

京都大学大学院工学研究科 学生会員 ○猪股 奎哉  
 京都大学大学院工学研究科 正会員 大西 正光  
 神戸大学大学院海事科学研究科 正会員 竹林 幹雄

1. 研究背景と目的

港湾の存在はその地域の産業及び経済の発展に非常に重要であり、人々の暮らしを豊かにするための施設である。日本の現状として、規模の経済の観点から中核港湾に国際・国内の物流ハブ拠点としての機能と東南アジア等海外への直接航路の寄港先としての機能という二つの機能を集中させようとしている傾向がある<sup>1)</sup>。しかし、同時に港湾の混雑や貨物の輸送を担うトラックの混雑問題、またそれらが排出する温室効果ガスによる環境問題が発生している。したがって、本研究では環境税の課税による技術的外部性の内部化と同時に、地方港の利用割合を増大させ貨物を地方港へ分散させることが可能かを理論的に検証することを目的とする。その中で、政策実行において必要な課税額に関する評価指標の導出も行う。

2. 作成モデルと条件設定

本研究で考慮するのはコンテナ貨物のみであり、登場する主体は海運用役サービスの生産者である船会社、サービスの消費者である荷主、そして課税を行う政府である。船会社は、荷主に対し出発港での貨物の積み込みから到着港での積下ろしまでの費用を合算したものを輸送価格として荷主に請求する。本研究の分析では独占市場を想定する。図-1 は作成したモデルの概念図であり、用いた式は右の式(1)~(9)である。

以降、航路を  $i = \{1, 2, 3, 4, 24, 31\}$  により表すものとし、港湾を  $n = \{k, l, m\}$  により表すものとする。  $k$  が中核港湾、  $l$  が地方港、  $m$  が海外港湾とする。各港湾間をそれぞれ区間  $n_{OD} = \{kl, km, lm, lk\}$  により表すこととし、下つき文字の  $O$  が出発港、  $D$  が到着港を表す。迂回経路について、航路 2 4 は区間  $kl$  と区間  $lm$  の二つの区間を利用し、航路 3 1 は区間  $lk$  と区間  $km$  の二つの区間を利用する。各区間を運行する船舶は一種類のみで

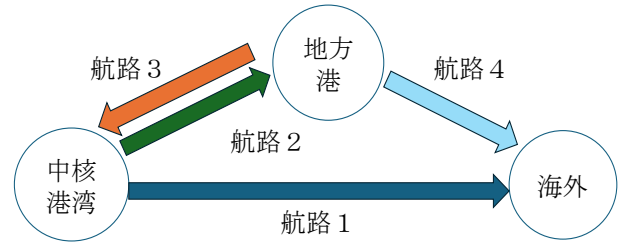


図-1 本研究のモデルの概念図

逆需要関数

$$p_1 = \alpha - q_1 - \gamma_k q_{24}, \quad p_{24} = \alpha - q_{24} - \gamma_k q_1 \quad (1)$$

$$p_4 = \alpha - q_4 - \gamma_l q_{31}, \quad p_{31} = \alpha - q_{31} - \gamma_l q_4 \quad (2)$$

$$p_2 = \alpha - q_2, \quad p_3 = \alpha - q_3 \quad (3)$$

船会社の利潤最大化問題

$$\max \pi = \sum_i p_i q_i - \sum_{n_{OD}} TC_{n_{OD}} \quad (4)$$

$$TC_{n_{OD}} = C_{fn_{OD}} + C_{pn_{OD}} + C_{pn_D} \quad (5)$$

$$C_{pn} = (N_n + T_{Pn})q_{n_{OD}} + C_n \quad (6)$$

$$C_{fn_{OD}} = L_{n_{OD}} \cdot [(a + T_{Sa})q_{n_{OD}} + (b + T_{Sb})] \quad (7)$$

社会的余剰

$$W = \pi - xE_s \quad (8)$$

$$E_s = \sum_i \varphi(aq_i + b)L_i \quad (9)$$

表-1 文字の意味

$p$	輸送価格	$T$	環境税による増分
$q$	貨物量	$C_n$	港湾の固定費用
$\alpha$	市場規模	$a, b$	燃料費の定数
$\gamma_n$	輸送経路の代替性パラメータ	$\varphi$	単位燃料費あたりのCO <sub>2</sub> 排出量
$N_n$	港湾 $n$ に出入港した際にかかる費用	$x$	環境コストを金銭コストに換算するパラメータ
$L$	輸送距離	$E_s$	船舶 CO <sub>2</sub> 排出量

Fumiya INOMATA, Masamitsu ONISHI, Mikio TAKEBAYASHI  
 inomata.fumiya.56j@st.kyoto-u.ac.jp

あり、船会社が貨物量に応じて船舶の規模を変更できると仮定する。

本モデルでは独占市場の想定をしているが、各航路間で複占のような状態は存在する。航路1と航路2、4、航路4と航路3はそれぞれ発着港湾が同一であり経路のみが異なっている状態であるためこれらは代替可能として扱える。なお、航路1と航路4をそれぞれ経由する港湾がないことから直航、航路2、4と航路3、1を迂回経路として用いている。それぞれの航路の逆需要関数を式(1)~(3)、船会社の利潤最大化問題を式(4)のように定義し貨物量 $q$ と価格 $p$ の均衡解を求めた。費用関数は式(6)で表される発着港湾でかかる費用と式(7)で表される燃料費との和であるとして定義した。分析では入港と出港にかかる費用を同一のものとして用いている。

その後、この求められた解を用いて代替性のある航路の分担率を導出し、環境税がある場合とない場合でどのように変化するかを導出した。また、課税後に環境負荷も含めた社会的余剰が減少しないようなパラメータ $x$ の値を式(8)と(9)を用いて導出した。

### 3. 分析結果とその解釈

計算により得られた解はすべて文字式で表すことができたが、内容が煩雑であるためここでは省略する。代わりに、結果として得られた解の文字式に適当な値を代入した際の概念的なグラフを図-2に示す。

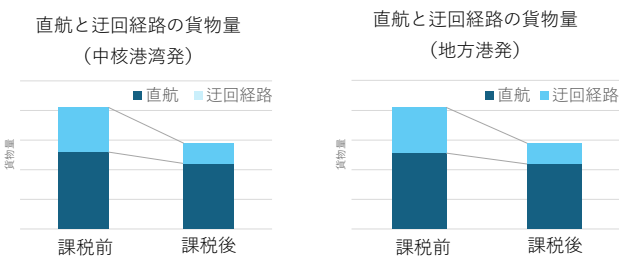


図-2 貨物量の推移 (概念図)

結果として、課税によって直航の分担率の上昇が得られた。これは出発港と目的港を同一とする航路において直航の利用割合が増え、迂回経路の割合が減ることを示しており、ハブ&スポーク型の輸送よりも直航による輸送の方が環境税適用下では現状と比較して優

位となるということが示唆される。したがって環境税により外部性の問題が緩和されたことに加え、地方港の利用割合を増大させることができるという本研究の検証目的が達成された。地方港の利用割合の増大は、環境対策をする場合に地方港の整備の必要性があることを示唆している。

また、環境税政策の評価指標について導出した。その概念図は図-3である。船会社にとっては求められた $x$ の値が「自社が環境について社会的に負った責任を果たすために必要な額」とみなすことができる。したがって、この $x$ の値を実際の課税額として導入する場合は環境税政策として課税を導入する意義があると言える。ただし、環境の貨幣価値は産業によって異なるため、この $x$ の値はあくまで海運業界における課税額の評価指標として用いることができる値である。

本研究ではモデルの単純化のため港湾の喫水に関する

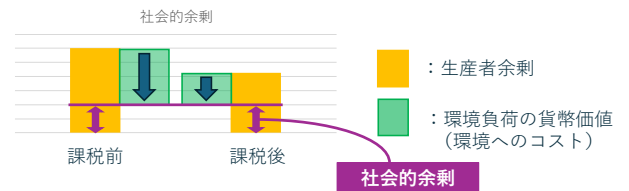


図-3 社会的余剰の変化 (概念図)

る制約条件を設定しなかった。そのため大型船舶も地方港に入港できる状態になっており規模の経済よりも距離の効率性が重視された結果となっている。港湾の制約に関するモデルの改良は今後の課題となる。

### 5. 結論

今回、本論文においては環境税により環境問題などの外部性の内部化に加え地方港の利用割合の増大が発生するという仮説の検証を目的として分析を行った。結果として、代替性のある航路について直航の分担率の上昇と政策決定に関する評価指標の特定が得られた。直航の分担率の上昇により、地方港の利用割合が増大し環境対策においては日本全土の包括的な港湾整備が必要であることが示唆された。また、環境税政策の評価指標を導出したことで、課税額の評価方法の提案をした。今後の課題として、船舶の喫水に関する制約条件などのモデルのさらなる改良が挙げられる。

#### 参考文献

1)国土交通省港湾局. “令和6年度 港湾局関係予算概要” <https://www.mlit.go.jp/page/content/001720599.pdf>, (参照 2024-10-3).