

# 物流のモーダルシフトによる二酸化炭素排出量の削減効果に関する分析

Quantitative analysis on CO2 emission reduction by modal shift of freight transportation

05-19498 長谷川 奨 Tasuku Hasegawa  
指導教員 増井 利彦 Adviser Toshihiko Masui

## 1. 研究の背景と目的

### 1.1 研究の背景

地球温暖化への対策として2005年2月に京都議定書が発効されたが、2007年度の日本における温室効果ガス総排出量は、基準年比の8.7%増となり、運輸部門では14.6%増となっている。運輸部門において旅客部門と貨物部門の輸送機関別シェアを比較すると、どちらの部門も約60%は道路輸送であるが、CO2排出原単位の最も小さい鉄道輸送のシェアは旅客部門が27%なのに対して、貨物部門は4%に留まっている。したがって、鉄道へのモーダルシフトを促進することで貨物部門では更にCO2排出削減を進めていける可能性がある。

トラック輸送と鉄道輸送を比較すると、中長距離帯において鉄道はリードタイム・費用ともにトラックと遜色なくなってくるが、それでもトラックのシェアの方が高い状況となっている。この理由として、旅客鉄道会社が線路を保有していることによりダイヤは旅客列車中心となり、また輸送障害が発生した際も旅客列車優先のダイヤ回復となるなど鉄道貨物のサービスを向上するには数多くの課題が山積していることが挙げられる。

### 1.2 研究の目的

モーダルシフトがCO2排出削減へ与える影響について示した研究は多数存在するが、いずれも運輸部門のCO2排出削減量にのみ着目しており、経済全体を含めた間接的影響にまでは言及していない。そこで本研究では、モーダルシフトの実施が他部門や環境へどのような影響を与えるかを定量的に分析し、わが国におけるモーダルシフト議論に有効な材料を提供することを目的としている。

## 2. モデルの構造

わが国における効果・影響を分析するという目的から、日本市場のみを明示的に扱う静学一国型応用一般均衡モデルを2000年基準の産業連関表を用いて構築する。本モデルの特徴は、貨物輸送には各主体が実際に移動する輸送サービスと、財の購入に付随して発生する輸送サービスがあるので、国内貨物運賃表を用いてそれらを明確に区別している点である。また、後者については、財ごとにその関係を明記すると共に輸送機関を分割していることから、中間財としての貨物輸送の特徴を踏まえた上でモデルに内生化して、モーダルシフトを再現することが可能である。輸送財の構造は、図2.1破線枠内のように構築し、航空貨物輸送はその特殊性から他輸送機関との代替弾力性を0にした。陸運輸送と内航海運間(図2.1中の※1)は、地理的に代替

輸送の不可能な経路があることから代替弾力性には限界があると考え最大値を0.3に、鉄道と営業トラック間の代替弾力性(図2.1中の※2)の最大値は1に設定した。なお、これ以降、各輸送機関の代替弾力性の表記は<船舶※1 鉄道※2>とする。

生産部門では、資本、労働から成る生産要素とエネルギー財を合成した生産要素・エネルギー財と、非エネルギー財である中間財を投入して産出を行う。資本と労働の間はコブダグラス型関数によって投入量を決定して生産要素を生み出し、生産要素とエネルギー財間は川崎(2007)を参考に若干の代替が可能と考え、代替弾力性を0.1に設定した。エネルギー財間での代替弾力性は野口(2007)を参考に電力合成財と非電力合成財間での代替弾力性は0.5に、非電力エネルギー財間は1に設定した。生産要素・エネルギー財と非エネルギー中間財は、投入比率が一定となるようレオンチェフ型関数を想定した。

最終消費部門は、家計が資本と労働からの所得を制約に、効用が最大化するよう消費財と投資財の購入を行う。家計の消費は、エネルギー財と非エネルギー財についてレオンチェフ型の需要関数を想定している。

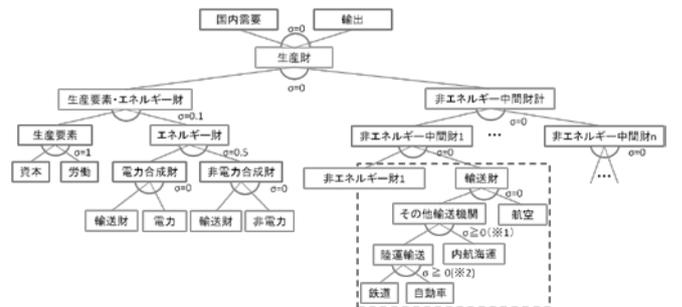


図 2.1 モデルの構造

## 3. ケース設定

シミュレーション分析に際し、本研究では2つのケースを用意する。1つは貨物部門にのみCO2排出制約を課すケースであり、トラック、鉄道、船舶の3輸送機関間での代替弾力性の違い、つまりはモーダルシフトのしやすさの違いが経済や環境へどのような影響の違いを及ぼすか分析する。2つ目は、船舶の輸送量は変更せずに、トラックから鉄道へ輸送量をシフトすることで新総合物流施策大綱において目標としているモーダルシフト化率50%と更に100%を達成する際の環境や経済へ及ぶ影響について解析する。

## 4. シミュレーション分析

### 4.1 貨物部門へCO2制約を課すケース

#### 4.1.1 輸送量の変化

鉄道は、環境負荷の最も小さい輸送機関であるから、排出制約を厳しくし他輸送機関との代替弾力性を大きくするほどモーダルシフトによって輸送量が増加している。一方で営業トラックと船舶は、CO2制約を厳しくするほど輸送量が減少しており、トラックの輸送量減少の主な要因は、鉄道への輸送機関シフトである。船舶は、環境負荷が小さいとされているにも関わらず輸送量が減少しているが、これは船舶の財別輸送量変動と財別国内需要変動の割合がほぼ等しいことより、他輸送機関へのモーダルシフトが主たる要因ではなく、モーダルシフトだけではCO2制約が達成できないので、輸送量自体の削減をしなければならなかったためだと考えられる。

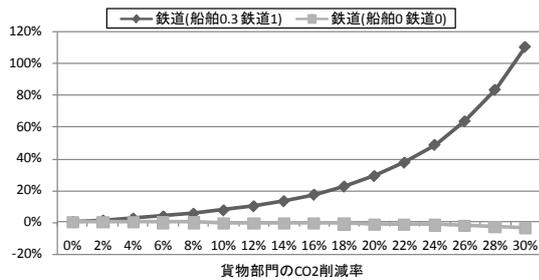


図 4.1 鉄道輸送の 2000 年実績に対する生産額比率

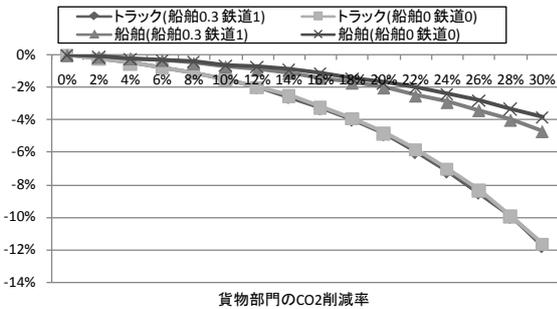


図 4.2 営業トラック・船舶輸送の 2000 年実績に対する生産額比率

#### 4.1.2 経済活動への影響

貨物部門へ課す CO2 制約を厳しくすると、モーダルシフトだけではそれを達成できないので貨物の総輸送量が減少し、それによって財

の生産も減少して経済活動が縮小する。ただし、輸送機関間の代替弾力性が大きければ、モーダルシフト可能な輸送量が増加して、その削減しなければならぬ輸送量が減るので、財の生産へ与える影響も小さくなり経済活動の縮小を抑えられる。

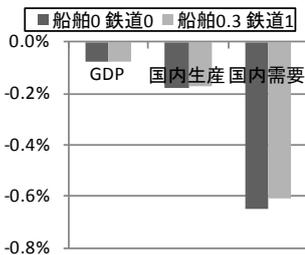


図 4.3 代替弾力性の違いによる経済への影響 (CO2 制約 20% の例)

### 4.2 モーダルシフト化率を高めるケース

#### 4.2.1 モデルでの再現方法

モデルでモーダルシフト化率 50%、100% を再現するため、500km 以上輸送されるモーダルシフト対象品目の輸送量をトンキロベースで明らかにし、トラックと鉄道の輸送量の変化倍率を求め、それをモデルへ代入する。本分析では、2000 年度全国貨物純流動調査を用いてモーダルシフト化率 50%、100% の場合で鉄道の国内生産額をそれぞれ 1.43 倍と 2.66 倍、トラックの国内生産額を 0.97 倍と 0.89 倍に設定した。

#### 4.2.2 化石燃料起源エネルギー財の消費変動と CO2 削減率

化石燃料起源エネルギー財の国内消費は、原油、石炭製品、都市ガスで増産となるものの、トラック輸送が大幅に減少することで CO2 排出源の大部分を占める石油製品の消費が減少し、トラックが消費する石油製品は、モーダルシフト化率 50% の場合で 2.1%、100% の場合で 9.5% 削減される。

トラック・貨物鉄道・船舶の貨物輸送 3 機関から排出される CO2

は、モーダルシフト化率が 50% の場合には 1.6%、100% の場合には

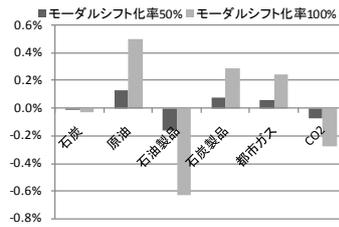


図 4.4 化石燃料の消費額変動比率と国内 CO2 排出量変動比率

6.5% 減少し、全ての財から排出される CO2 総量は、モーダルシフト化率 50% の場合で 0.07%、100% の場合で 0.28% 減少する。なお、図 4.4 で示している CO2 値は、全ての財から排出される CO2 の削減値である。

#### 4.2.2 経済活動への影響

モーダルシフト化率を高めることによって、経済活動が高まっている。これは、営業トラックの輸送運賃は変わっていないが、鉄道の輸送運賃が下がっていることより、トラックから鉄道への輸送シフトによって長距離間では貨物が鉄道で大量一括輸送されるようになり、輸

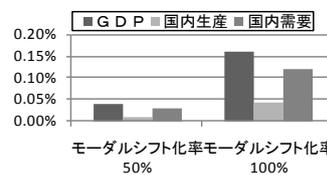


図 4.5 モーダルシフト化率の違いによる経済への影響

送効率が改善されて単位貨物あたりの輸送コストが下がり、企業は輸送に費やしていた費用を生産へ移転するようになったためであると考えられる。

### 5. 結論・提案

#### CO2 制約を課すケース

- ・貨物部門に CO2 制約を課しても船舶の輸送量は増加せず、モーダルシフトはトラックから鉄道を中心に生じる。
- ・貨物部門へ課す CO2 制約を厳しくすると経済活動は縮小するが、輸送機関間の代替弾力性を高めることで軽微ではあるが縮小を抑えられる。
- ・国内の CO2 総排出量は、貨物部門への制約が 24% の時で最大約 2.5% 削減される。

#### モーダルシフト化率を高めるケース

- ・モーダルシフト化率を高めることで石炭と石油製品の国内消費が減少し、CO2 総排出量はモーダルシフト化率が 50% の場合で 0.07%、100% の場合で 0.28% 削減される。
  - ・トラックから鉄道へのモーダルシフトによって輸送効率が改善され、GDP はモーダルシフト化率が 50% の場合で約 2100 億円、100% の場合で約 8500 億円増加する。
- 以上の分析が示すように鉄道貨物輸送によるモーダルシフトのポテンシャルは大きく、物流のモーダルシフトに本腰を入れるのであれば港湾や道路設備への予算の一部を鉄道へ移転すべきだと考える。

### 6. 今後の課題

- ・線路容量を踏まえた上で鉄道貨物輸送の増大が旅客部門へ与える影響についても考慮する必要がある。
- ・産業等の地域特性を踏まえていないので、多地域モデルを構築することで更に詳細な分析をする必要がある。

#### 主な参考文献

- [1] 運輸政策研究機構 (2000) 長期輸送需要予測に関する調査報告書
- [2] 国土交通省 (2005) 全国貨物純流動調査報告書

