

VI-21

仙台市地下鉄建設による CO₂排出量変化の分析

東北大学 学生会員 ○奥原智也
東北大学 正会員 稲村 肇
東北大学 学生会員 石丸 久

1. はじめに

環境問題を議論し、それを分析する有効な手段として産業連関表を使った手法がある。これは、1970年にレオンチェフにより発表されて以来、いくつか発表されている。我が国でも吉岡¹⁾等が29種の産業に対する各種の燃料投入表と昭和60年産業連関表とを連動させた環境評価型産業連関モデルを構築している。しかしそれらの産業連関モデルでは第一に、ある産業が複数種の産出をしている場合、それらのモデルでは商品×商品の形をとっているため産業別の汚染物質排出をうまく表現できない。そこで、本研究においては、このSNA型産業連関表を用いて環境問題に対する様々な政策を評価するのだが、ここでは、政策として“大量輸送交通機関の導入によるCO₂排出抑制”を取り上げその影響を検討する。

2. 本研究の基本的考え方

(1) SNA産業連関表の概要

	商品	産業		
商品		U 表	f	q
産業	V 表			g
		y		
	q	g		

【図1 SNA産業連関表】

上記図1は、金額ベースであり以下の通りである。

U表；マトリックス表示により各商品部門から各産業部門への商品投入を表す

V表；マトリックス表示により各産業による各商品産出を表す

f；最終需要 y；付加価値

q；総需要 g；総供給

B表；U表を係数化したもの

C表；V表を係数化したもの

$$c_{ij} = v_{ji} / g_j \quad b_{ij} = u_{ij} / g_j$$

CO₂排出係数表；ベクトル表示による産業別生産1

単位当たりのCO₂排出量

ここでqとfの関係は $q = (I - BC^{-1})^{-1}f$ …①で表せる。つまりqはfにより決定し、fを変化させることにより新たなq（これをq'とする）を決定する。そして、式②のように上記のCO₂排出係数ベクトルにq'を乗じて各産業別のCO₂排出量がわかる。

$$q' \times \text{排出係数} = \text{CO}_2 \text{排出量} \quad \dots \text{②}$$

(2) 大量輸送交通機関の導入

本研究においては大量輸送交通機関として地下鉄を取り上げ、特に仙台市地下鉄について検討する。分析の視点としては仙台市地下鉄を導入した場合のCO₂排出量と、その乗客が自動車を利用した場合のCO₂排出量とを比較する。しかし単純化のため、自動車はバス輸送のみによる、とする。

1) 地下鉄の場合

地下鉄導入によるCO₂排出要因として次の4つの項目がある。

7) 軌道建設（土木と建築）

地下鉄建設費（仙台市交通局による）を鉄道軌道建設部門への投入係数により、29部門の各商品から軌道建設への投入金額へと分配する²⁾。またこれらの金額はトータル額なので耐用年数を50年にし、トータル額を50で除しそれらの金額を年間最終需要fの中の公的固定資本形成に取り込み、fを変化させる。式①によりqがわかる。

8) 車両など消耗品製造

車両費（仙台市交通局による）を鉄道車両部門への投入係数により分配しそれらの金額を各部門から公的資本形成への投入とし、fを変化させる²⁾。ここでも鉄道車両の耐用年数を20年とし公的資本形成へ投入する前に20で除す。

9) 運用時消費エネルギー

地下鉄の消費エネルギーはそのほとんどを車両運行電力が占めるので、ここでは車両運行電力消費

のみとする。そこでこの電力の生産時のCO₂排出量を考える。仙台市交通局の高速鉄道事業会計決算書による金額が電力部門から最終需要の中の家計外消費支出への投入額としfを変化させる。

エ) 付加価値

軌道建設で生じる付加価値のうち雇用者所得と営業余剰、資本減耗がさらに最終需要として家計消費支出と民間固定資本形成にそれぞれ全て投入されるものとする。

2) バス輸送の場合

平成6年の仙台市地下鉄の乗客は1日平均約147,000人である。バス台数は次式で求める。バス台数 = 人 × キロ / 乗車人数 / 時速。・・・③。まずピーク時における乗客数を輸送できるバス台数を考える。ピーク集中率を15%とする。平均乗車キロ数を加重平均により求めて約5kmとする。ピーク時平均乗車人数をここでは50人とした。また時速は15kmとした。これらにより式③からバス台数は147台となった。バス輸送によるCO₂排出要因として次の2つの項目がある。

7) バス車両製造

上記の147台を製造するための金額を自動車部門への投入係数により分配しそれらの金額を各部門から公的資本形成への投入とし、fを変化させる。バスの耐用年数は10年とした。

イ) 走行燃料消費

この場合は、産業連関表は使用せず消費燃料量から直接計算する。燃料は経路とし、バス路線距離と車両台数から消費燃料量がわかる。さらに軽油のCO₂排出係数よりCO₂排出量がわかる。

3. 分析結果と考察

地下鉄とバスのCO₂排出量を表1、表2に示す。輸送時エネルギー消費によるCO₂排出だけを見るとバスが地下鉄より多い。しかし合計結果だけを見ると、地下鉄のCO₂排出がバスのそれを上回っている。このままではCO₂排出の視点から見た地下鉄（言い換えれば大量輸送交通機関）の優位性は言えない。つまり輸送時エネルギー消費以外の部分で地下鉄の優位性を損なう条件があるはず。まず両者を比較する際、バスの施設建設（道路建設等）のCO₂排出を考慮していない。また地下鉄の乗客数が少ないために大量輸送というメリット

を殺してしまっている。またバス輸送の際に回送を考慮していないので実際は、軽油の消費はもう少し多いはずである。今回の研究では地下鉄の優位性は言えなかったが、上記の問題点をふまればより正確な評価を下せると考えている。

【表1 地下鉄CO₂排出量】

	CO ₂ 排出量 (t)	
	直接	付加価値
軌道建設	13839	3377
消耗品製造	2373	546
電力	4292	
小計	20504	3923
合計	24427	

【表2 バスCO₂排出量】

	CO ₂ 排出量 (t)	
	直接	付加価値
車両製造	811	152
燃料消費	18175	
小計	18986	152
合計	19138	

4. 結論

本研究による結論は以下のように整理される。

- 1) SNAの導入により、一産業が副産物を生産したときのCO₂排出を明確に計算できた。
- 2) CO₂発生要因を詳細に検討したことで要因別にどの程度CO₂が排出されたかが判り、両者の特徴をつかむことができた。そしてそれらの比較がより詳しくできた。
- 3) 地下鉄とバスの間でCO₂排出量に差はあまり見られなかった。つまり今の条件では地下鉄の優位性は言えない。しかし今回ではバスのみが対象であり乗用車削減によるCO₂排出減は考慮していない。また道路建設のCO₂排出にも触れていない。これらを条件に入れば自動車輸送のCO₂排出が増加する。結果的に本研究は、どのような条件ならば地下鉄が優位か？を言うためのベースとなった。

5. 参考文献及び参考資料（文中）

- 1) 吉岡完治、外岡豊、早見均、池田明油、菅幹雄（1992）環境分析のための産業連関表の作成
- 2) 財団法人建設物価調査会（1984）昭和55年建設部門分析用産業連関表
- 3) 運輸省大臣官房情報管理部情報処理課解析室（1984）運輸部門昭和55年産業連関表
早坂哲也；SNA地域間産業連関表を用いた物流解析の実証的研究
石丸久；環境セクターを考慮した産業連関表の作成
データ出典：仙台市交通局（1993）事業概要
仙台市交通局高速電車部（1994）地下鉄の概要