紙パ産業の CO₂ バランス

日本製紙連合会技術環境部 堀 定 男

CO₂ Balance in The Japanese Pulp and Paper Industry

Sadao Hori
Japan paper Association

Global warming issues lies in the rise of temperature of earth's surface brought by gradual increase of the Green House Gases (GHGs) such as CO₂, CH₄, N₂O, etc., in the atmosphere. The problem is also called Climate Change and is expected to cause various climatical troubles on the earth.

Most of the GHGs are associated with energy consumption and are produced by the human activities. In case of Japan, CO₂ from fossil fuel account for 90 percent of total CO₂ emission.

The third Conference of Parties (COP3) is to be held in Kyoto this December and preparatory negotiations are under way among the relevant countries so that agreements may be reached at the Conference for the reduction of CO₂ emission after the year 2000. It was agreed in the COP2 that the new agreements should be legally binding.

However, each country has its own problems in reducing CO₂ emission and some countries have reduced fairly well while others have not.

Japan may not be able to meet the target to reduce it down to the 1990 level in the year 2000. In general, industrial emission of CO₂ is slightly on the rise whereas that of offices, stores, homes etc. are showing a sizable increase.

The Japanese pulp and paper industry has made strenuous efforts to save energy. We are recycle-oriented industry undertaking various measures from tree plantation to wastepaper utilization. Through plantation, biomass fueling and wastepaper recycling, we are greatly contributing to sequestration of carbon and CO₂ emission.

1. はじめに

地球環境問題を含む現在の環境問題とは何かと言うと、人間の社会活動による影響が地球の持つ自浄力を上回ったために引き起こされたものである。それらはほかの誰でもない私たちの人間活動が原因となり、すべての人間の環境に影響するものである。

①被害、影響が1国内に止まらず国境を越え、地球規模にまで広がる環境問題。

②先進国も含めた国際的な取組み（政府開発援助等）が必要とされる開発途上国における環境問題。現在、このような観点から問題とされているのは以下のものである。

・地球温暖化（気候変動）

- ・オゾン層の破壊（フロン起因）
- ・酸性雨
- ・野生生物の種の減少
- ・熱帯林の減少
- ・砂漠化
- ・有害廃棄物の越境移動
- ・海洋汚染
- ・開発途上国の公害問題

20~25 //

小計 55~60 億 T-C/Y

- ・差異：20~25 億 T-C/Y は不明分（ミッシングシンク）

この不明分の疑問は解明されていない。海洋は実際にはもっと吸収しているのではないかとこの疑問は常に出される。上記のシミ・モデル調査は実際調査結果を計算出来る可能な範囲で高く見積ったもの。

ミッシングシンクに対して種々の説が言われている。いくつかを以下に紹介する。

- 海洋の CO₂ 濃度分布は表層 300 ppm から 1,000 m まで直線的に変化、1,000 m 以上の深海では 240 ppm で一定。この蓄積量を略算すると 5,000 億 T-C と可能性はある。
- 高 CO₂ 濃度下の植物体の高成長の説。事実だが植物体の増加（森林蓄積の増加）統計データは明確に示されていない。
- 旧ソ連や東欧等で植林が行われている、従来も行われて来たとの説。データ不足。
- 熱帯林の破壊はあるが、他地域の森林は増大しているとの説。同じくデータ不足。
- 土壌中の炭素量増大の説。これは光合成量が増え土壌中にも多くの有機物が落ち、蓄積量が分解速度を上回るようになるからである。データ不足。
- 岩石の風化により CO₂ 固定が行われるとの説。これは珪酸塩岩石が炭酸塩岩石に変わる反応による。

これは有名な地球化学反応である。しかし、この反応が進行するには時間が短すぎる。46 億年前の地球創生紀に CO₂ が数十気圧の圧力で存在した地球大気から、徐々に CO₂ が固定減少したプロセスで重要な役割を担って来た。

3. 国際的な検討体制と世界各国の状況

3.1 IPCC（気候変動に関する政府間パネル）の設置

1988 年 11 月、地球温暖化問題は世界的にもっとも注目しなければならない問題としてとらえられ、UNEP（国際環境計画）と WMO（世界気象機関）は共催で IPCC（気候変動に関する政府間パネル）を設置した。ここでは地球温暖化問題に関する科学的知見、影響、対応策、これまで実施された種々の研究成果を収集し、評価検討を行っている。

この中で地球温暖化問題は代表的なものである。それぞれは互いに関連しているが因果関係が必ずしも明らかでない面もあり、将来の予測が非常に困難で、影響が地球全体におよび、私たちの世代だけでなく数世代にもわたる可能性がある。

2. 地球温暖化問題とは

2.1 地表大気中の温室ガス

地表大気中の温室効果ガス（Green House Gases 略して GHGs. CO₂, CH₄, N₂O, フロン類（HFC）等）の増加により温室効果が進展し、地表気温が徐々に上昇する。このため、南極氷床や山岳氷河が融解し海面上昇による陸地面積の減少や環境変化による植物、生物への影響が懸念される（北極の水は海面に浮上しているので無関係）。また、これは気候変動問題とも言われる通り世界各地の異常気候の発生にも関わる。

それぞれの温室効果は CO₂ を 1 とすると、CH₄ は 10~20 倍、N₂O は 100 倍、フロン類は 10,000 倍と言われている。絶対量の多い CO₂ の影響は 65%以上を占める。

大気中の CO₂ は産業革命当時 280 ppm が現在 360 ppm に上昇しており、日本の場合、CO₂ の増加の 90%はエネルギー消費によるものである。図 1 にあるように大気中の CO₂ は産業革命前までは植物、海水、海中生物等吸収固定源とバランスしていたが、特に化石燃料の使用増加と熱帯林破壊によりバランスが崩れて来た因みに熱帯林は最近 10 年間平均 15.4 百万 ha/Y 消失している、と言われている。

2.2 CO₂ 排出量と CO₂ 吸収量のバランス問題

小島成蹊大教授は、これまでの各方面の知見を基に以下の推察を行なっている。

- ・CO₂ 排出：化石燃料（実測値） 60 億 T-C/Y
熱帯林破壊（森林生態学者説）
15~20 // (?)
小計 75~80 億 T-C/Y
- ・CO₂ 吸収：大気中の CO₂ 増加（実測値）
35 億 T-C/Y
海洋吸収（シミ・モデル調査）

3.2 IPCC 第 1 次評価報告書, 第 2 次評価報告書

(1) 第 1 次評価報告書

1990 年発表, 人間活動に起因する温室効果ガスの濃度は増加しており, 今後も何ら対応策を採らなかった場合には, 21 世紀末までに気温が 3 度, 海面が 65 cm それぞれ上昇するとしている。

(2) 第 2 次評価報告書

1995 年 12 月, 基本的により精度を高め (2100 年には, 気温 2°C, 海面 50 cm 上昇), 対策が遅れた時の影響の大きさを警告。また, 気候変動対策においては, 途上国を含めたできるだけ多くの国の取組みの必要性を強調している。

3.3 地球サミットの開催 ('92.6 月…リオ) と

「気候変動枠組み条約」の成立

これらの動きと平行して, 温室効果ガス濃度の気候に対する安全な水準での安定化を最終目標とする「気候変動枠組み条約」が, 1992 年 5 月に成立し, 翌 6 月の地球サミット「環境と開発に関する国連会議」(UNCED…国連環境開発会議) が開催され, 150 カ国以上により批准された。ここでは『先進国は 2000 年の CO₂ 排出量を 1990 年の水準に戻す, 或いは維持する重要性を認識し気候変動問題の緩和のための政策, 措置を取る義務を負う』としている。

3.4 第 1 回締約国会議 (COP 1: Conference of the Parties…ベルリン '95.3 月)

1994 年 3 月に同条約が発効したのを受け, 翌年ベルリンにて第 1 回締約国会議 (COP 1) が開催された。ここで, 現行条約上規定のない 2000 年以降の措置につき, 現行条約上義務を負わない開発途上国も交えて議論を行い, 第 3 回会議 (COP 3) において結論を出すとの「ベルリン・マンデート」等 15 の決議が採択された。それは以下の内容で, 1997 年に開催予定の COP 3 までに表 1 のスケジュールを経て検討を終える。

- (1) 「温室効果ガスの大気中の濃度の安定化」のための政策措置の強化
- (2) 2005, 2010, 2020 年といった特定の時期の数量化された抑制及び削減目的の設定
加えて, 次の(3)~(5)も条約加盟国が積極的に推進することを求められている。
- (3) 気候変動イニシアティブ (CTI) への貢献
- (4) 技術移転に関する技術の目録と通報 (状況報告)
- (5) 共同実施に関するパイロットフェーズの推進…実績作り

3.5 第 2 回締約国会議 (COP 2: ジュネーブ '96.7 月)

- (1) 2000 年以降の CO₂ 排出量については COP 2 の閣僚宣言に盛り込まれた法的拘束力 (legally-binding objectives) のある議定書を COP 3 にて採択すべく交渉を加速する。'96.12 月中旬までに各国からの議定書案を募り, '97.6 月頃までに原案を配布する。
- (2) 削減目標については日本の主張する差異ある数値目標 (これまでの省エネ努力を評価) に対し, 一律削減派が大勢を占めていた。特に米国も一律削減支持になった。

3.6 世界各國の 2000 年 GHGs (主として CO₂) 排出抑制目標達成見込み

2000 年までに 1990 年水準維持或いは減少可能なのは 5 カ国である。

- * 独: 旧東独での石炭多使用を石油, 天然ガスへ転換により 13~15%の CO₂ 排出削減
- * 英: 国内石炭産業の合理化を進め, 天然ガス化 (北海石油) を図り 4~5%削減予定
- * 蘭等は可能と見られる。その他, Sw も水力, 原子力主体であり達成可能であろう。
- * 仏: 発電は原子力主体。一人当たりの CO₂ 排出量

表 1 ベルリン・マンデートのスケジュール

年 月	会 合	検 討 内 容
95. 3~4 8 12	COP 1 (Berlin) AGBM 1/補助機関会合 IPCC 総会	ベルリン・マンデートの採択, AIJ, CTI 開始 組織的事項, 今後のスケジュール等 IPCC 第 2 次評価報告書完成
96. 7 12	COP 2 (Jeneve) AGBM 5	議定書作成開始, 政策・措置の精査 政策・措置 → 議定書に重点化
97. 3 夏~ 12/1~12	AGBM 6 AGBM 7, AGBM 8 COP 3 (京都…議長国: 日本) 議定書採択予定	(COP 3 半年前には () 付でも議定書案作成)

は低く削減余地少4%増大の見込み。

* 米：最大のエネルギー消費国の米国は、これまでCO₂減少無理の考えから先般のCOP2ではCO₂減少積極派になった。共同実施、排出権売買(SOXでは実施中)に関心強い。しかし、2000年は1990年実績比で少なくとも数%は増大見込み。

* 日：目下の状況では達成無理であろう。

3.7 COP3議定書原案についてのその後の動き

条約事務局は各国からの議定書案をもとに原案を作成検討中である。各国案はさまざまCOP3議長国として各国の利害を調整して日本の主張に導くのはなかなか難しい仕事のようなようだ。2, 3の例を以下に示す。

(1) 日本は次の2案の内、どちらかを選択する義務を負うことを提案する予定。

①一人当りのCO₂排出量抑制及び削減

②総CO₂排出量に基づく排出量抑制及び削減

(2) EUは2010年に1990年基準、CO₂、CH₄、N₂OのGWP換算で15%削減を提案予定。

(3) USAは先進国に「一定期間温室効果ガスを排出することの出来る『排出バジェット』を割当てる」。各国は超過分は2割の利子付きで借り、後で埋合せる。途上国には排出目標の作成、削減処置について報告するという義務を求めている。だが、最近の国務省報告案では2010年のGHGs排出量は1990年の20%アップと推測。

尚、差異ある目標に賛同している国は日、仏、豪、加、ノルウェー、Sw、Su。一律削減に賛同している国は独、英、蘭、USA。EUは連合体としては上記削減目標だが、個別の国はそれぞれ意見が違う。仏は原子力発電の国であり、一人当りのCO₂排出量は低く一律削減は不合理との見解。日本主張の差異ある目標も大多数の国が納得出来る数値設定が可能に掛かっている。

3.8 発展途上国の位置付け(添付資料-2参照)

発展途上国は気候変動枠組み条約では、先進国と違って排出抑制の政策、措置をとる義務はない。ベルリンマニフェストでも新たな約束は課さないことになっている。しかし、今後アジアを中心とした発展途上国の経済成長に伴い、表5の様に、CO₂排出量の大幅な増大が予想される。発展途上国のCO₂排出抑制は必要不可欠である。COP1で合意された共同実施活動を通じて、途上国にCO₂排出問題への取組みの重要性を認識させる必要がある。将来的には、途上国の抑制を図る仕組みが不可欠である。

3.9 共同実施活動(Joint Implementation)

2000年までは試験的实施期間、この間に実績評価

を確立し、2000年以降に備える。米、独、蘭、ノルウェー、豪等が先行している。

(1) 米 国

'94年6月、USIJI(US Institute of Joint Implementation)を設立、'95年2月に7件の1次、次いで8件の2次プロジェクトを認定。15件中6件は森林保護関係、6件は自然エネルギー利用プロジェクト。

(2) 日 本

'95年11月政府は共同実施活動ジャパンプログラムを創設、'96年7月第1次認定プロジェクト11件(内植林は6件)を公表した。紙パの応募はなし(資料-2)。

これまでの状況から日本国内だけでのCO₂排出量制約遵守は非常に難しく、途上国への省エネ技術供与、植林等によるCO₂排出権のキックバックは日本にとっても、また、世界全体のCO₂排出量の削減から見ても有効である。但し、現在のところ対応途上国のコンセンサスを得るのに苦勞しているようだ。

4. 日本の対応

4.1 日本のコミットメント(平成2年10月の「地球温暖化防止行動計画」)

(1) 一人当たりCO₂排出量について2000年以降概ね1990年レベルでの安定化を図ること。

(2) 革新的技術開発等が予測される以上に早期に大幅に進展することにより、CO₂排出総量が概ね2000年以降1990年レベルでの安定化するよう努める。

これ等を目標に必要な政策、措置を実施することを国際的にコミットした。

4.2 近年のCO₂排出状況(表2)

我が国のCO₂排出状況は'94年度に猛暑・渇水等の一時的要因の他に、景気の回復、国民の快適化思考の高まり等を背景にしたエネルギー需要の増大により、高い水準の伸びを記録。'95年度もエネルギー需要は増大基調(添付資料-3参照)。よって、現状のままでは、1990年レベルを維持すると言う2000年の目標達成は不可能な状況である。

4.3 対応の方向

2000年のCO₂排出目標達成に向けて最大限の努力を行う必要あり。CO₂排出の大部分(日本は90%)がエネルギー起源であることから、エネルギー政策としての取組みが最重要である。日本の最終エネ消費量は産業界が約50%、運輸が24%民生26%である。

(1) 産 業 界

通産省は各審議会の検討結果を踏まえて、省エネ

表 2 我が国の CO₂ 排出動向

(百万 T-C/Y)

年 度	'90	'91	'92	'93	'94	'95
総排出量	320	326	330	324	343	345
エネ起源 (対前年比 %)	293.2 (3.7)	298.5 (1.8)	301.8 (1.1)	295.9 (▲1.9)	314.7 (6.3)	316.3 (0.5)
非エネ起源	26.4	27.0	28.2	28.1	28.3	28.7
一人当たり (T-C/Y)	2.59	2.63	2.65	2.60	2.74	2.74
(参考) 人口 (万人)	12,361	12,404	12,445	12,476	12,503	12,557
経済成長率% (実質)	5.6	3.1	0.4	0.2	0.5	2.4

(注：バイオマスは除外せず)

ギー法の強化（全工場1%/Y以上の省エネを目標とする）、新エネルギーの普及拡大に向けた新エネ利用促進法等の政策を打出した。加えて原子力発電の評価も検討すべきとしている。

各審議会の検討（3調/審議会での意見はCOP3議定書の参考意見となる）は以下。

- (A) 総合エネルギー調査会基本政策小委員会（委員：大国会長）、同原子力部会
- (B) 産業構造審議会地球環境部会（委員：塩入環保委員長）
- (C) 産業技術審議会基本問題検討小委員会
- (2) 運輸部門

低燃費車の推進、モーダルシフトについて運輸政策審議会の検討がある。

(3) 民生部門

建築物では冷暖房システム、二重窓等設備による省エネ、自治体によるライド&パーク（都市中心部への車の乗り入れ規制）への動き。商業、家庭生活への対応策は目下は有効な政策手段は取られていない。

(4) 全体的な観点からの環境庁調査

CO₂ 排出削減技術、環境税（炭素税）の検討。

地球温暖化対策技術評価検討会

地球温暖化経済システム検討会

尚、最終的には全体を総合して1996年国別報告書に纏められる（提出遅れている）。

4.4 省エネ状況（添付資料-3 参照）

日本は'74年（昭49年）と'79年（昭54年）の2度の石油危機を経験。このため産業界に強い危機意識が植付けられ、急速に大幅な省エネ（操業方法の改善、設備改善/更新、新設備導入等）が進められ、世界に先駆けて顕著な効果を挙げて来た。現状では、省エネの新しい項目は殆ど見当たらないくらいになっている。

最近の状況としては、通産省（資源エネ庁）資料（資料）によると、以下の状況にある。

(1) 産 業 界

消費エネルギー量の伸びは比較的少い。省エネが浸透していて、原単位の改善は行われているが、生産量が伸びると、結果的には増エネになる。

エネ転換部門はCO₂ 排出係数の低いLNG系への転換を進めている。新エネとして太陽光、風力発電等クローズアップされているが、エネ密度が低く、一次エネとして2000、2010、2020年それぞれ2%、3%、5%との計画だが費用対効果の面からは厳しく多くは期待出来ないと推定される。更に原子力発電がCO₂ 無排出のエースとして、また、資源小国の日本の救世主として期待されていたが、最近のトラブル続きで、国民の信頼が低下、不安感が強く発電所設置の候補地が決定出来ない状態である。

(2) 民 生

家庭部門では、家電製品の単品の省エネ化が進んでも、数量が増加して打消され、エネルギー消費の伸びは大。この部門はこれからも問題である。建築部門は冷暖房、二重窓等省エネ余地があり、今後の進展が期待される。

(3) 運 輸

ガソリン低価格化も影響し、自動車保有台数は増加。しかも、エンジンの大容量化が顕著。大量輸送を目指すモーダルシフトも捗々しく進んでいない。消費エネルギー量の伸びは大。抜本的な施策検討の時期でもある。

5. 日本の製紙産業について・CO₂ バランス

紙の需要はこれまでGDPの伸びに高い相関性をもってリンクして来た。将来もある水準までは増加傾向

を示すと考えられ、生産もほぼこれに準拠すると推察される（「紙の資源研究会報告」）。そのエネルギー消費量、CO₂排出量は増加傾向となろう。

5.1 紙パ業界の省エネ対応

(1) 省エネ政策

省エネ法の運用強化は『指定工場とそれ以外の全工場若しくは事業者エネルギー消費原単位を少なくとも毎年1%、或いは数年で同程度の省エネ』の目標を改めて強調。省エネを進めるため代表的工程毎にベンチマークを設定し自主努力の手段とするようリコメンド。現在、製紙連合会のエネ委員会の下にWGを設置し検討中。

(2) 省エネ技術の普及

エネ革税制等によるフォロー他。向流式連続蒸解装置、高性能リグニン燃焼ボイラ、高性能面圧脱水装置、etc.

(3) 大型設備更新による省エネ

紙パも省エネは2回の石油危機以降、あらゆる可能性を推進して来た。現状ではほぼ頭打ちの状況で、後は投資効果の低い案件が残った状況である。最近、各社で設備の新增設計画が発表され建設工事が進行しているが、これらは省エネにも配慮された最新設備と推測される、設備更新による省エネに期待したい。

(4) 古紙利用率の向上

紙パ業界は古紙利用率2000年56%を目標にして努力している。古紙は一般的には資源の節約と同時に省エネになる。最近、古紙の在庫量増大が社会問題になっているが、利用量以上に古紙集荷が行われたためである。消費者の理解を得て古紙配合増を図ることが必要となるが、一方循環限度以上のものはサーマルリサイクルにてエネルギー回収を図ることが必要となる。

5.2 日本の紙パ産業のCO₂排出量・最近の実績例（1990年と1995年）

- ・紙パ産業のCO₂排出量の最近の実績推移（1990年と1995年）を表3に示す。
- ・①新（仮）の計算方法を主体にしたが、参考までに②従来方法にて算出したものも付記した。CO₂排出量計算方法の①新（仮）と②従来方法の対比を別に示す（添付資料-4）。
- ・これは気候変動枠組み条約（FCCC）審査団の指摘により計算方法を一部変更予定。
 - (A) 木材は伐採時点でCO₂排出として計上する。よって、黒液・廃材燃焼を計上するとダブルカウントとなる。よって、黒液・廃材燃焼を計上しない。
 - (B) 電力からのCO₂排出は事業者と自家発電を合算してkWH当りのCO₂排出係数を算出、これを各産業の使用電力に乗じていたので、事業者用の水力、原子力により薄められ実際より低く算出されていた。これを事業者と自家発電個別計算とする。
- ・尚、将来産業植林を共同実施と位置付けた時、成果のCO₂吸収量からの分配取得が期待出来る。しかし、これは未だ国際的に合意が成立していない。

5.3 植林によるCO₂吸収効果

CO₂対策には排出削減と吸収固定が車の両輪のように論ぜられるべきであるが、吸収固定の論議は少ない。これはその実態が学問的にも明瞭になっていないためもある。IPCCも信頼出来るデータが乏しいことを理由に森林の固定効果を算定していない。CO₂の吸収固定は陸上の植物、海中生物（珊瑚虫、藻類）、海水等により行われている。木材はCO₂の形を変え

表3 紙パCO₂排出量推定（略算）

(CO₂量：百万T-C/Y)

	1990（実績）		1995（実績）
紙・板紙生産量（千T）	28,086		29,659
CO ₂ 排出量（直接分）	① 6.5	② 6.5	① 7.2
"（電力分）	1.1	3.8	0.8
計	7.6	10.3	8.0
（参考）バイオ分	（4.8）	（内2.9）	（4.8）
（参考）バイオ分加算総計	（12.4）	（10.3）	（12.8）
海外植林のCO ₂ 吸収量	—	—	—
再 計	7.6	10.3	8.0

たものである。CO₂ と水と大地に太陽光があれば無限に得られるものである、勿論、種の存在は前提である。管理された森林（成長と伐採がバランス）の更新は CO₂ 吸収面からも有用である。ある山林の CO₂ の吸収量測定結果が例えば 5 T-C/ha/Y となっても、世界の森林は極相林（成長停止）もあれば植樹したばかりのものもあり、平均値はどうかとなると途端に曖昧になる。それぞれは単独では測定されても、全体規模ではそれを用いる訳には行かない。

木が育つ＝重量増加は光合成によるセルロースやリグニン等の生成反応による。

[参考] 森林の CO₂ 吸収固定効果試算データ例

- ・ 1994 年「日本国報告書」（環境庁・林野庁）
0.97 T-C/ha・Y
- ・ 高山市の温帯林実測値（資源環境技術総合研究所）
1.2～1.4 “
- ・ ブラジル・インドネシア熱帯林（電力中央研究所）
5.5～8.7 “

これらについては専門分野の研究が行われており、基本的な考えとデータ例を示した。

6. おわりに

CO₂ 排出削減に効果ある省エネは突き詰めると、私達のライフスタイルの問題に関わって来る。生活することは、まずエネルギー消費がある。エネルギー部門別の民生は勿論、産業、運輸も人間社会を維持、発展させるためのものである。今後の省エネ推進は技術面での追及だけでは無理で、私たち人間の社会のあり方、生活のあり方等に深く関わって来る。循環型社会構築に向かって生活のあり方を含むライフサイクルの見直し等の多少痛みを伴う犠牲も受入れることが求め

られる。

最近、新聞紙上に再三にわたり登場している炭素税、或いは環境税もその一つである。

紙パ産業の原料チップは CO₂ と水と大地に太陽光があれば無限に得られるものである。勿論、種の存在は前提である。化石燃料も製造工程で使用せざるを得ないが、必要熱量の 32～34% はこのバイオから供給されている。まさに循環型の産業を代表するものである。惜しむらくは国土が狭く、原料チップの完全自給が出来ないことである。これからの国際社会はそれら不利を補って余りある活躍の場を提供してくれるものと考えられる。

日本の産業は成熟期に入ったと見なされる中、紙は需要が伸びると予想される数少ない産業の一つである。この CO₂ 排出削減問題も省エネ、共同実施等に最大の努力を払い、対応して行くことで新たな展開が開けるものと思われる。このような産業に身を置き活躍できることは幸せなことではないかの考えます。

参考文献

- 1) 日本政府：1994 年 日本国報告書
- 2) 通産省：産業構造審議会地球環境部会（平 8～9 年）報告書・資料・他
- 3) 通産省エネ庁：総合エネルギー調査会基本政策小委員会（平 8～9 年）報告書・資料
- 4) 環境庁：地球温暖化経済システム検討会（平 8 年）報告書・資料・他
- 5) 環境庁 茅他：「地球温暖化を防ぐ」 地球温暖化問題研究会編
- 6) 財電力中研：電力中研報告書（調査報告 U 91054, U 92003, Y 95005）
- 7) 小島紀徳：「二酸化炭素問題ウソとホント」 アグネ承風社
- 8) 日本製紙連合会：WBCSD 調査報告書「持続可能なペーパーサイクル」より

(添付資料-1)

図-1 地球の気温の経年変化

注) 1961年～1990年の平均値からの偏差で示した。点線は年平均、実線は5年移動平均を表す。
出所) 気象庁「地球温暖化監視レポート1992」

図-2 大気中二酸化炭素濃度の増加と化石エネルギー消費量の変化

出所) 内嶋作図, 1993

図-3 過去十数万年間南極での気温、二酸化炭素、メタン濃度の変化 [秋元 1992, 出典 Houghton 1990]

CO₂が増すと、赤外熱放射に対する大気の不透明度が増し、宇宙空間に向けて熱放射が流出する場所(有効放射高度)は、大気密度のより薄い、高い位置に移動する

図-4 温室効果ガス(CO₂)増加による気温上昇のメカニズムを示す模式図

図-5

図-6 北太平洋海水中の無機炭素濃度に平衡な大気二酸化炭素濃度の鉛直分布(生物起源の無機炭素濃度を補正後の値) [金森 1887より作成]

(添付資料-2)

1. 発展途上国の現状

(1) 経済成長に伴うエネルギー消費の拡大及び二酸化炭素排出量の増大

(注) IPCCIS92aモデルによれば、2100年には、発展途上国の総排出量は、世界全体の約65% (総排出量約198億炭素換算トンのうち、約130億炭素換算トン) となる見込み。

世界の人ロ

(億人)

	1971年	1990年	2010年
OECD	7.9	9.4	10.7
途上国	25.9	39.5	52.8
旧共産圏	3.6	4.2	4.3
世界計	37.4	53.0	67.7

出典: WORLD ENERGY OUTLOOK (IEA)

2. 主要国の共同実施活動推進

■ 第1次認定プロジェクト一覧 (日本)

1. 既設火力発電所の運用改善による熱効率修復事業 (タイ)
2. 太陽光発電システムプロジェクト (インドネシア)
3. コークス乾式消火設備 (CDQ) プロジェクト (中国)
4. 大連市における小型石炭ボイラーの燃焼改善プロジェクト (中国)
5. 太陽光発電パネルによる村落電化プロジェクト (インドネシア)
6. 植林プロジェクト (マレーシア)
7. 西ヌサテンガラ州における植林事業 (インドネシア)
8. 郷土樹種による森林造成事業 (ケニア共和国)
9. 火山性荒地の植林事業 (インドネシア)
10. 東カリマンタン州における実験林造成事業 (インドネシア)
11. 内モンゴル自治区ハラサ砂漠周辺地域における植林事業 (中国)

USJII 第1次プロジェクト		
国名	プロジェクト名	相手国
米国	1 地域熱供給システムの燃料転換 (Decin)	フィリピン
	2 Rio Bravo土地保全・森林管理	ベリーズ
	3 CARFIX 総合的森林管理事業	コスタリカ
	4 風力発電所建設事業	コスタリカ
	5 ECOLAND Esquinas 森林保護保全事業	コスタリカ
	6 地方での太陽光発電事業	ホンジュラス
	7 RUSAFOR 植林事業	ロシア

USJII 第2次プロジェクト		
米国	8 Klinki 植林事業	コスタリカ
	9 EL Hoyo-Monte Galan 地熱利用プロジェクト	コロンビア
	10 AEROENERGIA 風力発電所建設事業	コスタリカ
	11 BIODIVERSI-FIX 再植林事業	コスタリカ
	12 RUSAGAS 天然ガス回収事業	ロシア
米国	13 Bio-Gen バイオマスの利用	ホンジュラス
	14 Dona Julia 水力発電所事業	コスタリカ
	15 Tierras Morenas 風力発電所建設事業	コスタリカ

その他のプロジェクト		
国名	プロジェクト名	相手国
米国	16 植林プロジェクト	ロシア
	17 植林・森林保全事業	フィリピン
	18 植林・森林保全事業	エクアドル
	19 省エネルギープロジェクト	ハンガリー
	20 天然ガス自動車の促進	ハンガリー
米国	21 メタンガス回収プロジェクト	ロシア
	22 温室利用に関するシミュレーションプロジェクト	ロシア
	23 小規模水力発電	ブータン
	24 植林・森林保全事業	ウガンダ
	25 ILUMEX プロジェクト	フィリピン
米国	26 CTG プロジェクト	オーストラリア
	27 省エネルギーに関するシミュレーション	ブルキナファソ

(出典: Joint Implementation Quarterly)

(添付資料-3)

我が国の部門別エネルギー関連CO₂排出量の推移

(添付資料-4)

紙パルプ産業 燃料消費量並びにCO₂ 排出量 (総合エネルギー統計ベース)
紙パルプ産業 CO₂ 排出量算出方法…新(※) 旧対比

H9. 6. 11 日本製紙連合会

年	平均 発熱量 Kcal/Unit	排出係数 GgC/10 ¹⁰ Kcal	1990 (平成2年)実績…①新(※)方法	1990 (平成2年)実績…②従来方法	自家発分 10 ¹⁰ Kcal	総合エネ ベース	CO ₂ 排出 量 GgC/10 ¹⁰
エネルギー種別			換算熱量 10 ¹⁰ Kcal	CO ₂ 排出 量 GgC/10 ¹⁰	自家発分 10 ¹⁰ Kcal	総合エネ ベース	CO ₂ 排出 量 GgC/10 ¹⁰
購入重油	9,800	0.8180	5,004	4,093	-2,083	2,911	2,381
購入灯・灯・軽油	8,833	0.7748	38	29		38	29
購入LPガス	12,000	0.6833	68	47		68	46
購入石炭	5,153	1.0352	1,900	1,967	-795	1,105	1,144
購入石油コークス	8,500	1.0612	240	255	-100	140	149
購入都市・LNG	12,000	0.5835	94	55		94	55
小計			(7,344)	(6,446)		(4,356)	(3,804)
自回収黒液	3,000	1.0751	4,286		-1,792	2,494	
自回収廃材	4,000	1.0751	195			195	
小計			(4,481)	(4,818)		(2,689)	(2,891)
合計			(11,825)	(11,264)	(-4,780)	(7,045)	(6,695)
購入電力	860Kcal/ KWH	①105 g-C/KWH	10,709GWH	1,124		921	1,195
自家発電	[2250 "]	②111.549 g-C/KWH	21,246	-		1,827	2,370
(火力・他 (水力)			449	-		39	-
電力合計	GWH		(32,403)	(1,124)	(32,403)	(2,787)	(3,565)
(自家発比%)			67%		67%		
最終消費エネ…総合エネ統計基準 (発電ロス分不含) (10 ¹⁰ Kcal/10 ¹⁰ 年- 暦年)				7,570(78) ↓ 12,388(121)		9,832	10,260(100)
〃 原油換算… " (千kl/10 ¹⁰ 年- 暦年)						10,630	
総使用エネルギー (含発電ロス分) 〃 原油換算 (") (10 ¹⁰ Kcal/10 ¹⁰ 年- 暦年)				(11,825+2,409+39) 14,274(5,082*10 ³) ↓ Kcal/T)	(11,825+2,409+39) 14,274(5,082*10 ³) ↓ Kcal/T)		
石油動態統計計算 (購入電力860Kcal/KWH) (10 ¹⁰ Kcal/10 ¹⁰ 年- 暦年)				15,431	15,431		
総合エネ統計 (資エネ庁) (最終消費エネ) (参考) 紙・板紙生産高 (千 T/10 ¹⁰ 年- 暦年)				12,785 (9,880) ↓ 10,680	12,785 (9,880) ↓ 10,680	9,880 10,680	[環境庁] 10,300
使用エネルギー 使用電力 GWH/10 ¹⁰ 年- 暦年 使用蒸気 T/10 ¹⁰ 年- 暦年 キルン重油 L/10 ¹⁰ 年- 暦年				32,403 GWH 6,106*10 ¹⁰ Kcal 387*10 ¹⁰ Kcal	32,403 GWH 6,106*10 ¹⁰ Kcal 387*10 ¹⁰ Kcal	GWH Kcal Kcal	

〔資料〕 通商産業省エネ庁、NEDO資料…重油平均発熱量：9,800Kcal/unit使用、通常は9,700Kcal/unit使用。