

壁紙LCA研究部会の活動成果

伊坪 徳宏

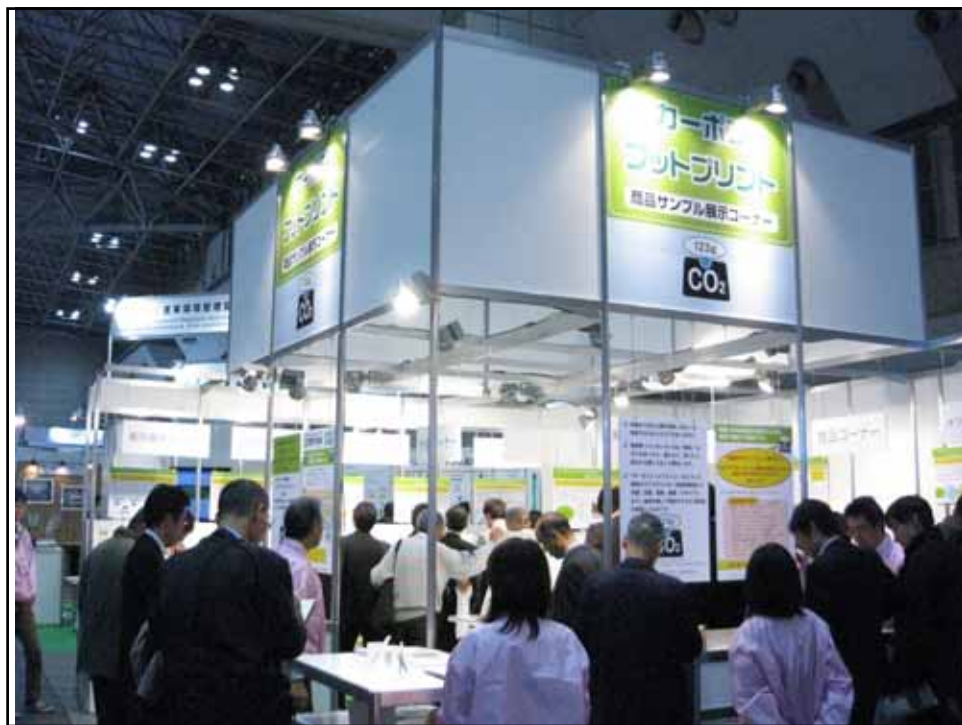
東京都市大学(旧武蔵工業大学)環境情報学部准教授

Itsubo-n@tcu.ac.jp

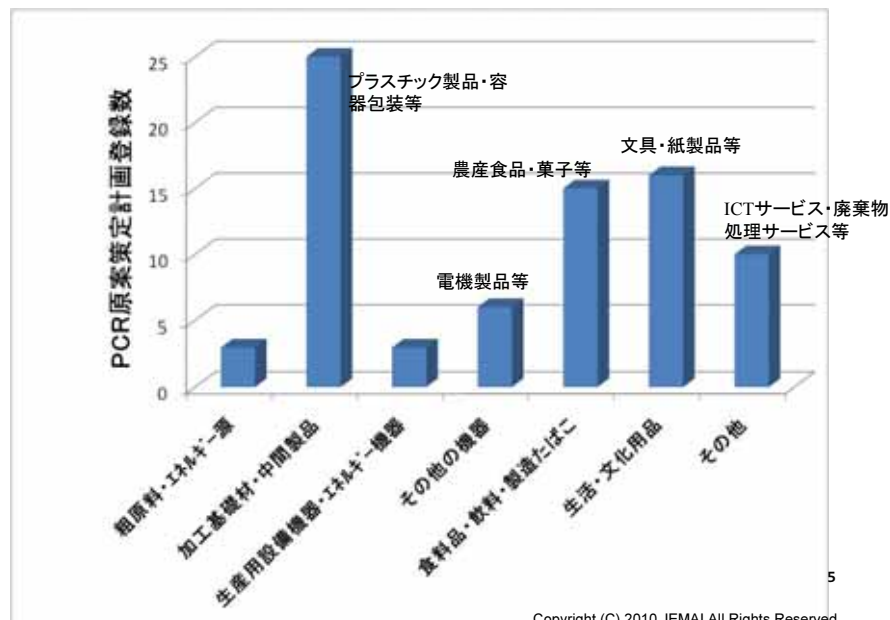
研究室HP: <http://www.yc.tcu.ac.jp/~itsubo-lab>

東京都市大学 伊坪徳宏研究室





PCR策定登録状況(平成21年度CFP制度試行事業)

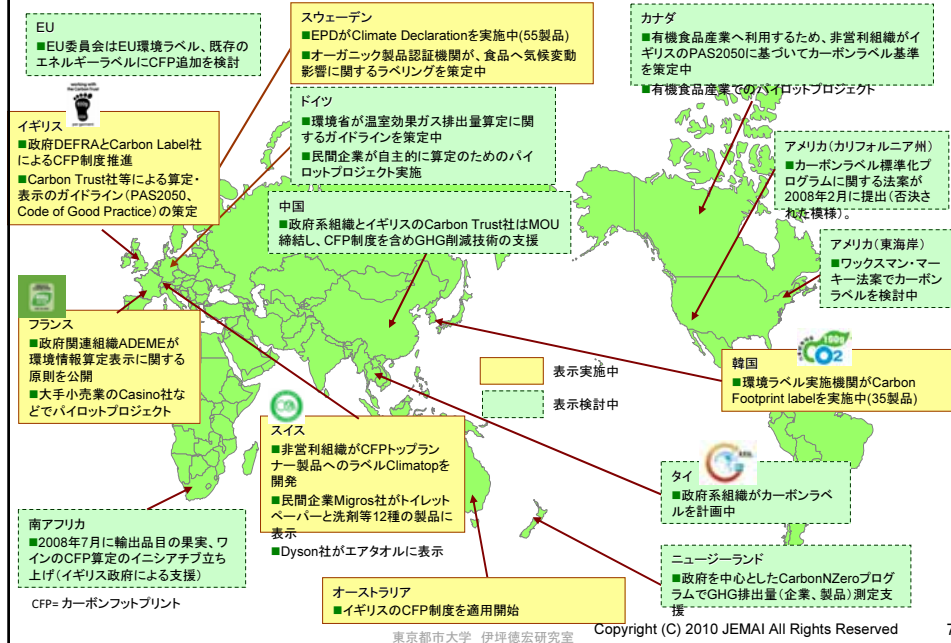


カーボンフットプリント事業(経済産業省)



91製品のCFPが公開

世界各国の政府・民間でのカーボンフットプリントの動き



7

カーボンフットプリント(カーボン削減)ラベルの例



カタログへの表示(Continental Clothing社のTシャツ)
 (出典)Continental Clothing社ホームページ



パッケージへの表示(Walkers社ポテトチップ)
 (出典)Working with PepsiCo and Walkers, カーボントラスト社



©JEMAI 2009/ CI

ポスターへの表示(小売Boots社シャンプー)
 (出典)Boots社CSR報告書



ウェブサイトでの表示(ウェブ金融サービスHalifax社)
 (出典)Working with HBOS, カーボントラスト社

8

本年中に500製品を目指す TESCO



©JEMAI 2

9

東京都市大学 伊坪徳宏研究室

CASBEE



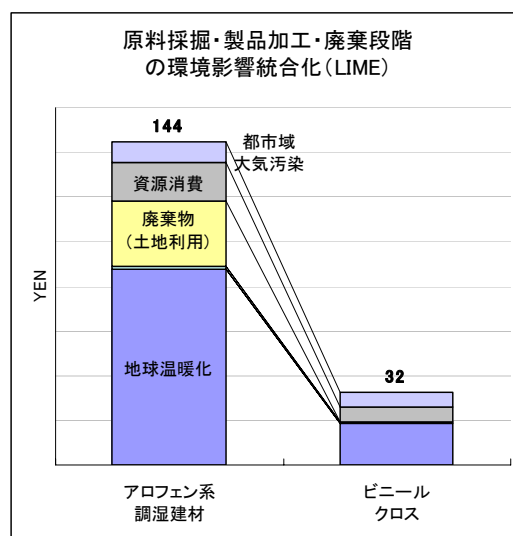
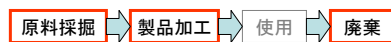
東京都市大学 伊坪徳宏研究室

評価対象

	Case_1	Case_2
製品	アロフェン系調湿建材 (商品分類:内装タイル) 	ビニールクロス 
質量	10kg/m ²	0.45kg/m ²
製品単位	30cm×30cm/枚	—
用途	合板等の下地の上に専用の接着剤を用いて施工し、装飾保護する。	
素材	セラミックス	ポリ塩化ビニル
製品機能	セラミック中の微細な孔が、室内空気中の化学物質や水分を吸着する。	—

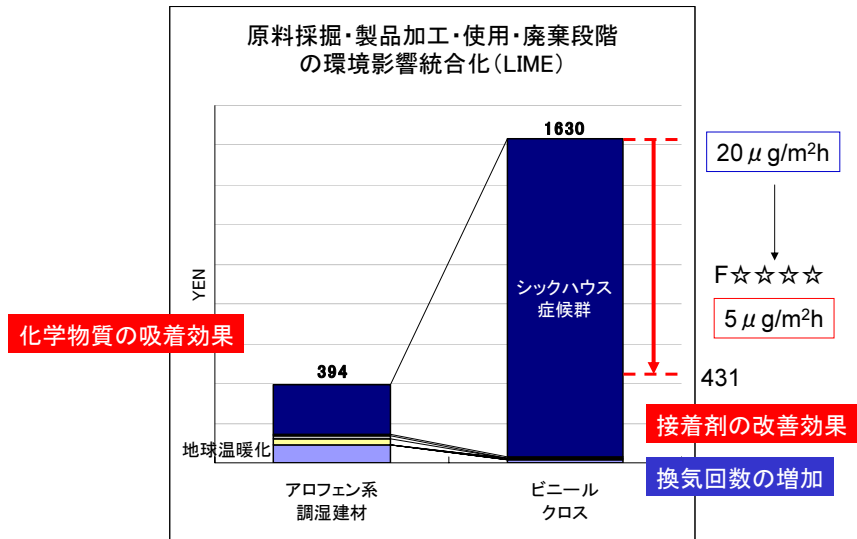
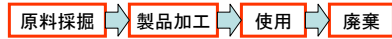
東京都市大学 伊坪徳宏研究室

製造・廃棄段階 - 評価結果



東京都市大学 伊坪徳宏研究室

製造・廃棄段階と使用段階の統合化



東京都市大学 伊坪徳宏研究室

壁紙LCA研究会を組織化

- 目的
 - 以下の視点に注目した壁紙の環境評価を実施
 - ・ ライフサイクルの視点の評価: LCCO₂
 - ・ 室内空気質汚染を含めた環境影響の評価: LCIA
 - 業界代表値を算出する
 - ・ 説得力の高い環境情報を社会に発信
 - ・ 自主的に環境負荷削減の取り組みに活用
- 期待される効果
 - 壁紙の環境影響の低減
 - グリーン購入の促進

東京都市大学 伊坪徳宏研究室

壁紙LCA研究会を組織化

- 目的
 - 以下の視点に注目した壁紙の環境評価を実施
 - ライフサイクルの視点の評価:LCCO₂
 - 室内空気質汚染を含めた環境影響の評価:LCIA
 - 業界代表値を算出する
 - 説得力の高い環境情報を社会に発信
 - 自主的に環境負荷削減の取り組みに活用
- 期待される効果
 - 壁紙の環境影響の低減
 - グリーン購入の促進

東京都市大学 伊坪徳宏研究室

実施手順

- LCA研究会発足(2007年11月)
 - 評価の方針を決定
- LCCO₂の試算(2008年、2009年)
 - 全体プロセスの把握
 - 基礎データの収集
 - 3社データをもとに計算の実施と検証
- 業界代表値の計算(2009年、2010年)
 - 基礎データの収集
 - 8社データをもとに分析

東京都市大学 伊坪徳宏研究室

説明会の様子



平成21年10月29日実施

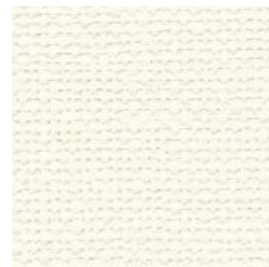
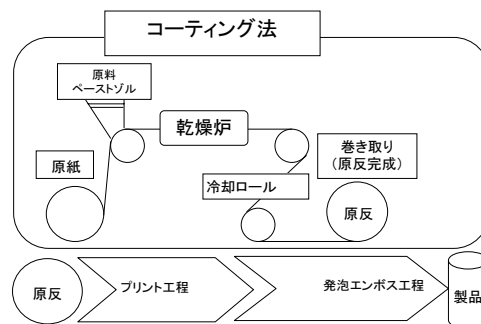
東京都市大学 伊坪徳宏研究室

17

評価対象の設定

- 最も一般的な塩ビ系壁紙を想定
- $1\text{ m}^2=300\text{ g}$ コーティング法で製造したグラビア印刷で無地の発泡エンボス壁紙

塩ビ系壁紙の製造工程(概略)

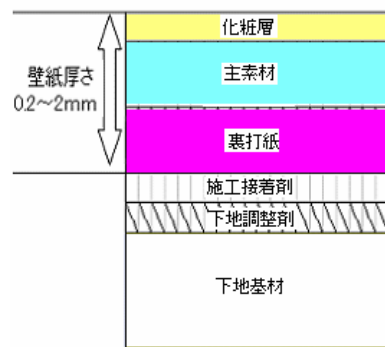


18

東京都市大学 伊坪徳宏研究室

塩ビ系壁紙の構成と組成

構成断面図



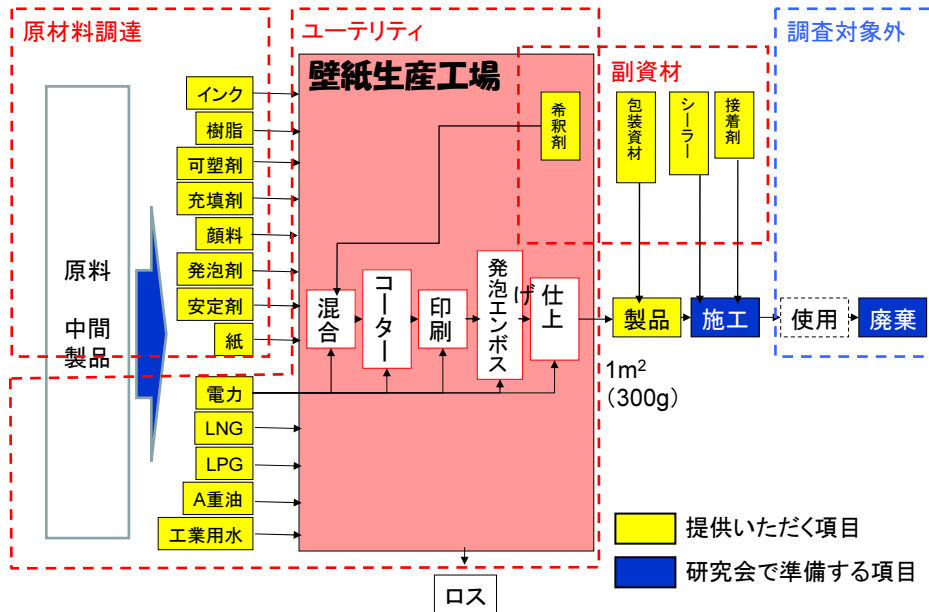
原材料	配合割合 (%)	1㎡あたり 使用量(g)
グラビアインキ	0.79	2.37
塩ビ樹脂	30.70	92.10
可塑剤	16.60	49.80
充填剤	24.90	74.70
顔料	3.88	11.63
発泡剤	1.27	3.80
安定剤	0.96	2.87
裏打紙	20.90	62.73
合計	100.00	300.00

標準的な塩ビ系壁紙の組成

19

東京都市大学 伊坪徳宏研究室

壁紙のライフサイクルフロー

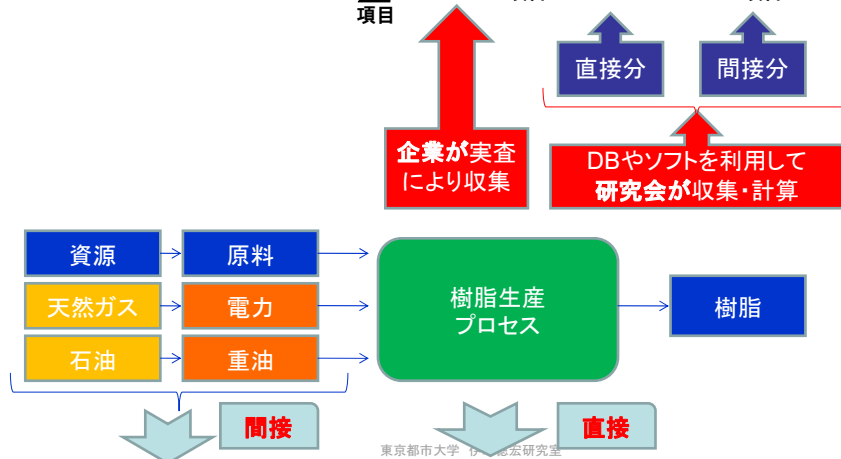


東京都市大学 伊坪徳宏研究室

環境負荷の計算方法

- プロセスの環境負荷量
 - 線形計算で行う。

$$\text{環境負荷} = \sum_{\text{項目}} (\text{入力量}_{\text{項目}} \times \text{排出原単位}_{\text{項目}})$$



計算方法(素材, 壁紙1m²あたり)

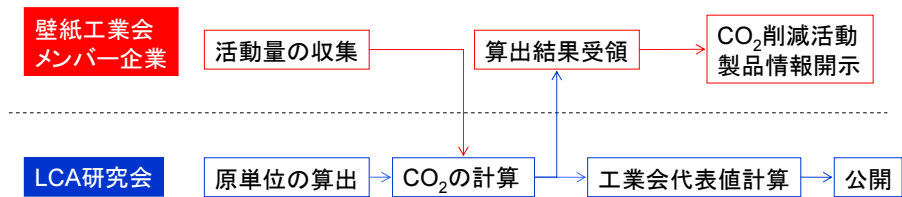
材料	使用量 (g)	原単位 (g-CO ₂ /g)	排出量 (g-CO ₂)
グラビアインキ	7.3	1.95	14.2
塩ビ樹脂	96.0	1.32	126.7
可塑剤	50.2	2.46	123.6
充填剤	79.7	0.00218	0.174
顔料	12.3	7.11	87.7
発泡剤	4.27	4.03	17.2
安定剤	3.17	1.13	3.57
裏打紙	66.4	0.652	43.3

ヒヤリングによる

研究会で準備

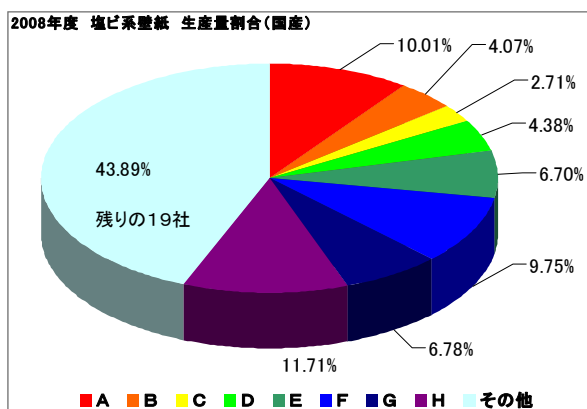
合計: 416.3 g/m²

環境負荷算定のプロセス



東京都市大学 伊坪徳宏研究室

調査対象のメーカーシェア



- ・ A～Hの合計
8社のメーカー
からデータ収集
し、統計的手法
を用いて代表値
を算出

壁紙メーカーは大小 合わせて91社。
うち塩ビ系壁紙は27社が製造。
今回調査した8社ではシェアの56%を占めている。

24

東京都市大学 伊坪徳宏研究室

調査項目の一覧

	材料名	原単位名
素材	グラビアインキ(アクリル樹脂)	印刷インキ
	塩ビ樹脂(PVC)	塩化ビニル樹脂
	可塑剤(DOP)	フタル酸ジオクチル
	充填剤(炭酸カルシウム)	その他無機化学工業製品
	顔料(酸化チタン)	酸化チタン
	発泡剤(アゾジカルボンアミド)	その他有機化学工業製品
	安定剤(亜鉛系高級脂肪酸化合物)	ステアリン酸亜鉛
	裏打ち紙(紙ハルブ)	未晒包装紙

	ユーティリティ名	原単位名
製造ユーティリティ	電力	電力生産
	都市ガス	都市ガス
	A重油	A重油
	工業用水	工業用水の製造
	軽油	軽油
	LPG	LPG

	材料名	原単位名
製造副資材	希釈剤(ノルマルパラフィン)	脂肪族中間物
	包装資材(紙ハルブ)	未晒包装紙(クラフト紙)
	巻き芯(ダンボール)	段ボール箱

	使用車	原単位名
輸送	納入(4トン、7トン、10トン トラック)	軽油
	配達(2トン トラック)	軽油

想定ルート: 製造企業から倉庫(東京)へ納入。その後、発注先へ配達

	材料名	原単位名
施工	酢酸ビニルエマルジョン	酢酸ビニルエマルジョン
	でんぶん	でんぶん
	水	水道水
	特殊アクリルエマルジョン	脂肪族中間物(アクリル系エステル)
	水	水道水
	電気(壁紙用糊付け機)	電力生産

※施工時のロスは15%とし算出

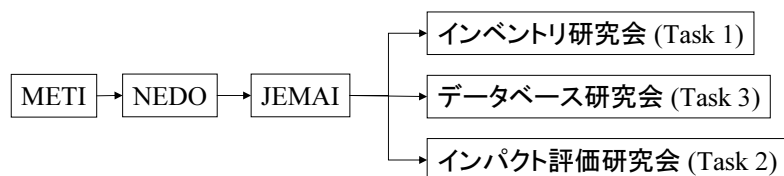
廃棄	焼却、リサイクルは調査中
----	--------------

25

東京都市大学 伊坪徳宏研究室

製品等ライフサイクル環境影響評価技術開発 (LCAプロジェクト)

- 目的
 - 工業会オーソライズのインベントリデータベース(Task 1)
 - 信頼性の高い影響評価手法の開発 (Task 2)
 - 利用性の高いデータベースシステムの開発 (Task 3)
- 予算
 - 総額: 850百万円(1998 - 2003.3)
- 組織構成



東京都市大学 伊坪徳宏研究室

第 I 期LCAプロジェクトの成果概要

データ提供54工業会

No	団体名	No	団体名	No	団体名
1	社団法人日本電機工業会	19	社団法人日本自動車部品工業会	37	日本アクリロニトリル工業会
2	社団法人ビジネス機械・情報システム産業協会	20	日本ゴム工業会	38	印刷インキ工業会
3	板硝子協会	21	社団法人電子情報技術産業協会	39	合成ゴム工業会
4	社団法人日本産業機械工業会	22	社団法人日本鉄鋼連盟	40	日本ABS樹脂工業会
5	電気事業連合会	23	社団法人プラスチック処理促進協会	41	日本肥料アンモニア協会
6	日本化学繊維協会	24	社団法人日本塗料工業会	42	日本エマルジョン工業会
7	社団法人日本自動車工業会	25	カーボンブラック協会	43	日本ソーダ工業会
8	社団法人日本ガス協会	26	クロロカーボン衛生協会	44	メタノール・ホルマリン協会
9	日本製紙連合会	27	合成樹脂工業協会	45	石油化学工業協会内日本メタクリル委員会
10	石油連盟	28	日本酸化チタン工業会	46	石灰石協会
11	情報通信ネットワーク産業協会	29	日本石鹸洗剤工業会	47	社団法人電線総合技術センター
12	社団法人日本化学工業協会	30	塩ビ工業・環境協会	48	社団法人電池工業会
13	社団法人日本アルミニウム協会	31	石油化学工業協会	49	日本チタン協会
14	社団法人セメント協会	32	日本産業ガス協会	50	硝子繊維協会
15	社団法人日本ガス石油機器工業会	33	発泡スチレン工業会	51	財団法人鉄道総合技術研究所
16	社団法人建築業協会	34	硫酸協会	52	普通鋼電炉工業会
17	日本鋁業協会	35	ウレタン原料工業会	53	ステンレス協会
18	耐火物協会	36	エンブラ技術連合会	54	社団法人日本ファインセラミックス協会

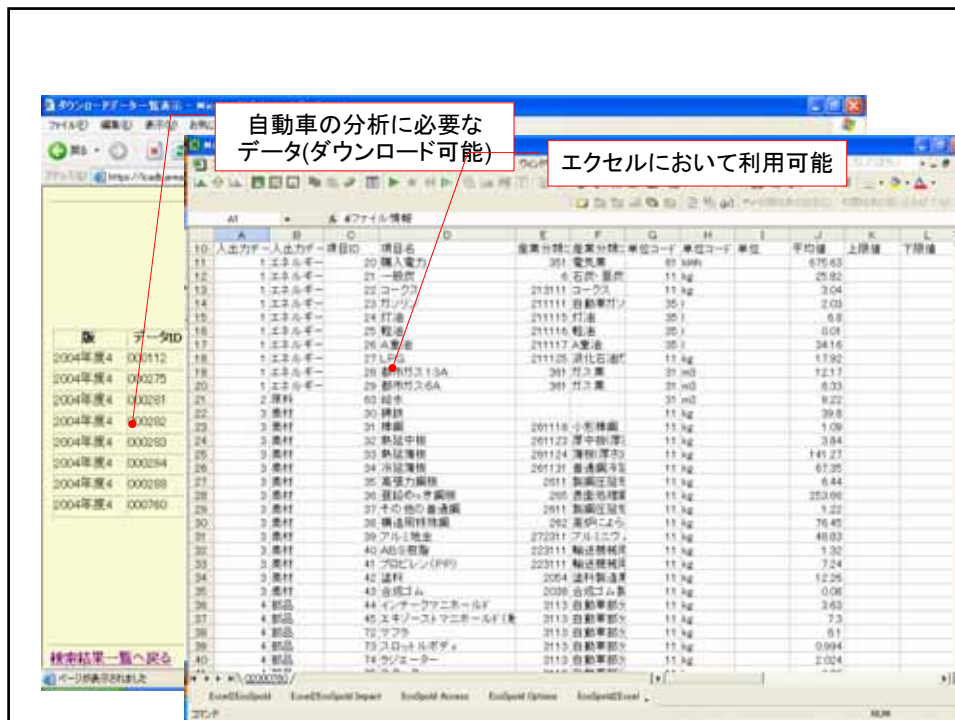
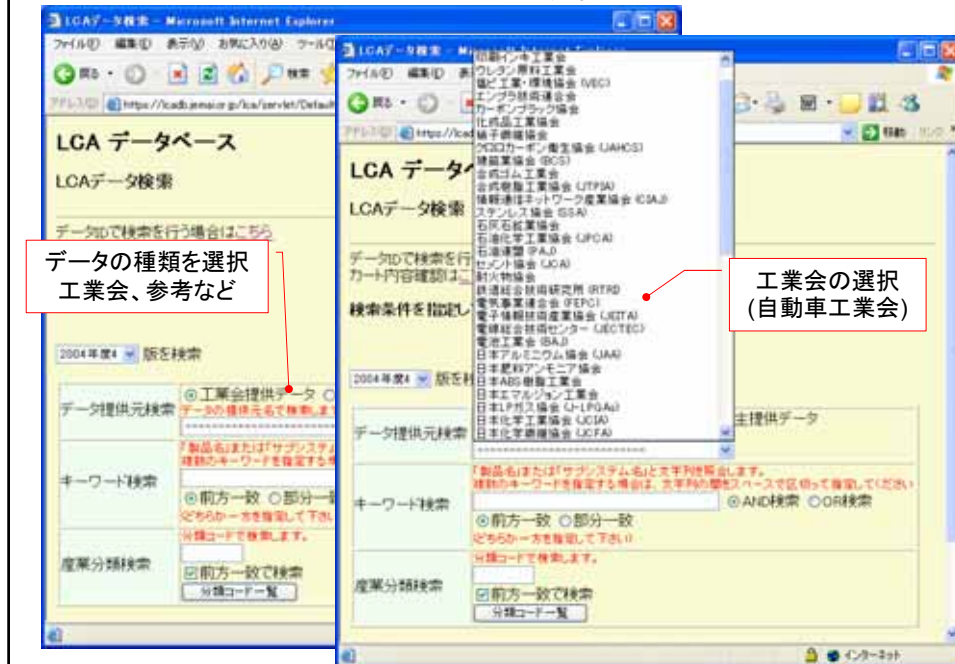
東京都市大学 伊坪徳宏研究室

LCAデータベースの概要と利用方法

The screenshot displays the LCA database website interface. Key elements include:

- www.jemai.or.jp**: The website URL is highlighted in the top left corner.
- LCA日本フォーラム 会員**: A red box highlights the login section for Jemai members.
- インベントリデータ**: A red box highlights the 'Inventory Data' section, which allows users to download data for their own use.
- インパクトデータ**: A red box highlights the 'Impact Data' section, which allows users to download data for their own use.
- LCA関連文献**: A red box highlights the 'LCA Related Literature' section, which allows users to search for and download documents related to LCA.

LCAデータベースの概要と利用方法



例

ポリ塩化ビニル

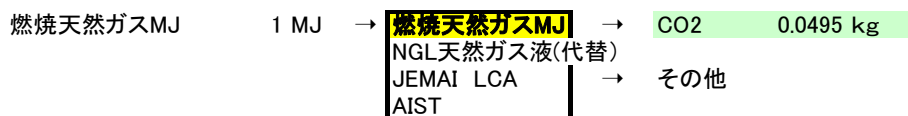
電力	0.29 kWh	→	ポリ塩化 ビニルの製造	→	塩化ビニル樹脂	1 kg
軽油	751.8 kcal	→				
A重油	751.8 kcal	→				
C重油	751.8 kcal	→				
ナフサ	2344.7 kcal	→				
液化石油ガス (LPG)	253.5 kcal	→		→	CO2	1105 g
NGL (天然ガス液)	84.3 kcal	→		→	N2O	0.2 mg
(原料)		→		→	NOx	1.01 g
ナフサ	0.435 kg	→		→	SOx	0.313 g
液化石油ガス (LPG)	0.009 kg	→		→		
NGL (天然ガス液)	0.016 kg	→				
工業塩	0.618 kg	→		→	その他	
酸素ガス (液化酸素含む)	0.124 kg	→				
添加剤	0.007 kg	→				

東京都市大学 伊坪徳宏研究室

電力

軽油	0.2116 mL	→	電力生産	→	電力	1 kWh
重油	10.75 mL	→				
石炭	87.32 g	→			→	CO2 425 g
原油	7.86 mL	→			→	HFC 6.40E-06 g
天然ガス	0.6827 g	→			→	N2O 0.0021 g
COG	0.9761 g	→		JLCA	→	SF6 1.50E-05 g
(コークス炉ガス)		→		電気事業連合会	→	SOx 0.13 g
LPG	0.732 g	→			→	NOx 0.17 g
LNG	48.5 g	→			→	その他
		→				

東京都市大学 伊坪徳宏研究室



その他の項目についても合計
 $\Sigma \text{CO}_2 = 1319.06 \text{ g-CO}_2/\text{kg-塩化ビニル}$

→ 塩化ビニル製造のCO2排出原単位

東京都市大学 伊坪徳宏研究室

LCAソフトウェア

海外	ソフト名	開発機関	国
	Simapro	Pre consultants	オランダ
	TEAM	PWC	フランス
	Gabi	PE	ドイツ
	Eco it	CPM	スウェーデン
国内	JEMAI-LCA	AIST, JEMAI	日本
	Easy-LCA	東芝	日本
	EcoAssist	日立製作所	日本
	LCAサポート	NEC	日本
	Quick LCA	電力中央研究所	日本

東京都市大学 伊坪徳宏研究室

LCAソフトウェア(JEMAI-LCA)を利用した環境負荷の算定

プロセスデータの入力

条件(ex.使用時のエネルギー量)の設定

環境負荷量(インベントリ)の計算

東京都市大学

壁紙のCO2排出原単位 (1)

	原材料	データ提供元	CO2原単位(kg)	単位
素 材	グラビアインキ	3EID	1.95	kg/kg
	塩ビ樹脂	JLCA 日本化学工業会	1.32	kg/kg
	可塑剤	JEMAI-LCA	2.46	kg/kg
	充填剤	JLCA 石灰石工業会	0.00218	kg/kg
	顔料	JLCA 日本酸化チタン工業会	7.11	kg/kg
	発泡剤	3EID	4.03	kg/kg
	安定剤	3EID+化学反応式	1.126	kg/kg
	裏打紙	JLCA 日本製紙連合会	0.652	kg/kg
製 造 エ ネ ル ギ ー	電気	JLCA 電気事業連合会	0.425	Kg/kwh
	都市ガス	JLCA 石油連盟	2.637	Kg/m3
	A重油	JLCA 石油連盟	2.918	Kg/L
	工業用水	JEMAI-LCA	0.0799	Kg/L
	LPG	JEMAI-LCA	0.0637	Kg/m3
製 造 副 資 材	希釈剤	3EID	1.95	kg/kg
	包装資材	JLCA 日本製紙連合会	0.652	kg/kg
	巻き芯	JEMAI-LCA	1.294	kg/kg

壁紙のCO2排出原単位 (2)

	区分	積載率	走行距離(km)	燃費 (km/L)	軽油CO2排出 係数(kg/L)	CO2排出量 (kg)
輸送	納入車両	4tトラック	1080	6.50	2.68	445.3
		7tトラック	675	6.00	2.68	301.5
		10tトラック	945	4.05	2.68	625.3
	配達車両	2tトラック	1200	10.40	2.68	309.2

	原材料		データ提供元	CO2原単位 (kg)	単位
施 工	施工用接着剤	酢酸ビニルエマルジョン	JLCA 日本エマルジョン工業会	0.545	kg/kg
		でんぶん	3EID	0.180	kg/kg
		水	JEMAI-LCA	0.192	kg/m3
	シーラー	特殊アクリル樹脂エマルジョン	3EID	2.560	kg/kg
		水	JEMAI-LCA	0.192	kg/m3

東京都市大学 伊坪徳宏研究室

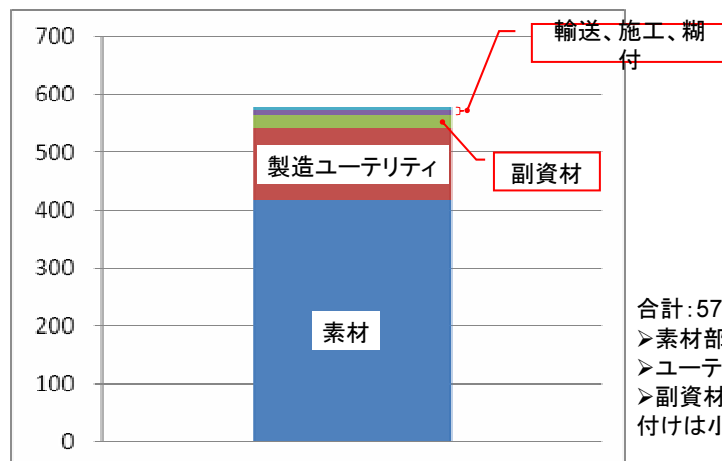
製造過程算出シート

[illegible]

38

東京都市大学 伊坪徳宏研究室

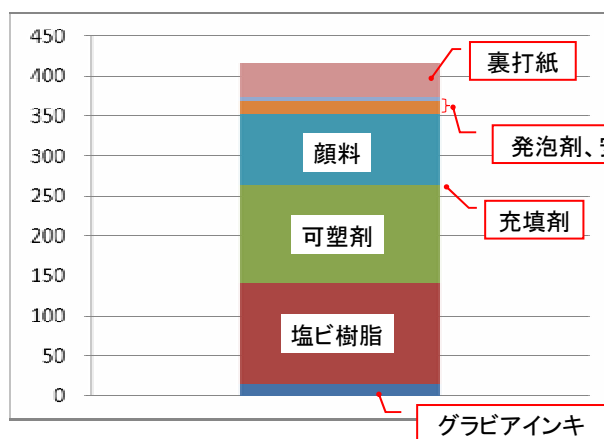
CO₂総排出量(業界平均値) -1m²(300g)あたり-



合計: 578g/1m²
 > 素材部門が大きい
 > ユーテリティが次ぐ
 > 副資材、輸送、施工、糊付けは小さい。

東京都市大学 伊坪徳宏研究室

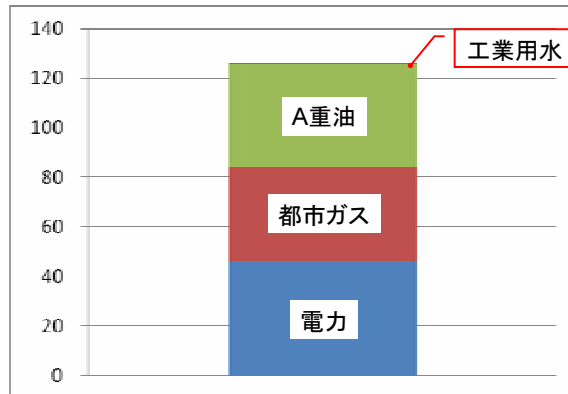
素材部門のCO₂排出量(業界平均)



合計: 416g/1m²
 > 塩ビが大きい(使用量96g)
 > 可塑剤が大きい(原単位2.5g)
 > 顔料も大きい(原単位7.1g)
 > 裏打紙も大きい(使用量66g)
 > 発泡剤、安定剤、充填剤、インキは小さい

東京都市大学 伊坪徳宏研究室

ユーティリティ部門のCO₂排出量(業界平均)

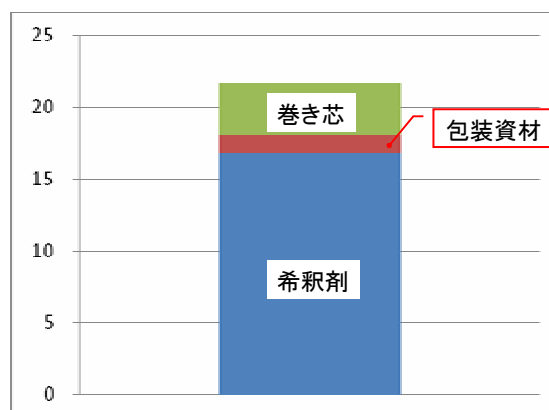


合計: 126g/1m²

- 電力、A重油、都市ガスが
いずれも大きい
- 企業単位でみると偏りは
大きい
- 工業用水は小さい

東京都市大学 伊坪徳宏研究室

製造副資材部門のCO₂排出量

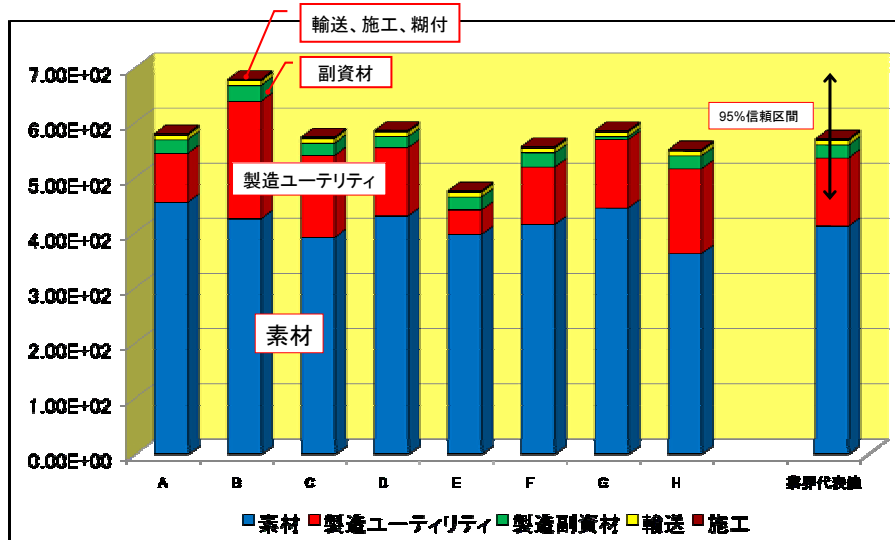


合計: 22g/1m²

- 希釈剤が大きい(使用量
8.6g)
- 巻き芯、包装資材は小さい

東京都市大学 伊坪徳宏研究室

業界代表値と各社結果(LCCO₂/1m²)



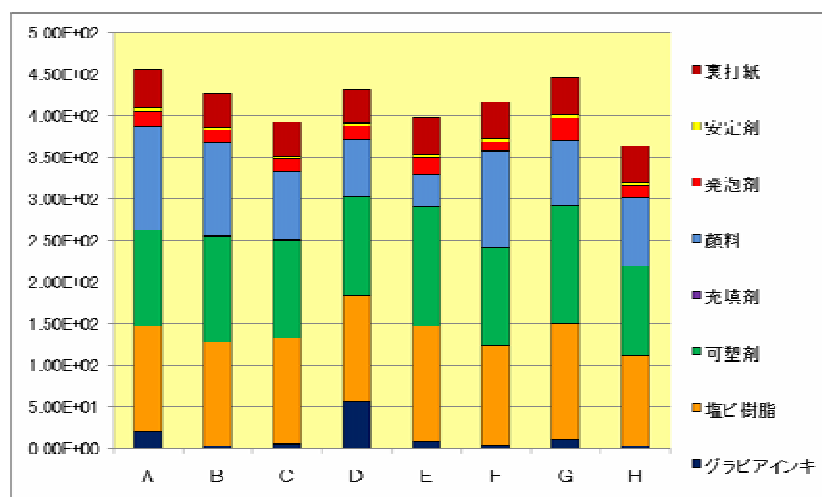
WACO 日本壁装協会

- > 450~670g/m²
- > いずれも素材が最大
- > 副資材、輸送は小さい

43

東京都市大学 伊坪徳宏研究室

素材部門のCO₂排出量



- > 企業間の差は小さい
- > 塩ビ、可塑剤は15%程度の差
- > 顔料は企業間の差が大きい

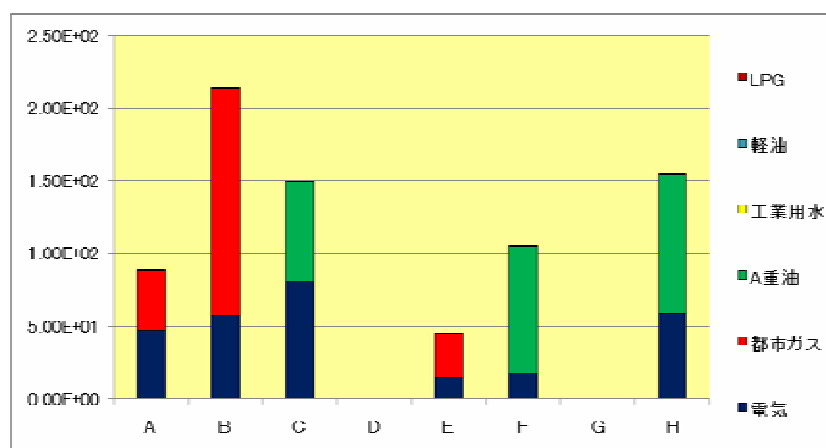
東京都市大学 伊坪徳宏研究室

素材部門のCO₂排出量の内訳

	グラビア インキ	塩ビ	可塑剤	安定剤	裏打紙	充填剤	顔料	発泡剤
A社	2.13E+01	1.26E+02	1.16E+02	4.93E+00	4.64E+01	1.65E-01	1.24E+02	1.76E+01
B社	3.68E+00	1.25E+02	1.28E+02	3.19E+00	4.06E+01	2.06E-01	1.11E+02	1.52E+01
C社	5.62E+00	1.27E+02	1.18E+02	3.25E+00	4.07E+01	2.10E-01	8.20E+01	1.55E+01
D社	5.66E+01	1.28E+02	1.19E+02	3.27E+00	4.10E+01	1.48E-01	6.87E+01	1.56E+01
E社	8.24E+00	1.40E+02	1.43E+02	3.57E+00	4.48E+01	1.15E-01	3.75E+01	2.13E+01
F社	4.24E+00	1.20E+02	1.16E+02	3.50E+00	4.39E+01	1.98E-01	1.16E+02	1.17E+01
G社	1.04E+01	1.40E+02	1.41E+02	4.54E+00	4.50E+01	1.34E-01	7.92E+01	2.57E+01
H社	3.24E+00	1.09E+02	1.08E+02	2.34E+00	4.40E+01	2.16E-01	8.19E+01	1.51E+01
平均	14.2	126.66	123.58	3.57	43.30	0.17	87.66	17.21
標準 偏差	16.95	9.45	11.82	0.76	2.08	0.04	26.77	4.08
変動 係数	1.197	0.075	0.096	0.213	0.048	0.208	0.305	0.237

東京都市大学 伊坪徳宏研究室

ユーティリティ部門のCO₂排出量



- 企業間の差は大きい
- 企業により主要な燃料が異なる
- CO₂削減の機会が多い

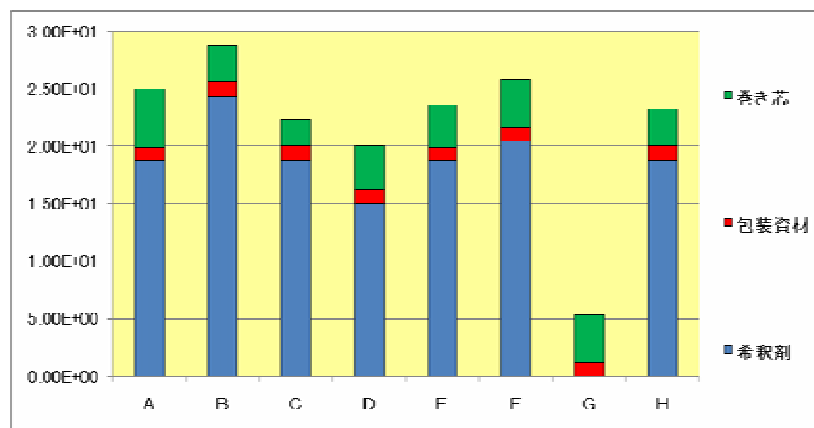
東京都市大学 伊坪徳宏研究室

ユーティリティ部門のCO₂排出量の内訳

	電気	都市ガス	LPG	A重油	工業用水
A社	4.72E+01	4.09E+01	0.00E+00	0.00E+00	5.30E-01
B社	5.75E+01	1.56E+02	0.00E+00	0.00E+00	8.51E-03
C社	8.12E+01	0.00E+00	1.11E-01	6.75E+01	0.00E+00
E社	1.45E+01	2.99E+01	0.00E+00	0.00E+00	1.13E-03
F社	1.76E+01	0.00E+00	0.00E+00	8.67E+01	1.20E-02
H社	5.86E+01	0.00E+00	1.86E-02	9.56E+01	0.00E+00
平均	34.57	28.33	0.02	31.21	0.07
標準偏差	28.54	50.55	0.04	40.93	0.17
変動係数	0.826	1.784	2.242	1.311	2.528

東京都市大学 伊坪徳宏研究室

副資材部門のCO₂排出量の内訳



- 傾向は似ているが値は異なる
- 希釈剤を利用しない企業がある

東京都市大学 伊坪徳宏研究室

副資材部門のCO₂排出量の内訳

	希釈剤	巻き芯	包装資材
A社	1.87E+01	5.10E+00	1.13E+00
B社	2.43E+01	3.18E+00	1.20E+00
C社	1.87E+01	2.33E+00	1.30E+00
D社	1.50E+01	3.88E+00	1.17E+00
E社	1.87E+01	3.75E+00	1.11E+00
F社	2.04E+01	4.14E+00	1.24E+00
G社	0.00E+00	4.14E+00	1.17E+00
H社	1.87E+01	3.23E+00	1.30E+00
平均	16.82	3.72	1.20
標準偏差	6.80	0.77	0.07
変動係数	0.404	0.207	0.056

東京都市大学 伊坪徳宏研究室

施工関連 排出量1

- 施工工程(2.49g/m²、糊付け機含む)
- ・ もっとも一般的な下地調整剤、壁紙用接着剤、糊付け機を想定
 - ・ それらの組成やユーティリティを元にロス率も考慮し算出した。

材料名	原単位名	参照先	データ提供元	配合割合 (%)	使用量 (g)	原単位		排出量 (g)
						CO2原単位	単位	
施工用接着剤 30g	酢酸ビニルエマルジョン	酢酸ビニルエマルジョン	JLCA	日本エマルジョン工業会	3	9.0E-01	5.45E-01 g/g	4.91E-01
	でんぶん	でんぶん	3EID (産業連関表)		12.5	3.75E+00	1.80E-01 g/g	6.76E-01
	水	水道水	JEMAI LCA		84.5	2.54E+01	1.92E-04 g/m3	4.87E-03
シーラー 5g	特殊アクリル樹脂エマルジョン	脂肪族中間物 (7ケル系エステル)	3EID (産業連関表)		7.6	3.80E-01	2.56E+00 g/g	9.73E-01
	水	水道水	JEMAI LCA		92.4	4.62E+00	1.92E-04 g/m3	8.87E-04
※6 施工排出量合計 (糊付け機除く)								2.47E+00

まとめ

- 壁紙1m2を対象としてLCCO₂の業界代表値を算定するための検討を行い、代表性の高い結果を得ることができた。主な結果は以下の通り。
- 素材及び製造ユーティリティに係るCO₂排出量が多い。
- 副資材、輸送、施工は比較的小さかった。
- 塩ビ樹脂、可塑剤、顔料の負荷が大きかった。顔料の負荷には企業間の差が大きかった。
- 製造ユーティリティについては、エネルギーの種類やエネルギー消費量、いずれも企業間の差が大きかった。
- 副資材は希釈剤に大きな差がみられた。
- 企業間の差が大きいものほど、CO₂削減の余地が高いものと考えられる。

53

東京都市大学 伊坪徳宏研究室

今後の予定

- LCCO₂
 - 代表性の向上
 - 廃棄・リサイクルの算定
- LIMEによる影響評価
 - 室内空気質汚染、廃棄物、化石燃料
- 建築分野への情報提供
 - グリーン購入の促進
 - CASBEEへの反映
- 壁紙の環境負荷削減
 - 製品開発への反映

54

東京都市大学 伊坪徳宏研究室

データを提供するメリット

- 自社製品の環境負荷量について情報を得ることができる。(追加的な費用は発生しない)
- 自社製品の環境負荷削減にむけた検討を行うことができる。
- 業界平均値との比較で自社製品の位置づけについて確認することができる。
- 自社製品がエコプロダクツであることを主張することができる。
- 相手企業からのニーズに迅速に対応することができる。(グリーン購入につながる)