

S-3 脱温暖化社会に向けた中長期的政策オプションの多面的かつ総合的な評価・予測・立案
手法の確立に関する総合研究プロジェクト

3. 都市に対する中長期的な二酸化炭素排出削減策導入効果の評価

(7) 都市における自動車の改善による二酸化炭素削減効果

東京大学

新領域創成科学研究科

吉田好邦

[要旨] 本研究では平成18年度までに構築した物流の波及に注目した地域間の物流量の新しい計算手法を利用して、人口シナリオを考慮したモーダルシフト等のCO₂排出削減ポテンシャルの分析に適用する。まず最終需要により発生する誘導物流の全国への波及に注目した計算手法を計算機上の実装し、算出した誘導物流により生じるCO₂排出量を計算した。またその計算結果を利用して、人口シナリオを考慮した2050年におけるCO₂排出量削減ポテンシャルを求めた。

特定の都道府県で最終需要が発生したとき、どの地域からどのような品類を出荷しているか、また最終需要が入荷する際に、他にどのような品類がどの程度入荷するかを東京都と北海道を例にとり示し、最終消費地域によって発生する物流が異なることを示した。またモーダルシフトと人口変動の観点からみたCO₂の削減ポテンシャルを推計した。人口シナリオによって与えられる人口変動を最終需要の変動として捉え、誘導物流の変化を求め、それによって変化するCO₂排出量を計算した。さらにモーダルシフトを実施した場合のCO₂削減量を算出し、脱温暖化社会における物流分野でのCO₂削減ポテンシャルを評価することができた。

[キーワード] 誘導物流、派生物流、産業連関分析、人口シナリオ、モーダルシフト

1. はじめに

CO₂排出の中から物流由来のものに焦点を当て、排出量を削減する方策を探る。物流は部門別の排出においては運輸部門にあたり、運輸部門は全体排出量の21%、およそ2億6000万トンのCO₂を排出している。運輸部門の中で自動車の割合は90%を占めている。自家用車の普及とともに、物流においてトラックが多用されるようになった。自動車は、近年では短距離輸送のみならず600km以上の距離での陸上輸送でも約30%を占めている。このように、自動車は他の輸送機関に比べて多くのCO₂を排出する輸送機関となっている。このような背景から、物流に焦点をあてたCO₂削減対策の具体的な評価が極めて重要といえる。

2. 研究目的

本研究では平成18年度までに構築した物流の波及に注目した地域間の物流量の新しい計算手法を利用して、人口シナリオを考慮したモーダルシフト等のCO₂排出削減ポテンシャルの分析に適用する。使用するデータは、物流に関する公表データのうち最も代表的なデータベースである全国貨物純流動調査(物流センサス)¹⁾である。本手法で評価する物流は2つある。ひとつは生産から消費に向かって、すなわち上流から下流に物の流れをみることによる派生物流である。派生物流はある製品が生産されたときにそれが最終消費者に搬送されるまでに発生する地域間の物流をさ

す。もうひとつは下流から上流に向かって、消費に由来して誘発される物の流れをみることによる誘導物流である。誘導物流では、最終消費者が消費する製品の製造過程をさかのぼるときに、地域間に発生する物流をさす。本手法は各種産業の生産や家計の消費行動と物流との関係を接続する、いわば物流産業連関分析といえる。都道府県間物流の手段（陸上、鉄道、船舶などの種別）については物流センサスにデータが存在するため、県間の物流削減量が得られることによる、モーダルシフトによる効果の分析も比較的容易に可能となる。

3. 研究方法

(1) 物流センサス

物流センサスは、国土交通省が昭和45年度以来5年ごとに実施している統計調査である。物流が発生する個々の事業所から出荷されるすべての貨物について、貨物の品目、重量、届先地、荷受人業種、輸送機関、輸送経路、物流時間などを全国規模で調査しているので、全国各地域の物流施設、交通施策計画の基礎資料、その他物流に関する調査研究に広く用いられている。

物流センサスにおける品類区分は、以下に示す8種である。

- 1) 農水産品
- 2) 林産品
- 3) 鉱産品
- 4) 金属機械工業品
- 5) 化学工業品
- 6) 軽工業品
- 7) 雑工業品
- 8) 特殊品

物流センサスの産業区分は、大きく分けると鉱業、製造業、卸売業、倉庫業の4産業であるが、今回の計算では、さらに細かく区分をされた46産業を用いて計算している。

物流センサスにおける輸送機関の区分は以下の5種である。

- 1) 鉄道
- 2) 自家用トラック
- 3) 営業用トラック
- 4) 海運
- 5) 航空

純流動物流調査には、年間調査と3日間調査がある。3日間調査には79品目で調査した細かい流動データがあるのだが、調査期間3日という少ない情報から算出された結果であるので、今回は年間調査の結果のみを用いることにした。よって、2000年に調査された第7回全国貨物純流動調査の結果から、以下のデータを選択した。これらのデータは全て、年間に動いた重量がトン単位で表示されている。

1) 「都道府県間流動量（品類別）」（物流センサスⅠ-3-1）

各都道府県間を移動した物流量を示している。従って47都道府県×47都道府県の行列が、品類別に8個存在する。行列のij成分は、i県からj県への出荷重量を表している。

2) 「産業業種・品類別年間出荷量」（物流センサスⅡ-1-1）

ij成分は、産業iが出荷した品類jの重量を示している。

3) 「産業業種・品類別年間入荷量」(物流センサスⅡ-1-2)

ij成分は、品類jとして入荷した後に産業iに投入された重量を示している。

4) 「産業業種別年間輸出入量」(物流センサスⅠ-1-2)

各産業に対して、年間の輸出量と輸入量を表示したものである。

5) 「都道府県・代表輸送機関別年間出荷量(品類別)」(物流センサスⅢ-1-10)

ij成分は、県iから輸送機関jによって輸送される物流量を示している。よって、47都道府県×5輸送機関の行列を8個使用する。

(2) 物流の計算方法

派生物流と誘導物流の計算理論については平成18年度に述べたので省略する。用語等については平成18年度報告を参照されたい。

4. 結果・考察

(1) 特定地域における消費による誘導物流の計算

以上の計算手法により求めた結果の一例として、東京都における農水産品の最終需要が1トン発生した場合の誘導物流量を表示する。

表1は品類別に表した誘導物流量であり、東京に1トンの農水産品を最終需要として届けるまでに、全国全品類で4.257トンの物流が必要になることがわかる。農水産品そのものがやはり多いが、その他には農水産品を加工した食品が含まれる軽工業類の物流量や、鉱産品の物流量が多いことが見て取れる。

表 1 品類別誘導物流量(東京都で農水産物の最終需要が単位トン発生した場合)

品類	誘導物流量(t)
農水産品	1.708
林産品	0.116
鉱産品	0.862
金属機械工業品	0.337
化学工業品	0.397
軽工業品	0.556
雑工業品	0.123
特殊品	0.158
合計	4.257

図1は、誘導物流を出荷した具体的な県を品類別に図示したものであり、図2は同様に誘導物流を入荷した県を表示した図である。この二つの図を見比べると、出荷物流の方が比較的全国に散らばっているのに対し、入荷物流は極端に東京都に偏っており、全国の物流が徐々に東京都に集まっていく過程が予想できる。

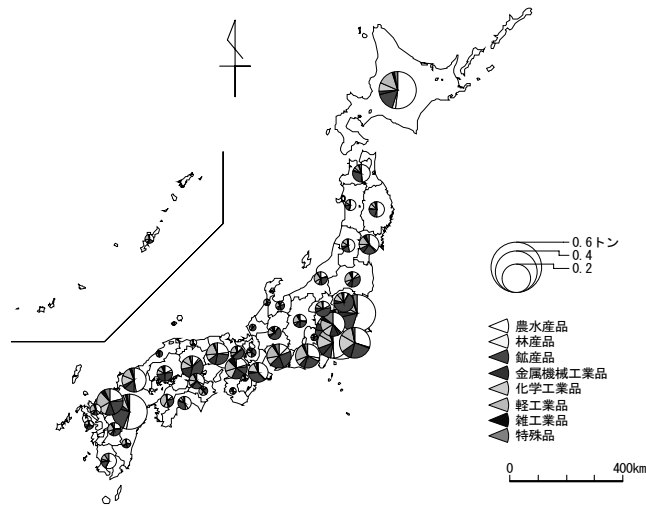


図 1 東京都で農水産品の最終需要が1トン発生した場合の誘導物流各品類の出荷量の都道府県別内訳

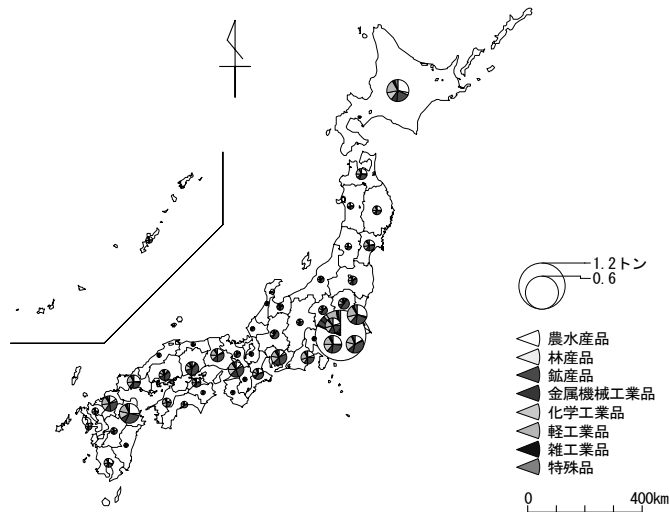


図 2 東京都で農水産品の最終需要が1トン発生した場合の誘導物流各品類の入荷量の都道府県別内訳

1トンの農水産品の最終需要が北海道で発生した場合の結果を取り上げてみると、都道府県品類別の出荷量と入荷量は、それぞれ図3と図4のようになる。この2つの図を見ると、東京都で需要が発生した場合に比べて、入荷、出荷ともに、物流が北海道内に集中している。東京都とは逆に、北海道は割合と農水産業が盛んであるので、需要が発生したとしても道内で補えてしまうためだろう。

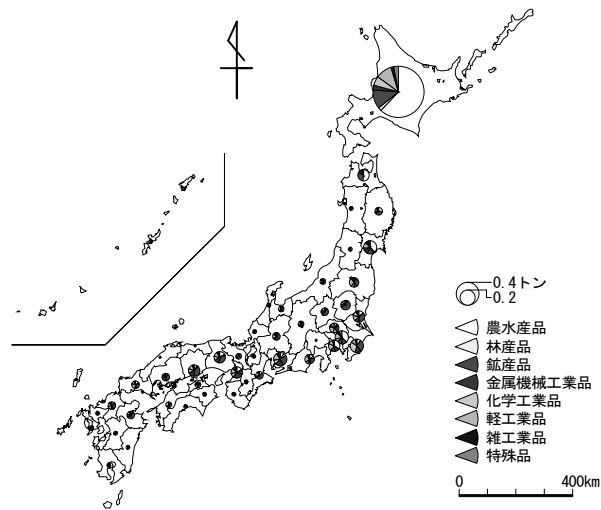


図 3 北海道で農水産品の最終需要が1トン発生した場合の誘導物流各品類の出荷量の都道府県別内訳

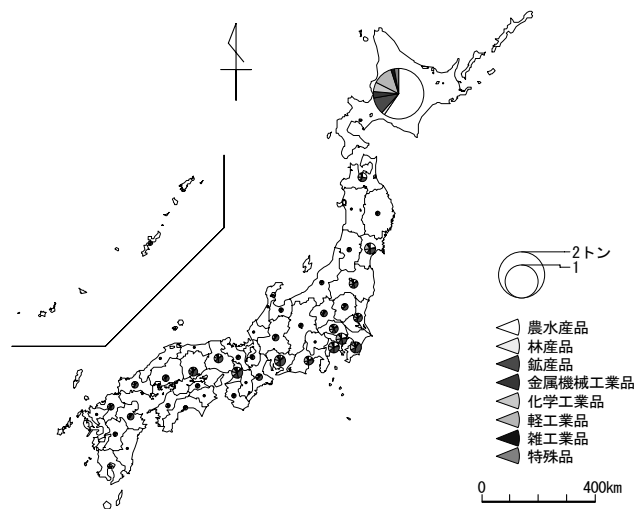


図 4 北海道で農水産品の最終需要が1トン発生した場合の誘導物流各品類の入荷量の都道府県別内訳

(2) 2050年におけるCO₂排出量

2050年でのCO₂排出量を計算するにあたっては、人口シナリオA,Bを考慮した評価をおこなう。人口の変化を最終需要の変化と捉えて検討した。結果を図5に示す。この結果からは、排出量が多く算出されているのはシナリオBの方であるが、それは2050年時点での予想されている人口が多いため、合計での一人当たりのCO₂排出量は表2のようになり、シナリオBの方が一人当たりの排出量

は低い。よって、この結果だけをもって排出削減ポテンシャルはシナリオAの方が高いとは一概に
 いえぬ。

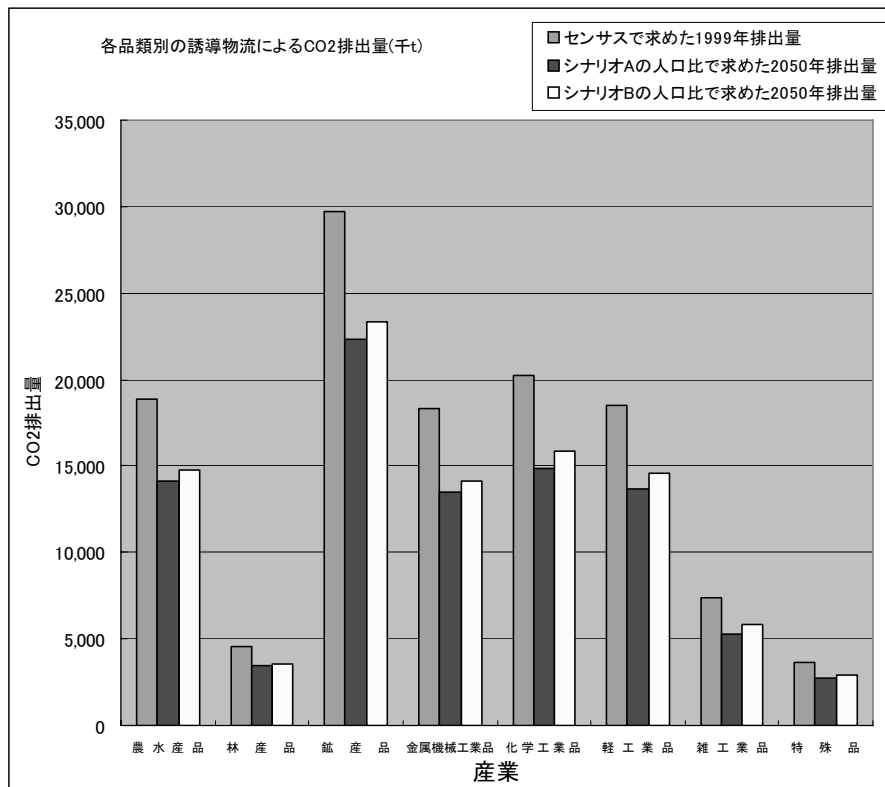


図5 人口シナリオ別の品類別CO₂排出量(単位: 千t・CO₂)

表 2 人口シナリオ別の一人当たり CO₂ 排出量(単位: kg・CO₂/人)

シナリオA	シナリオB	現在の排出量
9.51	9.46	9.56

次に、対策としてモーダルシフトを実施すると仮定した場合のCO₂削減量を推定する。政府が2001年に策定した「新総合物流施策大綱」では、環境負荷を低減させる物流体系の構築と循環型社会への貢献を目標に、2010年までにモーダルシフト化率（500キロ以上での鉄道、海運の利用率）を50%まで向上させるとしている。ただ輸送手段の選択権は貨物の運搬側が握っているわけではなく、少量他頻度配送などの荷主側の要求に応えることを優先する傾向にあるので、貨物業界の一存でモーダルシフトを実施することには限界がある。したがって、本節では荷主に着目してモーダルシフトを検討するために、誘導物流を求める計算を用いて、需要品類別にその品類が運搬される過程の流通におけるモーダルシフト効果を求める。モーダルシフトは自動車輸送を鉄道と海運にシフトするとした。また農水産品の輸送は鮮度等の理由を考慮しモーダルシフトの対象外とする。

人口シナリオ別に結果を示す。表3は、シナリオAで求めた2050年のCO₂排出量からモーダルシフ

トを行った場合のCO₂削減量である。金属機械工業品、化学工業品、軽工業品は他の品類と比べて、モーダルシフトにより多くCO₂排出量を削減できる。農水産品以外の品類でモーダルシフトを50%達成すると、現在の排出量の30%以上削減を見込むことができる。

表 3 シナリオ A 最終需要品類・モーダルシフト率別 CO₂削減量(千 t・CO₂)

モーダルシフト率 需要品類	10%	20%	30%	40%	50%
農水産品	59	173	307	473	650
林産品	0	0	0	0	0
鉱産品	0	0	0	0	0
金属機械工業品	144	453	834	1,329	1,861
化学工業品	151	426	797	1,346	1,982
軽工業品	151	460	823	1,286	1,777
雑工業品	94	243	409	607	815
特殊品	0	0	0	0	0
合計	599	1,755	3,171	5,041	7,086
現在からの削減量	37,037	38,194	39,609	41,479	43,524
削減ポテンシャル	26.4%	27.2%	28.2%	29.6%	31.0%

シナリオBでモーダルシフトを行った場合には、表4のようである。農水産品以外の品類で40%のモーダルシフトを行うと、現在の排出量の25%以上削減を見込むことができる。

表 4 シナリオ B 最終需要品類・モーダルシフト率別 CO₂削減量(千 t・CO₂)

モーダルシフト率 需要品類	10%	20%	30%	40%	50%
農水産品	66	196	347	532	730
林産品	0	0	0	0	0
鉱産品	0	0	0	0	0
金属機械工業品	163	505	925	1,462	2,041
化学工業品	179	503	934	1,554	2,268
軽工業品	170	520	930	1,450	2,001
雑工業品	108	278	466	688	921
特殊品	0	0	0	0	0
合計	688	2,001	3,601	5,685	7,960
現在からの削減量	31,270	32,585	34,185	36,269	38,544
削減ポテンシャル	22.3%	23.2%	24.4%	25.8%	27.5%

5. 本研究により得られた成果

(1) 科学的意義

本研究では、最終需要により発生する誘導物流の全国への波及に注目した計算手法を構築し、算出した誘導物流により生じるCO₂排出量を計算した。またその計算結果を利用し、人口シナリオを考慮した2050年におけるCO₂排出量削減ポテンシャルを求めた。

特定の都道府県で最終需要が発生したとき、どの地域からどのような品類を出荷しているか、また最終需要が入荷する際に、他にどのような品類がどの程度入荷するかを東京都と北海道を例にとって示し、最終消費地域によって発生する物流が異なることを示した。

(2) 地球環境政策への貢献

モーダルシフトと人口変動の観点からみたCO₂の削減ポテンシャルを推計した。人口シナリオによって与えられる人口変動を最終需要の変動として捉え、誘導物流の変化を求め、それによって変化するCO₂排出量を計算した。さらにモーダルシフトを実施した場合のCO₂削減量を算出し、脱温暖化社会における物流分野でのCO₂削減ポテンシャルを評価することができた。これらの結果はCO₂削減に関する政策の策定に寄与することが期待できるので、今後、学会発表や論文の公表を通じ、成果の広報・普及に努める。

6. 引用文献

- 1) 国土交通省：「第7回全国貨物物流調査（物流センサス）」，2002

7. 国際共同研究等の状況

特に記載すべき事項はない。

8. 研究成果の発表状況

(1) 誌上発表

〈論文（査読あり）〉

なし

〈査読付論文に準ずる成果発表〉

なし

〈その他誌上発表〉

なし

(2) 口頭発表（学会）

- 1) Y. Yoshida, C. Nishimori, and R. Matsuhashi, "Interregional Analysis on the Freight Transportation and CO₂ Emission Reduction Potential", Proceedings of the 7th International Conference on EcoBalance, Tsukuba, 237-240, 2006
- 2) 吉田好邦, 西森千紗, 松橋隆治:「物流の波及を考慮した貨物輸送の地域連関」, 第25回エネルギー・資源学会研究発表会講演論文集, 255-258, 2006

(3) 出願特許

なし

(4) シンポジウム、セミナーの開催（主催のもの）

なし

(5) マスコミ等への公表・報道等

なし

(6) その他

吉田好邦，西森千紗，松橋隆治：「物流の波及を考慮した貨物輸送の地域連関」，第25回エネルギー・資源学会研究発表会講演論文集，255-258，2006 の発表で、エネルギー・資源学会「第11回茅奨励賞」を受賞。