

&lt;報 文&gt;

# 千葉県産業関連表を用いた千葉県の 二酸化炭素排出量の推計\*

岡 崎 淳\*\*

キーワード ①地球温暖化 ②二酸化炭素 ③産業関連表

## 要 旨

産業関連表を用いた CO<sub>2</sub> 排出量の推計方法を千葉県に適用し、千葉県の CO<sub>2</sub> 排出構造等について検討した。その結果を下記に示す。

- (1) 千葉県の活動に伴い直接、間接に排出される量は 1 億 4,083 万 tCO<sub>2</sub> であり、エネルギー消費に基づく直接排出量 7,887 万 tCO<sub>2</sub> の 1.8 倍であった。
- (2) 千葉県民の消費活動に伴う排出量は千葉県の活動に伴う総排出量の 21.9% であり、全体の 57.6% は移輸出分であった。
- (3) 千葉県は県外需要によって県内で排出する量が県内需要によって県外で排出する量より多い、つまり CO<sub>2</sub> 排出を他地域に代わって引き受けていることが示された。
- (4) 削減の試算においてもっとも効果があったのは、原単位削減、需要抑制ともに電力部門であった。

## 1. はじめに

現在、われわれの周囲にはさまざまな環境問題があるが、地球温暖化問題は影響が深刻で対策が急がれる問題といえる。2005年2月に発効した「京都議定書」の中で日本は温暖化ガス排出量を1990年比で6%削減することが課せられている。温暖化対策は国として取り組むべき重要な課題であるが、地方自治体においても実状、実態にあわせた対策を取ることが望まれている。温暖化防止を効果的に進めるには、排出実態の把握と効果的な対策が必要である。直接的に排出している産業、運輸部門等への対策は重要であるが、一方、これらの部門の排出を誘発している部門への検討も必要である<sup>1,2)</sup>。

本稿では産業関連表を用いた CO<sub>2</sub> 排出量の推計方法<sup>3,4)</sup>を千葉県に適用し、需要に基づく排出

量の推計を試み、排出構造などについて検討した。今回使用する産業関連表等の資料<sup>3,5)</sup>は1995年のものであるが、千葉県県民経済統計<sup>6)</sup>によれば2002年時点でも千葉県の産業構造に大きな変化はなく、排出構造に主眼をおく検討においては問題ないと考えている。

## 2. 方 法

### 2.1 推定方法

産業関連表を用いた CO<sub>2</sub> 排出量の推計方法は南齋<sup>3)</sup>の方法に準じた。産業関連表によって推計される排出量としては直接的エネルギー消費に基づく排出量(直接排出量とする)と、最終需要により誘発される排出量で移輸入を含む排出量(総排出量とする)、移輸入に関する投入を除いた排出量(県内排出量とする)の3種類がある。

\*Estimation of the Carbon-dioxide Emissions in Chiba Prefecture Using the Chiba Input-output Table

\*\*Jun OKAZAKI (千葉県環境研究センター) Chiba Precectural Environmental Research Center

なお、ここで言う最終需要とは民間消費支出、一般政府消費支出、投資(県内総固定資産形成+在庫純増)等の県内最終需要に輸出、移出(国内への販売)を加えたものを指す。また、移輸入とは輸入および移入(国内からの購入)を指す。

### (1) 直接排出量 = $\Sigma(\text{各部門生産額} \times \text{di}) + \text{直接燃焼分}$ <sup>注)</sup>

di(直接排出原単位) : iは各産業部門を示す。各部門における生産額1単位(100万円)当たりのCO<sub>2</sub>排出量(tCO<sub>2</sub>)。各部門における直接的エネルギー消費に基づくCO<sub>2</sub>排出量を推計し、当該部門の生産額で除して求める。千葉県も含め地方自治体は他自治体との間の財・サービスの取引が多いことから、直接排出原単位は県独自より全国ベースの原単位を用いることが妥当であると考え、2.2に示した資料bに掲載されている値を用いた。

### (2) 総排出量 = $\Sigma(\text{各部門最終需要額} \times \text{Eti}) + \text{直接燃焼分}$

Eti(総排出原単位) :  $\text{Eti} = \text{di} \cdot (\text{I} - \text{A})^{-1}$

A : 投入係数行列, I : 単位行列

diを元に千葉県産業連関表の投入係数を用いて原単位を求めた。輸入分については、誤差が大きいと考えられるが、今回は輸入分も日本と同じとして考えた。

### (3) 県内排出量 = $\Sigma(\text{各部門最終需要額} \times \text{Edi}) + \text{直接燃焼分}$

Edi(県内排出原単位) :  $\text{Edi} = \text{di} \cdot \{\text{I} - (\text{I} - \text{M})\text{A}\}^{-1}$   
; I, Aは(2)同じ。

M : 移輸入係数行列。部門iの移輸入係数(移輸入額/生産額)を対角成分とする対角行列。県内排出原単位は移輸入に関して投入された分については算入されておらず、県内において排出された量を最終需要各項目に割り振ったものになる。

## 2.2 資料

推計に際し使用した資料を以下に示す。今回は、資料bに全国表32部門に対応した係数が公表されており、これに合わせて千葉県産業連関表

34部門表を32部門に統合して推計を行った。

a 平成7年千葉県産業連関表34部門表<sup>5)</sup>

b 産業連関表による環境負荷原単位データベース(3EID)<sup>3)</sup>, 国立環境研究所地球環境研究センター

## 3. 結 果

### 3.1 最終需要項目別排出量

千葉県における総排出量は1億4,083万tCO<sub>2</sub>、県内排出量、直接排出量は7,887万tCO<sub>2</sub>であった。千葉県はその活動によって、エネルギー消費等によって直接排出している量の1.8倍の量を誘発していることになる。総排出量、県内排出量における需要構成を見ると、総排出量では県内需要分が37.3%(直接燃焼分を加えると42.4%)、移輸出分が57.6%と移輸出分が多い。県内排出量では県内最終需要分は23.8%(直接燃焼分を加えると33.0%)、移輸出分は67.0%であった。このように千葉県は他国、他県からの需要に応えるため、県内需要に基づくよりも多くのCO<sub>2</sub>を排出している。

また、県内最終需要の内訳では民間消費支出がもっとも高く、総排出量で21.9%、県内排出量で16.5%は家庭等における消費行動に基づくものであった。直接燃焼分は722万tCO<sub>2</sub>あり、この分を民間消費と考えると、その割合は総排出量では27.0%、県内排出量では25.6%となった。一方、最終需要額における構成をみると県内需要分が60.2%と県内需要分が多く、総排出量、県内排出量と逆の構成になっていた。これは千葉県の主要な産業である鉄鋼、化学製品などが素材型産業でありエネルギーを大量に消費するため単位需要額当たりの排出量が多いこと、およびこれらの産業は県内需要より移輸出需要による排出量が多いことによると考えられる。

### 3.2 各産業部門別の排出量

各産業部門別の排出量について、次のように分類し検討した。①自部門排出量 : ある部門が需要に応じるため、その部門において生産することに

<sup>注)</sup>直接燃焼分は、最終製品としての石炭・石油製品、都市ガス等の燃焼により発生するCO<sub>2</sub>量について求めるもので、家庭におけるこれら製品の燃焼に基づく排出量に当たる。この排出量については資料bに記載された値を下記のように案分して求めた。

直接燃焼分 = 千葉県家計消費額 / 全国家計消費額 × 全国直接燃焼分

表1 最終需要項目別排出量

	民間消費 支出	県内総固 定資本形 成(公的)	県内総固 定資本形 成(民間)	その他	県内最終 需要計	輸 出	移 出	最終需要 計	直接燃焼 分	総 計
需要額(億円)	130,582	13,500	44,950	30,146	219,178	19,367	125,648	364,193	—	364,193
%	35.9	3.7	12.3	8.3	60.2	5.3	34.5	100.0	—	100.0
総誘発排出量	3,081	380	1,223	568	5,253	1,155	6,953	13,361	722	14,083
%	21.9	2.7	8.7	4.0	37.3	8.2	49.4	94.9	5.1	100.0
県内排出量	1,299	95	230	255	1,879	745	4,541	7,165	722	7,887
%	16.5	1.2	2.9	3.2	23.8	9.4	57.6	90.8	9.2	100.0
直接排出量	—	—	—	—	—	—	—	7,165	722	7,887

その他：家計外消費支出，一般政府消費支出，在庫純増の合計。排出量の単位は(万 tCO<sub>2</sub>)

に伴い排出する量。県内排出係数の列和に対する自部門の排出係数の割合を県内排出量に乗じて算出<sup>3)</sup>。②県内誘発量：県内排出量から自部門排出量を引いたもの。ある部門の生産に投入される他部門の製品等の生産に伴い県内で排出する量。③県外誘発量：総排出量から自部門排出量，県内誘発量を引いたもの。ある部門の生産に投入される他部門の製品等の生産に伴い県外で排出する量。①～③について，さらに県内需要，移輸出需要に区分した。直接燃焼分についても1部門として追加し，表2に部門別の分類別排出量等を示した。

#### (1) 直接排出量，県内排出量，総排出量の部門別排出量

部門別に見ると直接排出量，県内排出量ともに化学製品，石油石炭製品，鉄鋼，電力・ガス・熱供給(以下，電力と略す)，運輸部門および直接燃焼分が多く，いずれも500万 tCO<sub>2</sub> を超えていた。中でも鉄鋼，電力部門は1,000万 tCO<sub>2</sub> を超えていた。県外での排出量を含めている総排出量では，500万 tCO<sub>2</sub> を超える部門は食料品，化学製品，石油石炭製品，鉄鋼，電気機械，建設，電力，運輸，対個人サービスの9部門および直接燃焼分であった。1,000万 tCO<sub>2</sub> を超える部門は化学製品，鉄鋼，建設，電力，運輸の5部門であり，この5部門で県全体の排出量の51%を占めた。

分類別に見ていくと，自部門排出量が500万 tCO<sub>2</sub> を超えているのは化学製品，石油石炭製品，鉄鋼，電力，運輸部門および直接燃焼分であり，これらの部門は総排出量に対する自部門の割合が化学製品の40%を除き50%以上であった。このように直接排出量が多い部門は自部門での排出率が

大きいことが分かる。

被誘発量(直接排出量－自部門排出量)は県全体でも1,900万 tCO<sub>2</sub> と少なく，自部門排出量の30%程度であり，電力部門が県全体の50%近くを占めていた。県内誘発量は被誘発量と同様に県全体で1,900万 tCO<sub>2</sub> 程度と少なく，もっとも多いのは建設部門の230万 tCO<sub>2</sub> であり，500万 tCO<sub>2</sub> を超える部門は無かった。総排出量に対する県内誘発量の割合も全体で13.3%と小さいものであった。

県外誘発量は化学製品，鉄鋼，建設，運輸の4部門が500万 tCO<sub>2</sub> を超えていた。全体では6,200万 tCO<sub>2</sub> と県内誘発量の3倍もあり，自部門排出量よりも多く，総排出量の44%を占めた。

移輸出需要と県内需要の構成を総排出量について見た。全33部門の約半数に当たる16部門が移輸出需要率50%以上であり，90%以上の部門は鉱業，化学製品，鉄鋼など6部門あった。総排出量が1,000万 tCO<sub>2</sub> 以上の部門を見ると，鉄鋼部門は99.7%，化学製品部門も92%と総排出量のほとんどが移輸出需要であった。一方，建設部門は移輸出需要はなく，すべてが県内需要であった。電力部門は発電量の約50%を他県へ供給している関係から，移輸出需要がほぼ半分(48.5%)となった。運輸部門は成田空港，千葉港などの運輸拠点があることから，移輸出需要率が61.7%と県内需要率より高くなった。総排出量全体としては3.1でも見たように移輸出需要が57.6%を占めた。

#### (2) 直接排出量と県内排出量および総排出量の比較

直接排出量と県内排出量を比較し，県内排出量が多ければ，その部門は直接的なエネルギー消費によって排出する量より多くの排出量を県内に誘

表 2 部門別分類別排出量(万 tCO<sub>2</sub>)

部 門	直接	県内排出		総誘発	自部門		被誘発		県内誘発		県外誘発		総誘発に対する割合(%)					
		県内需要	移出需要		移出需要	移出需要	移出需要	移出需要	移出需要	移出需要	移出需要	移出需要	移出需要	移出需要	移出需要	移出需要		
農林水産業	78	15	40	55	6	17	23	4	11	16	64	33	98	32.4	9.4	58.2	50.3	
鉱業	4	0	2	2	0	2	2	0	5	5	0	6	6	16.5	37.7	45.8	98.0	
食料品	67	15	49	64	1	2	3	24	82	107	291	190	481	9.8	16.4	73.8	49.4	
繊維製品	6	0	6	6	0	0	0	0	5	5	75	14	89	6.0	5.1	89.0	24.9	
ハルブ紙木製品	39	1	31	32	0	7	7	1	16	16	33	51	83	24.3	12.4	63.4	73.6	
化学製品	560	18	487	505	2	53	55	8	214	222	76	473	550	39.6	17.4	43.1	92.0	
石油石炭製品	621	24	512	536	4	81	85	2	44	46	86	172	258	63.9	5.5	30.7	86.6	
窯業土石製品	400	5	300	304	1	94	95	1	35	35	17	70	88	71.3	8.2	20.5	94.7	
鉄鋼	1,632	2	1,377	1,379	0	253	253	0	145	145	3	638	641	63.7	6.7	29.6	99.7	
非鉄金属	16	0	12	12	0	4	4	0	10	10	0	24	24	26.0	21.9	52.1	99.5	
金属製品	20	0	17	18	0	3	3	2	157	159	20	198	218	4.5	40.3	55.3	94.3	
一般機械	9	1	8	9	0	0	0	0	6	73	185	156	341	2.0	18.3	79.7	55.3	
電気機械	10	0	10	10	0	0	0	0	3	86	89	204	238	442	1.9	16.4	81.7	61.6
輸送機械	2	0	1	2	0	0	0	0	2	11	13	170	25	196	0.7	6.2	93.0	17.9
精密機械	1	0	1	1	0	0	0	0	6	6	18	13	31	3.0	15.6	81.4	52.6	
その他製造工業	16	1	14	15	0	1	1	3	51	54	107	131	237	4.9	17.7	77.4	64.0	
建設	66	58	0	58	8	0	8	230	0	230	739	0	739	5.7	22.4	71.9	0.0	
電力ガス熱供給	2,121	596	561	1,157	496	467	964	10	9	19	38	36	74	92.5	1.5	5.9	48.5	
水道廃棄物処理	33	15	3	18	13	3	15	15	3	18	13	2	15	35.2	36.0	28.8	16.3	
商業	44	18	17	35	5	4	9	56	54	110	219	60	279	8.2	26.0	65.7	30.9	
金融・保険	3	1	0	1	2	0	2	4	0	5	16	0	16	3.1	21.2	75.7	2.7	
不動産	16	14	0	14	2	0	2	41	0	41	67	0	67	11.4	33.8	54.7	0.0	
運輸	1,175	224	648	872	78	225	303	23	67	90	314	189	503	59.5	6.1	34.3	61.7	
通信・放送	3	2	0	2	2	0	2	9	0	9	13	0	13	7.1	37.6	55.3	0.4	
公務	26	25	0	25	1	0	1	40	0	40	51	0	51	21.9	34.0	44.2	0.0	
教育・研究	36	26	1	27	8	0	9	45	2	47	38	2	39	23.9	41.4	34.7	4.3	
医療保健社会	35	34	2	35	0	0	0	71	4	75	141	6	147	13.7	29.0	57.3	4.5	
他公共サービス	3	2	0	2	1	0	1	0	2	0	12	0	12	12.3	11.6	76.1	0.8	
対事業所サービス	18	3	5	8	4	7	10	8	14	22	44	39	83	6.8	19.4	73.7	51.6	
対個人サービス	92	63	29	91	1	0	1	108	50	158	319	56	375	14.6	25.3	60.1	21.5	
事務用品	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	
分類不明	13	0	0	0	4	8	13	0	0	0	0	0	0	29.5	21.6	49.0	61.0	
直接燃焼分	722	722	0	722	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100.0	0.0	0.0	0.0	
計	7,887	1,883	4,133	6,016	638	1,232	1,871	718	1,153	1,871	3,374	2,822	6,196	42.7	13.3	44.0	57.6	



#### 4. 排出量削減について

排出量削減を効果的に行うには、影響の大きい部門への対策が必要である。各部門の削減が、全体の排出量削減に与える効果について、排出源単位を低減する方法と需要を抑制する方法により検討した。原単位削減は省エネルギー技術・機器の導入などによるエネルギー効率向上によって達成されると考えられ、企業の努力によって実現する部分が大いと思われる。需要抑制は最終的には市民一人ひとりの物品・サービスの購入抑制の努力によって達成される部分が大いと思われる。

##### (1) 原単位削減による削減率の推定

各部門の直接排出原単位を1%削減した場合について、2.1に従い排出量を再計算して県内排出量、総排出量の削減率を求め図2に示した。削減率は直接排出量が多い化学製品、石油石炭製品、鉄鋼、電力、運輸部門で高く、もっとも効果があったのは電力部門での削減であった。電力部門の直接排出原単位を1%削減することで総排出量の0.22%、県内排出量の0.27%が削減された。

##### (2) 需要抑制による削減率の推定

ある部門の需要額を削減した場合、どれだけ生産額が減少するかを産業連関分析<sup>7)</sup>で求め、その生産額に直接排出原単位を乗じて求めた。100億円を削減した場合の削減率を図2に示した。電力部門の効果がもっとも大きく0.15%(県内0.26%)で、次に鉄鋼部門の0.12%(0.15%)で

あった。なお、100億円とは電力最終需要額5818億円に対して1.72%に当たる。原単位1%削減と同様の0.22%削減の効果をもたらすには、147億円の減額が必要であり、これは電力の最終需要額の2.5%、県内需要額の4.9%に相当する。

千葉県では製造業の多くが移輸出需要によって排出を誘発しているため、県内の需要抑制という県が県民、県内企業への協力要請できる範囲での効果は小さく、移輸出需要を含めた他県、国との共同の対策が必要であると考えられた。

##### (3) 7%削減について

国の削減計画では排出量取引、森林吸収、京都メカニズム等の活用によりCO<sub>2</sub>の削減量は1990年比0%としている。千葉県は1995年度において1990年度年比で7%増加しており、国の計画に従えば7%を削減すればよいことになる。上記試算結果を参考に効果の大きい5部門に対して7%削減に必要な削減率を求め表3に示した。なお、対象部門はケースによって異なる。総排出量の削減では、対象5部門への最終需要を14%削減する必要があるが、原単位削減では9%の削減が必要となった。県内排出量の場合は移輸出需要が変わらないとし、県内需要の抑制でのみ7%削減するには、県内需要を38.4%と削減する必要があることが示された。

千葉県での排出量削減を図るには削減効果から考えると、電力、鉄鋼、運輸などの直接的にエネ

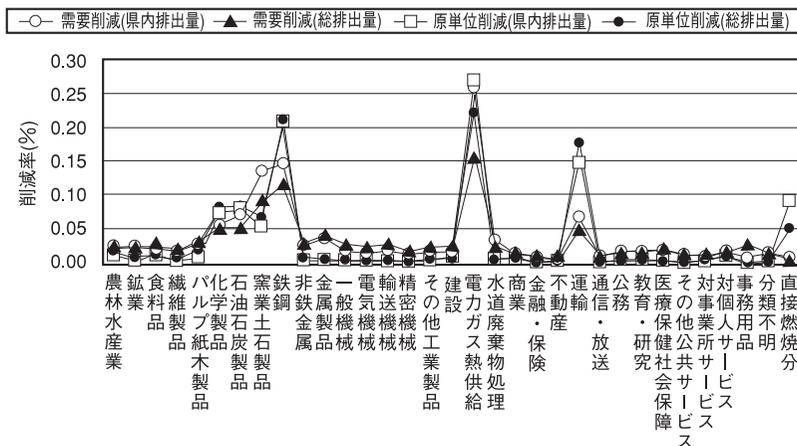


図2 削減効果試算結果

需要削減：ある部門に対し100億円の需要を削減した場合の県排出量に対する削減率  
 原単位削減：ある部門の直接排出原単位を1%削減した場合の県排出量に対する削減率

表3 7%削減に必要な削減率と対象部門

削減対象排出量	削減項目	削減率	対 象 部 門				
総排出量	最終需要	14.0%	化学製品	石油石炭製品	窯業土石製品	鉄鋼	電力
総排出量	原単位	9.0%	化学製品	石油石炭製品	鉄鋼	電力	運輸
県内排出量	県内需要	38.4%	石油石炭製品	窯業土石製品	鉄鋼	電力	運輸
県内排出量	原単位	8.8%	石油石炭製品	鉄鋼	電力	運輸	直接燃焼分

ルギーを消費する部門の排出原単位削減と、これら部門に対する移輸出需要を含めた削減が必要であるといえる。

## 5. ま と め

産業関連表を用いたCO<sub>2</sub>の推計方法を千葉県に適用し、千葉県におけるCO<sub>2</sub>排出構造について検討した。その結果を下記に示す。

- (1)千葉県の活動に伴い排出される総排出量は1億4,083万tCO<sub>2</sub>、直接排出量は7,887万tCO<sub>2</sub>であった。千葉県はその活動によって、エネルギー消費等によって直接排出している量の1.8倍の量を誘発していることになる。
- (2)県民の消費活動に伴う排出量は千葉県の活動に伴う総排出量の21.9%程度であった。総排出量の57.6%は移輸出分であり、化学製品、鉄鋼等の製造業は90%以上が移輸出分であった。一方、県内需要分が多い部門としては建設部門、対個人サービス部門、直接燃焼分であった。
- (3)直接排出量と総排出量の差は潜在排出量と言え、食料品、電気機械、建設、対個人サービス部門は直接排出量の3倍以上の潜在排出量を排出していた。
- (4)千葉県は県外需要によって県内で排出する量が、県内需要によって県外で排出する量より多

い、つまりCO<sub>2</sub>排出を他地域に代わって引き受けているということが示された。

- (5)削減の試算結果よりもっとも効果があるのは、原単位削減においても需要抑制においても電力部門であった。
- (6)千葉県においては、移輸出需要よる排出量が多い、県内の需要抑制という自治体が県民、県内企業への協力要請できる範囲での効果は小さく、移輸出需要を含めた他県、国との共同した対策が必要であると考えられた。

## —引用文献—

- 1) 中井信司，森口祐一：地域産業関連表を用いた二酸化炭素排出量の推計—大阪府の場合—。環境技術，28，(2)，132-136，1999
- 2) 中口毅博，中井信司他：環境システムシンポジウム1997「地球温暖化防止京都会議以降の展開方向」資料，1997
- 3) 南齋規介，森口祐一，東野達：産業関連表による環境負荷原単位データブック(3EID)—LCAのインベントリデータとして，国立環境研究所地球環境研究センター，2002
- 4) 近藤美則，森口祐一編著：産業関連表による二酸化炭素排出源単位，国立環境研究所地球環境研究センター，1997
- 5) 千葉県：平成7年千葉県産業関連表，千葉県，1999
- 6) 千葉県：平成14年度千葉県県民経済計算，千葉県，2004
- 7) 千葉県：平成2年千葉県産業関連表付帯表—雇用表・産業関連分析—，p81，千葉県，1996