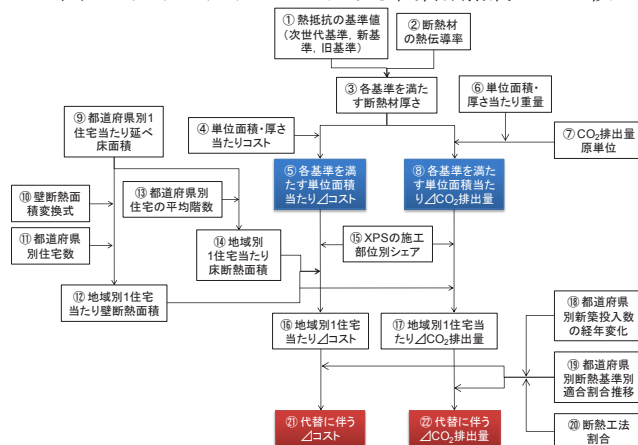


図2 断熱材の代替評価フロー

17.37, 42.97 (円/m²・mm) とした。また, 最終的にはGW には防湿シートとして180 円/m²を足し合わせた。

■⑤単位面積当たりのコスト差を算出した (表 S1~S6)。

■⑥密度はそれぞれ 32, 16, 30 kg/m³と設定した。

■⑦建築用断熱材の製造時のCO₂排出原単位は算出者によってかなり大きくバラついていた。本解析では出来る限りの中立性を保つために, 単一文献でXPS, GW, PUR すべての原単位が同時に評価されていることを重要視し, 日本建築学会⁶⁾のCO₂排出量原単位を採用した (表 S7, S8)。防湿シートのCO₂排出量原単位は産業連関分析表を用いて算出した0.6554 kg-CO₂/m²を用いた。また, 発泡系断熱材に関しては断熱材に含まれている発泡剤の漏洩量 (全量排出) を考慮した⁷⁾(表 S9)。

■⑧単位面積当たりのCO₂排出量差を算出した (表 S10~S15)。

■⑨, ⑪, ⑬には総務省の住宅・土地統計調査報告⁸⁾のデータを加工して用いた。

■⑩経産省の調査結果⁹⁾を援用した。

■⑮数量が少ない用途が存在するため, 2007 年, 2009 年の矢野経済研究所^{10), 11)}の推定値を平均して使用した。

■⑯, ⑰の結果を表 S16~S19に掲載した。

■⑮日本政策銀行の推計¹²⁾を基にし、2030年までの住宅販売戸数を予測した(図3)。住宅販売戸数は住宅着工戸数と同意と定義し、2020年から2030年までの販売戸数の推移にはMUFGの推定結果¹³⁾を参考にした。

■⑯住宅融資支援機構¹⁴⁾のデータを用いて、本解析ではDocument 1 (Supporting Information)の仮定を置いて推定した。その時、中期目標検討委員会¹⁵⁾で採用された新築の次世代省エネ基準適合率の年増加予想値4.5%を用い、これをベースにしてその他の基準適合割合をフィッティングさせた。次世代省エネ基準、新省エネ基準で地域別・工法別にまとめ、それぞれ表S20、S21に示した。

■⑰断熱工法割合は矢野経済研究所の推定^{9), 10)}を参考に、充填断熱：外張断熱及び内断熱：外断熱の割合を一律9：1で設定した。

■⑱ここでは高性能GWの結果のみを記載し(図3, 4)、その他の結果は全てSupporting Informationに記載した。

3. 結果

3.1 難燃剤の代替によるコスト増加

HBCDの原材料コストは最大850円/kgとされており³⁾、XPSを難燃化するためにはこれを重量当たり3%添加する必要がある¹⁶⁾。添加量は難燃剤が担持しているBr元素により決まる。テトラブロモシクロオクタンの場合、HBCDの94%程度の添加で難燃性を付与できる。しかしこれを考慮したとしてもコストはHBCDの1.66倍となる。ここ近年のHBCDの樹脂用途需要量(2,000トン/年)から、業界全体で年間28億円のコストアップが示唆された。

3.2 断熱材の代替によるコスト増加

断熱材としてXPSからGWへの代替政策を導入した場合、CO₂排出量を減少できるという面では好ましいが、コスト的にはマイナスになった。

4. まとめ

本解析はXPSを他断熱材に代替するという政策オプションを定量評価した。XPSの代替は「HBCDによる環境リスクを減少させる」という目標の下で設定した政策だった。しかし「効率的な断熱材の選択」という観点から政策を考える際には、温暖化ガス排出量により重点を置かなければならない。そこで、国立環境研究所の温暖化ガスの限界削減費用曲線¹⁵⁾(図S12参照)を用いて本解析の結果の解釈を試みた。その結果、GWへの代替(HBCDの使用規制)を考えると、他の政策に同額の費用を投入すれば同政策の約7,800倍ものCO₂が削減可能である。

断熱材の選択に関して、施工し易さ等その他の多くの性能を比較すると最適な断熱材というものとは存在しない。そのため単眼的な視点では、このような異種リスクのトレードオフを見落とす可能性があることが示唆できた。

5. 参考文献

- 1) UNECE: "Working Group on Strategies of Review", (2009)
- 2) Edward D. Weil, Sergei V. Levchik "Flame Retardants for Plastics and Textiles Practical Applications", Hanser Gardner Pubns, (2009)

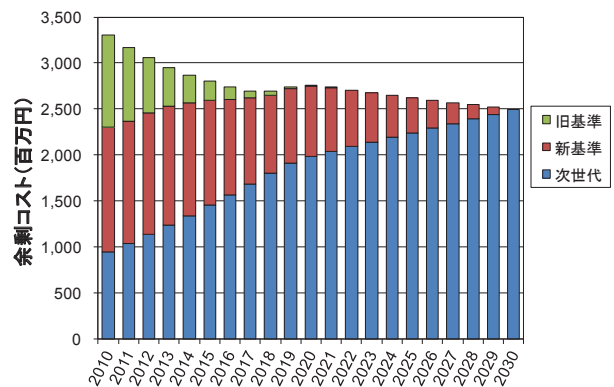


図3 XPS 3種を高性能GW 16Kに代替する際に発生する省エネ基準住宅別△コスト推移

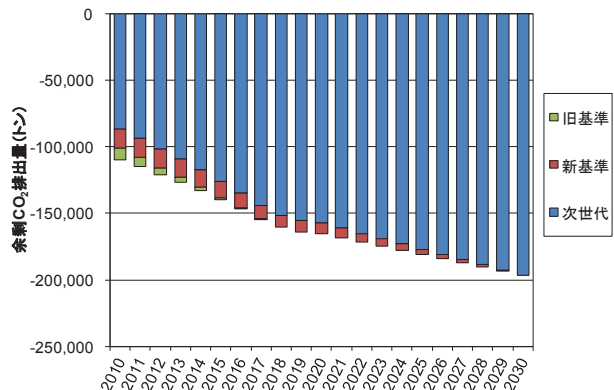


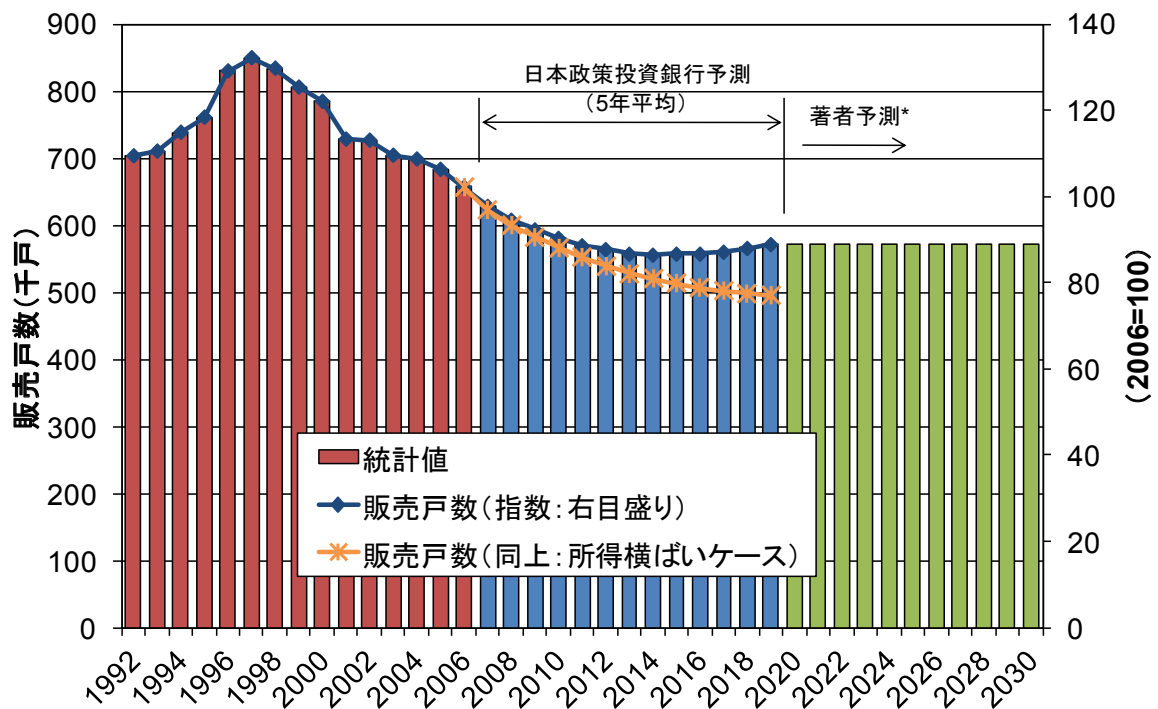
図4 XPS 3種を高性能GW 16Kに代替する際に発生する省エネ基準住宅別△CO₂排出量推移

- 3) シーエムシー, “難燃剤・難燃プラスチックの市場展望”, (1997)
- 4) 経産省: “既存化学物質の微生物等による分解性及び魚介類の体内における濃縮性について”, (オンライン), 入手先<http://www.meti.go.jp/policy/chemical_management/kasinhou/files/news/kizon051222.pdf>, (参照 2010-1-14)
- 5) 建築環境研究室: 住宅に使用する断熱材種類とライフサイクルCO₂排出量に関する研究, 独自調査, (2004)
- 6) 日本建築学会: “建物のLCA指針(案)”, (1999)
- 7) NEDO: “地球温暖化に対する断熱材の及ぼす影響に関する調査”, (1998)
- 8) 総務省統計局: “平成15年 住宅・土地統計調査報告”, (2005)
- 9) 経産省: “化学物質安全確保・国際規制対策推進等(断熱材フロン回収・処理調査) 成果報告書”, (2003)
- 10) 矢野経済研究: “2007年版 断熱材市場白書”, (2007)
- 11) 矢野経済研究所: “2009年版 断熱材市場白書”, (2009)
- 12) 日本政策投資銀行: “住宅市場の動向について”, 今月のトピックス No.120-1
- 13) MUFG: “低迷する住宅着工の現状と中長期展望”, (2009)
- 14) 住宅融資支援機構: “個人住宅規模規格等調査報告”, (2006)
- 15) 経産省: “長期エネルギー需給見通し(再計算)について”, (オンライン), 入手先<<http://www.meti.go.jp/report/downloadfiles/g90902a03j.pdf>>, (参照 2010-1-14)
- 16) ECB: “Risk assessment report” Hexabromocyclododecane, (オンライン), 入手先<<http://www.bsef-japan.com/index/files/HBCD%20Final%20RA.pdf>>, (参照 2010-1-14)
- 17) 国環研: “AIM/Enduse [Japan]による2020年排出削減に関する検討”, 中期目標検討委員会第6回資料2-4, (オンライン), 入手先<http://www.kantei.go.jp/jp/singi/tikyuu/kaisai/dai06tyuuki/siryoutu/4_3.pdf>

Supporting Information

Document 1

1. 「地域別・工法別の省エネルギー住宅基準適合率（躯体）」は次世代省エネ基準及び新省エネ基準を満たした住宅の割合と解釈した。
2. 「地域別・工法別の省エネルギー住宅（次世代型）割増融資の利用率」は次世代省エネ基準を満たした住宅の割合と解釈した。
3. 以下4つの工法「従来木造」「木質系プレハブ」「2×4」「ログハウス」は木造住宅に分類した。
4. 以下2つの工法「鉄鋼系プレハブ」「在来鉄骨構造」は鉄骨造住宅に分類した。
5. 以下2つの工法「コンクリート系プレハブ」「在来耐火」はRC造住宅に分類した。
6. N年度のデータを暦年で表すために、 $\{(N \text{ 年度データ}) \times 0.75 + (N+1 \text{ 年度データ}) \times 0.25\}$ という換算式を用いた。



*2019年の販売戸数を参考に、年増加しないという設定

図 S1 全国住宅販売戸数の推計

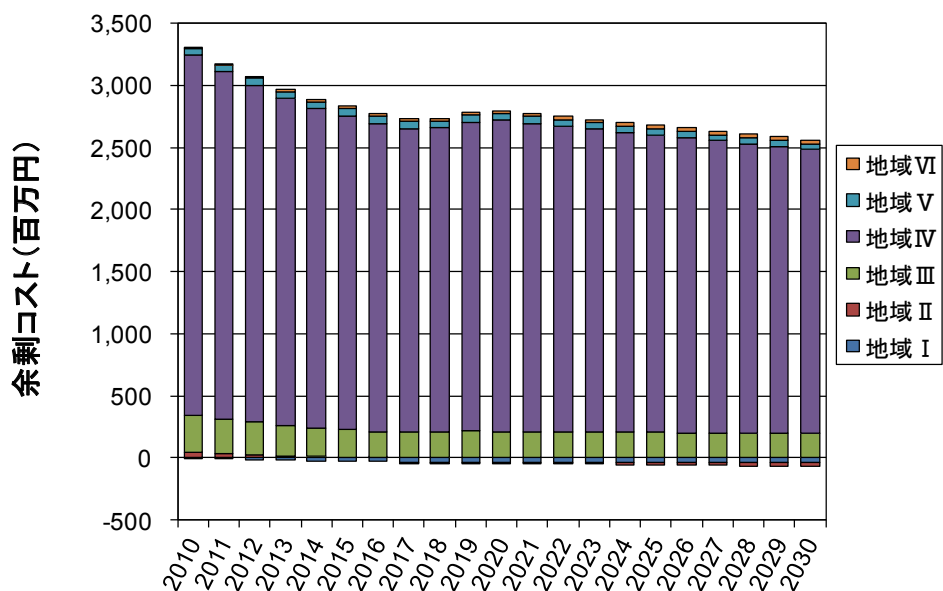


図 S2 XPS 3 種を高性能 GW 16K に代替する際に発生する地域別△コスト推移

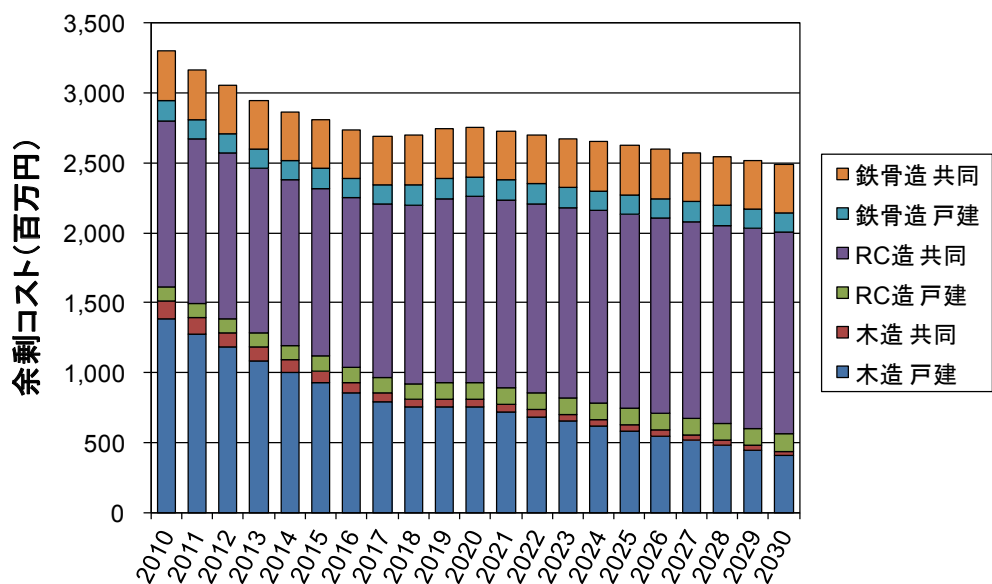


図 S3 XPS 3 種を高性能 GW 16K に代替する際に発生する住宅種類別・工法別△コスト推移

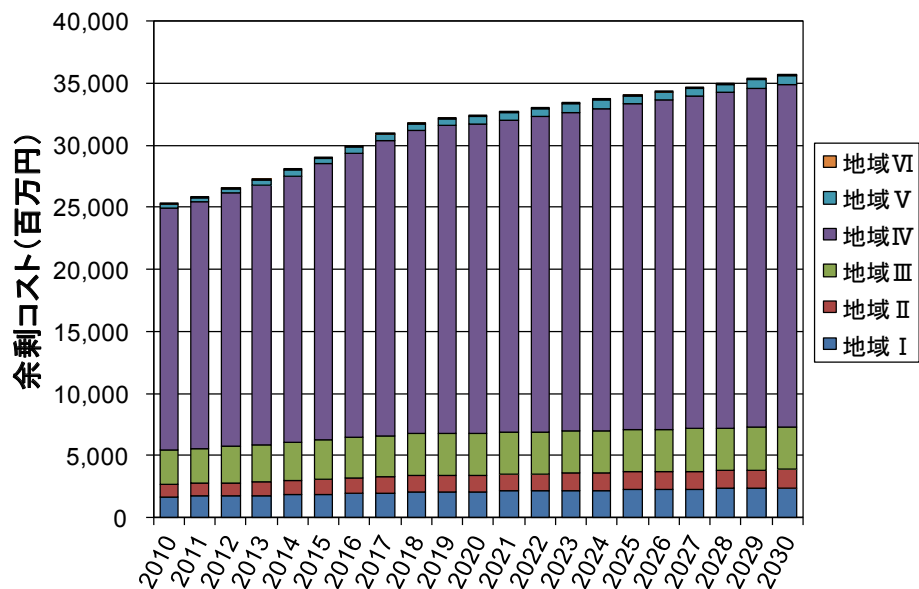


図 S4 XPS 3 種を PUR 2 種 3 号に代替する際に発生する地域別△コスト推移

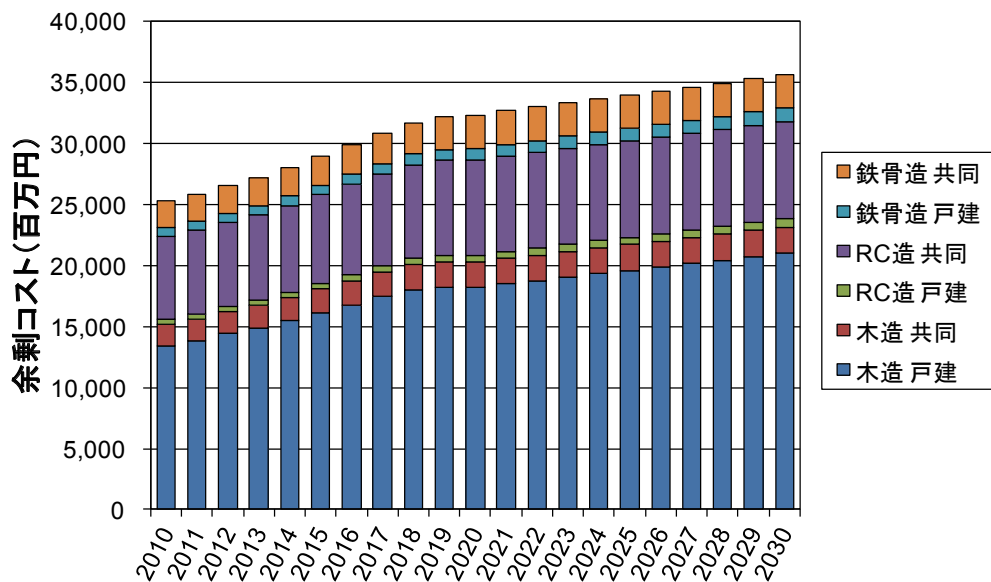


図 S5 XPS 3 種を PUR 2 種 3 号に代替する際に発生する住宅種類別・工法別△コスト推移

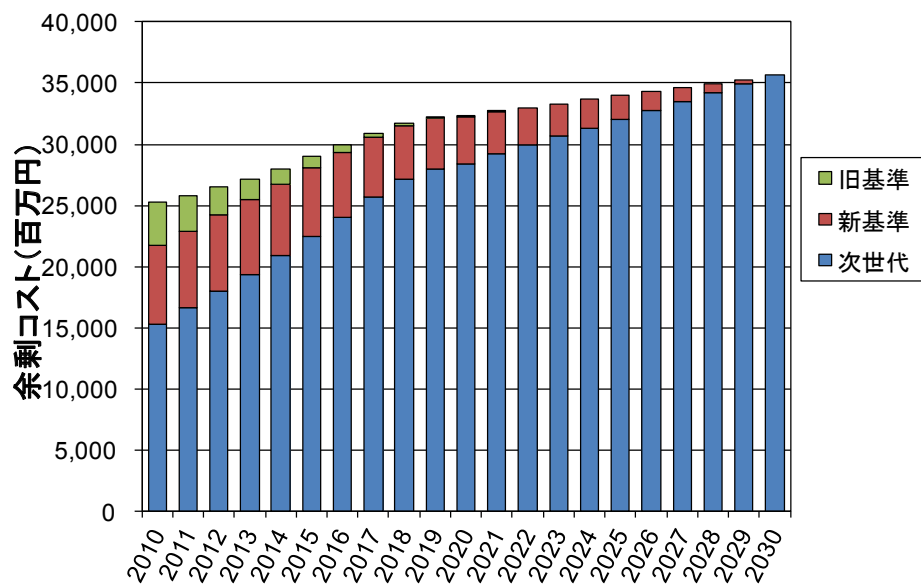


図 S6 XPS 3 種を PUR 2 種 3 号に代替する際に発生する省エネ基準住宅別△コスト推移

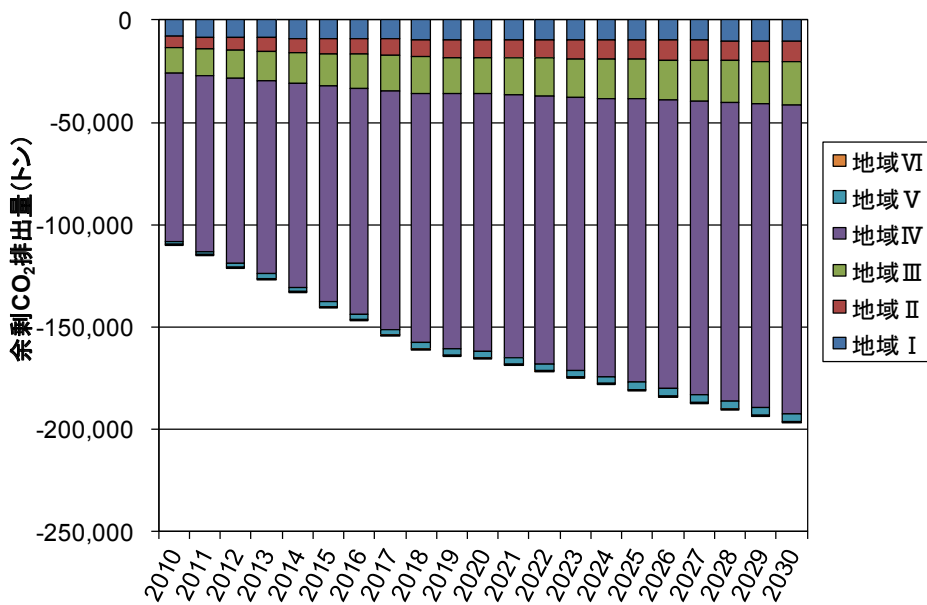


図 S7 XPS 3 種を高性能 GW 16K に代替する際に発生する地域別△CO₂ 排出量推移

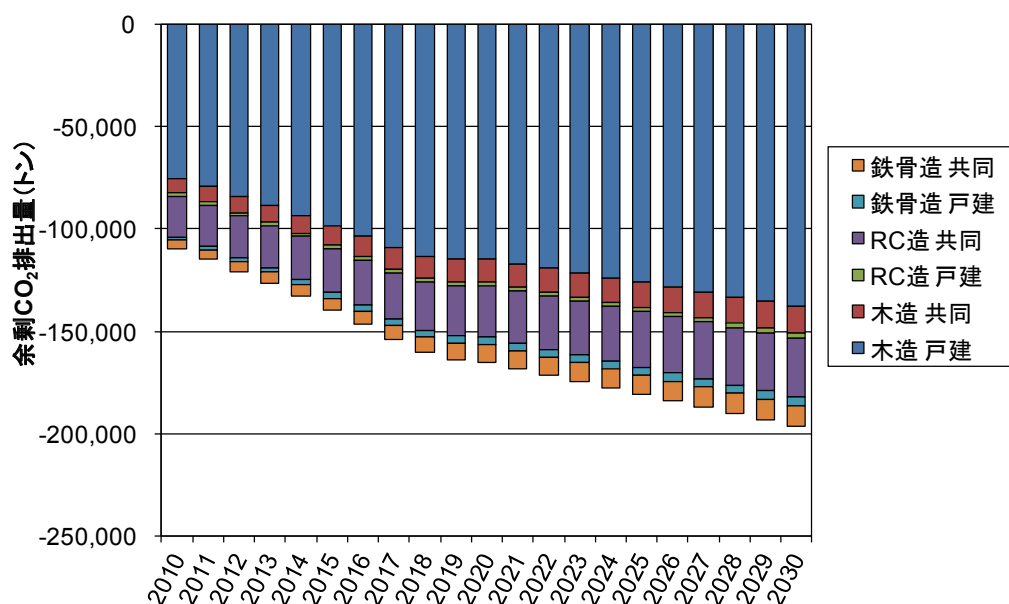


図 S8 XPS 3 種を高性能 GW 16K に代替する際に発生する住宅種類別・工法別 Δ CO₂ 排出量推移

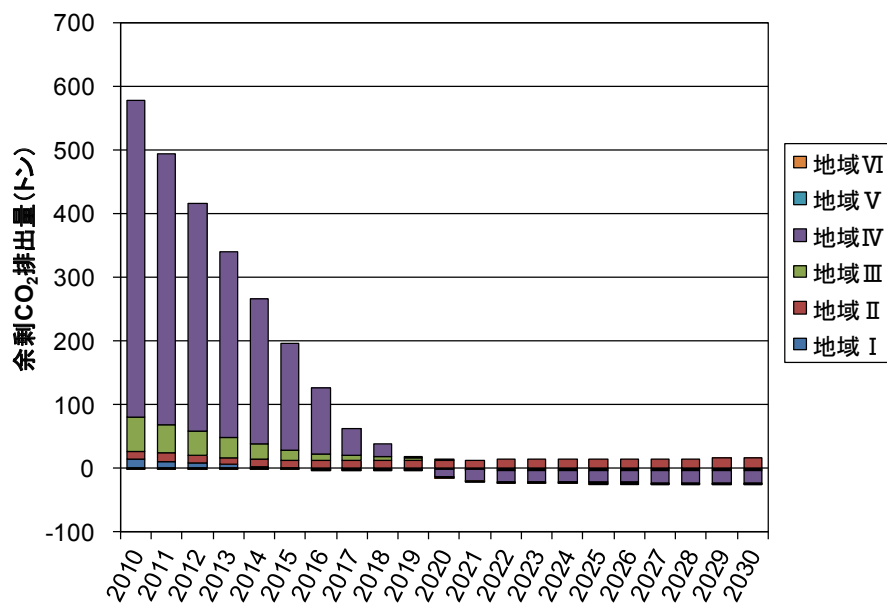


図 S9 XPS 3 種を PUR 2 種 3 号に代替する際に発生する地域別 Δ CO₂ 排出量推移

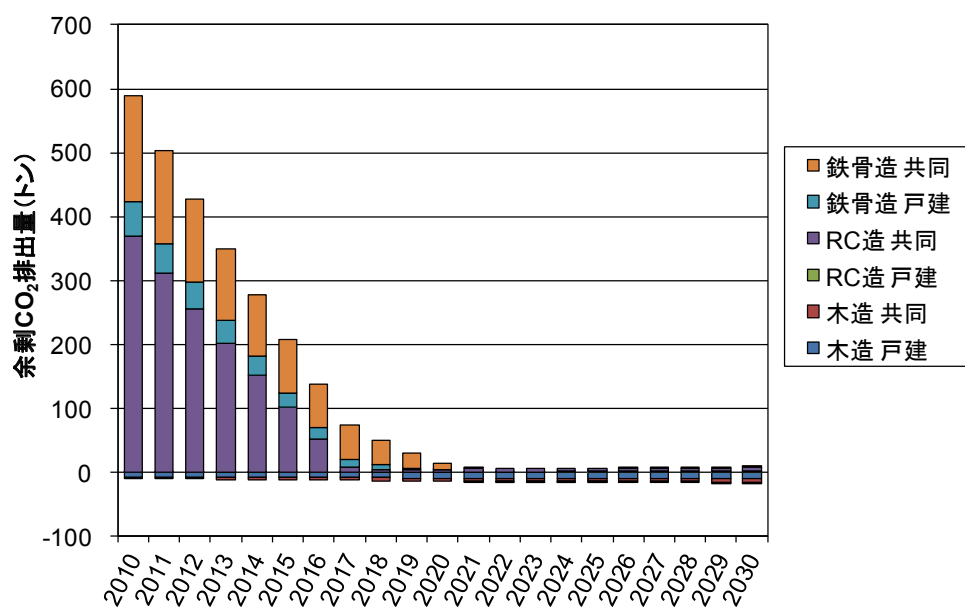


図 S10 XPS 3 種を PUR 2 種 3 号に代替する際に発生する住宅種類別・工法別 Δ CO₂ 排出量推移

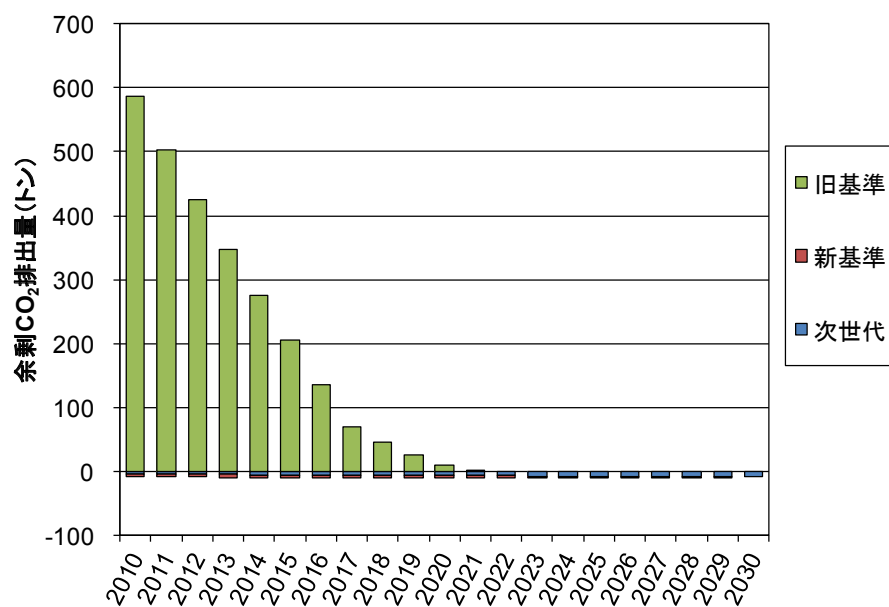


図 S11 XPS 3 種を PUR 2 種 3 号に代替する際に発生する省エネ基準住宅別 Δ CO₂ 排出量推移

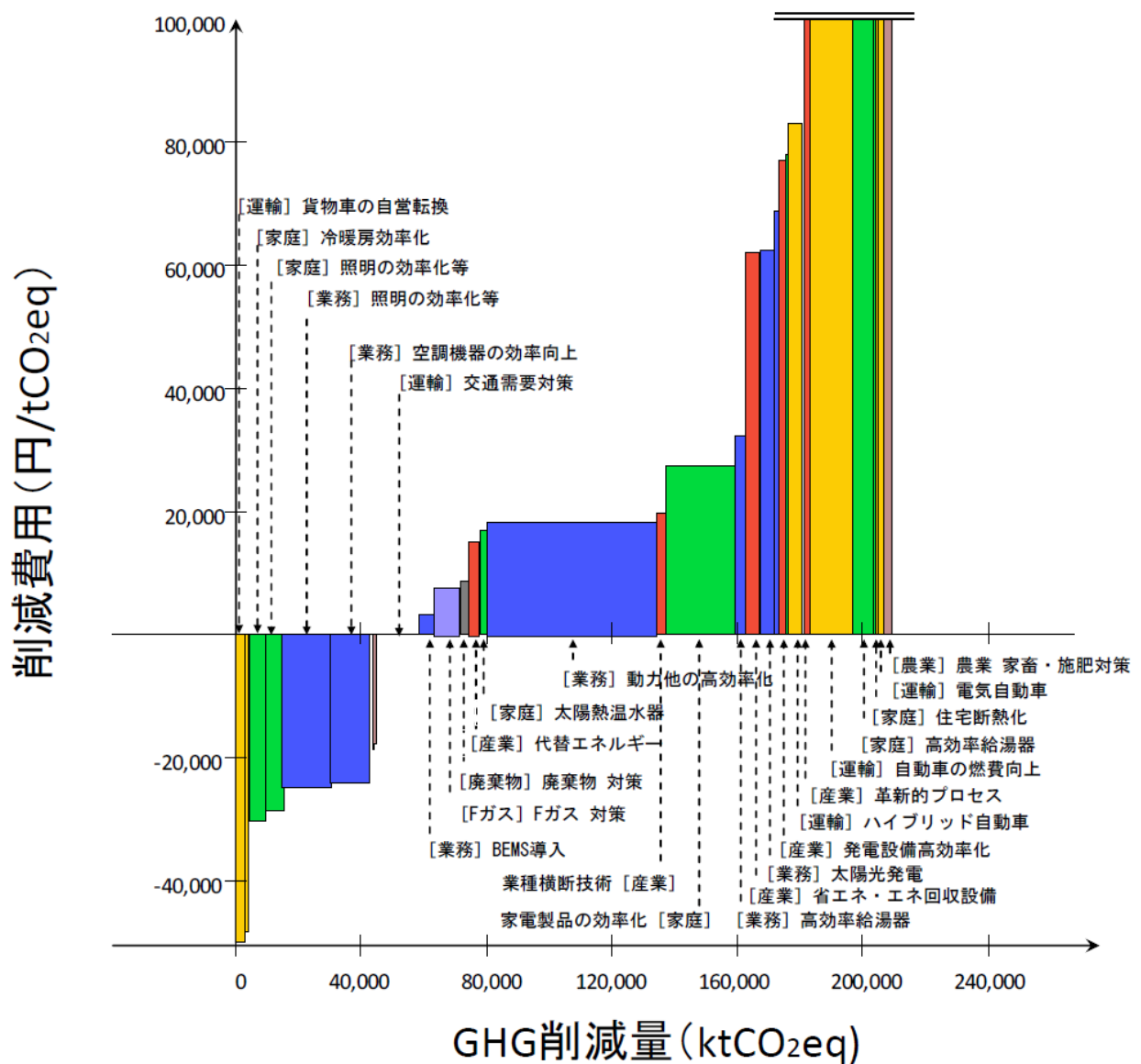


図 S12 国立環境研究所による限界削減費用曲線（90 年比▲7%モデル）

表 S1 次世代省エネ基準を満たす GW 16K と XPS 3 種の単位面積当たりコスト差

住宅の種類	断熱材の 施工法	部位		単位面積当たり△コスト(円/m ²)					
				地域の区分					
				I	II	III	IV	V	VI
鉄筋コンクリート造等の住宅	内断熱工法	屋根又は天井		0	45	55	55	55	55
		壁		65	90	125	125	125	165
		床	外気に接する部分	20	50	75	75	75	-
			その他の部分	70	90	105	105	105	-
		土間床等の外周	外気に接する部分	95	110	140	140	140	-
			その他の部分	155	160	170	170	170	-
	外断熱工法	屋根または天井		30	70	80	80	80	80
		壁		90	105	135	135	135	165
		床	外気に接する部分	70	90	105	105	105	-
			その他の部分	-	-	-	-	-	-
		土間床等の外周	外気に接する部分	95	110	140	140	140	-
			その他の部分	155	160	170	170	170	-
木造の住宅	充填断熱工法	屋根又は天井	屋根	-150	-50	-50	-50	-50	-50
			天井	-105	-20	-20	-20	-20	-20
			壁	15	70	70	70	70	70
		床	外気に接する部分	-80	-80	15	15	15	-
			その他の部分	15	15	70	70	70	-
		土間床等の外周	外気に接する部分	5	5	95	95	95	-
			その他の部分	120	120	155	155	155	-
			その他の部分	120	120	155	155	155	-
枠組壁工法の住宅	充填断熱工法	屋根又は天井	屋根	-150	-50	-50	-50	-50	-50
			天井	-105	-20	-20	-20	-20	-20
			壁	0	65	65	65	65	65
		床	外気に接する部分	-30	-30	25	25	25	25
			その他の部分	25	25	80	80	80	-
		土間床等の外周部	外気に接する部分	5	5	95	95	95	-
			その他の部分	120	120	155	155	155	-
			その他の部分	120	120	155	155	155	-
木造、枠組壁工法又は鉄筋骨造の住宅	外断熱(外張断熱)工法	屋根又は天井		-105	-20	-20	-20	-20	-20
		壁		35	95	95	95	95	95
		床	外気に接する部分	-10	-10	55	55	55	-
			その他の部分	-	-	-	-	-	-
		土間床等の外周部	外気に接する部分	5	5	95	95	95	-
			その他の部分	120	120	155	155	155	-
			その他の部分	120	120	155	155	155	-
			その他の部分	120	120	155	155	155	-

表 S2 新省エネ基準を満たす GW 16K と XPS 3 種の単位面積当たりコスト差

断熱材の 施工法	部位		単位面積当たり△コスト(円/m ²)					
			地域の区分					
			I	II	III	IV	V	VI
気密住宅	屋根又は天井		-35	95	120	120	120	55
	壁		60	135	135	140	155	165
	床	外気に接する部分	-5	90	90	130	145	-
		その他の部分	60	130	130	155	165	-
	土間床等 の外周	外気に接する部分	75	175	175	-	-	-
		その他の部分	150	-	-	-	-	-
気密住宅に しない場合	屋根または天井		-	40	90	90	90	80
	壁		-	90	90	120	145	165
	床	外気に接する部分	-	20	20	100	125	-
		その他の部分	-	90	90	135	155	-
	土間床等 の外周	外気に接する部分	-	110	110	-	-	-
		その他の部分	-	165	165	-	-	-

表 S3 旧省エネ基準を満たす GW 16K と XPS 3 種の単位面積当たりコスト差

断熱材の 施工法	部位		単位面積当たり△コスト(円/m ²)					
			地域の区分					
			I	II	III	IV	V	VI
在来住宅	屋根又は天井		45	120	140	120	155	-
	壁	真壁造で断熱材を施工	-	130	145	-	-	-
		大壁造で断熱材を施工	75	140	150	140	-	-
	床	外気に接する部分	50	140	150	130	-	-
		その他の部分	75	145	155	155	-	-
鉄筋コンクリート 造又は、組積造 その他これらに類 する住宅	屋根または天井		120	145	145	90	155	-
	壁		130	150	160	120	-	-
	床	外気に接する部分	120	155	165	100	-	-
		その他の部分	140	160	175	135	-	-

表 S4 次世代省エネ基準を満たす PUR 2 種 3 号と XPS 3 種の単位面積当たりコスト差

住宅の種類	断熱材の 施工法	部位		単位面積当たり△コスト(円/m ²)					
				地域の区分					
				I	II	III	IV	V	VI
鉄筋コンク リート造等 の住宅	内断熱 工法	屋根又は天井		1,620	1,215	1,125	1,125	1,125	1,125
		壁		1,035	810	495	495	495	135
		床	外気に接する部分	1,440	1,170	945	945	945	-
			その他の部分	990	810	675	675	675	-
		土間床等 の外周	外気に接する部分	765	630	360	360	360	-
			その他の部分	225	180	90	90	90	-
	外断熱 工法	屋根または天井		1,350	990	900	900	900	900
		壁		810	675	405	405	405	135
		床	外気に接する部分	990	810	675	675	675	-
			その他の部分	-	-	-	-	-	-
		土間床等 の外周	外気に接する部分	765	630	360	360	360	-
			その他の部分	225	180	90	90	90	-
木造の住宅	充填断熱 工法	屋根又は 天井	屋根	2,971	2,071	2,071	2,071	2,071	2,071
			天井	2,566	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800
		壁		1,485	990	990	990	990	990
		床	外気に接する部分	2,341	2,341	1,485	1,485	1,485	-
			その他の部分	1,485	1,485	990	990	990	-
		土間床等 の外周	外気に接する部分	1,575	1,575	765	765	765	-
			その他の部分	540	540	225	225	225	-
枠組壁工法 の住宅	充填断熱 工法	屋根又は 天井	屋根	2,971	2,071	2,071	2,071	2,071	2,071
			天井	2,566	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800
		壁		1,620	1,035	1,035	1,035	1,035	1,035
		床	外気に接する部分	1,890	1,890	1,395	1,395	1,395	1,395
			その他の部分	1,395	1,395	900	900	900	-
		土間床等 の外周部	外気に接する部分	1,575	1,575	765	765	765	-
			その他の部分	540	540	225	225	225	-
木造、枠組 壁工法又は 鉄筋骨造の 住宅	外断熱 (外張断熱) 工法	屋根又は天井		2,566	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800
		壁		1,305	765	765	765	765	765
		床	外気に接する部分	1,710	1,710	1,125	1,125	1,125	-
			その他の部分	-	-	-	-	-	-
		土間床等 の外周部	外気に接する部分	1,575	1,575	765	765	765	-
			その他の部分	540	540	225	225	225	-

表 S5 新省エネ基準を満たす PUR 2 種 3 号と XPS 3 種の単位面積当たりコスト差

断熱材の 施工法	部位		単位面積当たり△コスト(円/m ²)					
			地域の区分					
			I	II	III	IV	V	VI
気密住宅	屋根又は天井		1,935	765	540	540	540	1,125
	壁		1,080	405	405	360	225	135
	床	外気に接する部分	1,665	810	810	450	315	-
		その他の部分	1,080	450	450	225	135	-
	土間床等 の外周	外気に接する部分	945	45	45	-	-	-
		その他の部分	270	-	-	-	-	-
気密住宅に しない場合	屋根または天井		-	1,260	810	810	810	900
	壁		-	810	810	540	315	135
	床	外気に接する部分	-	1,440	1,440	720	495	-
		その他の部分	-	810	810	405	225	-
	土間床等 の外周	外気に接する部分	-	630	630	-	-	-
		その他の部分	-	135	135	-	-	-

表 S6 旧省エネ基準を満たす PUR 2 種 3 号と XPS 3 種の単位面積当たりコスト差

断熱材の 施工法	部位		単位面積当たり△コスト(円/m ²)					
			地域の区分					
			I	II	III	IV	V	VI
在来住宅	屋根又は天井		1,215	540	360	540	225	-
	壁	真壁造で断熱材を施工	-	450	315	-	-	-
		大壁造で断熱材を施工	945	360	270	360	-	-
	床	外気に接する部分	1,170	360	270	450	-	-
		その他の部分	945	315	225	225	-	-
鉄筋コンクリート 造又は、組積造 その他これらに類 する住宅	屋根または天井		540	315	315	810	225	-
	壁		450	270	180	540	-	-
	床	外気に接する部分	540	225	135	720	-	-
		その他の部分	360	180	45	405	-	-

表 S7 断熱材の製造時における CO₂ 排出原単位

断熱材種 類	CO ₂ 排出原 単位 (kg-CO ₂ /kg)	備考
ガラス繊 維	2.033	国内波及効果の み
	2.380	海外波及効果含 む
発泡プラ スチック 製品	2.533	国内波及効果の み
	3.147	海外波及効果含 む

表 S8 断熱材の輸送 (流通) に係わる CO₂ 排出原単位

断熱材種 類	CO ₂ 排出原 単位 (kg-CO ₂ /kg)	備考
ガラス繊 維	0.118	国内波及効果の み
	0.131	海外波及効果含 む
発泡プラ スチック 製品	0.136	国内波及効果の み
	0.155	海外波及効果含 む

断熱材	発泡剤種類	GWP	発泡剤使用量 (g-CO ₂ /kg-断熱材)
XPS	炭化水素	3.50	35.70
PUR	水	2.44	12.20

住宅の種類	断熱材の 施工法	部位		単位面積当たり△CO ₂ 排出量(kg-CO ₂ /m ²)					
				地域の区分					
				I	II	III	IV	V	VI
鉄筋コンクリート造等の住宅	内断熱 工法	屋根又は天井		-4.90	-3.51	-3.20	-3.20	-3.20	-3.20
		壁		-2.90	-2.12	-1.04	-1.04	-1.04	0.19
		床	外気に接する部分	-4.28	-3.36	-2.59	-2.59	-2.59	-
			その他の部分	-2.74	-2.12	-1.66	-1.66	-1.66	-
		土間床等の外周	外気に接する部分	-1.97	-1.51	-0.58	-0.58	-0.58	-
			その他の部分	-0.12	0.04	0.35	0.35	0.35	-
	外断熱 工法	屋根または天井		-3.98	-2.74	-2.43	-2.43	-2.43	-2.43
		壁		-2.12	-1.66	-0.73	-0.73	-0.73	0.19
		床	外気に接する部分	-2.74	-2.12	-1.66	-1.66	-1.66	-
			その他の部分	-	-	-	-	-	-
		土間床等の外周	外気に接する部分	-1.97	-1.51	-0.58	-0.58	-0.58	-
			その他の部分	-0.12	0.04	0.35	0.35	0.35	-
木造の住宅	充填断熱 工法	屋根又は天井	屋根	-9.53	-6.45	-6.45	-6.45	-6.45	-6.45
			天井	-8.14	-5.52	-5.52	-5.52	-5.52	-5.52
			壁	-4.44	-2.74	-2.74	-2.74	-2.74	-2.74
		床	外気に接する部分	-7.37	-7.37	-4.44	-4.44	-4.44	-
			その他の部分	-4.44	-4.44	-2.74	-2.74	-2.74	-
		土間床等の外周	外気に接する部分	-4.75	-4.75	-1.97	-1.97	-1.97	-
			その他の部分	-1.20	-1.20	-0.12	-0.12	-0.12	-
			枠組壁工法の住宅	充填断熱 工法	屋根又は天井	屋根	-9.53	-6.45	-6.45
天井	-8.14	-5.52				-5.52	-5.52	-5.52	-5.52
壁	-4.90	-2.90				-2.90	-2.90	-2.90	-2.90
床	外気に接する部分	-5.83			-5.83	-4.13	-4.13	-4.13	-4.13
	その他の部分	-4.13			-4.13	-2.43	-2.43	-2.43	-
土間床等の外周部	外気に接する部分	-4.75			-4.75	-1.97	-1.97	-1.97	-
	その他の部分	-1.20	-1.20	-0.12	-0.12	-0.12	-		
木造、枠組壁工法又は鉄筋骨造の住宅	外断熱 (外張断熱) 工法	屋根又は天井		-8.14	-5.52	-5.52	-5.52	-5.52	-5.52
		壁		-3.82	-1.97	-1.97	-1.97	-1.97	-1.97
		床	外気に接する部分	-5.21	-5.21	-3.20	-3.20	-3.20	-
			その他の部分	-	-	-	-	-	-
		土間床等の外周部	外気に接する部分	-4.75	-4.75	-1.97	-1.97	-1.97	-
			その他の部分	-1.20	-1.20	-0.12	-0.12	-0.12	-

表 S11 新省エネ基準を満たす高性能 GW 16K と XPS 3 種の単位面積当たり CO₂ 排出量差

断熱材の 施工法	部位		単位面積当たり△CO ₂ 排出量(kg-CO ₂ /m ²)					
			地域の区分					
			I	II	III	IV	V	VI
気密住宅	屋根又は天井		-5.98	-1.97	-1.20	-1.20	-1.20	-3.20
	壁		-3.05	-0.73	-0.73	-0.58	-0.12	0.19
	床	外気に接する部分	-5.06	-2.12	-2.12	-0.89	-0.43	-
		その他の部分	-3.05	-0.89	-0.89	-0.12	0.19	-
	土間床等 の外周	外気に接する部分	-2.59	0.50	0.50	-	-	-
		その他の部分	-0.27	-	-	-	-	-
気密住宅に しない場合	屋根または天井		-	-3.67	-2.12	-2.12	-2.12	-2.43
	壁		-	-2.12	-2.12	-1.20	-0.43	0.19
	床	外気に接する部分	-	-4.28	-4.28	-1.81	-1.04	-
		その他の部分	-	-2.12	-2.12	-0.73	-0.12	-
	土間床等 の外周	外気に接する部分	-	-1.51	-1.51	-	-	-
		その他の部分	-	0.19	0.19	-	-	-

表 S12 旧省エネ基準を満たす高性能 GW 16K と XPS 3 種の単位面積当たり CO₂ 排出量差

断熱材の 施工法	部位		単位面積当たり△CO ₂ 排出量(kg-CO ₂ /m ²)					
			地域の区分					
			I	II	III	IV	V	VI
在来住宅	屋根又は天井		-3.51	-1.20	-0.58	-1.20	-0.12	-
	壁	真壁造で断熱材を施工	-	-0.89	-0.43	-	-	-
		大壁造で断熱材を施工	-2.59	-0.58	-0.27	-0.58	-	-
	床	外気に接する部分	-3.36	-0.58	-0.27	-0.89	-	-
		その他の部分	-2.59	-0.43	-0.12	-0.12	-	-
鉄筋コンクリート 造又は、組積造 その他これらに類 する住宅	屋根または天井		-1.20	-0.43	-0.43	-2.12	-0.12	-
	壁		-0.89	-0.27	0.04	-1.20	-	-
	床	外気に接する部分	-1.20	-0.12	0.19	-1.81	-	-
		その他の部分	-0.58	0.04	0.50	-0.73	-	-

表 S13 次世代省エネ基準を満たす PUR 2 種 3 号と XPS 3 種の単位面積当たり CO₂ 排出量差

住宅の種類	断熱材の 施工法	部位		単位面積当たり△CO ₂ 排出量(kg-CO ₂ /m ²)					
				地域の区分					
				I	II	III	IV	V	VI
鉄筋コンク リート造等 の住宅	内断熱 工法	屋根又は天井		-1.34	-1.00	-0.93	-0.93	-0.93	-0.93
		壁		-0.86	-0.67	-0.41	-0.41	-0.41	-0.11
		床	外気に接する部分	-1.19	-0.97	-0.78	-0.78	-0.78	-
			その他の部分	-0.82	-0.67	-0.56	-0.56	-0.56	-
		土間床等 の外周	外気に接する部分	-0.63	-0.52	-0.30	-0.30	-0.30	-
			その他の部分	-0.19	-0.15	-0.07	-0.07	-0.07	-
	外断熱 工法	屋根または天井		-1.12	-0.82	-0.74	-0.74	-0.74	-0.74
		壁		-0.67	-0.56	-0.33	-0.33	-0.33	-0.11
		床	外気に接する部分	-0.82	-0.67	-0.56	-0.56	-0.56	-
			その他の部分	-	-	-	-	-	-
		土間床等 の外周	外気に接する部分	-0.63	-0.52	-0.30	-0.30	-0.30	-
			その他の部分	-0.19	-0.15	-0.07	-0.07	-0.07	-
木造の住宅	充填断熱 工法	屋根又は 天井	屋根	-2.45	-1.71	-1.71	-1.71	-1.71	-1.71
			天井	-2.12	-1.49	-1.49	-1.49	-1.49	-1.49
		壁		-1.23	-0.82	-0.82	-0.82	-0.82	-0.82
		床	外気に接する部分	-1.93	-1.93	-1.23	-1.23	-1.23	-
			その他の部分	-1.23	-1.23	-0.82	-0.82	-0.82	-
		土間床等 の外周	外気に接する部分	-1.30	-1.30	-0.63	-0.63	-0.63	-
			その他の部分	-0.45	-0.45	-0.19	-0.19	-0.19	-
		枠組壁工法 の住宅	充填断熱 工法	屋根又は 天井	屋根	-2.45	-1.71	-1.71	-1.71
天井	-2.12				-1.49	-1.49	-1.49	-1.49	-1.49
壁				-1.34	-0.86	-0.86	-0.86	-0.86	-0.86
床	外気に接する部分			-1.56	-1.56	-1.15	-1.15	-1.15	-1.15
	その他の部分			-1.15	-1.15	-0.74	-0.74	-0.74	-
土間床等 の外周部	外気に接する部分			-1.30	-1.30	-0.63	-0.63	-0.63	-
	その他の部分			-0.45	-0.45	-0.19	-0.19	-0.19	-
木造、枠組 壁工法又は 鉄筋骨造の 住宅	外断熱 (外張断熱) 工法			屋根又は天井		-2.12	-1.49	-1.49	-1.49
		壁		-1.08	-0.63	-0.63	-0.63	-0.63	-0.63
		床	外気に接する部分	-1.41	-1.41	-0.93	-0.93	-0.93	-
			その他の部分	-	-	-	-	-	-
		土間床等 の外周部	外気に接する部分	-1.30	-1.30	-0.63	-0.63	-0.63	-
			その他の部分	-0.45	-0.45	-0.19	-0.19	-0.19	-

表 S14 新省エネ基準を満たす PUR 2 種 3 号と XPS 3 種の単位面積当たり CO₂ 排出量差

断熱材の 施工法	部位		単位面積当たり Δ CO ₂ 排出量(kg-CO ₂ /m ²)					
			地域の区分					
			I	II	III	IV	V	VI
気密住宅	屋根又は天井		-1.60	-0.63	-0.45	-0.45	-0.45	-0.93
	壁		-0.89	-0.33	-0.33	-0.30	-0.19	-0.11
	床	外気に接する部分	-1.38	-0.67	-0.67	-0.37	-0.26	-
		その他の部分	-0.89	-0.37	-0.37	-0.19	-0.11	-
	土間床等 の外周	外気に接する部分	-0.78	-0.04	-0.04	-	-	-
		その他の部分	-0.22	-	-	-	-	-
気密住宅に しない場合	屋根または天井		-	-1.04	-0.67	-0.67	-0.67	-0.74
	壁		-	-0.67	-0.67	-0.45	-0.26	-0.11
	床	外気に接する部分	-	-1.19	-1.19	-0.59	-0.41	-
		その他の部分	-	-0.67	-0.67	-0.33	-0.19	-
	土間床等 の外周	外気に接する部分	-	-0.52	-0.52	-	-	-
		その他の部分	-	-0.11	-0.11	-	-	-

表 S15 旧省エネ基準を満たす PUR 2 種 3 号と XPS 3 種の単位面積当たり CO₂ 排出量差

断熱材の 施工法	部位		単位面積当たり $\angle$ CO ₂ 排出量(kg-CO ₂ /m ²)					
			地域の区分					
			I	II	III	IV	V	VI
在来住宅	屋根又は天井		-1.00	-0.45	-0.30	-0.45	-0.19	-
	壁	真壁造で断熱材を施工	-	-0.37	-0.26	-	-	-
		大壁造で断熱材を施工	-0.78	-0.30	-0.22	-0.30	-	-
	床	外気に接する部分	-0.97	-0.30	-0.22	-0.37	-	-
		その他の部分	-0.78	-0.26	-0.19	-0.19	-	-
鉄筋コンクリート 造又は、組積造 その他これらに類 する住宅	屋根または天井		-0.45	-0.26	-0.26	-0.67	-0.19	-
	壁		-0.37	-0.22	-0.15	-0.45	-	-
	床	外気に接する部分	-0.45	-0.19	-0.11	-0.59	-	-
		その他の部分	-0.30	-0.15	-0.04	-0.33	-	-

表 S16 地域別 1 住宅当たり Δ コスト (XPS 3 種を高性能 GW 16K に代替した場合)

[illegible]

表 S17 地域別 1 住宅当たり / コスト (XPS 3 種を PUR 2 種 3 号に代替した場合)

[illegible]表 S18 地域別 1 住宅当たり Δ CO₂ 排出量 (XPS 3 種を高性能 GW 16K に代替した場合)[illegible]

表 S19 地域別 1 住宅当たり ΔCO_2 排出量 (XPS 3 種を PUR 2 種 3 号に代替した場合)

[illegible]

表 S20 工法別・地域別次世代省エネ基準適合割合の推移

次世代省エネ基準		全住宅	木造	鉄骨	RC造
全国	2001	11.4%	9.7%	18.0%	3.5%
	2002	14.1%	10.3%	28.5%	4.9%
	2003	16.9%	11.1%	40.9%	3.4%
	2004	18.6%	12.1%	46.4%	7.2%
I	2003	22.8%	21.0%	66.8%	50.0%
	2004	22.6%	21.1%	65.0%	25.7%
II	2003	17.0%	16.4%	23.6%	0.0%
	2004	17.6%	16.6%	29.0%	0.0%
III	2003	21.5%	18.4%	37.9%	6.7%
	2004	20.7%	17.3%	40.2%	12.5%
IV	2003	16.6%	9.9%	38.9%	0.1%
	2004	18.8%	11.3%	45.2%	6.7%
V	2003	11.7%	4.0%	47.6%	0.0%
	2004	10.8%	4.5%	52.9%	0.0%

表 S21 工法別・地域別新省エネ基準適合割合の推移

新省エネ基準		全住宅	木造	鉄骨	RC造
全国	2001	55.0%	52.8%	63.6%	41.1%
	2002	54.6%	54.9%	54.2%	40.8%
	2003	51.9%	54.4%	43.2%	39.9%
	2004	49.2%	52.3%	36.9%	46.7%
I	2003	42.0%	42.8%	24.4%	0.0%
	2004	39.5%	40.1%	26.0%	25.7%
II	2003	46.0%	47.0%	37.7%	28.6%
	2004	46.4%	47.5%	35.0%	40.0%
III	2003	43.7%	44.2%	41.7%	25.0%
	2004	40.9%	41.9%	35.5%	25.0%
IV	2003	54.8%	58.2%	44.1%	39.7%
	2004	51.9%	56.1%	36.8%	47.2%
V	2003	39.9%	40.4%	35.8%	54.4%
	2004	36.5%	37.5%	27.9%	60.9%