

中国巨大都市の二酸化炭素排出に関する要因分析

北九州市立大学 非会員 白 金鶴
 北九州市立大学 非会員 薛 咏海
 北九州市立大学 会 員 松本 亨

1. はじめに

2013 年以降の温暖化対策の国際的枠組みを話し合う国連気候変動枠組み条約第 16 回締約国会議 COP16 では、2013 年以降の「ポスト京都議定書」において、京都議定書の単純延長か、中国やアメリカを含む新たな国際ルールを創設するかが大きな焦点として議論された。また、途上国を支援する基金の設立や、途上国が排出削減行動を報告して国際的な検証を受けることなどが盛りこまれた合意案が採択された。

中国は、高い経済成長率を遂げるとともに、二酸化炭素の排出量が急速に増加し、2008 年にアメリカを抜いて世界最大の二酸化炭素排出国になった。それと同時に、中国の温暖化対策が注目されつつある。本研究では、中国の 3 つの巨大都市、すなわち北京市、上海市、天津市の二酸化炭素排出に関する要因分析を行い、それぞれ都市の二酸化炭素排出の主な増加要因と削減要因を明らかにし、採用すべき対策を考察することを目的とする。

2. 分析方法

本論文では、LMDI (Logarithmic Mean Divisia Index) 法を用いて、中国の北京、上海、天津 3 都市における炭素排出要因について分析を行った。具体的には、1990 年を基準年とし、1995～2008 年の変化を対象とした。中国では、化石燃料を主な燃料として使用している状況を考慮し、燃料の種類を石炭、石油と天然ガスの 3 つに分けて分析した。炭素排出の要因を、炭素排出係数、エネルギー構造、エネルギー強度、経済規模、人口の 5 つの要因に分けて、中間媒介項を用いて式 (1) のように展開した。

$$C = \sum_i C_i = \sum_i \frac{C_i}{E_i} \times \frac{E_i}{E} \times \frac{E}{Y} \times \frac{Y}{P} \times p = \sum_i F_i S_i I R P \quad (1)$$

C_i : i 種のエネルギーによる二酸化炭素排出量

E_i : i 種のエネルギー消費量

Y : 市内総生産

$F_i = \frac{C_i}{E_i}$: i 種のエネルギーの二酸化炭素排出係数

$S_i = \frac{E_i}{E}$: エネルギー消費総量に対する i 種のエネルギー消費量 (エネルギー構造)

$I = \frac{E}{Y}$: 単位市内総生産あたりのエネルギー使用量 (エネルギー強度)

$R = \frac{Y}{P}$: 1 人あたり市内総生産 (経済規模)

$P = P$: 市内人口

二酸化炭素排出の要因分析において、LMDI 法は二酸化炭素の総排出量の変化が既に知られている影響要因により引き起こされると仮定し、残差が生じないためによく採用されている。各要因の寄与度の結果が加法式 (2) で求められ、寄与率の結果が乗法式 (3) で求められる。

$$C^t - C^0 = \Delta C = \Delta C_F + \Delta C_S + \Delta C_I + \Delta C_R + \Delta C_P \quad (2)$$

$$\frac{C^t}{C^0} = D = D_F D_S D_I D_R D_P \quad (3)$$

3. 分析結果

加法式で得られた寄与度の結果を、図 1 に示す。3 都市ともに、二酸化炭素排出に対して経済成長と人口が増加要因であり、エネルギー構造とエネルギー強度が削減要因であることがわかる。2000 年に入ってから、3 都市とも経済が飛躍的に伸びており、また人口も増加しており、いずれも二酸化炭素排出に対して大きな増加要因となっている。一方、石炭を主な燃料として

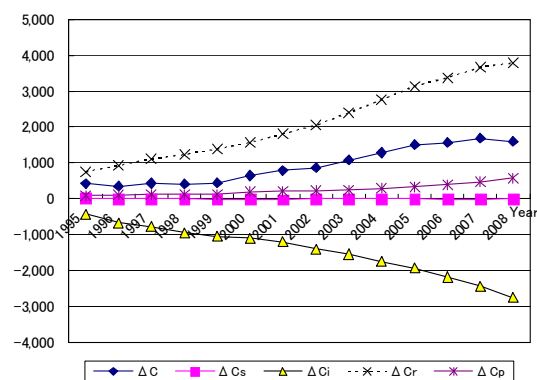


図 1 要因別の寄与度の推移 (加法式)

いるこの3都市では、エネルギー構造があまり変化していないが、単位GDPあたりエネルギー使用量（エネルギー強度）が減少したことが二酸化炭素排出の削減に大きく貢献した。

要因別の寄与率に関する分析結果を、図2に表す。増加要因の中で経済成長の寄与率が指数関数的に増加していることがわかる。一方で、エネルギー強度の寄与率が減少している。つまり、二酸化炭素削減への貢献が大きくなっているが、その寄与度は経済成長の寄与度を打ち消すほどではなく、どの都市においても二酸化炭素排出量が増加している。

図3は、2008年における3都市の要因別寄与度の比較を示したものである。

これによると、1990年を基準年として2008年の二酸化炭素排出の増加量が一番大きいのは上海市で、続いて天津市と北京市の順である。寄与度の中で目立つのは経済成長要因とエネルギー強度要因である。経済成長要因の寄与度では、上海市は北京市に比べて69%大きく、天津市に比べて50%大きい。エネルギー強度のマイナスの寄与度をみると、上海市は北京市、天津市に対してそれぞれ26%、50%大きく、天津市のエネル

ギー強度の寄与度が一番小さいことがわかる。人口は、上海市と北京市がほぼ同じであり、それぞれ天津市人口の1.6倍と1.4倍である(2008年)。1990年に対して、北京市と上海市の人口はそれぞれ56%、41%増加し、天津市は33%増加したが、人口の増加幅より二酸化炭素排出の増加幅はいずれの都市も大きいことがわかる。エネルギー効率に比べて、エネルギー構造要因の炭素削減への寄与度は極めて小さい。中国では、石炭を主な燃料としているが、近年天然ガスの消費量が増加したことにより二酸化炭素の削減に多少貢献した。しかし、原子力や太陽光、風力など、非化石燃料への転換がさらに進まなければ、エネルギー構造要因の寄与度は大きく期待できないと考えられる。

4. 考察及び今後の課題

経済成長と都市の人口増加（都市化）に伴い、3都市とも二酸化炭素の排出量が大幅に増加している。特に2000年以降が顕著である。二酸化炭素の削減は、主にエネルギー強度の減少による。エネルギー構造の削減への貢献がまだ小さい。二酸化炭素排出量を削減するには、エネルギー効率をさらに高めるほか、新エネルギー等の非化石燃料の導入が必要だといえる。

この3都市は中国の大都市といえるが、経済発展において類似したところが多いため、中国全体の状況を表わしているとは必ずしも言えないことと考えるから、今後は中国の他都市の分析を進めながら、増減要因の類型化を行う必要がある。さらに、類型別にシナリオを設定することで、シナリオ分析を行い、今後の中国の大都市の二酸化炭素排出動向を予測することも可能であると考えている。

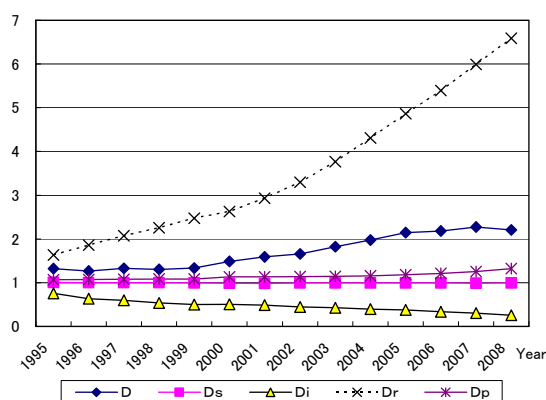


図2 要因別の寄与率の推移（乗法式）

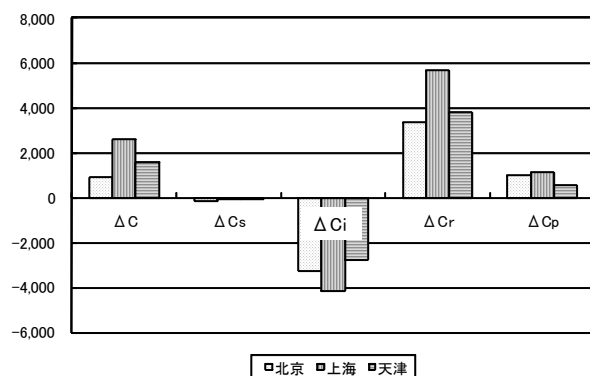


図3 3都市の要因別の寄与率比（2008年）

参考文献

- 1) Xu Guoquan, Liu Zeyuan, Jian Zhaozhua: Decomposition Model and Empirical Study of Carbon Emission for China, 1995-2004. China Population, Resources and Environment, Vol.16, 2006
- 2) B.W. Ang: The LMDI approach to decomposition analysis: a practical guide. Energy Policy 33 (2005) 867-871