

紙・パルプ産業のエネルギー事情

2012年度(2011年度実績)版

1. わが国のエネルギーバランス 2010(平成22)年度	p 1
2. 紙・パルプ産業のエネルギーバランス 2011(平成23)年	p 1
3. 2012年度(2011年度実績)フォローアップ結果	
・化石エネルギー原単位指数ほかの推移	p 2
・化石エネルギー燃料種類別原単位増減の推移(1990年度基準)	p 3
・エネルギー分類別原単位増減の推移(1990年度基準)	p 3
・エネルギー分類別原単位比率	p 3
・省エネルギー投資の推移	p 4
・燃料転換投資の推移	p 4
・今後の投資計画	p 4
・2008年度から2012年度5年間平均試算	p 5
・目標期間中の4年間実績の平均	p 6
・植林面積の推移	p 6
・＜参考＞クレジットの活用状況と排出量取引試行実施への参加状況	p 6
・＜参考＞BATを導入した場合の省エネ可能ポテンシャル国際比較	p 7
・＜参考＞製紙業界の低炭素社会実行計画取り組み	p 8
・＜参考＞古紙利用率の推移	p 8
4. エネルギー種別消費量および構成比の推移	p 10
5. 電力消費および自家発電の状況	
・電力消費量・自家発比率の産業間比較	p 11
・為替レートと自家発比率の推移	p 11
6. 重油・石炭の価格(円/GJ)と消費量の推移	p 12
7. 電力・蒸気の消費原単位指数の推移	p 13
8. 紙・パルプ産業の主要エネルギー購入費の推移	p 13
9. 紙・板紙生産金額に占める主要化石エネルギーコスト比率の推移	p 14
10. わが国のCO ₂ 排出量の推移(環境省)	p 15
11. わが国の産業別CO ₂ 排出量	p 16
12. 日本経団連加盟業種のCO ₂ 排出量の推移	p 17

2012年12月

日本製紙連合会 技術環境部

1. わが国のエネルギーバランス 2010(平成22)年度(図1)

単位：PJ (= 10⁹MJ 熱量換算)

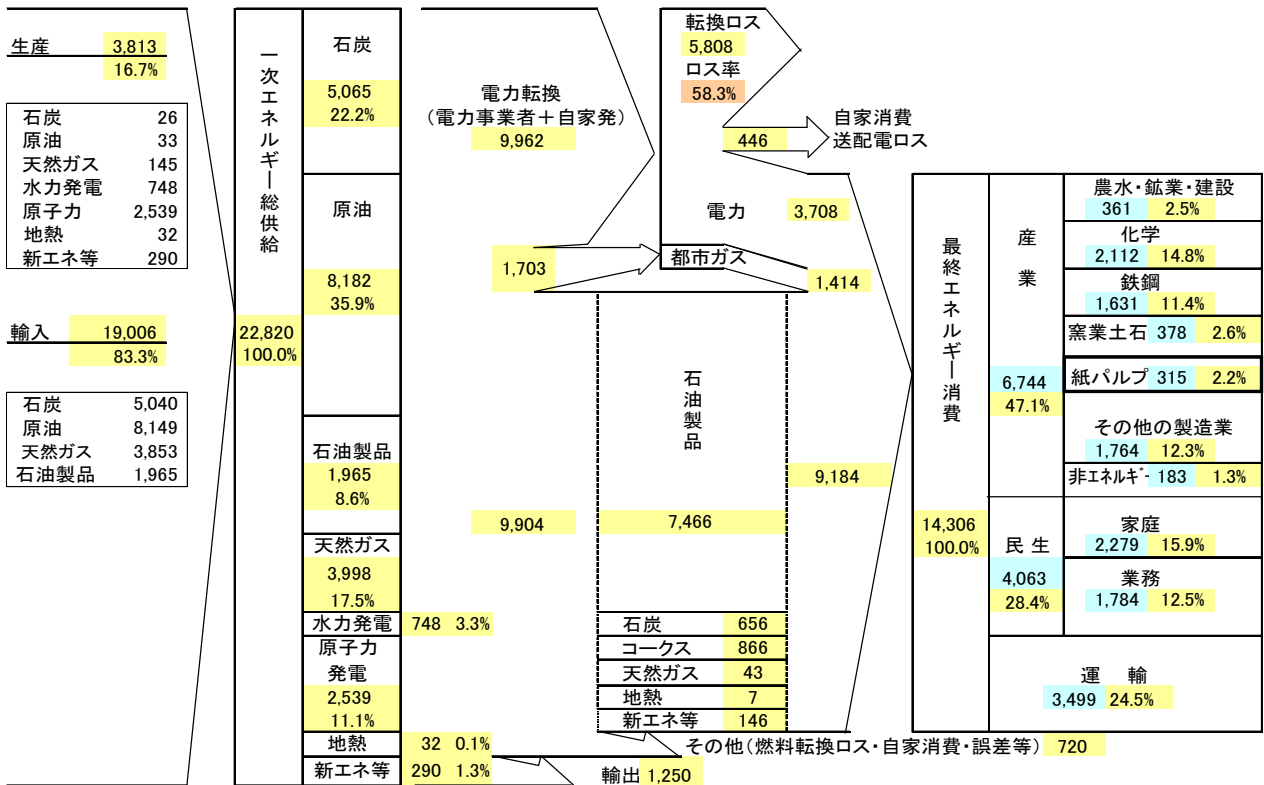
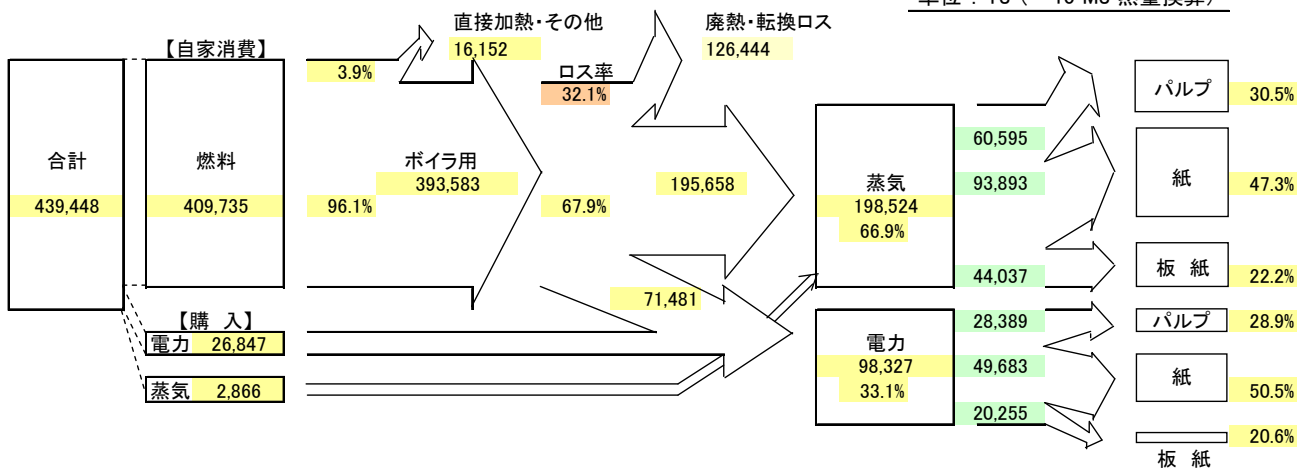


図1 わが国のエネルギーバランス 2010(平成22)年度

出典：「EDMC/エネルギー・経済統計要覧(2012年版)」(財)省エネルギーセンター

2. 紙・パルプ産業のエネルギーバランス 2011(平成23)年(図2)

単位：TJ (= 10⁶MJ 熱量換算)



* 電力は3.6MJ/kWh(860kcal/kWh)で計算

図2 紙・パルプ産業のエネルギーバランス 2011(平成23)年

出典：「石油等消費動態年報」 2011(平成23)年

3. 2012年度(2011年度実績)フォローアップ結果

日本製紙連合会の「環境に関する自主行動計画(温暖化)」の進捗状況を確認するため、2012年7月に2012年度(2011年度実績)フォローアップ調査を実施した。

【目標】(2007年9月改定)

2008年度から2012年度までの5年間平均で、製品当たり化石エネルギー原単位を1990年度比20%削減し、化石エネルギー起源CO₂排出原単位を1990年度比16%削減することを目指す。

②国内外における植林事業の推進に努め、2012年度までに所有または管理する植林地を70万haに拡大することを目指す。

化石エネルギー原単位指数および化石エネルギー起源CO₂排出原単位指数の推移

34社104工場・事業所から回答を得た。104工場・事業所の紙・板紙生産シェアは全製紙会社合計の88.0%を占める。2011年度の生産量はリーマンショック以降回復傾向が見られた2010年度に対して3.11東日本大震災による需要の減少と大型工場の被災により約3.7%の大幅な減産となった。2011年度の化石エネルギー原単位は、生産量の大幅な減産にもかかわらず各社の地道な省エネルギー対策及び効率的生産を目指しての工場、生産設備の統廃合の効果がより発揮されたことにより、2010年度と比べほぼ同等の原単位となった。その結果、1990年度に比べ74.6%となり、2007年9月に改定した目標の80%に対して5.4ptと大幅に下回り、5年連続して目標を達成した。

一方、2011年度の化石エネルギー起源CO₂排出原単位は、震災影響による電力不足に対応して自家発電力の増加並びに大型工場の被災による一部製品の供給不足を他社の工場で代替生産した等の対応により、化石エネルギーの種別使用量の比率が若干変わり、重油および購入電力の減、オイルコース、ガス等の増による燃料構成の影響で、対2010年度比0.4pt悪化、更に購入電力のCO₂排出係数の大幅な悪化で2.2ptの悪化となり合計で2.6ptの悪化となった。しかし1990年度に比べ79.9%で、2007年9月に改定した目標の84%を▲4.1pt下回り5年連続して目標は達成している。

化石エネルギー起源CO₂排出量は上記燃料構成の影響と2010年度に比べ生産量が減少したことで電力排出係数の大幅な悪化はあったが1879万トンと2010年度に比べ約11.4万トンの減少となり、3年連続して2000万トンを下回り1990年度比では73.4%(▲26.6%)と大幅な減少となっている。また、総エネルギー原単位も、工場の生産体制の見直し等で効率的な生産体制への効果発現並びに燃焼効率の良い化石エネルギーの増加等の影響だと思われるが、2010年度比で0.4pt良くなっている。なお、化石エネルギー燃料別原単位推移を図4、エネルギー分類別原単位の推移を図5、1990年度と2011年度のエネルギー分類別原単位比率を図6に各々示した。2011年度の全エネルギーに占める化石エネルギーの割合は、3.11東日本大震災後の電力不足に対応して購入電力の抑制及び自家発電力の増加に努めた結果、2010年度に比べ0.1%増加している。

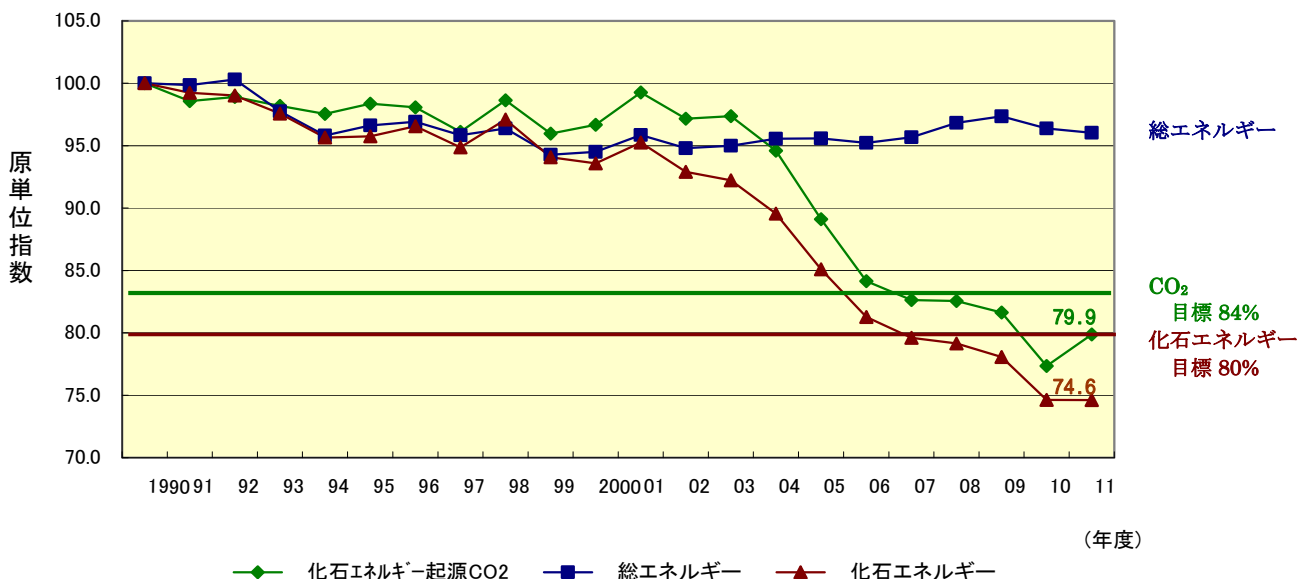


図3 化石エネルギー原単位指数およびCO₂排出原単位指数の推移(1990年度基準)

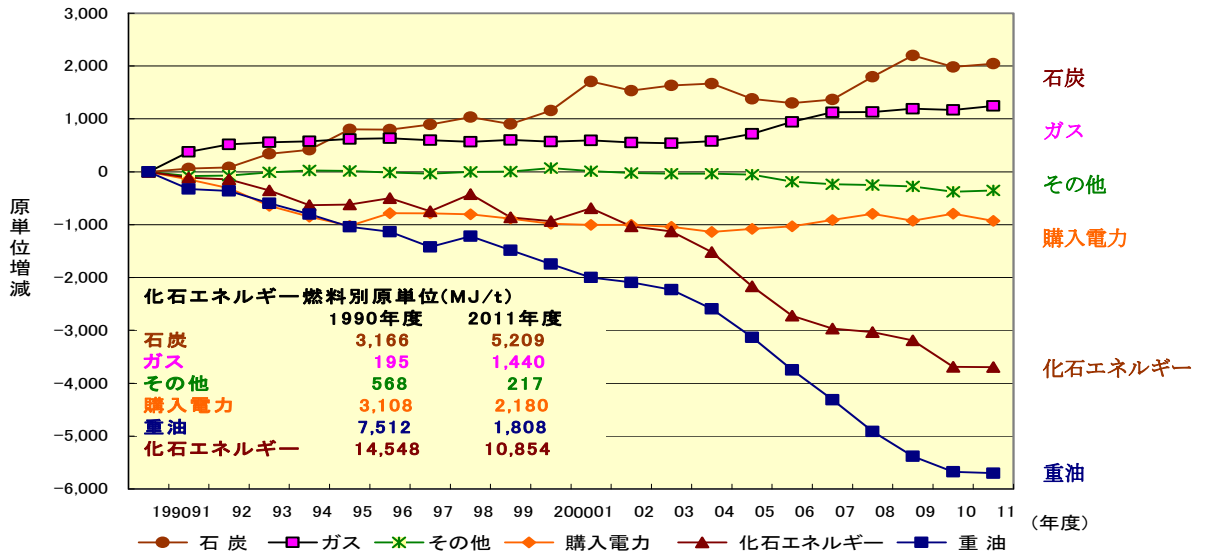


図4 化石エネルギー燃料別原単位の推移(MJ/t、1990年度基準)

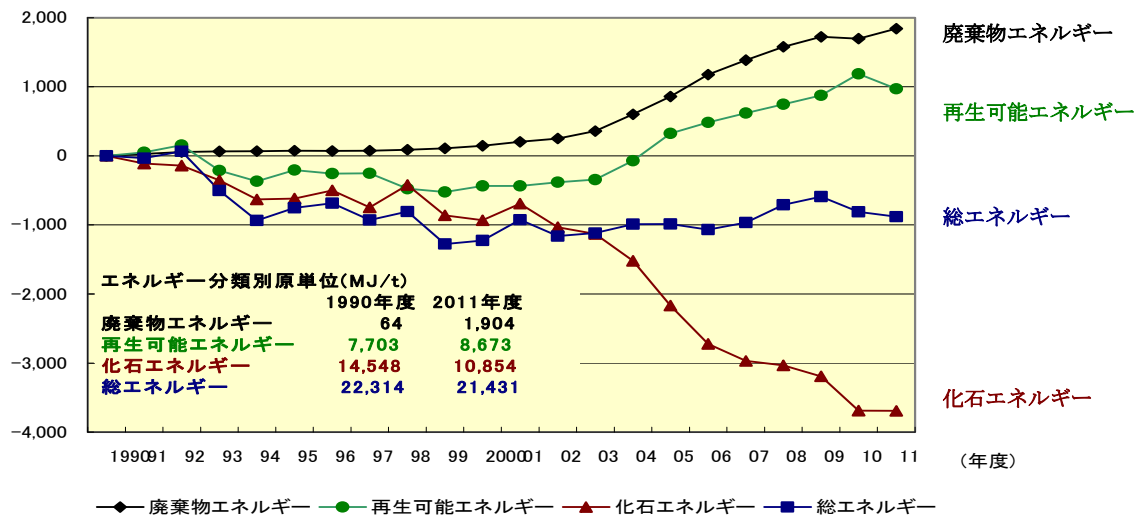


図5 エネルギー分類別原単位の推移 (MJ/t、1990年度基準)

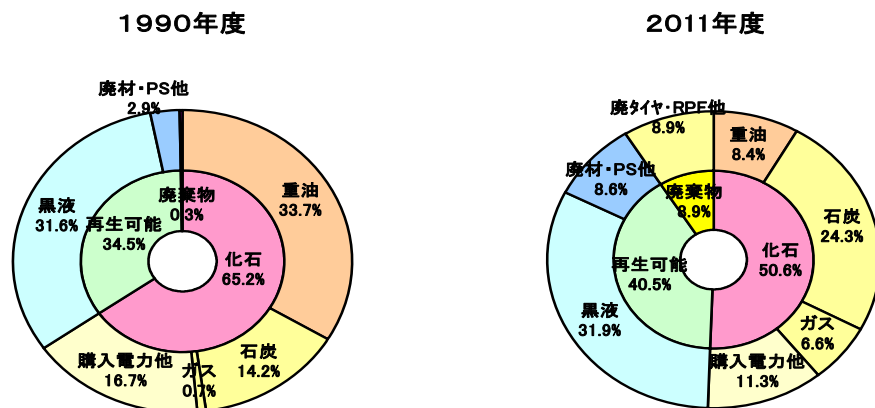


図6 エネルギー分類別原単位比率

出典(上記4図) : 第15回(2012年度)「環境に関する自主行動計画(温暖化対策)」フォローアップ調査結果(2011年度実績)

省エネルギー及び燃料転換投資の推移

2011年度の省エネルギー投資は、汎用投資額及び大型投資額共に2010年度の約72%前後となった。件数であるが汎用投資は2010年度の約半分以下であったが、大型投資は8件で1件多い。投資部門は汎用では抄造、大型では動力が一番多く、大型案件ではタービン発電設備の効率改善、エバの改造、次に抄造部門のドライヤーフードの改造更新、それから全般にインバーター、モーター、変圧器及び照明機器の高効率機器化による省エネルギーとなっている。(表1)

一方、2011年度の燃料転換投資は、大型投資は4件、汎用投資が4件実施され、2010年度に比べ5件の増加となった。投資額であるが、2010年度と比べ汎用投資はほぼ同程度であるが、大型投資が4件あったため全体で約10倍程度となった。しかし、過去の投資と比べると今までに計画した廃棄物、バイオマス燃料への転換投資がほぼ完了したこと、燃料調達に困難な状況にあることで新規投資計画を立てにくい状況にある等の要因で進めにくい状況にある。投資項目は重油からガスへの燃料転換が6件、バイオマスボイラーの設置が2件となっており、化石エネルギー起源CO₂削減量は約2万トンにとどまった。(表2)

表1 部門別省エネルギー投資額・効果の推移

	(回答会社)	1997年度 (39社)	1998年度 (32社)	1999年度 (39社)	2000年度 (29社)	2001年度 (27社)	2002年度 (22社)	2003年度 (22社)	2004年度 (25社)	2005年度 (25社)	2006年度 (25社)	2007年度 (24社)	2008年度 (26社)	2009年度 (25社)	2010年度 (25社)	2011年度 (25社)
バルブ	①投資額 (百万円)	7,051	5,985	11,492	8,011	3,737	2,542	2,198	3,359	2,760	3,009	3,289	2,934	1,294	1,169	709
	②効果 (TJ/年)	501	705	1,502	1,783	1,207	4,033	1,035	2,158	1,883	1,896	1,196	1,233	1,451	900	743
	/ (千円/TJ)	14,074	8,489	7,651	4,493	3,096	630	2,124	1,557	1,466	1,587	2,750	2,379	892	1,298	955
抄造	①投資額 (百万円)	5,929	6,290	1,535	7,372	8,593	1,942	2,600	4,301	2,450	2,998	8,628	1,889	2,854	4,176	1,924
	②効果 (TJ/年)	408	723	1,613	1,393	1,899	1,779	777	1,237	1,355	1,523	1,546	1,586	1,217	1,547	744
	/ (千円/TJ)	14,532	8,700	952	5,292	4,525	1,092	3,346	3,477	1,808	1,969	5,581	1,191	2,345	2,345	2,586
動力	①投資額 (百万円)	26,299	20,011	5,325	6,032	2,324	2,537	5,116	16,300	2,726	2,524	17,922	1,263	916	1,188	2,119
	②効果 (TJ/年)	4,931	3,188	1,472	2,342	1,202	1,017	5,631	2,430	1,410	1,380	2,317	675	730	1,024	1,103
	/ (千円/TJ)	5,333	6,277	3,618	2,576	1,933	2,495	909	6,708	1,933	1,828	7,735	1,871	1,255	1,160	1,921
その他	①投資額 (百万円)	2,506	3,458	1,142	1,626	2,272	1,172	405	946	452	632	1,604	1,242	1,352	300	177
	②効果 (TJ/年)	2,778	3,386	852	1,157	1,909	526	486	449	597	713	773	370	221	117	104
	/ (千円/TJ)	902	1,021	1,340	1,405	1,190	2,228	833	2,107	757	886	2,075	3,354	6,130	2,566	1,703
合計	①投資額 (百万円)	41,785	35,744	19,494	23,041	16,926	8,193	10,319	24,906	8,388	9,163	31,443	7,328	6,416	6,833	4,929
	②効果 (TJ/年)	8,618	8,002	5,439	6,675	6,217	7,355	7,929	6,274	5,245	5,513	5,832	3,865	3,619	3,589	2,694
	/ (千円/TJ)	4,849	4,467	3,584	3,452	2,723	1,114	1,301	3,970	1,599	1,662	5,391	1,896	1,773	1,904	1,830
	③1990年度比 (%)	2.33	2.16	1.47	1.80	1.68	1.99	2.14	1.70	1.42	1.49	1.58	1.05	0.98	0.97	0.73

注) ③1990年度比 (%) : 1990年度の化石エネルギー使用量

369,816 TJに対するその年の投資省エネ効果量 (TJ)の割合

表2 燃料転換投資の推移

	2000年度	2001年度	2002年度	2003年度	2004年度	2005年度	2006年度	2007年度	2008年度	2009年度	2010年度	2011年度
投資額 (百万円)	24	0	6,650	7,826	18,412	17,714	34,972	28,627	44,687	15,462	324	3,650
化石エネルギー削減量 (TJ/年)	151	0	908	3,878	9,046	13,428	12,228	8,827	9,014	1,666	109	470
化石エネルギー起源CO ₂ 削減量 (万t/年)	0	0	4	26	49	102	66	55	51	13	1	2

今後の投資計画

今後の省エネ投資計画について、汎用投資(2億円未満)と大型投資(2億円以上)とに分けて調査した。汎用投資は2012年度も従来どおりの投資が行われるとし、大型投資、燃料転換投資については2012年度に計画されている投資を積算した。

今後の投資計画であるが、燃料転換投資は今までに計画した廃棄物、バイオマス燃料への転換投資がほぼ完了したこともあって案件がない状況であるが、今後、再生可能エネルギー特措法の施行によるFIT対象案件がどう影響してくるかを注視する必要がある。また、省エネ投資は例年に比べると少ない投資額となっているが、省エネ法改正等の影響もあり案件の掘り出しに努力する必要がある。2012年度の投資は約71億円程度が計画されている。(表3)

表3 今後の投資計画
(2012年度)

		投資予定額 (百万円)	化石エネルギー削減量 (TJ)
省エネルギー投資	汎用投資	3,879	3,015
"	大型投資	3,232	588
燃料転換投資		0	0
合計		7,111	3,603

表4 燃料転換投資計画によるバイオマス燃料、廃棄物燃料 2012年度使用量 予測

	2011年度 実績		2012年度 増加		2012年度 使用量	
	(BD t/年)	(TJ/年)	(BD t/年)	(TJ)	(BD t/年)	(TJ/年)
廃材、パーク	1,764,164	28,756	0	0	1,764,164	28,756
PS、紙屑	1,293,029	13,317	0	0	1,293,029	13,317
RDF+RPF	794,921	20,551	0	0	794,921	20,551
廃プラスチック	190,537	5,320	0	0	190,537	5,320
廃タイヤ	436,484	14,538	0	0	436,484	14,538
廃油	63,686	2,560	0	0	63,686	2,560

注) 廃油の単位はKL

2008年度から2012年度の5年間平均の試算

今後の投資計画(表3)および燃料転換投資計画による使用量予測(表4)をベースに、毎年恒常的におこなわれる環境対策、品質対策、要員合理化対策などの増エネルギー要因、転換燃料の調達率や需給見通し(人口減少、紙の使用先の飽和等を考慮して試算した。2011年度は東日本大震災の影響もあり2010年度に比べ生産量が約3.7%減産したが2012年度は少し持ち直す予想であり、また、原発の再稼働の見通しが立たない状況から2012年度の電力排出係数は2011年度より更に悪化する予測とした。これにより2012年度は2011年度と比べ化石エネルギー原単位は改善するが、化石エネルギー起源CO₂排出原単位は悪化する予測となったが、今までの各社の地道な省エネおよび燃料転換対策の実施等により2008~2012年度の5年間平均では目標を上回って達成できる可能性のある結果となった。(表5)

また、2008~2012年度の平均生産量が1990年度比で約5%減の試算となったこともあり、化石エネルギー消費量、化石エネルギー起源CO₂排出量ともに1990年度を大幅に下回る見込みとなった。表6は2008~2011年度の4年間平均実績である。

表5 2008年度から2011年度実績平均と2008年度から2012年度5年間平均 試算

	生産量 (万t)	化石エネルギー		化石エネルギー起源CO ₂	
		消費量 (TJ)	原単位 (MJ/t)	排出量 (万t)	原単位 (t-CO ₂ /t)
1990年度実績	2,542	369,816	14,548	2,561	1.008
指数	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
2011年度実績	2,336	253,509	10,854	1,879	0.805
指数	91.9	68.5	74.6	73.4	79.9
2008-2011年度実績 平均	2,429	270,892	11,153	1,967	0.810
指数	95.5	73.3	76.7	76.8	80.4
2008年度から2012年度の5年間平均目標			80%以下		84%以下
2008年度から2012年度の5年間平均(試算)	2,416	267,874	11,081	1,957	0.810
指数	95.0	72.4	76.2	76.4	80.4
(参)2012年度試算*	2,363	255,802	10,824	1,917	0.811
指数	93.0	69.2	74.4	74.8	80.5

* 2012年度 電力：C排出係数 1.350 t-C/万kWh(推定)

表6 目標期間中の4年間(2008~2011年度)の実績の平均

目標指標	基準年度	2008~2011年度平均実績		原単位	90年度比指数
		目標水準	実績 (調整後)	実績 (調整後)	実績 (調整後)
化石エネルギー原単位	1990	20%	23.3% (▲23.3%)	11,153 (11153)	0.767 (0.767)
化石エネルギー起源CO2排出原単位	1990	16%	19.6% (▲20.9%)	0.810 (0.797)	0.804 (0.791)

植林面積の推移

植林についての目標は、2004年、2007年の2度取り組み目標を強化し、現在の目標は「植林は紙パルプ原料確保の観点のみならずCO₂の吸収固定、炭素の循環利用の推進の点からも重要であり、国内外における植林事業の推進に努め、2012年までに所有又は管理する植林地の70万haへの拡大を目指す」としている。植林面積の推移は、2011年度末で国内外合わせて69.1万haとなり、目標の99%となったが2010年度からはほとんど進んでいない。(表7)。

新たな植林適地の減少、地球温暖化による雨量減少に起因した成長量の低下等による植林地の撤退等が原因で2012年度目標達成は微妙な状況にある。

海外植林は、2011年度末で、1990年度に対して41.5万ha増加(東京都23区の約6倍強)の54.4万haである。地域はブラジル、オーストラリア、チリ、ニュージーランド、ベトナム、南アフリカ、中国、ラオスの8ヶ国-34プロジェクトである。

表7 植林面積の推移

単位：(万ha)

	1990年度	2000年度	2001年度	2002年度	2003年度	2004年度	2005年度	2006年度
国内	14.6	12.8	12.5	12.1	13.9	15.1	15.0	15.0
海外	12.9	27.8	30.1	34.2	35.3	35.5	38.7	45.5
合計	27.5	40.6	42.6	46.3	49.2	50.6	53.7	60.5
対目標(%)	39	58	61	66	70	72	77	86

注) 2003年度以降の国内は関連会社分を含む

	2007年度	2008年度	2009年度	2010年度	2011年度	2012年度
国内	15.0	14.9	14.8	14.7	14.7	目標
海外	45.8	49.8	50.4	54.3	54.4	
合計	60.8	64.7	65.2	69.0	69.1	
対目標(%)	87	92	93	99	99	

出典(上記7表)：第15回(2012年度)「環境に関する自主行動計画(温暖化対策)」フォローアップ調査結果(2011年度実績)

<参考>クレジットの活用状況と排出量取引試行実施への参加状況

2008年度から京都議定書の第一約束期間に入るため、目標達成のための京都メカニズム等によるクレジットの活用状況、及び排出量取引の参加状況が報告されている。

2011年度のクレジットの取得、売却、期末保有、償却はない。

排出量取引試行実施への参加状況は、CO₂排出量割合で69.7%、生産量割合で約69.5%となっている。

参考) クレジットの活用状況

(単位: t-CO₂)

クレジット・排出枠の種類	償却量 (注4)				2008~2012年度 取得予定量 (注5)	売却量 (注6)			
	2008年度	2009年度	2010年度	2011年度		2008年度	2009年度	2010年度	2011年度
京都メカニズムによるクレジット	0	0	0	0	0	/	/	/	/
国内クレジット	0	0	0	0	0	/	/	/	/
試行排出量取引スキームの排出枠 (注7, 8)	0	0	0	0	0	0	0	0	0
クレジット量合計	0	0	0	0	0	0	0	0	0

- (注4) 京都メカニズムクレジットにおいては、政府口座への償却前移転量とする。
試行排出量取引スキームの排出枠については、他業種から購入した排出枠の償却量とする。
- (注5) 2008~2011年度分の償却量を含む。
- (注6) 2008~2011年度売却量には、試行排出量取引スキーム2008~2011年度目標設定参加者が目標達成確認期間内までに売却した量を算定。
- (注7) 業界団体自主行動計画のバウンダリー内に所属する企業間での売買は、記載しない。
- (注8) 自主参加型国内排出量取引制度 (JVETS) の排出枠 (第3期以降) を含む。

参考) 排出量取引施行実施の状況

	2012年度現在
排出量取引試行実施参加企業数	9
業界団体自主行動計画参加企業	34
シェア率 (CO ₂ 排出量割合による)	69.7%

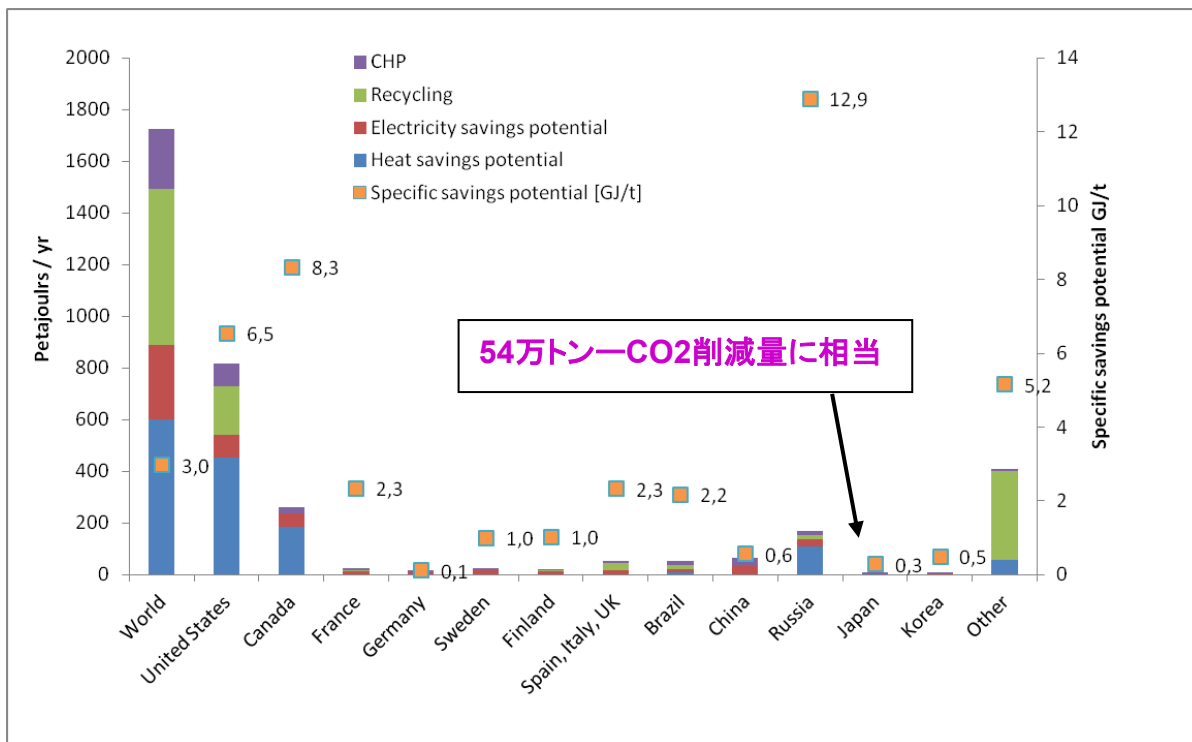
出典 (上記参考の2表): 第15回 (2012年度) 「環境に関する自主行動計画 (温暖化対策) フォローアップ調査結果 (2011年度実績)」

<参考> BAT (Best Available Technology:最善利用可能技術) を導入した場合の紙パルプ産業の省エネ可能ポテンシャル国際比較 (IEA レポートより)

日本の 0.3GJ/T の削減量は、製紙業界のエネルギー使用量の約 3%弱程度で原油換算では 20 万 k l、CO₂ 排出量では 54 万 t 程度に相当することになるが、日本の削減ポテンシャルは非常に少なく世界でもトップレベルにあり、省エネが進んでいることを示している。

省エネポテンシャルが最も大きいのはカナダ、ロシア、米国。これら 3 国では他の国に比べ、設備の老朽化が進んでいる。

BAT を導入した場合の紙パルプ産業の 2009 年の省エネポテンシャル



:紙トン当たり削減可能量

出典: IEA エネルギー技術展望「ETP2012」(Energy Technology Prospective) より

＜参考＞ 製紙業界の低炭素社会実行計画(2020年度までの削減目標)取り組み

2009年に経団連の低炭素社会実行計画に参加し、2013年度以降2020年度までの取り組みについて2010年6月の理事会で目標の設定を行ったが、2011年3月11日に発生した東日本大震災による被災、その後の電力需給の状況（原発の停止等）と電力CO₂排出係数の大幅な悪化予想、並びに業界の需給見通しの不透明さと一層の合理化対応等により不透明要因が山積みとなったことで、低炭素社会実行計画の見直しを行った。その結果2012年3月の理事会で以下の通り、低炭素社会実行計画の見直し後の目標を定めた。

- 1) 製紙業界は、2020年度の全国生産量を2,813万トン（製紙連合会生産量は88%）とするならば、2020年度BAU比139万t-CO₂削減することを目指すものとする。この量は、一般的な省エネルギー投資のほかに、①廃材、廃棄物等利用技術、②高効率古紙パルパー、③高温高圧回収ボイラーの3本柱を想定しているが、中でも効果の大きい燃料転換を進め、林地残材をはじめとするバイオマス燃料の供給がより拡大されるならば更に深掘りすることは可能である。
- 2) 製紙業界は、紙パルプ原料の安定的な確保のみならず、CO₂の吸収源としての地球温暖化防止の推進を図る観点から、2020年度までに所有又は管理する国内外の植林地の面積を、1990年度比で52.5万ha増の80万haとすることを目標とする。これによって、製紙業界が所有又は管理する国内外の植林地のCO₂蓄積量は、1990年度比で1億1,200万t-CO₂増の1億4,900万トンとなり、この間のCO₂の吸収量は年平均で370万t-CO₂となる。（なお、製紙業界が国内において所有又は管理している19万5千haの天然林のCO₂蓄積量を加えると、1990年度比で1億2,900万t-CO₂増の1億9,600万トンとなり、この間のCO₂の吸収量は年平均で430万t-CO₂となる。）

	生産量 (万t)	化石エネルギー		化石エネルギー起源CO ₂	
		消費量 (TJ)	原単位 (MJ/t)	排出量 (万t)	原単位 (t-CO ₂ /t)
1990年度実績	2,519	365,326	14,505	2,576	1.023
指数	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
2005年度実績	2,732	336,981	12,333	2,478	0.907
指数	108.5	92.2	85.0	96.2	88.7
2009年度実績	2,365	267,191	11,269	1,969	0.833
指数	93.9	73.1	77.9	76.4	81.4
2020年度のBAU見通し	2,473	304,949	12,333	2,243	0.907
2020年度の試算	2,473	285,589	11,550	2,104	0.851
指数	98.2	78.2	79.6	81.7	83.2
総削減量見通し				139	

・中期目標検討委員会のヒアリングの際の数値を経済環境等に考慮した上で見直し、活動量は3,244万t 3,000 2,813万tへ、削減量は150 121 139万tに修正。

* 電力係数の改善分は含まない。

現在の自主行動計画の電力排出係数は、送電端係数を使用している。

出典：日本製紙連合会 低炭素社会実行計画資料より

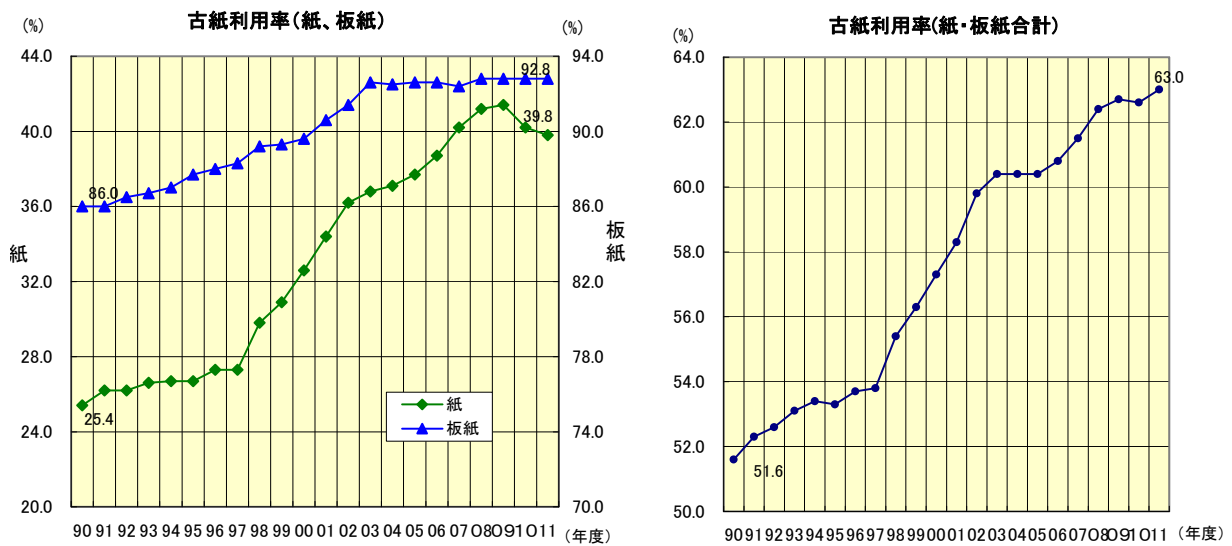
＜参考＞古紙利用率とエネルギー原単位の関係

古紙リサイクルは、資源の有効活用に大きく貢献し環境問題の解消の一翼を担っており社会的に推進すべき課題であるが、エネルギー原単位から見ると古紙利用率を上げると総エネルギー原単位は削減できるが黒液の発生がないため化石エネルギー原単位は増加し、地球温暖化問題の観点からはマイナスである。この矛盾した問題への対応としては、可能な限り古紙の利用率は向上させ、それによる化石エネルギーの増加は、燃料転換を進めることで抑制していくことである。

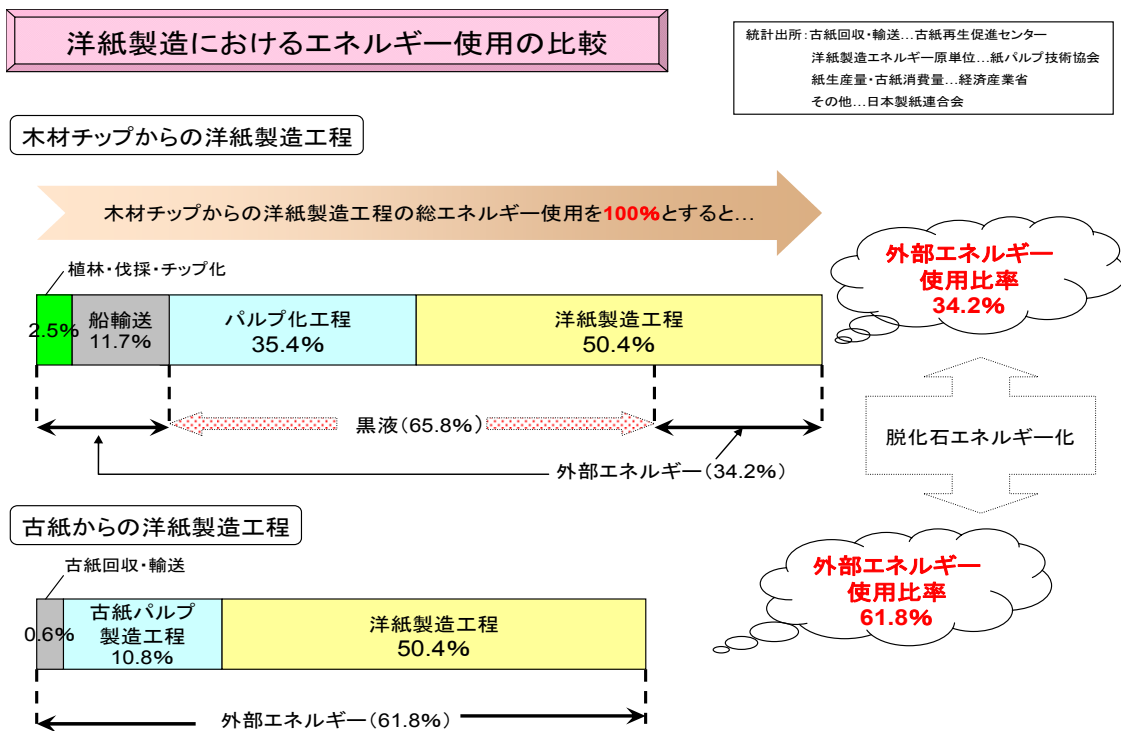
ただ、現状ではこれ以上の古紙利用率の大幅な向上は難しいレベルまで来ている事と、転換燃料の確保が難しい状況にあるが、更なる利用率向上に向けて2015年度までに古紙利用率を64%に向上させる取り組みを行っていくつもりである。

(2011年度の利用率実績 板紙：約93%弱、紙：約40%弱、紙・板紙：63%)

参考) 古紙利用率の推移 (1990~2011 年度)



出典: 古紙再生促進センター「古紙ハンドブック」
 経済産業省「紙・印刷・プラスチック・ゴム製品統計年報」2011年度暫定



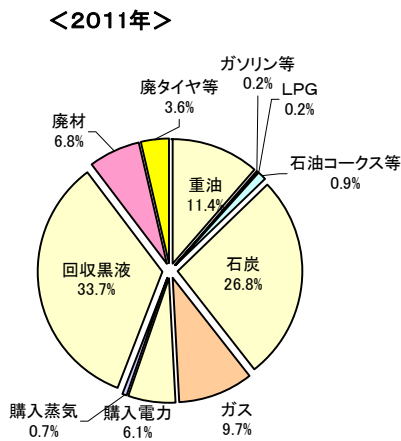
4. エネルギー種別消費量及び構成比の推移

KP 工場のパルプ廃液（黒液）と廃材等の再生可能及び廃タイヤ等の廃棄物エネルギーが総エネルギーの約 44%強を占めており、このバイオマス比率の高さが製紙業界の特徴である。（図 7）（表 8）

2003 年度以降は重油から再生可能エネルギーや廃棄物エネルギーへの燃料転換が各社によって急激に進められ、その結果、化石エネルギー原単位および化石エネルギー起源 CO₂ 排出原単位の改善が進んだ。2011 年度は、2008 年後半のリーマンショックから回復しつつあったが 3・11 東日本大震災による需要の減少と大型工場の被災により生産量が減少したこと及び原発停止の影響による電力不足から石炭、購入電力が減少した。また黒液もチリ地震によるパルプ生産増の影響が薄れ減少したが、その他の再生可能及び廃棄物エネルギーはその割には減らなかったことで全エネルギー消費量に占める再生可能・廃棄物エネルギー比率は昨年に比べ多くなった。（図 8）

（「3. 2012 年度フォローアップ結果」参照） *購入電力=3.6MJ/kWh（860kcal/kWh）で計算

表 8 紙パルプ産業のエネルギー消費量（2011 年度）



	百万MJ	%
重油	50,056	11.4
ガソリン・灯油・軽油	792	0.2
LPG	984	0.2
炭化水素油・石油コークス・再生油	3,802	0.9
石油系燃料	55,633	12.7
石炭	117,664	26.8
都市ガス・天然ガス	42,758	9.7
その他燃料	160,421	36.5
購入電力（3.60MJ/kwh）	26,847	6.1
購入蒸気	2,866	0.7
二次エネルギー	29,713	6.8
回収黒液	147,913	33.7
廃材	29,729	6.8
廃タイヤ・廃プラスチック・RPF	16,038	3.6
再生可能・廃棄物エネルギー計	193,680	44.1
合計	439,448	100.0

出典：「石油等消費動態統計年報」2011（平成23）年（経済産業省）

図 7 紙パルプ産業のエネルギー構成

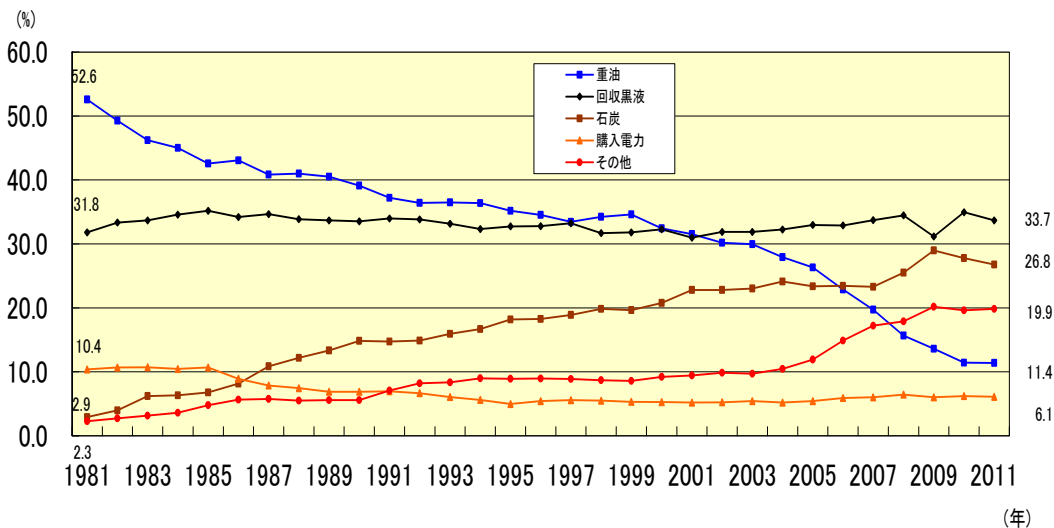


図 8 紙パルプ産業のエネルギー構成比の推移（熱量ベース）

出典（図 7，8）：「石油等消費動態統計年報」2011（平成 23）年（経済産業省）

5. 電力消費および自家発電の状況

紙・パルプ産業の電力消費量は製造業の中で第4位である。パルプ化工程（蒸解、晒、黒液濃縮）や抄紙工程（乾燥）で多量の中低圧蒸気を使用することから、ボイラーで得られる高温高圧蒸気をまず発電に利用し、その後の中低圧蒸気を熱利用するコージェネレーション（熱電併給システム）が発達している。このように、紙・パルプ産業は構造的に自家発電メリットがあることと1985年からの円高のメリットにより自家発電が進み、2011年度の自家発電比率は製造業の中で実質的には最高水準の約73%弱（製造業第2位）に達している。これは昨年の72.6%に比べると生産量は減産であったにもかかわらず東日本大震災後の電力不足から自家発電電力を増やす努力によりほぼ同等を維持している。（図9）（図10）

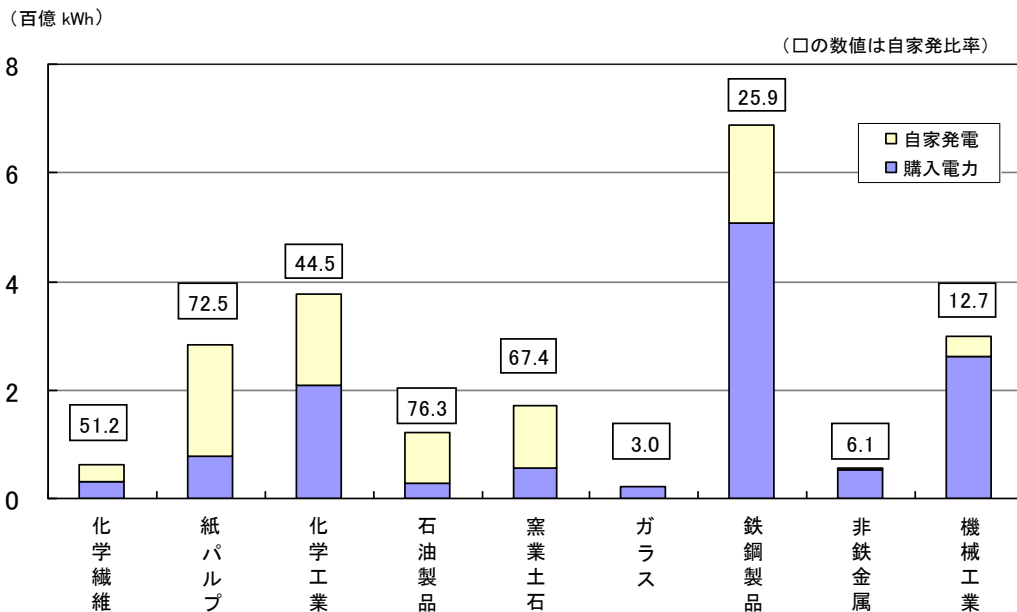


図9 電力消費量・自家発電比率の産業間比較 2011（平成23）年
出典：「石油等消費動態統計年報」2011(平成23)年（経済産業省）

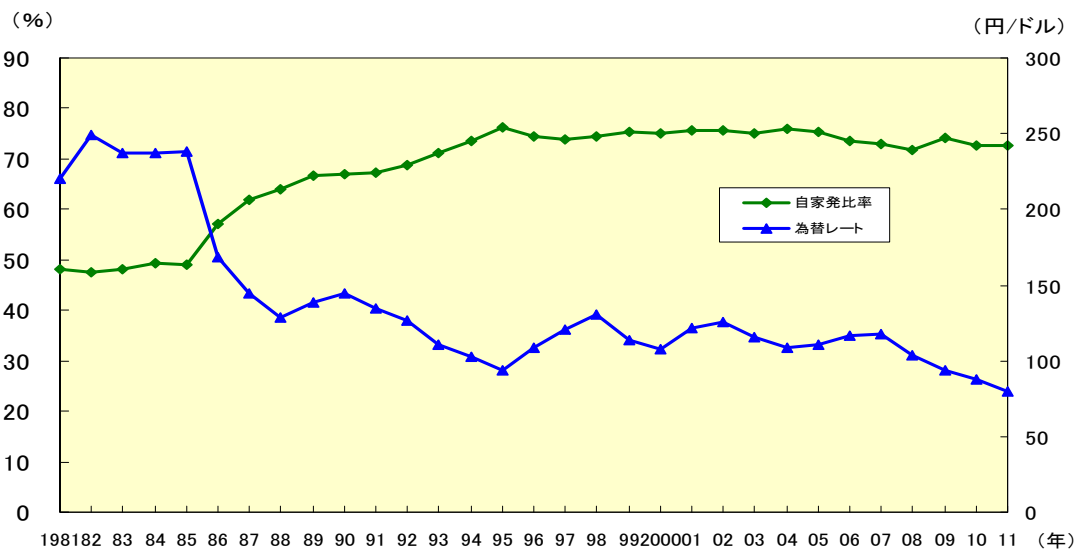


図10 自家発電比率と為替レートの推移
出典：自家発電比率 「石油等消費動態統計年報」2011(平成23)年（経済産業省）
為替レート 「統計月報」 東洋経済新報

6. C重油・石炭の価格（円/GJ）と消費量の推移

エネルギーセキュリティの面から重油比率を低下させるため重油から石炭への転換が進んだが、更に 2003 年度以降は重油から再生可能エネルギーや廃棄物エネルギーへの転換を進めてきた。その結果、1990 年に比べ 2011 年の重油換算の石炭消費量は燃料転換の補助燃料の用途もあって約 150%、C重油は約 24%となり、その結果 2005 年から石炭がC重油を上回るようになり、その差がますます開いている。価格については、C重油は BRICs 等発展途上国の消費拡大による需要増、供給の先細り不安等から 2004 年央より急激に上昇してきたが、2008 年後半の景気悪化に伴い急激に低下し、現在は 2008 年度の高値の 8 割強程度の価格で推移しているが、中東の情勢や今後の景気の状態、シェールガスの動向によっては大きく変動する可能性がある。石炭価格も現在は落ち着いているが、新興国の需要等今後の世界の景気次第でやはり変動するものと思われる。(図 1 1)(図 1 2)

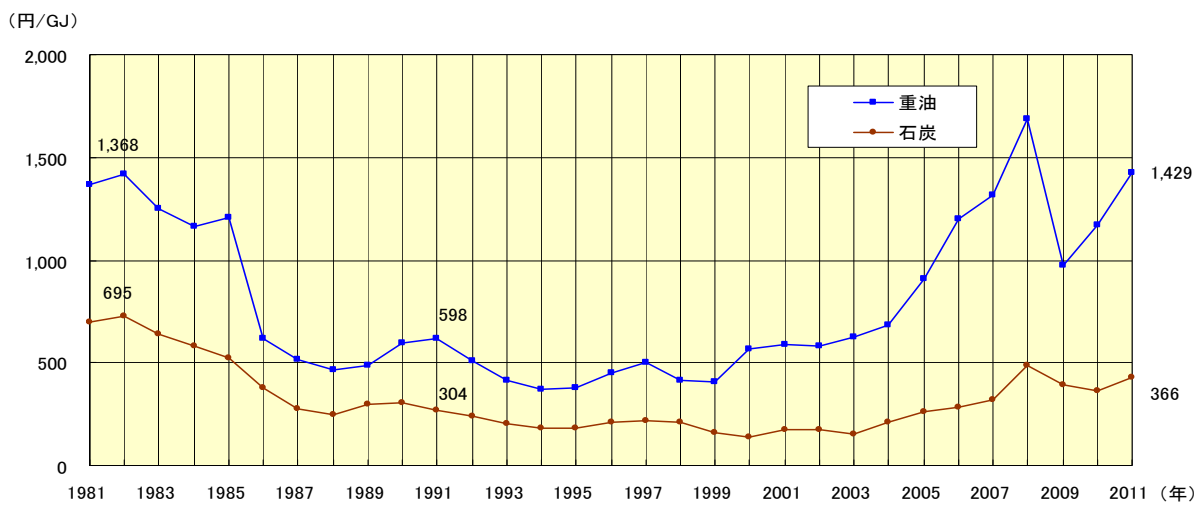


図 1 1 C重油・石炭価格の推移

出典：重油価格 日本経済新聞社調べ 石炭価格 「石油資料月報」(石油連盟)

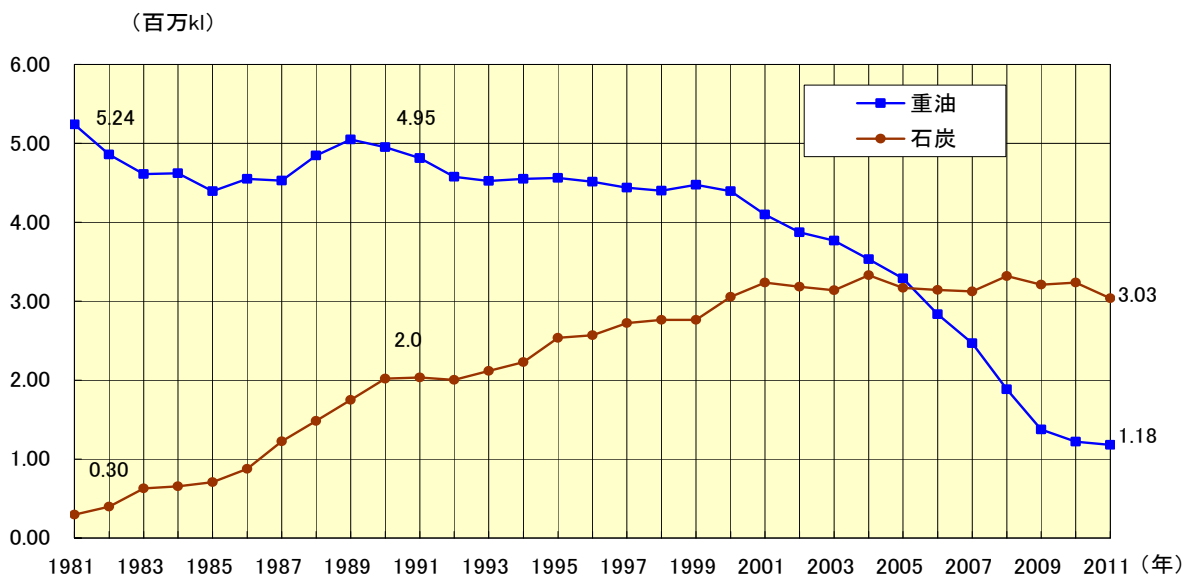


図 1 2 C重油・石炭消費量の推移 (重油換算)

出典：「石油等消費動態統計年報」 2011 (平成 23) 年 (経済産業省)

7. 電力・蒸気の消費原単位指数の推移

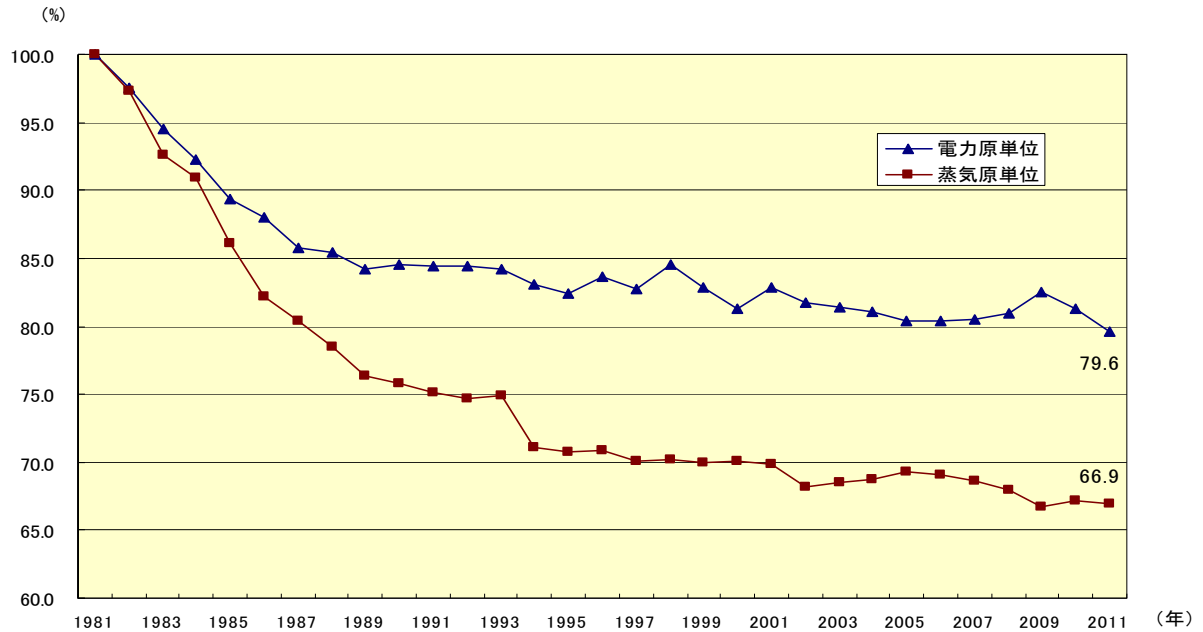


図 1 3 電力及び蒸気消費原単位指数の推移 (1981年=100)

出典：「石油等消費動態統計年報」2011(平成23)年(経済産業省) 「紙・板紙統計年報」(日本製紙連合会)

8. エネルギーコスト

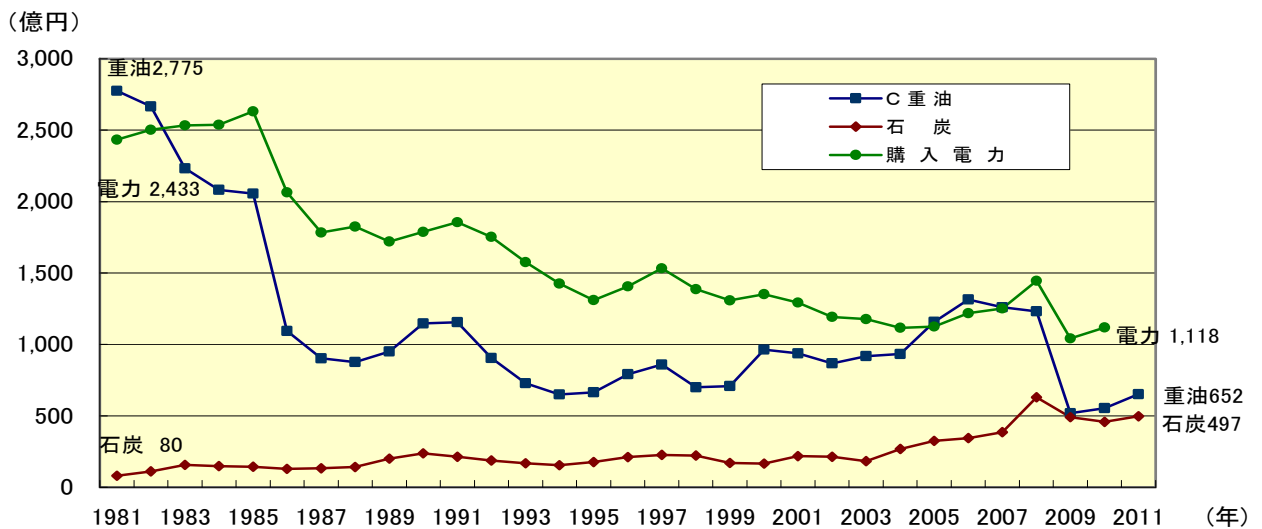


図 1 4 紙パルプ産業の主要化石エネルギー購入費の推移

出典：重油価格 日本経済新聞調べ(年ベース)
 石炭価格 「石油資料月報」(石油連盟)(年ベース)
 電力料金 「エネルギー・経済統計要覧(2012年版)」(省エネルギーセンター)(年度ベース)
 *電力料金のみ2011年度データなし

9. 紙・板紙生産金額に占める主要化石エネルギーコスト比率の推移

1985年からの円高の進行で急激に化石エネルギーコスト比率が低下し、その後も為替と生産量の変動により多少の変化はあるものの、8%前後で安定していた。しかし、2004年央よりC重油価格が急激に上昇し、それに伴い石炭価格も徐々に上昇に転じている。その影響で2006年は1987年以来20年ぶりに化石エネルギーコストが10%を越し2007、2008年とC重油、石炭、購入電力とも高く熱量当たりの価格も高いため1987年以来の高いレベルで推移していたが、リーマンショックによる景気の急激な悪化で2009年はC重油価格が低下し、それに伴い石炭及び電力価格も低下したことで燃料転換が更に進み化石燃料が削減されたことで化石エネルギーコスト比率は7%台となり、2010年もほぼ横這いとなっている。

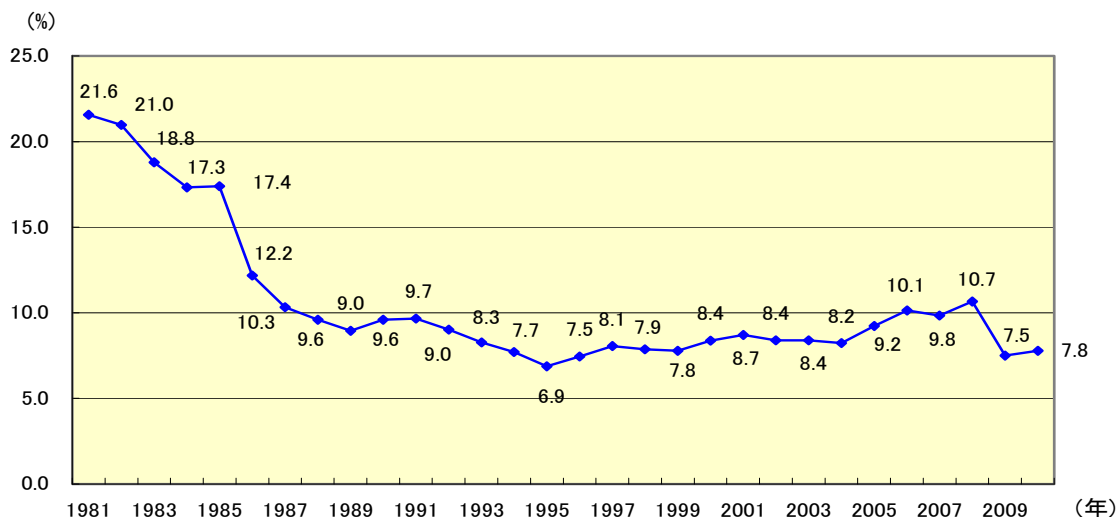


図15 紙・板紙生産金額に占める主要エネルギー比率の推移

表9 紙・板紙生産金額に占める主要エネルギー比率の推移

年	C重油			石炭			購入電力			主要エネルギー費(a) (億円)	紙・板紙生産額(b) (億円)	a/b (%)			
	消費千kl	単価 千円/kl 円/GJ	金額 億円	消費千t	単価 千円/t 円/GJ	金額 億円	消費億kWh	単価 円/kWh 円/GJ	金額 億円						
1981	4,945	56.1	1,368	2,775	453	17.7	695	80	113	21.5	2,278	2,433	5,288	24,531	21.6
1982	4,586	58.2	1,417	2,667	602	18.4	725	111	115	21.8	2,313	2,503	5,280	25,183	21.0
1983	4,352	51.3	1,251	2,233	958	16.3	640	156	116	21.8	2,313	2,534	4,923	26,192	18.8
1984	4,361	47.7	1,163	2,081	1,001	14.7	580	148	117	21.7	2,309	2,537	4,766	27,518	17.3
1985	4,147	49.6	1,209	2,057	1,076	13.4	527	144	120	21.9	2,329	2,632	4,833	27,796	17.4
1986	4,294	25.5	621	1,094	1,332	9.6	378	128	102	20.2	2,141	2,066	3,288	27,000	12.2
1987	4,273	21.1	515	903	1,866	7.1	279	132	95	18.7	1,987	1,784	2,819	27,302	10.3
1988	4,574	19.1	467	875	2,259	6.3	246	141	97	18.7	1,987	1,824	2,841	29,605	9.6
1989	4,764	20.0	487	952	2,661	7.6	298	201	97	17.7	1,882	1,720	2,873	32,087	9.0
1990	4,672	24.5	598	1,147	3,075	7.7	304	237	101	17.7	1,881	1,788	3,172	33,048	9.6
1991	4,544	25.5	620	1,156	3,099	6.9	271	214	104	17.9	1,895	1,856	3,226	33,351	9.7
1992	4,320	21.0	511	906	3,053	6.2	242	188	97	18.1	1,925	1,752	2,846	31,569	9.0
1993	4,270	17.1	416	729	3,220	5.2	206	168	87	18.1	1,925	1,577	2,475	29,900	8.3
1994	4,296	15.1	369	650	3,395	4.6	181	156	81	17.7	1,880	1,426	2,232	28,973	7.7
1995	4,306	15.4	376	665	3,861	4.6	180	177	75	17.5	1,859	1,309	2,151	31,298	6.9
1996	4,260	18.6	453	792	3,911	5.4	213	211	82	17.1	1,810	1,406	2,409	32,335	7.5
1997	4,191	20.5	500	860	4,147	5.5	216	227	87	17.6	1,872	1,532	2,619	32,472	8.1
1998	4,152	16.9	411	701	4,208	5.3	209	223	83	16.7	1,777	1,387	2,311	29,393	7.9
1999	4,226	16.8	408	708	4,208	4.1	159	171	81	16.2	1,804	1,308	2,186	28,063	7.8
2000	4,079	23.6	567	964	4,447	3.7	140	166	83	16.2	1,802	1,352	2,482	29,662	8.4
2001	3,803	24.7	592	938	4,709	4.6	175	219	80	16.2	1,803	1,293	2,450	28,161	8.7
2002	3,595	24.2	579	868	4,632	4.6	173	213	79	15.1	1,679	1,193	2,274	27,119	8.4
2003	3,499	26.2	629	917	4,567	4.0	151	184	80	14.8	1,642	1,178	2,279	27,161	8.4
2004	3,278	28.5	682	933	4,846	5.5	207	267	77	14.4	1,604	1,117	2,317	28,114	8.2
2005	3,038	38.1	909	1,157	4,773	6.8	265	325	79	14.2	1,611	1,124	2,606	28,212	9.2
2006	2,621	50.2	1,197	1,315	4,734	7.3	283	344	85	14.3	1,623	1,218	2,877	28,390	10.1
2007	2,279	55.3	1,320	1,260	4,707	8.2	319	386	87	14.3	1,627	1,251	2,897	29,456	9.8
2008	1,741	70.8	1,690	1,233	4,997	12.6	490	629	90	16.0	1,814	1,445	3,307	30,998	10.7
2009	1,271	40.8	974	519	4,836	10.1	395	491	72	14.5	1,641	1,043	2,052	27,368	7.5
2010	1,127	49.1	1,173	554	4,877	9.4	366	459	78	14.3	1,626	1,118	2,130	27,392	7.8
2011	1,090	59.9	1,429	652	4,578	10.9	423	497	75	0.0	0	0	1,150	26,264	4.4

出典：エネルギー消費量「石油等消費動態統計年報」2011(平成23年) (経済産業省)
 重油価格：「日本経済新聞社調べ」(年ベース) 石炭価格：「石油資料月報」(石油連盟) (年ベース)
 電力料金：「エネルギー・経済統計要覧(2012年版)」(省エネルギーセンター) (年度ベース)
 *電力料金の2011年度データがない
 紙・板紙生産額「紙・印刷・プラスチック・ゴム製品統計年報」2011(平成23年) (経済産業省)

10. わが国のCO₂排出量の推移（環境省）

2011年度のわが国のCO₂排出量は12億4,200万t（速報値）で、基準年と比べると8.5%（9,750万t）増加（1990年度比では8.8%（1億47万t）増加）、前年度比4.1%（4,930万t）増加という結果となった。（図16）

部門別にみると、産業部門の排出量は4億2,000万トンであり、基準年と比べると12.8%（6,180万t-CO₂）減少、前年度と比べると0.2%（100万t-CO₂）減少した。前年度からの排出量の減少は、東日本大震災などによる生産量の減少に伴い製造業等からの排出量が前年度比0.4%（160万t-CO₂）減少したこと等による。家庭部門の排出量は1億8,900万トンであり、基準年と比べると48.1%（6,130万t-CO₂）増加、前年度と比べると9.7%（1,670万t-CO₂）増加した。前年度からの排出量の増加は、節電効果等により電力消費が減少する一方、火力発電の増加による電力排出原単位の悪化により電力消費に伴う排出量が同比17.2%（1,900万t-CO₂）増加したことによる。運輸部門の排出量は2億3,000万トンであり、基準年と比べると5.8%（1,260万t-CO₂）増加、前年度と比べると0.8%（200万t-CO₂）減少した。基準年からの排出量の増加は、貨物からの排出量が減少（基準年比17.4%減）した一方で、乗用車の交通需要が拡大したこと等により、旅客からの排出量が増加（基準年比27.7%増）したことによる。前年度からの減少は自家用車から150万t-CO₂、貨物自動車・トラックから100万t-CO₂減少したこと等による。

また、業務その他部門（商業、サービス、事務所等）の排出量は2億4,700万トンであり、基準年と比べると50.6%（8,320万t-CO₂）増加、前年度と比べると14.0%（3,050万t-CO₂）増加した。前年度からの増加は家庭部門と同様に主には火力発電の増加による電力排出係数の悪化によるものである。（表9）（図16）

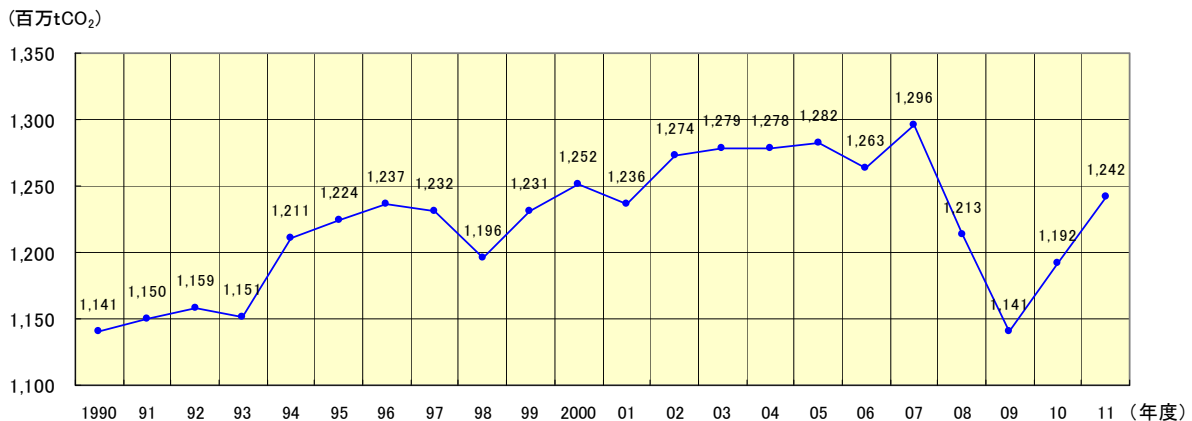


図16 わが国のCO₂排出量の推移

出典：2011(平成23)年度の温室効果ガス排出量速報値について(環境省)

<http://www.env.go.jp/press/press.php?serial=16054>

	CO ₂ 排出量 (百万t)						2011年度 増減%	
	①1990年度		②2010年度		③2011年度(環境省速報値)		1990年度比	2010年度比
	構成比%	構成比%	構成比%	構成比%	構成比%	③/①	③/②	
エネルギー転換部門	68	5.9	81	6.8	86	6.9	126.9	106.1
産業部門	482	42.3	421	35.3	420	33.9	87.2	99.8
業務部門	164	14.4	217	18.2	247	19.9	150.6	114.0
家庭部門	127	11.2	172	14.4	189	15.2	148.1	109.7
運輸部門	217	19.0	232	19.5	230	18.5	105.8	99.2
工業プロセス他	60	5.3	41	3.5	41	3.3	69.0	100.4
廃棄物	22	1.9	28	2.3	28	2.2	125.6	100.2
計	1,141	100.0	1,192	100.0	1,242	100.0	108.8	104.1

工業プロセス他：コークスやセメントなど燃料以外で排出するプロセス由来のCO₂他

廃棄物：焼却ほか

資料：(独)国立環境研究所 地球環境研究センター 温室効果ガスインベントリオフィス (GIO)

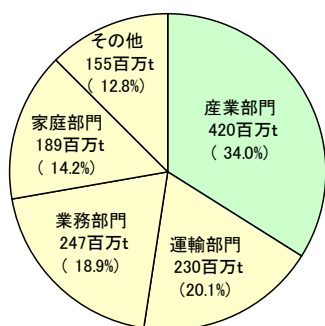
http://www-gio.nies.go.jp/aboutghg/data/2012/L5-6gas_preliminary_2013-gioweb_J1.0.xls

資料：2011年度(平成23年度)の温室効果ガス排出量速報値について(環境省)

<http://www.env.go.jp/press/press.php?serial=16054>

表10 部門別CO₂排出量の推移

部門別CO₂排出量内訳
(2011年度速報値)
(合計 1,242百万t)



CO₂部門別排出量指数推移
(1990年度=100)

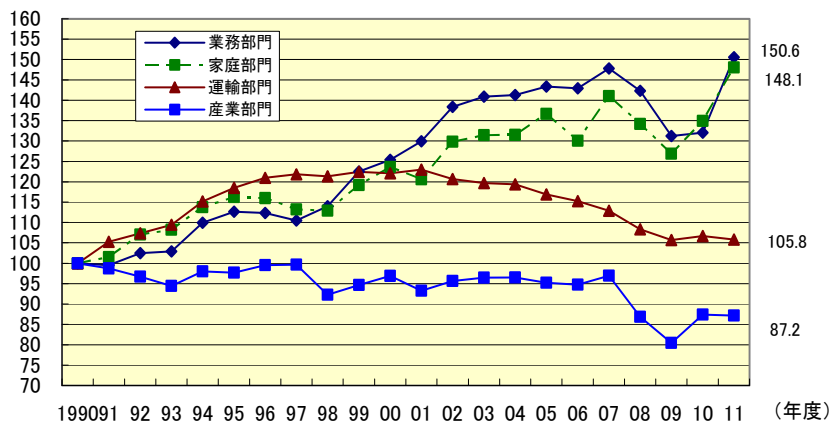


図 1 7 部門別 CO₂排出量内訳 (2011 年度速報) 及び排出量指数推移

出典 : (独) 国立環境研究所 地球環境研究センター
2011 年度は環境省速報値
* 「部門別内訳」には発電による CO₂ 排出量を含む

1.1. わが国の産業別 CO₂ 排出量 (2011 年度速報値)

2011 年度の産業部門のエネルギー起源 CO₂ 排出量は、「(独) 国立環境研究所 地球環境研究センター (GIO)」によれば 2010 年度の 421,392 千 t から 420,349 千 t へ 0.2% 減少となった。その中で紙・パルプ産業は 21,282 千 t から 21,880 千 t へ 2.8% の増加であった。増加した大きな理由は火力発電の増加により購入電力の CO₂ 排出係数の悪化によるものと思われる。

産業部門の中で、紙・パルプ産業の CO₂ 排出量は 5% 強を占め、鉄鋼、化学、窯業土石、機械に次いで 5 番目である。この順位は前年と変わらない。(図 1 8)(表 1 1)

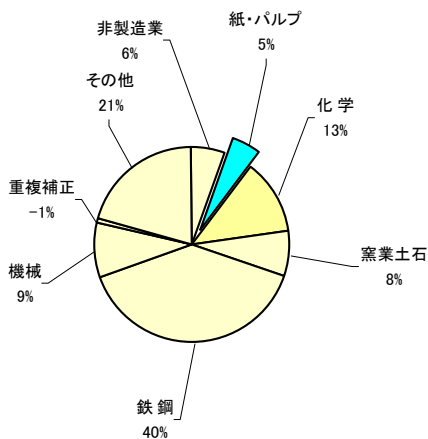


表 1 1 産業部門の CO₂ 排出量 (2011 年度速報値)

	千t-CO ₂	(%)
産業合計	420,349	100
非製造業	23,659	6
製造業	396,691	94
紙・パルプ	21,880	(5)
化学	52,864	(13)
窯業土石	31,601	(8)
鉄鋼	166,634	(40)
機械	38,591	(9)
重複補正	▲ 3,831	▲ 1
その他	88,952	(21)

図 1 8 産業部門の CO₂ 排出量比率
(2011 年度速報値)

出典 : (独) 国立環境研究所 地球環境研究センター
* 「部門別内訳」には発電による CO₂ 排出量含む

1 2. 日本経団連加盟業種の CO₂ 排出量の推移

<日本経団連のHPより抜粋転記>

<http://www.keidanren.or.jp/policy/2012/084.html>

2012年度のフォローアップ調査に参加した産業・エネルギー転換部門34業種からのCO₂排出量は、基準年の1990年度で5億584万t-CO₂であり、これは、わが国全体のCO₂排出量(1990年度11億4,120万t-CO₂)の約44%を占めており、わが国全体の産業部門およびエネルギー転換部門全体の排出量(1990年度6億1,230t-CO₂)の約83%に相当する。

2012年度フォローアップの結果、2011年度のCO₂の排出量は4億5,426万t-CO₂と、1990年度比で10.1%減少(2010年度比で2.5%増加)となった。

なお、上記数値は、電気事業者が2011年度に京都メカニズムクレジット約3,000万t-CO₂(2010年度は約5,700万t-CO₂、2009年度は約5,200万t-CO₂、2008年度は約6,400万t-CO₂)および国内クレジット約3.8万t-CO₂を償却したことにより電力使用に伴うCO₂排出係数が改善した結果を踏まえた数値であり、これにより34業種からのCO₂排出量は、約731万t-CO₂(2011年度のCO₂排出量の約1.6%相当)減少している。尚、2011年度は電気事業者以外の業種によるクレジットの償却はなかった。

34業種のうちCO₂排出量が多い7業種の動向概要を表12に、また15業種の詳細を次ページに示した。

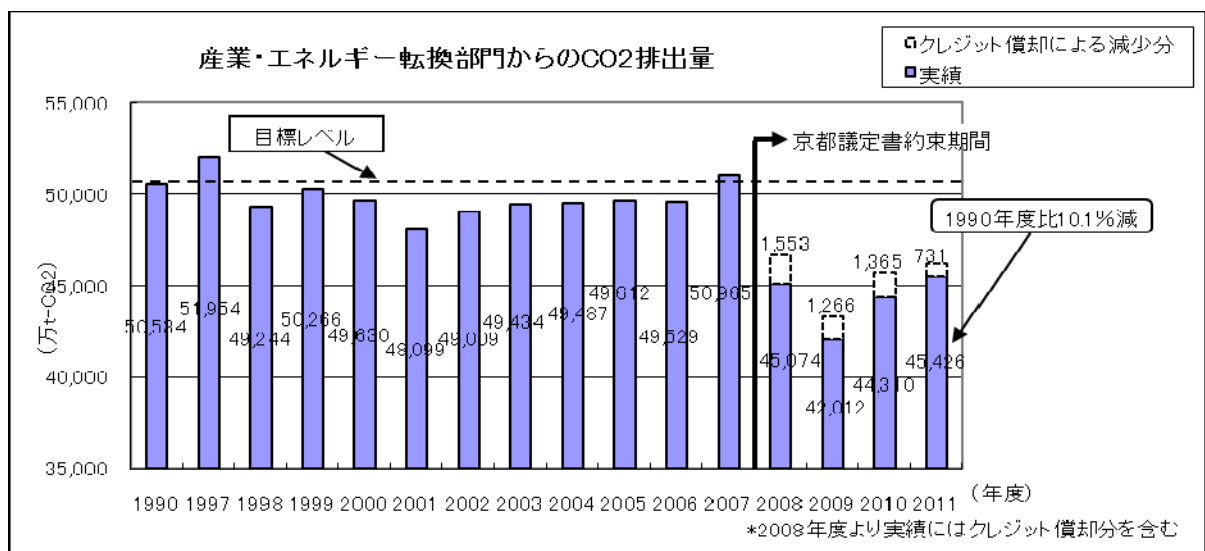


図19 産業・エネルギー転換部門からのCO₂排出量

表12 CO₂排出量に関する業種別動向概要(日本経団連HPより)

単位: 万t-CO₂

業種	1990年度 排出量	2010年度 排出量		2011年度(クレジットあり)		2011年度(クレジットなし)			
		クレジットあり	クレジットなし	排出量	90年度比	前年度比	排出量	90年度比	前年度比
電気事業連合会	27,500	31,700	37,400	40,900	+48.7%	+29.0%	43,900	+59.6%	+17.4%
固有分: 合計値には こちらを使用	3,070	3,100	3,650	4,010	+30.6%	+29.4%	4,300	+40.1%	+17.8%
日本鉄鋼連盟	20,061	18,619	18,797	18,365	-8.5%	-1.4%	18,468	-7.9%	-1.8%
日本化学工業協会	6,320	5,947	6,119	6,008	-4.9%	+1.0%	6,101	-3.5%	-0.3%
石油連盟	3,094	3,963	3,978	3,750	+21.2%	-5.4%	3,758	+21.5%	-5.5%
日本製紙連合会	2,561	1,855	1,891	1,861	-27.3%	+0.3%	1,879	-26.6%	-0.6%
セメント協会	2,741	1,642	1,654	1,695	-38.2%	+3.2%	1,701	-37.9%	+2.8%
電気・電子4団体	1,112	1,451	1,653	1,703	+53.1%	+17.4%	1,803	+62.1%	+9.1%
経団連合計	50,534	44,310	45,675	45,426	-10.1%	+2.5%	46,156	-8.7%	+1.1%

日本経団連2012年度フォローアップ(2011年度実績)

産業・エネルギー転換部門の業種別動向(1/5)

日本経団連HPより

(別紙1)

Table with columns for industry (e.g., 1 電気事業連合会), CO2 emissions, energy use, and indices from 1990 to 2011. Includes sub-headers for 'CO2排出量(クレジットあり/なし)' and 'エネルギー使用量'. Values are in units of 10,000 t-CO2 or 10,000 GJ.

(注1) 工業プロセスからの排出とは、非エネルギー起源で製造プロセスから排出されるCO2を指す。(注2) 合計値では電力の炭素排出係数、エネルギー換算係数を使用している。(注3) 発熱量表の改定に伴い1999年度以前、2000年度～2004年度、2005年度以降では熱当量換算係数が異なる。(注4) 原単位指数については、目標年度を1990年度以外に設定している場合はそれぞれ目標年度とすることを基にしている。(注5) 上記の数値は、日本経団連環境自主行動計画が従来から採用している基本的な算定方式に基づくものである。(注6) CO2排出量、エネルギー使用量、エネルギー換算係数については、業務部門・運輸部門の業種から抽出されたデータを集計している。(注7) 日本貿易会、全通運連盟のCO2排出量、エネルギー使用量は1998年度比、全通運連盟、日本損害保険協会のCO2排出量、エネルギー使用量は2000年度比、KDDIのCO2排出量、エネルギー使用量は2003年度比、日本印刷産業連合会のCO2排出量、エネルギー使用量は2005年度比、生命保険協会のCO2排出量、エネルギー使用量は2006年度比を表す。(注8) 概要版におけるCO2排出原単位指数、エネルギー使用原単位指数は、CO2排出量・エネルギー使用量・生産活動量を使った自動計算した後に四捨五入している。(注9) 2008年度～2011年度は気候事業のみがクレジットを償却し、その他の業種においてはクレジットは償却されなかった。したがって、各業種についてクレジットあり・なしの二種類のデータが示されているのは、電気の使用に伴う炭素排出係数がクレジットあり・なしの二種類あることによる。(注10) 2011年度に日本乳業協会のデータを掲載したが、脱炭素企業へのデータを2010年度までしか遡ることができなかったため、2010年度～2009年度については、実績に基づき脱炭素企業へのデータを削除し、2010年度～1999年度については、2000年度の発熱量表を用いた脱炭素企業へのCO2排出量の割合(2%)に基づき、脱炭素企業へのデータを削除した。なお、34業種全体のCO2排出量に占める脱炭素企業の割合は10.4%である。(注11) 東日本大震災の影響(被災によるデータ喪失)により、日本化学工業協会および日本製薬団体連合会、日本製薬工業協会のデータには、それぞれ1990年度から1社分、1事業所分のデータが含まれていない。