

報 告

東京都の1990年における二酸化炭素排出量の実態と2000年における排出量の予測

加 藤 光 良 田 島 康 雄 増 原 孝 明
(非常勤研究員)

本調査は、地球温暖化問題取り組みの一環として、二酸化炭素(CO₂)削減対策の基礎資料を得るために、東京都における1990年と2000年のCO₂排出量を、主にエネルギー消費等の面から検討し推計したものである。

東京都の1990年におけるCO₂排出量は1,485万トンと推計され、全国の排出量の4.7%である。都民一人当たりでは1.25トンで全国の2.55トンのほぼ半分の排出量である。

一方、特別なCO₂削減対策を講じない(自然状態)でエネルギーの消費割合が現状のまま推移すると仮定し、かつ、第三次東京都長期計画が想定する東京都の2000年における、社会・経済活動を維持することとした場合に排出されるCO₂は、エネルギーの燃焼・非燃焼分を合わせ1,812万トンになると推計される。この排出量は1990年に対して327万トン32.5%の増加となる。また、2000年の人口は1,226万人と想定されるので、一人当たりの排出量は1.48トンとなり1990年レベルの排出量を18.4%上回る事となる。

そこで、わが国の「地球温暖化防止行動計画」の定める期間内に利用可能となるCO₂削減技術が、2000年までに都の産業や都民生活等に普及すると仮定した場合のCO₂削減量を推計すると160万トンとなる。

従って、対策技術が進展した場合の2000年におけるCO₂排出量は、自然状態で推移した場合の排出量からこの削減量を引いた1,652万トンと推計され、また一人当たりの排出量は1.35トンとなる。これを1990年と比較するとお総量で167万トン11%、一人当たり排出量で0.10トン8%上回る事となる。

このことは、削減技術のみの対応では2000年におけるCO₂排出量を1990年レベルで安定化を図ることは困難であることを示すものである。

1 はじめに

地球温暖化問題は人類の生存基盤を脅かす重大な問題である。快適・利便という言葉で代表される現代の我々の生活は、エネルギーや資源の大量消費の上に成り立っている。また地球温暖化の原因物質であるCO₂の大部分は、快適で便利な生活を支えるエネルギーの消費に伴い排出されるものであって、地球の温暖化の防止を図ることは現世代に生きる我々の急務となっている。

このような認識のもとに、わが国は1990年10月に、2000年以降のCO₂排出量を概ね1990年レベルで安定化を図ること等を目指した「地球温暖化防止行動計画」を策定した。CO₂の排出を抑制または削減することは、CO₂の除去技術あるいは固定化技術が確立されていない現状においては、エネルギー消費の抑制あるいは削減にほかならず、それは産業構造や交通体系のあり方をはじめ

め都市構造の変革も含め、我々のライフスタイルの変革に至るまでの対応を迫るものである。

そのため、CO₂排出抑制対策を進めるに当たっては、各エネルギー利用部門の1990年におけるエネルギー消費状況及びCO₂排出量の実態を把握するとともに、そのエネルギー消費量及びCO₂排出量等を基礎にして、2000年におけるエネルギー消費量及びCO₂排出量の動向を的確に予測することが必要である。

本調査は以上のようなことを踏まえ、東京都における地球温暖化防止対策の推進のための基礎資料とするため、東京都の1990年におけるCO₂排出量の実態及び2000年のCCO排出量の予測を、当研究所が富士通FIP株式会社に委託したものである。

2 調査方法

(1) 算定ケース

我が国においては、地球温暖化防止のため1990年10月に「地球温暖化防止行動計画」を策定し、CO₂排出量を2000年以降概ね1990年レベルで安定化させることを目標としている。

東京都においても地球環境保全対策を推進するため、1992年5月に「東京都地球環境保全計画」を策定し、2000年以降のCO₂排出量を、1990年レベルで安定化させるための施策の推進を図っている。本調査ではこうした状況を踏まえて次の3つのケースについて都内におけるエネルギー消費量とCO₂排出量の算出を行った。

ア 1990年

「地球温暖化防止行動計画」による基準年である1990年を対象に、各種統計資料などから、エネルギー消費量とCO₂排出量を算出した。

イ 2000年自然体

「地球温暖化防止行動計画」の目標年次である2000年のCO₂排出量について、特別なCO₂排出抑制対策を講じることなく、エネルギー利用状況が現状と同様な状態で推移した場合の、エネルギー消費量とCO₂排出量を算出した。

ウ 2000年対策

CO₂排出抑制のための対策技術が十分普及した場合の2000年におけるCO₂排出量の算出を行い、これらの対策技術による削減効果の検討を行った。対策技術の選定に当たっては、「地球温暖化防止対策ハンドブック」（環境庁企画調整局）を基礎とした。なお考慮した対策は現時点での導入が技術的に可能と考えられるもので、実際にこれらの対策の導入が可能かどうか、社会・経済・法規性等の側面をつめたものではない。従って、ここで得られた2000年対策の結果は、技術的サイドから見たCO₂排出量の削減可能性を示しているものである。

(2) CO₂排出部門の区分

CO₂の大部分は、人間が生活を営む上で必要な消費財等の生産・流通・販売・消費等の過程で消費されるエネルギーから排出される。また、ごみの焼却、石灰石の分解等エネルギー消費以外の過程からもCO₂排出がある。このようなことから本調査ではCO₂排出の対象を社会・経済活動の特性により、次の5つの部門に区分しCO₂排出量の把握を行った。

①産業部門（消費財等の製造） 製造業、鉱業等

②運輸部門（移動・運搬） 自動車、鉄道
船舶、航空機

③業務部門（販売・サービス） 事務所、店舗
ホテル、病院等

④家庭部門

⑤ごみ、下水汚泥、石灰石の分解

(3) 調査方法

CO₂の排出は、エネルギー消費を伴う場合と、エネルギー消費を伴わない場合がある。エネルギー消費を伴うものについては、エネルギー消費量を各種統計データから推計し、それをもとにCO₂量を求めた。

エネルギー消費量の推計には、部門別にエネルギー需要量との関連性が高く、かつ、統計値の把握が可能な指標・項目を選定・整理し、需要サイドにおけるエネルギー需要量を算出した。また、供給サイドからも、可能な範囲で電力、都市ガスのエネルギー量を各部門別に整理し、これと需要サイドから算出したエネルギー量とを比較検討することにより需要サイドと供給サイドの整合性を図った。

エネルギー消費を伴わないCO₂については、ごみ等の処分量とCO₂含有量の積等から直接排出量を推計した。

2000年自然体のCO₂排出量については、エネルギー消費活動の指標となるフレーム（都民総生産額、建築物の床面積、世帯数等）の2000年における対1990年比を推定することにより、全体のフレーム量を推定し、フレーム1単位当たりのエネルギー消費量は1990年と同一であると仮定し、それと推定フレーム量の積からエネルギー量を求めCO₂に転換した。

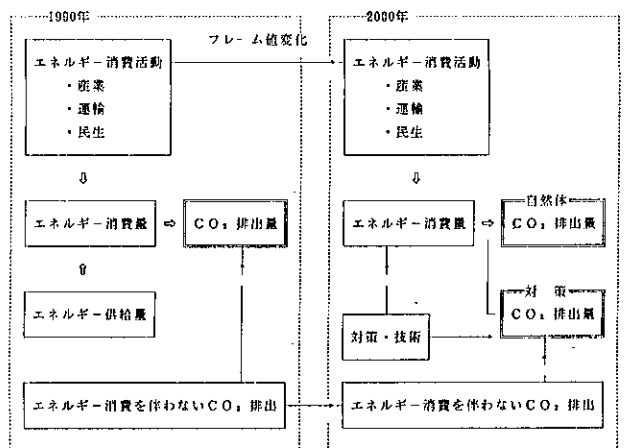


図1 CO₂排出量推計フロー

2000年対策では個々の対策の効果を、フレーム値や各種原単位に反映させるなどにより、対策効果を推計した(図-1)。

(4) CO₂排出量原単位及びエネルギー発熱量

表1 CO₂排出原単位

区分	種別	CO ₂ 排出原単位 (炭素換算トン/Tcal)
石炭	原料炭	99.00
	一般炭(国内)	104.22
	一般炭(輸入)	103.44
	コークス	123.00
石油	原油	78.11
	NGL	76.05
	ガソリン	76.58
	ナフサ	76.05
	ジェット燃料油	76.65
	灯油	77.48
	軽油	78.39
	A重油	79.11
	B重油	80.47
	C重油	81.80
	オイルコークス	106.12
	LPG	68.33
ガス	天然ガス	56.39
	LNG	56.39
	都市ガス(注)	66.00
その他	コークス炉ガス	46.00
	高炉ガス	299.00
	製油所ガス	59.24
	木材	107.51
	パルプ黒液	107.51
	木炭	125.72
電力(注)		115.16(1990年) 96.24(2000年)

「わが国の二酸化炭素排出量調査結果について」

(国立環境研究所地球温暖化対策評価研究班)
より単位換算

(注) 都市ガス・電力は本調査での設定値¹⁾

本調査で使用したCO₂排出量原単位は原則として、国立環境科学研究所が作成した原単位を用いた。また電力と都市ガスについては都内の最終消費エネルギー単位当りのCO₂排出量とした(表-1)。また、エネルギー発熱量は、原則として、総合エネルギー統計の発熱量とした(表-2)。

表2 エネルギー発熱量

種別	単位当たり発熱量
石炭 原料炭 (国内)	7,700kcal/kg
(輸入)	7,600kcal/kg
一般炭 (国内)	5,800kcal/kg
(輸入)	6,200kcal/kg
無煙炭 (国内)	4,300kcal/kg
(輸入)	6,500kcal/kg
亜炭	4,100kcal/kg
コークス	7,200kcal/kg
コークス炉ガス	4,800kcal/m ³
高炉ガス	800kcal/m ³
転炉ガス	2,000kcal/m ³
練豆炭	5,700kcal/kg
石油 原油	9,250kcal/ℓ
NGL	8,100kcal/ℓ
ガソリン	8,400kcal/ℓ
ナフサ	8,000kcal/ℓ
ジェット燃料油	8,700kcal/ℓ
灯油	8,900kcal/ℓ
軽油	9,200kcal/ℓ
A重油	9,300kcal/ℓ
B重油	9,600kcal/ℓ
C重油	9,800kcal/ℓ
潤滑油	9,600kcal/ℓ
その他石油製品	10,100kcal/kg
製油所ガス	9,400kcal/m ³
オイルコークス	8,500kcal/kg
LPG	12,000kcal/kg
天然ガス	9,800kcal/m ³
液化天然ガス(LNG)	13,000kcal/kg
炭鉱ガス抜きガス	8,600kcal/m ³
都市ガス	10,000kcal/m ³
電力	860kcal/kwh

出典：「総合エネルギー統計 平成3年度版」
(資源エネルギー庁編)

なお、本調査では、単位は原則としてTcaℓを用い、CO₂排出量は炭素量である。単位の関係は以下のとおりである。

エネルギー 1Tcaℓ = 10⁹kcaℓ
 電力 1kwh = 860kcaℓ
 CO₂ 1トン-C = 3.67-CO₂ (3.67=44/12)

3 1990年のCO₂排出量

1990年における東京都のCO₂排出量は1,485万トンで、全国の排出量3億1800万トンの約4.7%である。内訳は、エネルギーの消費に伴い排出するCO₂は1,364万トン(91.9%)、その他ごみの焼却等に伴い排出するCO₂は121万トン(8.1%)である。

(1) エネルギーの消費に伴うCO₂排出量

1) エネルギー源別CO₂排出量

都内の1990年における最終エネルギー消費量は、156,156Tcaℓでこのエネルギーに相当するCO₂排出量は1,364万トンである。エネルギー源を、電力、都市ガス及びガソリン・重油・灯油等その他に大きく3区分してみると、自動車、工場等で主に消費されるガソリン等その他の消費量が70,258Tcaℓで最も多く45.0%を占める。次いで、電力53,980Tcaℓ(34.6%)、都市ガス31,918Tcaℓ(20.4%)であるが、エネルギー源別CO₂排出量は、電力が最も多く621万トンで45.5%を占め、次いでガソリン等その他532万トン(39.1%)、都市ガス211万トン(15.4%)の順となり、電力とガソリン等その他の順が逆転する。これは、電力のCO₂排出量原単位には発電及び送電時等に多量に発生するロスエネルギーのCO₂を包含するためである(表-3、図-2)。

2) 部門別CO₂排出量

都内の最終エネルギー消費量を部門別にみると運輸部門の消費量が最も多く、全体の33.0%51,497Tcaℓである。なかでも自動車の消費量は運輸全体の9割以上を占めている。続いて、オフィスビル、サービス業、ホテル、病院等の業務部門が45,663Tcaℓ(29.2%)、家庭部門35,809Tcaℓ(22.9%)、産業部門23,187Tcaℓ(14.8%)の順であるが、CO₂排出量では電力エネルギー使用の占める割合の大きい業務部門が、運輸部門を上回り全体の32.7%447万トンを排出する。続いて、運輸部門406万トン(29.7%)、家庭部門304万トン(22.3%)、産業部門208万トン(15.2%)の順となる。これに対し全

表3 部門別エネルギー消費量及びCO₂排出量(1990年)

	最終消費エネルギー(Tcaℓ)				CO ₂ 排出量(千トン)			
	電気	都市ガス	石油・石炭ガス等	計	電気	都市ガス	石油・石炭ガス等	計
産業	8,141	4,903	10,143	23,187	938	324	820	2,082
運輸	自動車		46,584	46,584			3,561	3,561
	鉄道	3,033			3,033	349		349
	船舶・航空機			1,880	1,880		145	145
	計	3,096		48,464	51,497	349	3,706	4,055
業務	29,921	10,135	5,607	45,663	3,443	670	353	4,466
家庭	12,885	16,880	6,044	35,809	1,484	1,114	445	3,043
小計	53,980	31,918	70,258	156,156	6,214	2,108	5,324	13,646
ごみ								1,040
下水汚泥								83
石灰石								82
小計								1,205
合計								14,651

国の排出量は、都では最も排出割合の少ない産業部門が全体の約半分を占め、逆に都で最も排出割合の大きい業務部門が最小となっている。

ア 産業部門

1990年における産業部門のエネルギー消費量は23,187Tcaℓと推定され、これに相当するはCO₂排出量は208万トンである。また、都の産業部門のCO₂排出量は全国の産業部門のCO₂排出量(1億3190万トン)の1.6%を占めるに過ぎない。都の産業部門のエネルギー源の種類は他の部門のエネルギー源に比べ多様化しており14種類を数えるが、そのうち、約8割のエネルギーは電力8,141Tcaℓ(35.1%)、重油5,593Tcaℓ(24.1%)都市ガス4,903Tcaℓ(21.1%)の3種類のエネルギーが占めている。CO₂排出量をエネルギー源にみると、発電時にロスの生じる電力が94万トン45%を占め、エネルギーの消費割合よりも約10ポイント高い割合となる。業種別では、業種数の7%を占めるに過ぎない、鉄鋼業、窯業・土石業、食品製造業の排出量が多く77万トン37%を占める。

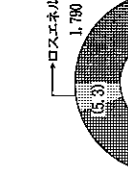
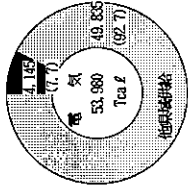
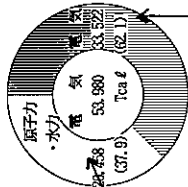
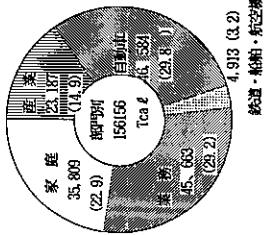
業種平均の付加価値額1000万円当たりのCO₂排出量は約2.2トンで全国のその1/6である。このことは都の産業のエネルギー利用が効率的であるとともに、エネルギー寡消費型の産業の占める割合が全国に比べて高いことを示すものである。業種別に見ると、窯業・土石業、鉄鋼業の付加価値額当たりの排出量が突出しており約20

(1) エネルギー需要量

単位: Tcaℓ = 10⁹ Kcaℓ

() : %

市内活動の最終エネルギー需要量



化石燃料と原子力・水力の割合



ロスエネルギーと有用エネルギー



(2) CO₂排出量

単位: 炭素千トン

() : %

市内活動の直接排出と他地域への間接排出

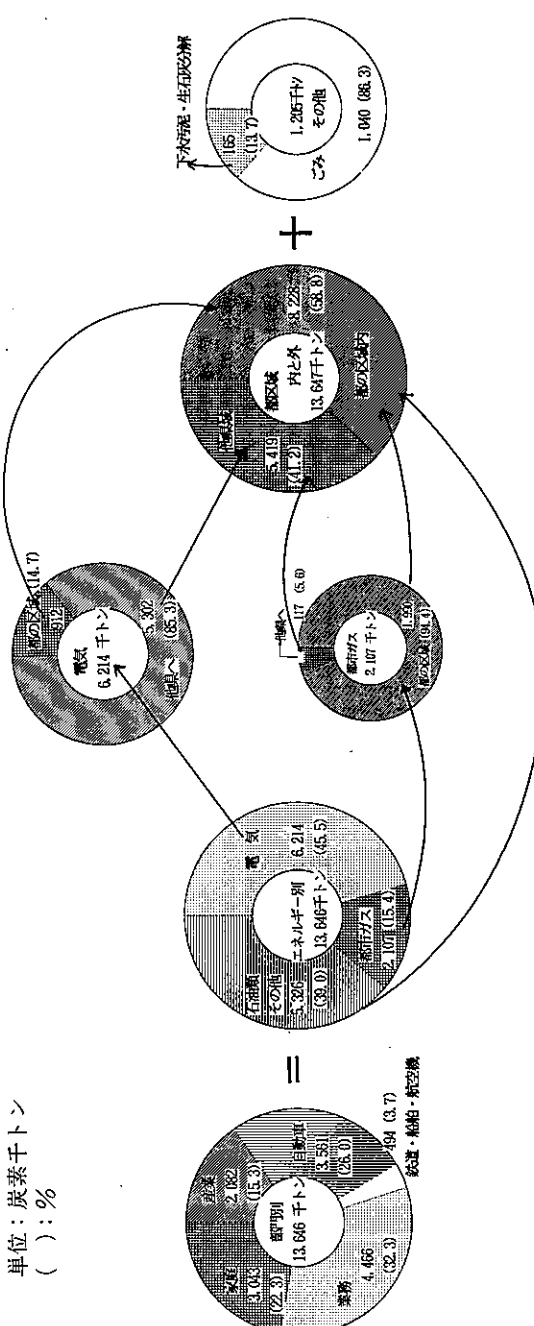


図-2 東京都のエネルギー需要量とCO₂排出量の関係 (1990年)

トンであるが、逆に出版・印刷業、電機機械器具製造業の排出量は少なく、それぞれ0.6トン、0.8トンで鉄鋼業の1/20以下である。また、都の産業の中でも繊維業、紙パルプ業の付加価値額当たりのCO₂排出量は全国平均をそれぞれ5倍、3倍上回るものである。

イ 運輸部門

運輸部門については、自動車、鉄道、船舶、航空機の4部門にわけて、それぞれ次のようにCO₂排出量を求めた。

(ア) 自動車部門

自動車の走行に伴うCO₂排出量は、東京都環境保全局が算出した結果³⁾を用いた。環境保全局は、自動車排出ガス中の窒素酸化物や硫酸酸化物等の総量を把握するため、都内の自動車交通量の全走行量を交通センサス等のデータを基にしてシミュレーションして求めた車種別走行量と別途測定した車種別、スピード別の走行単位当たりのCO₂排出量から1990年のCO₂排出量を算出している。

1990年における都内の自動車の総走行距離は、50,514百万台kmでCO₂排出量356万トンと推定されておりその走行に要するエネルギー消費量はCO₂排出量から推定³⁾すると46,584Tcaℓとなる。CO₂排出量を車種別、エネルギー別に見ると、表-4のとおり乗用車類と貨物車類の排出割合は、ほぼ6:4となっており、なかでも乗用車の排出量が多く174万トンで全体の46%を占める。エネルギー別では、ガソリン、軽油、LPGがそれぞれ6:3:1の排出割合となっている。

表4 CO₂排出量及びエネルギー消費量(1990年)

	CO ₂ 排出量 千トン/年				エネルギー消費量 Tcaℓ/年			
	計	ガソリン	軽油	LPG	計	ガソリン	軽油	LPG
乗用車類								
軽乗用車	44.2	44.2			577	577		
乗用(LPGを除く)	1740.6	1601.4	139.2		22685	20911	1774	
乗用LPG	272.8			272.8	3992			3992
バス	54.9	0.5	54.4		701	7	694	
計	2112.5	1646.1	193.6	272.8	27955	21495	2468	3992
貨物車類								
軽貨物車	153.0	153.0			1998	1998		
小型貨物車	325.3	88.1	238.2		4189	1150	3039	
貨物車	412.1	263.7	148.4		5336	3444	1892	
普通貨物車	480.5		480.5		6130		6130	
特殊車	76.4	3.1	73.3		976	41	935	
計	1448.3	507.9	940.4		18629	6633	11996	
合計	3560.8	2154.0	1113.0	272.8	46584	28128	14464	3992

(イ) 鉄道部門

都内の鉄道部門CO₂排出量については、都内で消費さ

れる鉄道輸送のエネルギー消費量を求め、そのエネルギーをCO₂に換算した。なお、エネルギー源に若干軽油もあるが全て電気として取り扱った。

エネルギー消費量については、各鉄道機関から、都内の輸送量(旅客延人キロ、貨物延トンキロ)及びエネルギー消費量に関するデータを求め算出した。データの不備のものについては、各交通機関の全体のエネルギー消費量及び旅客延人キロ等から推定した。都内における鉄道営業キロは延882kmで輸送量は旅客延79,301,597千人キロ、貨物延632,480トンキロで、この輸送に要したエネルギー量は、それぞれ2962Tcaℓ、71Tcaℓと推定される。これを全国ベースと比較してみると旅客延人キロでは全国の約2割を占めるが、エネルギー消費量では8%弱である。これは、都内の鉄道輸送が全国平均の数倍効率的である反面、全国平均に比べ相当過密状態にあることを示すものである。エネルギー消費量をCO₂に換算すると35万トンとなるが、このうち99%は旅客輸送によるものである。

(ウ) 船舶部門

東京港を利用する船舶の1990年における燃料消費量及びCO₂排出量は、東京都港湾局が平成3年度に実施した東京港環境調査の結果⁴⁾とした。燃料消費量は536TcaℓでCO₂排出量は4.2万トンである。算出の概略は図-3のフローのとおり、出入船舶については、船舶をトン階級別、船種別、航路別に区分し、それぞれの係留時及び航行時のエンジン負荷率と時間等の関係を整理することにより、燃料消費量とCO₂排出量を算出している。タグボートについては、タグボートの総稼働時間を船舶の航行モードに割り振りその割り振り時間とモード別のエンジン負荷の関係から、タグボートの燃料消費量とCO₂排出量の算出を行っている。

(エ) 航空機部門

1990年の航空機の離・着陸に伴うCO₂排出量は、羽田空港を離・着陸した航空機177,450機について、上空1000mまでの範囲を都のエリアとして扱った。エネルギー消費量は1,344Tcaℓ、CO₂排出量は10万トンである。また、CO₂排出量の算出式は次のとおりである。

$$Y = 1/2 \sum_i n_i \cdot f_i \cdot t_i \cdot c$$

Y : CO₂排出量

n_i : 機種 i の離・着陸回数⁵⁾

f_i : 機種 i のモード別燃料流量

ti : モード別所要時間

c : 燃料中の炭素分 (86/100)

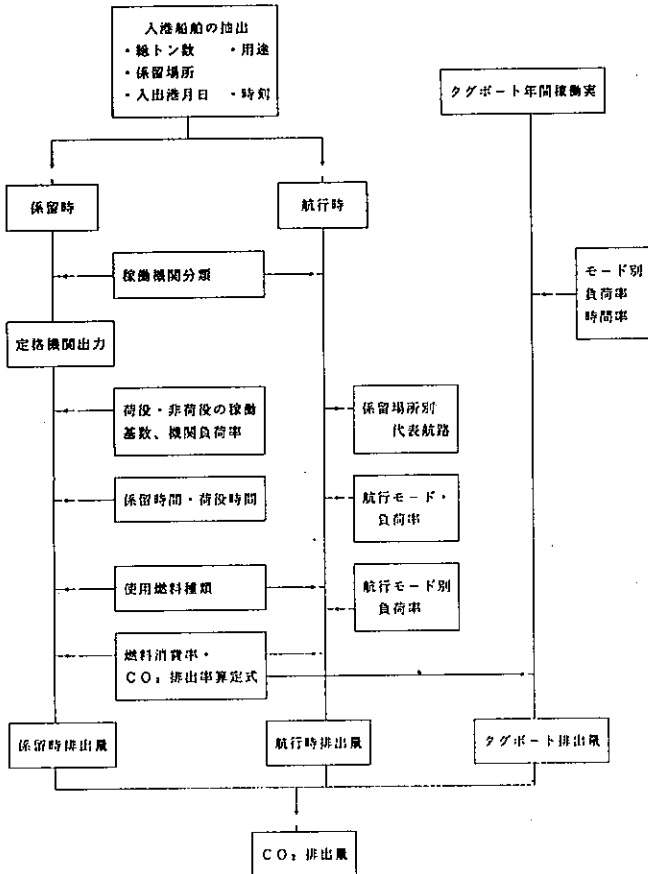


図3 船舶のCO₂排出量推計フロー

ウ 業務部門

様々な社会活動に必要なエネルギー消費量の総量から、産業部門、運輸部門、家庭部門の活動に必要なエネルギー量を控除した残りが業務部門のエネルギー消費量である。また、業務部門は、社会の動きを生産、流通、販売・消費という流れで捉えた場合、販売・消費活動に含まれる。具体的には、店舗、ホテル、病院、学校及び企業の管理部門の拠点である事務所等で、その対象範囲は広く内容は複雑多岐である。

東京は日本の政治、経済、文化の中心として、これら業務部門の集中が顕著で全国に占める割合も大きい。また、近年の国際化、情報化の進展するなかで、情報産業、金融・保険業等の集中が顕著で、さらにそれらの業務を周辺で支える飲食店、ショッピング店等が増大している。

業務部門のエネルギー消費のおもな用途は、照明・動力、空調、OA機器等である。また、都における業務部門のエネルギー消費量の割合は全体の約3割であるが、東京の特性からしてその割合は今後さらに増大するもの

と予想される。

(ア) エネルギー消費量の把握方法

文献により把握できる業務部門9業種の、床面積当たりのエネルギー消費量(エネルギー消費原単位)に合わせ、各業種の延床面積⁶⁾を各種資料より推計し、その推計面積に原単位⁷⁾を乗じることにより、まず業種別・エネルギー源別エネルギー量を求め、これと電気、都市ガス等の信頼度の高いエネルギーとの整合性を図ることにより、業種別・エネルギー源別エネルギー消費量を推定した。

(イ) エネルギー消費量及びCO₂排出量

都内における業務部門の延べ床面積は143,411千㎡、活動に要するエネルギー消費量は45.663Tcaℓと推定される。また、CO₂排出量は、そのエネルギーをCO₂に換算した447万トンである。業種別にみると事務所の排出量が多く176万トンで全体の39.4%を占める。次いで飲食店76万トン16.9%である。エネルギー源別では全体の約8割を電気が占め、用途別では照明、OA機器、エレベーター等の動力が全体の6割を占める(表-5、表-6)。

表5 エネルギー消費量(業種別・エネルギー別・用途別・地域別)修正値

(Tcaℓ)

	合計	エネルギー源					用途				地域		
		電気	都市ガス	重油	灯油	その他	暖房	冷房	照明動力	その他	区	部	多摩
事務所	16724	13135	1814	605	402	200	1276	1909	11947	1605	1549	211	
卸・小売店	5186	2015	922	159	10	180	125	731	3435	805	368	105	
百貨店	1630	1194	350	50	7	20	39	230	1080	281	116	50	
セルフ店	1207	980	175	48	8	26	30	175	818	214	86	44	
飲食店	8573	3826	4704	40	3	0	480	565	2825	460	565	180	
ホテル	2585	1150	638	238	81	470	185	254	1050	1100	191	14	
病院	1721	709	205	355	264	116	315	141	504	501	112	43	
学校等	2203	1122	356	472	125	128	900	8	532	754	177	28	
ホール、その他	5794	2522	971	975	87	7	980	427	2475	1912	380	172	
計	45633	29221	10135	3912	1077	1518	4348	4428	24304	12022	3548	917	
%	100	65.5	22.2	8.6	2.4	3.3	9.5	9.7	53.3	26.3	78.5	20.5	

表6 CO₂排出量(業種別・エネルギー別・用途別・地域別)

(千トン 炭素換算)

	合計	エネルギー源					用途				地域		
		電気	都市ガス	重油	灯油	その他	暖房	冷房	照明動力	その他	区	部	多摩
事務所	1760	1547	120	55	38	0	108	177	1375	100	1549	211	
卸・小売店	531	450	61	13	1	6	10	66	305	61	328	105	
百貨店	166	137	23	5	1	0	4	23	110	29	116	50	
セルフ店	130	111	12	4	1	2	3	18	86	22	86	44	
飲食店	755	442	310	3	0	0	52	65	330	307	566	189	
ホテル	205	132	42	24	6	1	12	16	120	56	191	14	
病院	155	89	14	29	20	3	25	14	77	39	112	43	
学校等	206	126	24	37	10	6	85	1	50	71	177	28	
ホール、その他	558	405	64	69	7	12	94	41	238	184	388	172	
計	4468	3443	570	230	84	30	393	421	2782	859	3548	917	
%	100	77.1	15.0	5.2	1.9	0.7	8.8	9.4	62.3	18.5	78.5	20.5	

エ 家庭部門

都内の世帯数は単身世帯も含め約469万所帯である。これらの世帯で消費されるエネルギーの用途は冷暖房、給湯、照明、動力等で、エネルギー源としては電気、都市ガス、LPガス、灯油である。1990年における家庭部門のCO₂排出量は、用途別、エネルギー源別エネルギー消費量を推定し、それをCO₂に換算した。なお、乗用車については、運輸部門に含まれるのでここでは取り扱わなかった。

全国ベースでみると、1990年のエネルギー消費量のうち、約13%は家庭部門の消費である。エネルギー源別では、電気とガスで5割以上となっていて、この割合は年増加している。

1990年の都内の家庭で消費されるエネルギーは35,809 Tcaと推定される。エネルギー源別にみると都市ガスが16,880Tcaと47%と最も多く、次いで電気が12,865 Tcaと36%である。CO₂排出量は304万トンで、そのうち電気が148万トン49%と最も多く、次いで都市ガス111万トン37%となっており、この2種類のエネルギーで家庭部門のエネルギーの8割強、CO₂排出量の9割を占めている。

(ア) エネルギー消費量及びCO₂排出量の推定

統計資料より得られる需要ベースのエネルギーと供給ベースのエネルギーとの比較検討⁹⁾を行い、エネルギー源別消費量を推定し、それをCO₂に換算した。

(イ) エネルギー源別用途別エネルギー消費量及びCO₂排出量

家庭用エネルギーを用途別エネルギー源別にみると表-7のとおり、用途別では厨房・給湯等のエネルギーが約半分を占める。エネルギー源別では都市ガスが最も多く47.1%で次いで電気36.0%である。

家庭部門のCO₂排出総量は304万トンである。その内訳をエネルギー源別にみると、電気148万トン(48.8%)、都市ガス111万トン(36.6%)、灯油等45万トン(14.6%)で、

表7 エネルギー源別、用途別エネルギー消費量及びCO₂排出量(千トン 炭素換算)

	エネルギー消費量 TcaL : 年						CO ₂ 排出量 千t (炭素換算) : 年					
	照明用	冷房用	暖房用	厨房・炊 給湯等	動力 その他	計	照明用	冷房用	暖房用	厨房・炊 給湯等	動力 その他	計
電気			1486	677	7995	12885			171	78	921	1484
都市ガス	2190	537	2837	14043		16880	252	62	187	927		1114
LPガス				2577		2577				175		175
灯油			3467			3467			268			268
計	2190	537	7790	17297	7995	35809	252	62	627	1181	921	3043

エネルギーの消費量と異なりCO₂の排出量は都市ガスよりも電気の方が多くなっている。これは電気はの発電過程等に多量のロスエネルギーがあるためである。

3) 都の区域内に排出されるCO₂と区域以外に排出されるCO₂

都内で消費されるエネルギーの約35%は電気エネルギーで占められているが、都内域における電気の自給率は7.7%で消費量の9割以上は他県域からの供給に依存している。電気エネルギーの消費に基づくCO₂の排出割合はエネルギーの消費割合よりも高く、エネルギーの消費に基づくCO₂排出量の約46%を占める。これは、発電時等に多量のエネルギーロスが生じるため、エネルギー単位当たりのCO₂排出量が石油類を直接燃焼させる場合よりも大きくなるためである。また、電気を消費することにより排出されるCO₂はエンドユースの過程がなく、CO₂の排出は一次エネルギーを二次エネルギーに転換する発電過程にあるので、都内に排出されるCO₂は、電気の消費に伴い排出されるCO₂622万トンのうち、都内域の自給率7.7%に相当する91万トン(14.7%)で、残りの531万トン(85.3%)はエネルギーのエンドユースは都区域にあるにもかかわらず、他県域に排出される。

都市ガスのCO₂は大部分がエンドユースの過程で排出されるが、製造時の加熱エネルギー等のCO₂は製造過程で排出される。都市ガスの都の域内自給率は1.4%であるので、製造過程で他県域に排出される加熱エネルギー等のCO₂約21万トンのうち、都への販売割合(56.8%)担当分の12万トンは、都市ガスのエンドユースに伴う他県域への間接的排出量みるべきものである(表-8)。

4) 区部と多摩部のCO₂排出量

区部と多摩部における地域別CO₂排出量は、それぞれ1,083万トン(72.9%)、403万トン(27.1%)である。また、一人当たりの排出量では区部が1.33トンで多摩部が1.10トンである。一人当たりの排出量を部門別にみると、産業部門を除きいずれの部門も区部の方が多摩部よりも多い。特に区部の業務部門は、都心三区、新宿副都心等を中心とするオフィス、飲食店、ショッピングセンター、ホテル等の集中を反映し、一人当たりの排出量は0.43トンで多摩部の約1.7倍である。

可住面積1km²当たりのCO₂排出量は区部18,545トン多摩部5,254トンである。

表 8 東京都域内に排出されるCO₂と域外に排出されるCO₂

	エネルギー消費量 (Tcaℓ)				CO ₂ 排出量 (千トン)					
	最終エネルギー消費量 (a)	CO ₂ 排出対象エネルギー (e = b + d)			域内自給率 c/e : %	eに相当するCO ₂ (f)	CO ₂ 排出		CO排出原単位 (f/a) トン/Tcaℓ	
		化石燃料によるエネルギー (b)	域内自給分 (c)	汽力発電等のロスエネルギー (d)			域内に排出されるCO ₂	域外に排出されるCO ₂		
電気	53980	33505	4145	60844	6221	7.7	6221	912	5309	115.16
都市ガス	31918	31918	460	1790	2108	1.4	2108	1991	117	66.00
計	85898	65423	4605	62634	8329	5.4	8329	2903	5426	

(2) ごみの焼却等エネルギーの消費を伴わないCO₂

エネルギーの消費を伴わないCO₂排出量としては、ごみの焼却、下水汚泥の焼却、石灰石の分解がある。

1990年のそれらの処理量はそれぞれ、413万トン、100万トン、53万トンである。また、CO₂排出量はそれぞれ104万トン、8万トン、8万トン計121万トンであると推定される。

(3) 一人当たりのCO₂排出量

都の1990年におけるCO₂排出量は1,485万トンで、都の人口は約1,185万人であるので、一人当たりのCO₂排出量は年間1.25トンである。これが都の2000年における一人当たりCO₂排出量の目標値となる。またこの排出量は、全国の一人当たりの排出量の約1/2である。

4 2000年自然体のCO₂排出量

(1) 2000年自然体の考え方

2000年のCO₂排出量の推定に当たっては、特別なCO₂排出量削減対策を取らず1990年と同様な排出状況で推移した場合（以下「自然体」）を想定した。この自然体の条件設定にあたっては以下の考え方を採用した。

- ① 諸元の設定については、第三次東京都長期計画等で2000年の計画値や予想値が示されているものについては、その値を利用する。
- ② 計画等が示されていない場合は、他の関連する計画から推計を行う。
- ③ 推計が困難な場合は、過去の推移等から推計する。

また、ここで考える自然体将来は、現状のまま放置された状態ではなく、現段階で想定されている各種の計画を含んでいる。この計画には、開発、成長などのCO₂排

出量の増加に影響のある計画の他、自動車排ガス抑制、発電所の燃料転換など現時点で既にとられているCO₂排出量の削減に効果のある計画も含まれている。特に発電所の燃料転換は使用電力エネルギー当たりのCO₂排出量を低下させるので、各部門での電力使用に伴うCO₂排出量の算出に当たっては、1990年と異なる排出量原単位を使用した。

(2) エネルギー消費量とCO₂排出量

特別なCO₂削減対策を講ずることなく、エネルギーの消費割合が現状の状態で推移すると仮定した場合の、第三次東京都長期計画が想定する東京都の2000年における都市施設・都市構造及び社会経済活動等を、維持するために必要なエネルギー量は203,858Tcaℓと推定される。1990年の消費量と比較すると47,702Tcaℓ30.6%の増加となる。増加の主な要因としては業務部門のオフィスの床面積の増大があげられる。

2000年におけるエネルギーの消費に伴うCO₂排出量は1,671万トンとなり、1990年と比べるとエネルギーの増加量47,702TcaℓをCO₂に転換した306万トン、22.5%の増加となる。また、エネルギーの消費に伴わないCO₂排出量は、ごみ、下水汚泥の焼却量が1990年に比べ91万トン増加すると予想されるので、この焼却量に相当するCO₂20.5万トンが増加し141.0万トンとなる。

エネルギーの消費に伴うCO₂排出量とエネルギーの消費に伴わないCO₂排出量と合わせると、2000年自然体のCO₂排出量は1,812万トンとなる。1990年に対し327万トン22.0%増加で、一人当たり排出量では1.48トンとなり1990年の一人当たり排出量を18.4%上回る（表-9、表-10）。

表9 部門別エネルギー消費量及びCO₂排出量(2000年自然体)

	最終消費エネルギー (Tcaℓ)				CO ₂ 排出量 (千トン)					
	電気	都市ガス	その他	計	1990年比(%)	電気	都市ガス	その他	計	1990年比(%)
産業	9855	5099	12401	28355	5168 (22.3)	658	300	1004	2358	276 (13.3)
運送	自動車		50158	50158	3574 (7.7)			3836	3836	275 (7.7)
	鉄道	4173		4221	1125 (38.3)	402			402	45 (11.4)
輸船・航空機			3520	3520	1640 (87.2)			272	272	127 (87.6)
	計	4173		53678	57851	6339 (12.3)	402		4108	448 (10.9)
業務	51568	16178	9173	76919	31256 (68.4)	4963	1068	592	6623	2127 (47.6)
家庭	17045	17592	6096	40733	4824 (13.8)	1640	1161	449	3250	207 (6.8)
小計	82740	38768	81348	203856	47687 (30.5)	7963	2625	6123	16711	3058 (22.4)
ごみ									1233	193 (18.6)
下水汚泥									95	12 (14.5)
石灰石									82	0 (0)
小計									1410	205 (17.0)
合計									18121	3263 (22.0)

表10 主なフレームの変化

	1990年(A)	2000年自然体(B)	B-A	B-A/A (%)
産業	製造業総生産額 15 兆円	製造業総生産額 24 兆円	9 兆円	60
運送	自動車 自動車走行距離(延べ) 50,514 百万台Km	自動車走行距離(延べ) 55,185 百万台Km	4,651 百万台Km	9.2
	鉄道 旅客延べ人Km 79,237 百万人Km	旅客延べ人Km 110,740 百万人Km	31,512 百万人Km	39.7
	船舶 入港船舶数 56 千隻	入港船舶数 59 千隻	3 千隻	5.4
	航空機 離着陸回数 177 千回	離着陸回数 240 千回	63 千回	35.6
業務	床面積ストック 143.4 百万平方m	床面積ストック 247.2 百万平方m	103.8 百万平方m	72.4
家庭	469 万世帯	502 万世帯	33 万世帯	7.0
その他	ごみ ごみ焼却量 413 万トン	ごみ焼却量 490 万トン	77 万トン	18.6
	下水汚泥 汚泥焼却量 100 万トン	汚泥焼却量 114 万トン	14 万トン	14
	石灰石 生石灰生産量 53 万トン	生石灰生産量 53 万トン	0 万トン	0
人口	1.186 万人	1.226 万人	40 万人	3.4
国民総生産	84 兆円	156 兆円	72 兆円	85.7
エネルギー消費量	158,156 Tcaℓ	203,858 Tcaℓ	47,792 Tcaℓ	30.5
CO ₂ 排出量	1,485 万トン	1,812 万トン	327 万トン	22.0
一人当たりCO ₂ 排出量	1.25 トン	1.48 トン	0.23 トン	18.4

(注) 電源構成が1990年と変化がない場合の2000年自然体
 ・CO₂ 排出量 1969 万トン 対1990年比 483 万トン 32.5 (%) 増
 ・一人当たりCO₂ 排出量 1.61 トン 0.36 トン 22.8 (%) 増

(3) 産業部門

ア エネルギーの消費量及びCO₂排出量の推定方法

産業部門における2000年のエネルギーの消費総量は、都内における製造業の過去8年間の総生産額とエネルギー消費量との相関関係から求めた。業種別及びエネルギー

源別の消費量は、2000年における産業構造、エネルギーの利用状況が等が1990年に対し、変化のないものとして1990年のエネルギー消費量の比をもって按分した。

また、CO₂排出量はそのエネルギー量をCO₂に換算した。

イ エネルギー消費量と都民総生産額との関係

1982~1989年のエネルギー消費量と都民総生産額との関係は次式の通りである。

$$Y = e^{ax+b}$$

Y: エネルギー消費量 [Tcaℓ]

x: 都民総生産額 (製造業・鉱業) 1985年ベース

金額単位: 10億円

$$a : 2.63 \times 10^{-5}$$

$$b : 9.6494977$$

相関係数: 0.74

この関係式と2000年の都民総生産額 (製造業・鉱業) 推計値22.86兆円より、エネルギー消費量を求めると28,355Tcaℓと推定される。なお、都民総生産額は第三次東京都長期計画による24兆円を1990年価格に修正したものである⁹⁾。

ウ 推定結果

産業部門の2000年自然体のエネルギー消費量は、表-11のとおり28,355Tcaℓと推定され、そのエネルギーに相当するCO₂は236万トンである。1990年に対し5168Tcaℓ、28万トン13.3%の増加である。

表11 業種別エネルギー消費量及びCO₂排出量

	エネルギー消費量 (Tcaℓ)			CO ₂ 排出量 (千トン)		
	1990年	2000年	増加量	1990年	2000年	増加量
パルプ上加工	1815	2221	406	162	188	26
化学工業	1561	1910	349	123	143	20
窯業土石製品	2945	3603	658	271	320	49
鉄鋼業	3172	3880	708	284	315	31
食品製造業	2668	3264	596	216	251	35
印刷出版	1924	2353	429	180	197	17
電機機械器具	1428	1747	319	146	156	10
輸送用機械器具	1772	2167	395	156	177	21
その他	5903	7210	1307	544	611	67
計	23187	28355	5168	2082	2358	276

(4) 運輸部門

運輸部門の2000年自然体のエネルギー消費量は、57,851 Tca l になると推定され1990年に比べると6,354 Tca l 12.3%の増加である。消費量の内訳は1990年と同様に自動車部門が大部分を占めるが、伸び率では、羽田空港沖合展開計画に伴う離着陸回数の増加を見込んだ、航空機が最も大きい伸びを(116.2%)を示す。CO₂排出量は451万トンとなると推定され1990年に比べると45.5万トン11.2%の増加である。部門別の構成比では1990年と大きな差はないが、エネルギー消費量の伸びとCO₂排出量の伸びを比べると、鉄道交通でエネルギー消費量の伸びが38%であるのに対しCO₂の伸びは15%で倍以上のギャップがある。これは発電所の電源構成の変化により、電力のCO₂排出量原単位が減少するためである(表-12)。

表12 エネルギー消費量及びCO₂排出量

	エネルギー消費量 (Tca l)			CO ₂ 排出量 (千トン)		
	1990年	2000年	増加量 (%)	1990年	2000年	増加量 (%)
自動車	46584	50158	3574 (7.6)	3561	3836	275 (7.7)
鉄道	3033	4173	1140 (37.6)	340	402	53 (15.2)
船舶	536	614	78 (14.6)	42	49	7 (16.7)
航空機	1344	2006	1562 (116.2)	103	223	120 (116.5)
計	51497	57851	6354 (12.3)	4055	4510	455 (11.2)

ア 自動車部門

(ア) CO₂排出量、エネルギー消費量の算出方法

自動車の走行にともなう2000年自然体のCO₂排出量は、東京都環境保全局が行った「都内自動車交通量及び自動車排出ガス量算出調査」(平成4年3月)の将来予測結果のうち「平成元年12月中公審答申による短期・長期排出規制を実施した場合」の結果とした。なお、車種別エネルギー別CO₂排出量及びエネルギー消費量は、1990年の算出方法と同様な方法で¹⁰⁾算出した。

(イ) CO₂排出量及びエネルギー消費量

東京都環境保全局が行った「都内自動車交通量及び自動車排出ガス量算出調査」による2000年の都内の自動車走行量は、55,165百万台kmでCO₂排出量は384万トンである。これらをもとに、車種別・エネルギー源別CO₂排出量及びエネルギー消費量等を算出した。1990年に比べると走行量4,561百万台km(9.2%)、CO₂排出量27.5万トン(7.7%)、エネルギー消費量3,574 Tca l(7.7%)の増加である。また、走行量1 km台当たりのCO₂排出量及びエネルギー消費は、69.5 g、9.1×10⁵ kca l であって、1990年に比べると、それぞれ1.0 g、0.1×10⁵ kca l 減少している。

イ 鉄道部門

都内の2000年における鉄道輸送の総営業キロは1,037 km、輸送総量は110,749百万人キロと予想される。1990年と比較すると営業キロが155 km(18.9%)輸送量が31,512百万人キロ(39.7%)の増加となる。また、2000年における鉄道輸送のエネルギー効率¹¹⁾が1990年と変わらないとすると、2000年のエネルギー総消費量は4,221 Tca l となり、それに相当するCO₂排出量は49万トンで、1990年に比べそれぞれ1,125 Tca l、13万トン(36.5%)の増加となる。

(ア) 算出の方法

ア) JRを除く鉄道機関のCO₂排出量の算出

① 輸送量

JRを除く各鉄道機関の2000年の輸送量については、既存線の輸送量は現在の増加割合で伸びるものとし、また、新設線の輸送量については、2000年の既存線と同程度になると仮定し、次式により算出した。

$$T = t (1 + r) (1 + d_2 / d_1)$$

T : 2000年の輸送量

t : 1990年の輸送量

r : 輸送量の伸び率¹¹⁾

d₁ : 既存線の営業キロ

d₂ : 新設線の営業キロ

輸送量の伸び率(r)については、1986年から1990年までの、輸送量と営業キロの関係から各社7.6%とした。

② エネルギー消費量、CO₂排出量

2000年の鉄道輸送に要するエネルギー消費量及びCO₂排出量は、鉄道機関のエネルギー効率(エネルギー消費原単位)が、1990年と変化がないのとして算出した。

表13 2000年の鉄道輸送のエネルギー消費量及びCO₂排出量

	営業キロ (km)		輸送量(乗客千人 km)		エネルギー(Tcaℓ)		CO ₂ 排出量(千トン)	
	1990年	2000年	1990年	2000年	1990年	2000年	1990年	2000年
民鉄	848	400	31289529	41145558	948	1286	109	129
有価地下鉄	146	189	15146402	24809505	614	1005	71	97
都営地下鉄	68	112	3544187	7910269	145	300	17	29
J R	915	827	29282578	37457738	1268	1518	145	146
R貨物			(632480)	(632480)	71	71	8	7
計	867	1022	78236596	110749070	3028	4181	350	402
			(632480)	(632480)				

(注) 1 J Rの輸送量は有価地下鉄のエネルギー消費率単位(40.58kcaℓ/人キロ)で割り戻したものである。
 2 J Rの貨物輸送量は全国ベースのJ R貨物輸送エネルギー消費率単位(1115.8kcaℓ/トンキロ)で割り戻したものである(単位はトンキロ)。

ウ 船舶部門

2000年自然体の船舶のCO₂排出量等については、まず2000年の東京港入港船舶数の予測を行い、その予測値を1990年の算出方法に適用することにより算出した。2000年の入港船舶数の予測は、1990年の入港隻数に東京港環境調査結果(東京都港湾局)の船舶数の伸び率を乗ずることにより、船種別、トン階級別に行った。なおタグボートの伸び率については、内航船500~10,000トンの伸び率(17%)と同じにした。

以上により算出したエネルギー消費量は614Tcaℓ、CO₂排出量は49千トンで、それぞれ1990年に比べて78Tcaℓ(14.3%)、7千トン(16.7%)の増加である。

エ 航空機部門

2000年における航空機のCO₂排出量は、羽田空港の沖合展開後の離着陸回数(最大容量24万回)について、機種別、運行モード別に1990年と同様な方法で算出した。

想定した離着陸回数24万回は、1990年の離着陸回数に比べると6.3万回36.5%の増加である。CO₂排出量は22万トンとなり1990年に比べると12万トン120%増加となる。機種別に見ると、離着陸回数の約半分を占め、モード単位当たりの燃料消費量の多い、ジャンボIIのCO₂排出量が14万トンで全体の60%を占める。

(5) 業務部門

2000年自然体の業務部門におけるCO₂排出量は、2000年の業務部門の業種別床面積の推定を行い、その床面積に1990年の床面積当たりのエネルギー消費量を乗ずることにより、エネルギー消費量を求めそれをCO₂に転換した。

2000年の業務部門の床面積は247,198千㎡と推定¹²⁾さ

れ1990年に比べると103,788千㎡、72.4%の増加である。1990年において業務全体の45%を占めていた事務所の床面積は倍増し全体に占める割合も52%となる。エネルギー消費量は76,919Tcaℓ、CO₂排出量は659万トンとなり、1990年に比べてそれぞれ、31,256Tcaℓ(72.4%)、213万トン(47.7%)の増加となる。また、都全体のCO₂排出量に占める割合も1990年の30.1%から36.4%へ6.3ポイント増加する。

(6) 家庭部門

家庭部門における2000年自然体のCO₂排出量は、家電製品の普及率や断熱材の普及率が現状の伸びと変わらないものとし、また、照明・暖房等の単位当たりのエネルギー消費量は1990年と同一であるとして、2000年における世帯数の変化から、エネルギー消費量の総量を推定¹³⁾しそれをCO₂に変換した。なお2000年の世帯数は「東京都住宅白書'92」(東京都)において想定した502万世帯とした。この世帯数は1990年に比べると33万世帯7%の増加である。

家庭部門の2000年自然体のエネルギー消費量は40,733Tcaℓ、CO₂排出量は325万トンと推定され、1990年に比べそれぞれ4,924Tcaℓ(13.8%)、21万トン(6.8%)の増加となる。用途別にみると、伸び率では冷暖房用エネルギーが倍近く大きく伸び、消費量では、冷蔵庫、テレビ等の家電製品を中心とする動力用電力が、増化量の約半分を占める。

(7) エネルギー消費を伴わないCO₂排出

2000年におけるエネルギーの消費以外の要因に基づくCO₂の排出量については、ごみの焼却量及び下水汚泥の焼却量の増加にともなうCO₂の排出量の増加分について算出し、石灰石の分解にともなうCO₂排出量は1990年と変化がないものとした。

2000年におけるCO₂排出量は141万トンで1990年に比べ22万トン18%の増加となる。なお算出方法は1990年と同じである。

ア ごみの焼却量とCO₂排出量

2000年におけるごみの焼却量は「第三次東京都長期計画」(東京都)の予測量367万トンを区部の焼却量とし、多摩部の焼却量については、区部の1990年から2000年までの焼却量の増加割合と同じ割合で増加するものとした。

イ 下水汚泥の焼却量とCO₂排出量

2000年における下水汚泥焼却量は、1990年の排水区域

内人口一人当たりの焼却量と2000年の排水区域内人口との関係から算出した。

(8) 電気のCO₂排出原単位が1990年レベルで留まる場合の2000年自然体のCO₂排出量 (参考)

2000年自然体のCO₂排出量は、都内の最終エネルギー消費量の41%を占める電気の電源構成のうち、CO₂の排出のない原子力・水力発電の割合が1990年の37.9%から漸次増大することにより、2000年には49.0%になるとの想定のもとに、電気のCO₂排出原単位が1990年の115.16トン/Tcaℓから2000年には96.24トン/Tcaℓに減少するものとして算出したものであるが、原子力や水力発電施設の設置が計画どおり進捗しない場合、2000年におけるCO₂排出原単位は1990年レベルで留まること考えられる。この場合の2000年自然体のCO₂排出量を算出すると表-14のとおり1969万トンとなり、CO₂排出原単位が96.24トン/Tcaℓに減少すると想定した場合の排出量を157万トン8.7%上回る。また、この場合の一人当たりのCO₂排出量は1.61トンとなる。

表14 電気のCO₂排出原単位が96.24トン/Tcaℓと115.16トン/Tcaℓの場合のCO₂排出量 (千トン)

	96.24 トン/Tcaℓの場合				115.16トン/Tcaℓの場合				(A-B)	(A-B)/A
	電気	都市ガス	その他	計 (A)	電気	都市ガス	その他	計 (B)		
産業	958	390	1004	2358	1140	306	1004	2546	188	8.0
運輸	492		4108	4510	486		4108	4594	486	11.8
業務	4903	1068	562	6533	5939	1069	562	7569	976	14.8
家庭	1640	1161	449	3250	1963	1161	449	3573	323	9.9
計	7063	2625	6123	16711	8534	2625	6123	18282	1571	8.4
(ごみ等)				1410				1410	0	0
合計				18121				19692	1571	8.7

5 2000年対策のCO₂排出量

(1) 2000年対策の考え方

特別なCO₂排出抑制対策をとらないでエネルギー消費割合が現状のまま推移した場合の、「第三次東京都長期計画」の想定する2000年の都民生活や産業活動等を支えるエネルギー消費量から排出されるCO₂及び、ごみの焼却等にもない排出されるCO₂は、前章でみたように1990年レベルを総量で327万トン、都民一人当たりでは0.23トン上回るものと推定される。

一人当たりのCO₂排出量を2000年以降概ね1990年レベルで安定化させるためには、国の定めた「地球温暖化防止行動計画」等の各種CO₂抑制対策等広範な対策を官民あげて強力に押し進めなければならない。本章ではそれ

らのCO₂抑制対策のうち、1992年環境庁地球環境部に設置された「地球温暖化対策技術評価検討会」において検討された代表的なCO₂抑制技術を東京都に適用した場合の2000年のCO₂排出量を算出した。なお、鉄道、船舶、航空機及びごみの焼却等については、特にCO₂削減対策はないものとし、2000年自然体のままで推移するものとした。また、鉄道と船舶には貨物自動車のモーダルシフトによる貨物輸送量の増加分のCO₂を上乗せした。CO₂の算出方法はCO₂抑制技術を適用することにより減少したエネルギーをCO₂に転換する方法とした。

(2) CO₂削減対策の適用

1) 産業部門

ア CO₂削減対策

産業部門のうちCO₂排出量の大部分を占める製造業にCO₂削減対策の適用を行った。CO₂削減対策は表-15のとおり、素材製造プロセスの削減対策を鉄鋼業及びパルプ・紙業に適用し、ボイラー等の熱源機器及び電力利用機器に関する対策は全ての製造業に適用した。

表15 部門別CO₂削減対策

部門	対策	項目	削減ポテンシャル(2000年)
産 業	鉄鋼への対策	①電気炉製鋼法でのスクラップ予熱装置の普及	2.80% * スクラップ予熱装置の普及により鋼材の原単位が2.85 Gcaℓ/トンから2.70 Gcaℓ/トン(5.59%削減)となる(2010年) 2000年は1/2の2.80%とした。
	紙・パルプへの対策	①最新技術(BAT)の普及 ②省エネ省CO ₂ 技術の導入 ③高濃度抄紙の導入	15.05% * ①+② 古紙パルプ化、抄紙工程におけるエネルギー消費量は91 170 Tcaℓ/年。2010年における省エネポテンシャルは17 689 Tcaℓ/年(19.58%) 2000年は1/2の9.76%とした。 * ③ 高濃度抄紙の導入による省エネ率は10.70%。 2000年は1/2の5.35%とした。
	蒸気機器への対策	①ボイラーの空燃比最適化 ②排ガスボイラーによる熱回収	①+②による省エネ率は、鉄鋼2.2%、紙7.1% その他11.91%(2000年)
	電力利用機器への対策	①交流電動機のインバータ制御 ②照明の効率向上 ③減速運転によるプロセスの代替	産業全部門の全電力の11.0%削減(2000年)
	自動車	①燃費向上 ②低公害車導入 ③モーダルシフト ④ライフスタイルの変更	* ケース1: 燃費向上率1~8% * ケース2: 燃費向上率2~6% + 別項各業種 - 電気、ハイブリット、天然ガス自動車の走行量ベースで全体の約8% - 鉄道、海運へのシフト、削減走行量: 約184百万台Kℓ - 乗用車の小型化への回帰、軽乗用車構成比: 3%→4%増加
運 輸	鉄 道	①モーダルシフト	・ 鉄道貨物輸送量: 12%の増加
	船 舶	①モーダルシフト	・ 内海海運トンキロ: 3.85%の増加
民 生	業 務	①新築建物への省エネ採用	・ 省エネ採用率: 25% (1995年以降の新築分を対象) 省エネ率: 空調: 44.3% その他の熱需要: 5.0% 照明: 58.6%
	家 庭	①住宅の保温構造化	・ 1995年までは現状と同様の断熱材導入率 ・ 1995年以降の新築住宅は: 100%の導入
		②多機能ヒートポンプ	・ 電力多機能ヒートポンプ、エンジンヒートポンプ 2000年で住宅ストックの2.5%に導入
		③自然エネルギー	・ 太陽温水器、ソーラーシステム 2000年で戸建ての45%、集合住宅の11%に導入
		④インバータ照明	・ 2000年で50%の導入
		⑤テレビの液晶化	・ 2000年で50%の導入
		⑥エアコン・冷蔵庫の効率化	・ 2000年でエアコン: 13.3%のエネルギー削減 冷蔵庫: 32.2%のエネルギー削減
	⑦省エネルギー意識	・ 冷暖房温度の調節: +1℃ ・ シュワー時間の短縮: 1分/1回短縮 ・ 風呂2度洗剤: 2回/週減 ・ 照明時間の削減等: 1h/日減	
電力供給源 (発電所)	①発電効率の向上	・ リバウリング: 石炭以外の火力発電所の56%で、火力発電効率の5ポイント向上	

(注) BAT: Best Available Technology 利用可能な最良技術
出典: 「地球温暖化防止対策ハンドブック」(環境庁)より作成。

イ CO₂削減対策の効果

産業部門にCO₂削減対策を適用することにより削減されるエネルギー量は1924Tcaℓである。2000年対策のエ

エネルギー消費量は26,431Tcaℓとなり、2000年自然体に比べ6.8%削減である。

CO₂削減量は、エネルギー削減量1,924TcaℓをCO₂に転換した16.8万トンで 排出量は219万トンとなり2000年自然体に比べ7.1%の減少である(表-16)。

表16 2000年対策によるエネルギー削減量とCO₂削減量
①エネルギー削減量 (Tcaℓ)

	2000年 自然体 エネルギー 消費量	2000年対策によるエネルギー削減量					2000年 対策 エネルギー 消費量
		対策1	対策2	対策3	対策4	合計	
紙・パルプ	2221	0	256	27	57	340	1881
化学工業	1910	0	0	85	41	126	1784
窯業・土石	3603	0	0	35	70	105	3498
鉄鋼	3880	60	0	10	191	261	3619
食料品製造	3264	0	0	138	81	219	3045
印刷・出版	2353	0	0	34	137	171	2183
電気機械器具	1747	0	0	6	132	138	1609
輸送用機械器具	2167	0	0	20	78	98	2069
その他	7210	0	0	160	306	466	6774
合計	28355	60	256	515	1093	1924	26431

②CO₂削減量 (千トン)

	2000年 自然体 CO ₂ 量	2000年対策によるCO ₂ 削減量					2000年 対策 CO ₂ 量
		対策1	対策2	対策3	対策4	合計	
紙・パルプ	188	0	21	2	5	28	160
化学工業	143	0	0	6	4	10	133
窯業・土石	320	0	0	3	7	10	310
鉄鋼	315	4	0	1	18	23	292
食料品製造	251	0	0	10	8	18	233
印刷・出版	197	0	0	2	13	15	182
電気機械器具	156	0	0	1	13	14	142
輸送用機械器具	177	0	0	1	8	9	168
その他	611	0	0	12	29	41	570
合計	2358	4	21	38	105	168	2190

2) 運輸部門

ア CO₂削減対策

運輸部門のCO₂削減対策については、運輸部門のCO₂排出量の大部分を占める自動車交通のCO₂削減対策に関する削減量を算出した。また、自動車交通以外の部門については特別な対策はないものとし2000年自然体のままとした。但し、鉄道と船舶には貨物自動車のモーダルシフトによって、転嫁される貨物の輸送エネルギーに相当

するCO₂を上乗せした。

イ 自動車交通のCO₂削減対策

自動車交通のCO₂削減対策としては、①燃費の向上②低公害車の導入③モーダルシフトに実施④ライフスタイルの変更の4つの対策を順に講じるものとし、2000年自然体に対する削減量を算出した。

(ア) 燃費向上対策

燃費向上による対策は、ガソリン車の大型化がほぼ安定しかつ画期的な技術開発が行われるケース1と、さらに、ケース1に消費者の選択に燃費要因が強く反映されるケース2の二通りのCO₂削減量を算出した。

(イ) 低公害車導入による対策

対象とする車種はCO₂排出量削減効果が大きく見込まれる電気自動車、ハイブリット自動車、天然ガス(LNG)自動車とし、メタノール車は现阶段ではCO₂排出量削減効果がそれほど見込めないため対象外とした。なお低公害車の導入があっても2000年自然体の総走行量は変化しないものとした。

低公害車の導入に伴うCO₂排出量は、低公害車走行量と低公害車CO₂排出係数の積とした。

① 低公害車の走行量及び車種別配分

都内の低公害車の走行量は、低公害車の全国走行量¹⁴⁾に従来車の都内総走行量の従来車の全国総走行量に対する割合を乗ずることとし、車種別配分は2000年自然体の車種別走行量の比率で按分した。

② 低公害車CO₂排出係数

表17 低公害車車種別排出係数(推定量) (炭素換算g/km)

		燃費向上ケース1			燃費向上ケース2		
		電気	ハイブリット	天然ガス	電気	ハイブリット	天然ガス
乗用車類	軽乗用車	18.1	-	-	17.8	-	-
	乗用(LPGを除く)	23.3	-	51.8	22.9	-	51.0
	乗用LPG	-	-	-	-	-	-
	バス	-	107.3	-	-	165.3	-
貨物車類	軽貨物車	17.3	-	-	17.0	-	-
	小型貨物車	-	41.5	-	-	41.5	-
	貨客車	24.2	-	53.9	23.8	-	53.0
	普通貨物車	-	98.1	-	-	76.6	-
	特種車	-	-	-	-	-	-

(注) -は、低公害車の導入対象外車種である。

低公害車のCO₂排出係数は表-17のとおりであり、その算出式は次のとおりである。

低公害車CO₂排出係数

$$= (2000年自然体従来車排出係数) \times (1 - 保有ベース燃費向上率) \times (対ガソリン基準比)$$

・2000年自然体従来車排出係数

$$= (2000年自然体従来車車種別排出量) \div (2000年自然体車種別走行量) とした。$$

・保有ベース燃費向上率は、従来車の燃費向上率をもとに各低公害車に割り付けた。

・対ガソリン基準比は、ガソリン1に対する排出係数の基準比を「地球温暖化防止対策ハンドブック」(環境庁)を参考に設定した¹⁵⁾。

(ウ) モーダルシフトによるCO₂削減量

モーダルシフトによる対策は、現在、運輸部門のCO₂排出量の9割を占める自動車の貨物輸送を、輸送量単位当たりのエネルギー消費量の少ない鉄道、船舶への転換をはかり、CO₂排出量を削減するものである。

モーダルシフトによるCO₂削減量は次のようにして求めた。

モーダルシフトによるCO₂削減量

$$= (2000年自然体の小型・普通貨物車のCO₂排出量) \times (モーダルシフトの実施による小型・普通貨物車の削減走行(A)) \div (2000年自然体の小型・普通貨物車の全走行量)$$

方程式右辺第2項のAは、鉄道と船舶についてそれぞれ次の算式により求めた。

鉄道又は船舶のモーダルシフトによる貨物自動車の削減走行量 = 鉄道又は船舶のモーダルシフトによる全国の

$$\frac{\text{2000年都内鉄道または船舶貨物輸送トン}^{17)} \times \text{2000年全国鉄道または船舶貨物輸送トン}}{\text{2000年都内鉄道または船舶貨物輸送トン}^{17)}$$

貨物自動車のモーダルシフトによる削減CO₂は15.4千トンであるので、鉄道と船舶に付加されるCO₂2.0千トンを差し引くと、モーダルシフトによる削減されるCO₂は13.4千トンとなる。

(エ) ライフスタイルの変更による対策

乗用車に対するユーザーの大型化志向が、実用面を配慮した小型化への志向に若干変化するものとして、CO₂の削減量を算出した。設定のシナリオは、都民の軽乗用車の保有割合が1980年代初頭の約4%に回帰するものとし、2000年自然体の軽乗用車と乗用車の走行量の割合が3.3:

96.7から、4:96に変化するものとした。

ライフスタイルの変更による軽乗用車と乗用車のCO₂排出量は次式により算出した。

走行量の増加にともなうCO₂排出量

$$= 2000年自然体のCO₂排出量$$

$$\times 4 : 96 \text{ の場合の走行量} / 2000年自然体の走行量$$

表18 ライフスタイルの変更に伴うCO₂排出量

	2000年自然体		4:96 の場合		B-A 千トン
	走行量 百万台Km	CO ₂ 排出量 千トン (A)	走行量 百万台Km	CO ₂ 排出量 千トン (B)	
軽乗用車	908.8	49.0	1134.4	61.2	12.2
軽乗用車	27450.4	1898.0	27224.8	1882.4	-15.6
計	28359.2	1947.0	28359.2	1943.6	-3.4

算出結果は表-18のとおり、乗用車のCO₂排出量が15.6千トンの削減となり、軽乗用車が12.2千トンの増加となるのでプラスマイナス3.4千トンの減少となる。

(オ) CO₂削減量

以上4つの自動車交通に対するCO₂削減対策をまとめると表-19のとおり、約32万トンのCO₂が削減され対策後のCO₂排出量は352万トンとなり2000年自然体に比べ

表19 対策別CO₂削減量

① 燃費向上ケース1の場合

(千トン/年)

	1990年	2000年 自然体	2000年対策			
			対策(1) 燃費向上	対策(2) 低公害車	対策(3) モーダルシフト	対策(4) ライフスタイル
乗用車						
軽乗用車	44.2	49.0	47.0	46.9	46.9	58.5
乗用(LPGを除く)	1740.6	1898.0	1824.0	1818.1	1818.1	1803.2
乗用LPG	272.8	295.3	283.8	283.8	283.8	283.8
バス	54.9	55.8	55.8	49.3	49.3	49.3
計	2112.5	2298.1	2210.6	2198.1	2198.1	2194.8
貨物車						
軽貨物車	153.0	167.5	161.0	160.5	160.5	160.5
小型貨物車	326.3	338.8	320.2	282.8	280.5	280.5
貨物車	412.1	443.3	422.5	421.5	421.1	421.1
普通貨物車	480.5	507.4	507.4	446.2	434.8	434.8
特殊車	76.4	80.6	80.6	80.6	80.6	80.6
計	1448.3	1537.6	1491.6	1393.2	1377.5	1377.5
合計	3560.8	3835.7	3702.2	3591.3	3575.6	3572.3
対策間の削減量			133.5	110.9	15.7	3.3
2000年自然体との累積削減量			133.5	244.4	260.1	263.4

表19 対策別CO₂削減量

② 燃費向上ケース2の場合

(千トン/年)

	1990年	2000年 自然体	2000年対策				
			対策(1) 燃費向上	対策(2) 低公害車	対策(3) モーダル シフト	対策(4) ライフス タイル	
乗 用 車 類	軽乗用車	44.2	49.0	46.3	46.1	46.1	57.5
	乗用(LPGを除く)	1740.6	1898.0	1793.6	1787.9	1787.9	1773.2
	乗用LPG	272.8	295.3	279.1	279.1	279.1	279.1
	バス	54.9	55.8	54.7	48.3	48.3	48.3
計	2112.5	2298.1	2173.7	2161.4	2161.4	2158.1	
貨 物 車 類	軽貨物車	153.0	167.5	158.3	157.8	157.8	157.8
	小型貨物車	326.3	338.8	320.2	282.8	280.5	280.5
	貨物車	412.1	443.3	418.9	417.6	417.6	417.6
	普通貨物車	480.5	507.4	497.8	439.7	426.6	426.6
	特殊車	76.4	80.6	79.0	79.0	79.0	79.0
計	1448.3	1537.6	1474.2	1376.9	1361.5	1361.5	
合 計	3560.8	3835.7	3647.9	3538.3	3522.9	3519.6	
対策間の削減量			187.8	109.6	15.4	3.3	
2000年自然体との累積削減量			187.8	297.4	312.8	316.1	

て8.3%の減少となる。またこれは、1990年の排出量(356万トン)を4万トン下回るものである。

対策別の効果をみると、低公害車の導入による削減量が19万トン、燃費の向上による削減量が11万トン計30万トンで削減量の9割以上はこの二つの対策によるものである。なお、対策別のエネルギー削減量は表-20のとおりである。

ウ 鉄道、船舶、航空機部門について

この部門については、CO₂排出量の抑制対策は特にないものと仮定したので、2000年自然体のCO₂排出量と同じである。ただし、鉄道と船舶については、前記イのウの貨物自動車のモーダルシフトによる、振り替え貨物量の輸送に必要なエネルギーを求めCO₂に転換し、鉄道と船舶に付加した。

3) 業務部門

業務部門のCO₂抑制対策としては、①各業種の建物構造の断熱化②エネルギー効率の高い機器への転換③熱源システムの省エネルギー等様々な手法がある。これらの手法については、今後新設される建物についてその普及が期待できるが、既存の建物特に省エネルギー化の進んでいない中小規模の建物にこれらの対策を普及させることは困難であると考えられるので、2000年対策のCO₂

表20 対策別エネルギー削減量

① 燃費向上ケース1の場合

(Tca ℓ/年)

	1990年	2000年 自然体	2000年対策				
			対策(1) 燃費向上	対策(2) 低公害車	対策(3) モーダル シフト	対策(4) ライフス タイル	
乗 用 車 類	軽乗用車	577	640	614	612	612	764
	乗用(LPGを除く)	22685	24726	23763	23689	23689	23495
	乗用LPG	3992	4322	4153	4153	4153	4153
	バス	701	712	712	629	629	629
計	27955	30400	29242	28083	28083	29041	
貨 物 車 類	軽貨物車	1998	2187	2102	2095	2095	2095
	小型貨物車	4189	4342	4104	3621	3592	3592
	貨物車	5336	5727	5460	5442	5442	5442
	普通貨物車	6130	6473	6473	5718	5547	5547
	特殊車	976	1029	1029	1029	1029	1029
計	18629	19758	19168	17905	17705	17705	
合 計	46584	50158	48410	46988	46788	46746	
対策間の削減量			1748	1442	200	42	
2000年自然体との累積削減量			1748	3170	3370	3412	

表20 対策別エネルギー削減量

② 燃費向上ケース2の場合

(Tca ℓ/年)

	1990年	2000年 自然体	2000年対策				
			対策(1) 燃費向上	対策(2) 低公害車	対策(3) モーダル シフト	対策(4) ライフス タイル	
乗 用 車 類	軽乗用車	577	640	605	602	602	751
	乗用(LPGを除く)	22685	24726	23368	23296	23296	23103
	乗用LPG	3992	4322	4085	4085	4085	4085
	バス	701	712	698	616	616	616
計	27955	30400	28756	28599	28599	28555	
貨 物 車 類	軽貨物車	1998	2187	2067	2060	2060	2060
	小型貨物車	4189	4342	4104	3621	3592	3592
	貨物車	5336	5727	5414	5397	5397	5397
	普通貨物車	6130	6473	6350	5609	5442	5442
	特殊車	976	1029	1009	1009	1009	1009
計	18629	19758	18994	17696	17500	17500	
合 計	46584	50158	47700	46295	46099	46055	
対策間の削減量			2458	1405	196	44	
2000年自然体との累積削減量			2458	3883	4059	4103	

削減量については、新設建物についてはその一定割合に省エネルギー手法が採用されるものとし、既存の建物については1990年のエネルギー利用効率に変化がないもの

として、CO₂削減量の算出を行った。

ア 2000年対策のCO₂排出量の算出方法

2000年対策のCO₂排出量は次の算式により、2000年対策におけるエネルギー消費量を求め、そのエネルギーをCO₂に転換した。

$$E_i = \sum e_i(T_i - T_{11sr})$$

E_i : 2000年対策における業種iの業種別、エネルギー源別、エネルギー用途別エネルギー消費量

e_i : 業種iのエネルギー消費原単位(エネルギー源別、用途別1990年修正値)

T_i : 業種iの2000年自然体における床面積

T₁₁ : 業種iの2000年の新設建物の床面積

s : 省エネルギー採用率25%

r : 用途別省エネルギー率

新設建物とは、1995年以降2000年までの新設建物とし、その推定方法は2000年自然体の推定方法によった。推定結果は表-21のとおりである。また、省エネルギー技術は新設建物の25%に導入があるものとし、省エネルギー率はエネルギー用途別に表-22のとおりとした。なお省

表21 2000年自然体の床面積と新設床面積

(千㎡)

	床面積 1990年	床面積 2000年 T	新設 床面積 T ₁	既設 床面積 T-T ₁
事務所	64493	127860	47705	80155
卸・小売店	5815	8792	2258	6534
飲食店	9102	13764	3534	10230
百貨店	1909	2886	741	2145
セルフ店	1523	2303	591	1712
その他	15768	23845	6123	17722
ホール	3915	5921	1520	4401
ホテル	5008	7573	1945	5628
病院	5058	7649	1964	5685
学校等	30820	46605	11967	34638
計	143411	247198	78348	168850

(注) 新設床面積は1995年以降2000年までの新設建物の床面積である。

表22 省エネルギー率

用途	省エネルギー率
空調(冷暖房)	44.3%
その他熱	5.0%
照明・動力	56.6%

(注) 地球温暖化防止対策ハンドブック(環境庁)

エネルギー技術の導入割合及び省エネルギー率は「地球温暖化防止対策ハンドブック」(環境庁)によった。

イ エネルギー消費量とCO₂排出量

CO₂削減対策を業務部門に適用することにより削減されるエネルギー量は、2000自然体のエネルギー消費量の3.3%に当たる2,525Tcalである。また、CO₂削減量は、この削減エネルギー2,525TcalをCO₂に転換した23.2万トンである。

4) 家庭部門

家庭部門の2000年におけるCO₂削減対策は、表-15のとおり住宅の保温構造化等7項目の対策が順に講じられるものとした。この対策によるエネルギー削減量は6,445Tcalで2000年対策のエネルギー消費量は34,288Tcalとなり、2000年自然体に対し15.9%、1990年に対しても4.4%(1,569Tcal)の減少となる。CO₂の削減量は削減エネルギー6,445TcalをCO₂に転換した53.7万トンである。

ア 住宅の保温構造化による削減エネルギー

(ア) 保温構造化住宅数

「東京都住宅白書'92」によると、2000年までの住宅建設の目標数は持家59万戸、借家108万戸である。2000年自然体と同様に持家の8割を一戸建てとすると、一戸建て住宅47.2万戸、集合住宅119.8万戸となる。

この新設住宅のうち、1994年までに新設されるものの断熱材の導入割合は1990年の割合で進むものとし、1995年以降のものについては全て断熱材の導入があるものとする、2000年における断熱材導入住宅は一戸建て56万戸、集合住宅197万戸となる(表-23)。

表23 2000年の断熱材導入住宅のストック

	1990年 設定値			2000年の断熱材 導入住宅のストック (H) 万戸	2000年対策の断熱化構造住宅数			
	暖房用エネルギー 使用量原単位 (e ₀)10 ⁴ kcal/世帯	省エネルギー 効率 (r) %	2000年自然体の 断熱化構造住宅 の普及率 (S自) %		1985-2000年ま での新設住宅 (h ₁) 万戸	1994年まで の住宅 (h ₂) 万戸	計 (h ₃) 万戸	普及率 (S対) %
一戸建て	2759	45.7	21.2	156.8	28.3	27.3	55.6	35.5
集合住宅	1460	35.6	45.7	345.2	71.9	124.9	196.8	57.0
計				502.0	100.2	152.2	252.4	50.3

(注) 1. 暖房用のエネルギー使用量原単位は「日本エネルギー研究所」の調査結果による。
 2. 省エネルギー効率は「住環境計画研究所」の調査結果による。
 3. 2000年自然体の断熱化構造住宅の普及率は「住宅・建築省エネルギー機構」の1990年ベース推計を援用。
 4. 2000年の住宅ストック及び1985～2000年までの新設住宅は「東京都住宅台帳 Ⅱ」のデータをもとに修正。
 5. 1994年までの住宅数は(ストック住宅-新設住宅)×S自 とした。

(イ) エネルギー削減量

断熱材の導入にともなう省エネルギー効率は、一戸建て住宅45.7%、集合住宅33.6%であるので、断熱材導入住宅の増加にともなう削減エネルギー量は、暖房用エネルギー量の削減量として次式により算出した。

$$E = e_0 \cdot r \cdot H \quad (S\text{対} - S\text{自})$$

E : 2000年自然体の暖房用エネルギー削減量
 (一戸建て集合住宅別)

e₀ : 暖房用エネルギー使用原単位 (//)
 r : 省エネルギー効率 (//)
 H : 2000年の断熱材導入住宅のストック (//)
 S対 : 2000年対策の断熱材導入率 (//)
 S自 : 2000年自然体の断熱材導入率 (//)

エネルギー削減量は一戸建て283Tcal、集合住宅203Tcal計486Tcalとなる(表-24)。

表24 保温構造化による暖房用エネルギーの削減量 (Tca l)

	2000年自然体の エネルギー	2000年対策の エネルギー	削減量	一戸建て	集合住宅
電気	2215	2082	133	77	56
都市ガス	2128	2001	127	74	53
LPガス	318	299	19	11	8
灯油	3467	3260	207	121	86
計	8128	7642	486	283	203

(注) 1. 削減エネルギー量のエネルギー別割り振りには、2000年自然体のエネルギー消費量の割合とした。

イ 多機能ヒートポンプの導入

「地球温暖化防止対策ハンドブック」(環境庁)によると、電力多機能ヒートポンプとエンジンヒートポンプの

導入率は、2000年でそれぞれ住宅ストックの2.5%と設定されており、東京都(502万戸)に当てはめると125,500世帯となる。導入による省エネルギー率は、冷暖房用、給湯用エネルギーに対し前者が51%で後者が47%である。

ウ 自然エネルギーの利用

自然エネルギーの導入技術としては、太陽温水器とソーラシステムがある。東京都への2000年における導入割合は「地球温暖化防止対策ハンドブック」(環境庁)に基づき、一戸建て住宅の30.6%に導入があるものとし、集合住宅の導入率は一戸建て住宅の1/4とした。また、太陽温水器とソーラシステムの導入割合は13:1としエネルギー削減効率はそれぞれ給湯用エネルギーの38%、75%とした。

都の2000年における太陽温水器の導入世帯は69万戸、ソーラシステムの導入世帯は5万戸となる。また、2000年自然体の給湯用エネルギーは都市ガス12,759Tcal、LPガス1,907Tcalであるので、自然エネルギーの利用にともなう削減エネルギーは、都市ガス762Tcal、LPガス114Tcal計876Tcalとなる。

エ インバーター照明の導入

住宅の照明器具が2000年にはインバーター照明に50%置き替わるものとし、インバーター照明の省エネルギー率を1灯当たり33.7%とすると、2000年自然体の照明用エネルギーは2,343Tcalであるから、インバーター照明の導入にともなう削減エネルギーは395Tcalとなる。

オ テレビの液晶化

家庭テレビの50%が2000年に液晶テレビに置き替わるものとし、液晶テレビのCRTに対する省エネルギー率75%とすると、2000年自然体のテレビのエネルギー消費量は1,632Tcalであるから、液晶テレビの導入にともなう削減エネルギーは612Tcalとなる。

カ エアコン、冷蔵庫の効率化

エアコン、冷蔵庫の効率化にともなう2000年のエネルギー削減量は「地球温暖化防止対策ハンドブック」(環境庁)によると、エアコン13.3%、冷蔵庫32.2%である。2000年自然体のエアコンと冷蔵庫のエネルギー消費量はそれぞれ2,397Tcal、3,284Tcalであるのでエネルギー削減量はエアコン319Tcal冷蔵庫1,057Tcalとなる。

キ 省エネルギー意識の向上

都民の省エネルギーに対する意識が向上し、次の5項目に関する省エネルギーの実行が半数の世帯においてあ

るものとして、エネルギー削減量を算出した。

- ・ 暖房温度1℃引下げ省エネルギー量185Mcal/世帯・年
- ・ 冷房温度1℃引上げ " 57 "
- ・ シャワー時間一回一分短縮 " 231 "
- ・ 風呂2度焚回数1週間2回減 " 111 "
- ・ 照明時間1日1時間減 " 278 "

(出典) 省資源、省エネルギー推進会議資料

エネルギー削減量は、暖房用464Tcal、冷房用143Tcal、シャワー580Tcal、風呂279Tcal、照明698Tcal計2,164Tcalとなる。

ク 削減対策のまとめ

家庭部門のCO₂排出量は、家庭部門のCO₂削減対策により減少するエネルギー6,445Tcalに相当するCO₂が52.8万トン削減され271.2万トンとなる。この排出量は2000年自然体に比べ8.3%の減少となり、また、1990年に比べても33.1万トン10.9%の減少で、家庭部門のCO₂排出量は、CO₂削減対策が十分普及するならば1990年ベースを下回ることが可能である。対策別の削減量は省エネルギー意識の向上によるものが17.4万トンで削減効果が最も大きく、続いてエアコン・冷蔵庫の効率化13.1万トン、テレビの液晶化5.9万トンの順である(表-25)。

表25 対策別エネルギー削減量及びCO₂削減量

①エネルギー削減量 (Tcaℓ)

エネルギー源	2000年 自然体 1990年	エネルギー削減量						
		対策①	対策②	対策③	対策④	対策⑤	対策⑥	対策⑦
電力	17045	133	77	0	395	612	1357	959
都市ガス	17592	127	362	747	0	0	0	871
LPガス	2629	19	54	112	0	0	0	131
灯油	3467	207	81	0	0	0	0	201
総計	40733	486	574	859	395	612	1357	2162

②CO₂削減量 (千トン/年)

エネルギー源	2000年 自然体 CO ₂	CO ₂ 削減量						
		対策①	対策②	対策③	対策④	対策⑤	対策⑥	対策⑦
電気	1640	13	7	0	38	59	131	92
都市ガス	1161	8	24	49	0	0	0	57
LPガス	180	1	4	8	0	0	0	9
灯油	269	16	6	0	0	0	0	16
総計	3250	39	41	57	38	59	131	174

(注) CO₂量は炭素換算

5) 電気の効率化の向上にともなうCO₂排出量の削減

電力製造部門におけるCO₂排出量削減の対策としては、電源構成の変更による火力発電への依存度の低下と設備の発電効率の向上が考えられる。

前者は自然体ケースでみたように、現在想定された電源構成の変化を自然体として考慮済みである。ここでは後者の対策に関する検討を行う。

発電効率の向上技術は、代表的なものとして複合化発電とリパワリングがあげられる。

複合化発電とはガスタービンからの排気ガス残存エネルギーで蒸気タービンを回し発電し、熱の多段階利用を図るものである。一方、リパワリングとは、従来の設備にガスタービン等を追加して設備の複合化を行い出力の増大・効率向上を図るものであり、既存設備を利用しながら効率向上を行うことができるため、新規発電所での複合化発電よりも適用が容易であると考えられる。

「地球温暖化防止対策ハンドブック」(環境庁)の将来シナリオでは、2000年における新規発電設備には複合化発電による効率化(8ポイント)、既存設備にはリパワリングによる効率化(5ポイント)を仮定している。

本調査では、東京都の電力供給源である東京電力の計画において、2000年までの新たな発電設備の建設計画が

表26 リパワリング後のCO₂排出量

(千トン/年)

部門	自然体の 排出量	各部門の 対策による 削減量	各部門で の対策後 の排出量	リパワリ ングによる 削減量	最終 排出量
産業	2358	168	2190	40	2150
運輸	4510	314	4196	19	4177
業務	6593	232	6361	223	6138
家庭	3250	538	2712	71	2641
その他	1410	-	1410	-	1410
合計	18121	1252	16869	353	16516

(注) CO₂ (注) CO₂排出量は炭素換算。

未定であり、2000年時点での新設設備と既存設備の設備量と、これによる発電量の定量化が困難であったので、全ての発電設備を既存設備として扱い、「地球温暖化防止対策ハンドブック」(環境庁)の対策シナリオにより全体の50%の設備で発電効率が5ポイント上昇するものとした。なお、石炭を燃料とする火力発電については上記ハンドブックに準じ2000年まではリパワリングの導入は行われぬものとして、リパワリングによるCO₂削減量を表-26のとおり算出した。¹⁸⁾

6 まとめ

(1) 2000年対策によるエネルギー消費量

2000年対策のエネルギー消費量を総括すると188,884 Tcaℓとなり、削減対策の適用のない2000年自然体に対し14,974Tcaℓの削減となる。しかし、この消費量は1990年に対しては、依然として32,728Tcaℓ、21.0%上回るものである。

削減の効果を部門別にみると最も効果が大きいのは家庭部門で、2000年自然体に対し6,445Tcaℓ、15.9%の削減となる。また、家庭部門は1990年に対しても1,521 Tcaℓ、4.4%下回る消費量となる。次いで効果が大きいのは運輸部門である。運輸部門は自動車交通に対する対策のみであったが、2000年自然体に対しては4,080 Tcaℓ、7.1%の削減となるが1990年に対しては、2,274 Tcaℓ、4.4%上回る消費量となる。3番目に効果が大きいのは産業部門である。産業部門は他の部門に比べ省エネルギー技術の採用等が進んでいるため、削減の余地が小さく今後に期待するところが少ない部門であるといえる。最も削減効果が小さかったのは業務部門である。業務部門は1990年に対し68.4%もの大きな伸びを示し、2000年におけるエネルギー消費量増大の大きな要因となっている。また、エネルギー消費量の約4割を占める部門であるので、この部門の削減対策の如何が2000年におけるCO₂排出量を1990年レベルで安定化させる一つの鍵となるところであるが、エネルギー削減量は2,525Tcaℓで2000年自然体の3.3%減に過ぎない。これはこの部門に適用した対策が1995年以降の新設建物のみを対象とし、しかもその導入率を25%としたことが要因であると考える。

(2) 2000年対策によるCO₂排出量

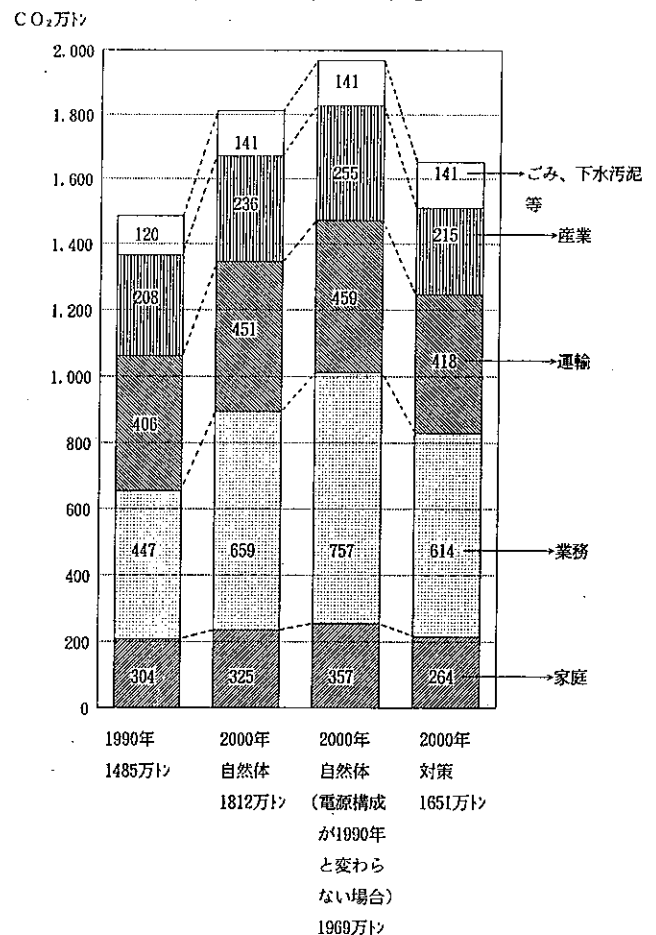
2000年対策ケースのCO₂排出量は1,651万トン/年とな

り2000年自然体に対して約9%削減され、1990年に対しては11%の増加となる。2000年対策ケースについては2000年自然体の状態で考慮した発電所の電源構成の変化

表27 2000年対策による消費量及びCO₂排出量

	エネルギー消費量 (Tcaℓ/年)				CO ₂ 排出量 (千トン/年)								
	(a)	(b)	比率	(c)	比率	(a)	(b)	比率	(c)	比率	(d)	比率	
	1990年	2000年 自然体	(b)/(a)	2000年 対策	(c)/(a)	1990年	2000年 自然体	(b)/(a)	2000年 対策1	(c)/(a)	2000年 対策2	(d)/(a)	
産業	2387	2635	1.103	2641	1.109	282	255	0.904	250	0.886	250	0.886	
運輸	自動車	4954	5015	1.012	4915	0.992	351	335	0.954	320	0.913	320	0.913
	鉄道	333	417	1.250	418	1.252	349	402	1.152	402	1.152	383	1.097
	船舶	535	614	1.138	629	1.174	42	49	1.167	51	1.214	51	1.214
	航空機	1344	2305	1.714	2305	1.714	103	223	2.165	223	2.165	223	2.165
小計	5149	5761	1.119	5371	1.043	455	450	0.989	415	0.912	417	0.912	
民業務	4533	7619	1.681	7434	1.639	457	653	1.429	651	1.424	613	1.349	
生家庭	2582	4033	1.562	3428	1.328	343	320	0.933	212	0.618	251	0.735	
小計	15655	20352	1.303	18864	1.204	1367	1071	0.783	1559	1.133	1516	1.107	
その他						124	140	1.129	140	1.129	140	1.129	
合計	15655	20352	1.303	18864	1.204	1451	1312	0.904	1659	1.136	1616	1.112	

図4 CO₂排出量の推移



による電源供給側の対策の上に、さらに発電効率アップによるCO₂排出量の抑制を考慮しており、この発電所対策により全体で2ポイントの削減が見込まれる。

部門別にみると家庭部門は1990年を下回る状況になる。また、業務部門は自然体に比べ46万トン/年の削減となり、家庭部門の61万トン/年につぐ削減となるが、自然体での伸び率が高いため、1990年に対しては37%増となっている。ちなみに、業務部門を除く他部門の合計では1990年1,038万トン/年、2000年自然体1,153万トン/年、2000年対策1,038万トン/年となり、対策後の排出量は1990年のレベルと同等となる(表-27、図-4)。

(3) 一人当たりのCO₂排出量

2000年における都内の想定人口は1,226万人であり、2000年対策のCO₂排出総量は1,652万トンであるので一人当たりCO₂排出量は1.35トンとなり、1990年レベルの排出量に比べ0.10トン約8%の増加となる。また、2000年自然体に対しては0.13トン約9.6%の減少である(表-28、図-5)。

表28 都民一人当たりのCO₂排出量(炭素換算)

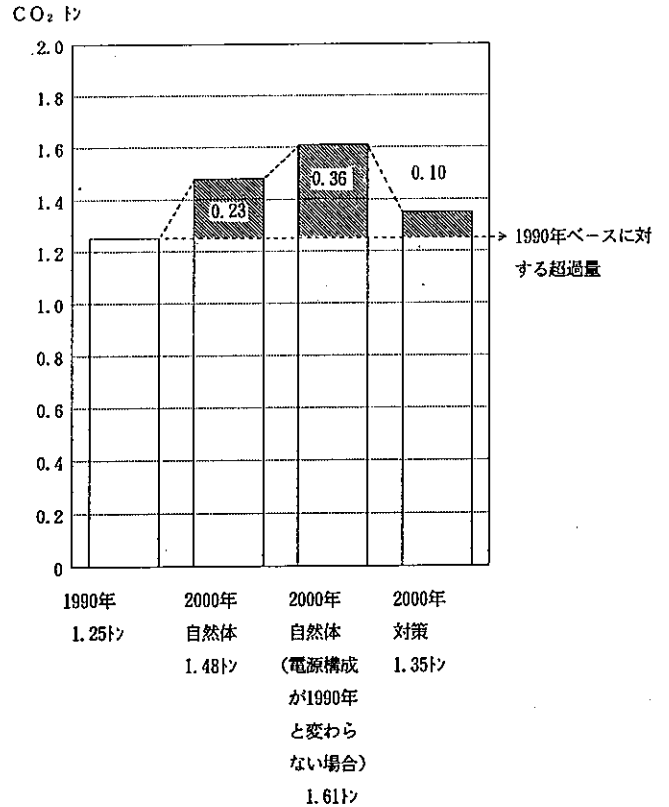
項目	1990年	2000年自然体	2000年対策
CO ₂ 排出量	14851 千トン/年	18121 千トン/年	16516 千トン/年
東京都人口	1186万人(注1)	1226万人(注2)	1226万人(注2)
一人当たり排出量	1.25 トン/人	1.48 トン/人	1.35 トン/人

(注1) 東京都統計年鑑 平成2年 東京都

(注2) 第三次東京都長期計画 平成3年想定値

- 1) 「東京都の二酸化炭素排出量の実態と2000年における排出量の予測」東京都環境科学研究所 1993 3 P91, 98, 147参照。
- 2) 都内自動車交通量及び自動車排出ガス量算出調査報告書(概要版)東京都環境保全局1992 3。
- 3) 逆算方法については「東京都の二酸化炭素排出量の実態と2000年における排出量の予測」東京都環境科学研究所1993 3 P30~参照。
- 4) 東京港環境調査報告書」東京都港湾局。
- 5) 東京都の二酸化炭素排出量の実態と2000年における排出量の予測」東京都環境科学研究所 1993 3 P42~参照。
- 6) 床面積の推定方法 同上P50~参照。

図5 一人当たりのCO₂排出量の推移



- 7) 業種別エネルギー消費原単位 同上P61~参照
- 8) エネルギー需要量の比較検討 同上P77~参照
- 9) エネルギー消費量と都民総生産額との相関図 同上P106~参照。
- 10) エネルギー源別CO₂排出量及びエネルギー消費量の算出方法 同上 P114~参照。
- 11) 輸送量の伸び率、新設線の営業キロ 同上P117~参照。
- 12) 2000年の業種別床面積の推定方法 同上P125~参照。
- 13) 2000年の家庭部門のエネルギー消費量の推定方法 同上P134~参照。
- 14) 低公害車の全国走行量「地球温暖化防止対策ハンドブック」交通編 環境庁。
- 15) 「東京都の二酸化炭素排出量の実態と2000年における排出量の予測」 東京都環境科学研究所 1993.3 p172 参照。
- 16) 同上 P180~参照。
- 17) 2000年の鉄道貨物及び船舶貨物輸送トン 同上P180, 181参照。
- 18) 算出方法 同上P228参照。