【土木計画学研究・論文集 No. 15 1998年9月】

規模の経済性を持つ交通ネットワークの便益帰着分析*

Benefit Incidence Analysis of the Improvement of Transport Network with Increasing Returns*

小森俊文**，上田孝行***，宮城俊彦****，森杉壽芳*****

*By Toshifumi KOMORI**, Takayuki UEDA***, Toshihiko MIYAGI****, Hisayoshi MORISUGI******

1. はじめに

交通ネットワークは，規模の経済性 [1)2)3)4)]を有する典型的な経済システムの一つである．例えばコンテナ輸送企業の場合，船を一隻運航するための費用は，コンテナ数が 1 個でも 100 個でも大きな違いはないため，より多く輸送した方が単位当たりの輸送費用を下げることができる．このような規模の経済性を有する場合，企業はより大きな設備投資を行い，より大きなマーケット・シェアを握ろうとするインセンティブが存在する．一方，企業の設備過剰は慢性的な赤字収支を生みだし，最終的には利用者の経済的損失をもたらすことになる．すなわち，規模の経済性の存在が，参入規制や料金規制など多くの政策的介入と規制が行われる根拠 [5)]となっている．

また，今日ではハブ港湾・ハブ空港の整備が国際的な地域間競争の観点から関心を呼んでいる．我が国港湾は，香港やシンガポールに比べコンテナ取扱量が相対的に低下しつつあり，アジア地域におけるハブとしての機能が低下してきているといえる．ハブ港湾の特徴は，コンテナ取扱量の増加による荷役費用の減少といった規模の経済性が存在することである [6)]．すなわちハブ機能の低下は，輸送費用の増加を招き，さらには国際競争力の低下を通して，我が国経済に深刻な問題を引き起こすことにつながると言われている．そのため近年では，我が国港湾のハブ機能向上への要請が活発に論じられるようになった．このようなハブ港湾・ハブ空港などの成立可能性や地域開発効果の特性については，ハブ機能の特徴である規模の経済性を明示したモデルによる分析が不可欠である．しかし，従来の交通ネットワーク改善の効果分析 [7)]においては，この点について明示的に考慮し，かつ，理論的な整合性を保持したものが乏しいといえる．

そこで本研究では，以上の問題意識の下に，リンクにおいては交通企業の規模の経済性，そしてノードにおいては港湾サービスの規模の経済性が存在する交通ネットワークを考慮した空間経済システムのモデリングを行う．さらに，整備効果を経済主体別に整理した便益帰着構成表を作成する．そして，1) 規模の経済性が存在し，平均費用による料金規制が行われている場合を Second Best 下の改善効果として捉え，その特徴を明らかにし，2) Pricing Scheme を変更した First Best 下での効果の特徴を明らかにする．それらを通して，交通の改善効果が Pricing Scheme に依存することを示す．ただし，本稿ではいわゆるハブ港湾の整備を念頭に置いたモデルの提案を提示するが，ハブ空港や他の交通システムに読み替えることは容易に可能である．

2. モデルの基本的仮定

モデルは次のような仮定に基づいている．

1. $r,s \in \{\cdots,r,\cdots,s,\cdots\} = \mathbf{N}^C$ のラベルで表される社会経済都市が存在する．
2. 都市 s には同一の選好を有する世帯 n^s，同一の生産技術を有する製造業 m^s，また港湾のある都市には一つの代表的港湾企業が存在する．
3. 全ての都市に region-specific factor（以下 RSF と略す）を所有する代表地主が存在する．それぞれの都市で賃貸料を徴収し，その都市に居住する世帯に分配する．なお，RSF はその都市でしか消費

*キーワード：国土計画，ﾈｯﾄﾜｰｸ交通流，整備効果計測法
**学生員 岐阜大学大学院 博士前期課程
***正会員 工博 岐阜大学助教授 工学部土木工学科
(岐阜市柳戸 1-1, TEL058-293-2447, FAX058-230-1248)
****正会員 工博 岐阜大学教授 地域科学部
*****正会員 工博 東北大学教授 情報科学研究科

できない財であるとする．

4. 総世帯数（人口）は n^T で一定である．
5. 同一の技術を有する交通企業が存在し，交通ネットワークを利用して都市から都市へ財を輸送する．
6. 交通ネットワークは $i,j\in\{\cdots,i,\cdots,j,\cdots\}=\mathbf{N}^{\mathrm{n}}$ のラベルで表されるノード，$(i,j)\in\{\cdots,(i,j),\cdots\}=\mathbf{N}^{\mathrm{L}}$ のラベルで表されるノードペアのリンクが存在する．$i\in\{\cdots,i,\cdots\}=\mathbf{N}^{\mathrm{P}}\subseteq\mathbf{N}^{\mathrm{n}}$ で表されるノードは港湾都市を表し，そこでは交通企業が財を輸送するために港湾サービスを需要する．また，OD ペア (r,s) における利用可能な経路のラベルを $h\in\mathbf{P}^{rs}$ で表す．
7. 港湾を有する都市の政府は，その都市に居住する世帯から一括税を徴収し，港湾企業にその税収を譲渡する．

3. 各主体の行動モデルと主体的帰着便益

確定論的な均衡モデルにおいて，ハブ港湾の形成は端点解の一種であり，また，立地均衡も確定論的な場合には端点解が発生する．その場合には，消費量や供給量も内点解とならない場合が生じるため，モデルは全て相補性問題で表現する．

(1) 世帯

世帯は都市の労働市場において労働量を提供し，交通企業によって輸送された各種の財(M 財)と RSF を消費する．賃金収入と分配収入を受け取り，輸送された財に対しては c.i.f.価格(＝f.o.b.価格＋交通サービス価格)を支払い，RSF に対しては交通サービス価格を含まないそれ自身の価格を支払う．

(a) 効用最大化行動

世帯は所得制約の下で効用最大化行動をするものと仮定する．また，製造業数の変化が財の多様性の観点から効用に影響を及ぼすことも考慮して，効用関数を次のように定式化する．

$$V^s(m,p^s+\lambda^s,\eta^s,w^s+\omega^s-\tau^s)=\max_{\chi^s,z^s}U(m,\chi^s,z^s) \tag{1.a}$$

$$\begin{aligned} s.t.\quad & \sum_{r\in\mathbf{N}^{\mathrm{C}}}m^r(p^{rs}+\lambda^{rs})\chi^{rs}+\eta^s z^s=w^s+\omega^s-\tau^s \\ & \chi^{rs}\geq 0 \qquad for\ all\quad r\in\mathbf{N}^{\mathrm{C}} \\ & z^s\geq 0 \end{aligned} \tag{1.b}$$

ここで，

V^s ：都市 s に居住する世帯の間接効用関数

U ：直接効用関数

m^r ：都市 r に立地する製造業数

χ^{rs} ：都市 r に立地する一製造業が生産した財の都市 s に居住する一世帯の消費量

z^s ：都市 s に居住する一世帯の RSF 消費量

p^{rs} ：都市 r から都市 s に輸送された財の f.o.b.価格

λ^{rs} ：都市 r から都市 s に 1 単位の財を輸送するための交通サービス価格

η^s ：都市 s での RSF の価格

w^s ：都市 s に居住する一世帯の賃金収入

ω^s ：都市 s に居住する一世帯の分配収入

τ^s ：都市 s に居住する一世帯が徴収される一括税

$\chi^s=(\cdots,\chi^{rs},\cdots)\in\mathbf{R}^{|\mathbf{N}^{\mathrm{C}}|}$ ：消費量ベクトル

$p^s=(\cdots,p^{rs},\cdots)\in\mathbf{R}^{|\mathbf{N}^{\mathrm{C}}|}$ ：f.o.b.価格ベクトル

$\lambda^s=(\cdots,\lambda^{rs},\cdots)\in\mathbf{R}^{|\mathbf{N}^{\mathrm{C}}|}$ ：交通サービス価格ベクトル

$m=(\cdots,m^r,\cdots)\in\mathbf{R}^{|\mathbf{N}^{\mathrm{C}}|}$ ：製造業数ベクトル

Kuhn-Tucker 条件[8]より

$$\begin{cases}\{\mu^s(p^{rs}+\lambda^{rs})-\frac{\partial U}{\partial\chi^{rs}}\}\cdot\chi^{rs}=0\\ \mu^s(p^{rs}+\lambda^{rs})-\frac{\partial U}{\partial\chi^{rs}}\geq 0\\ \chi^{rs}\geq 0 \qquad for\ all\quad r\in\mathbf{N}^{\mathrm{C}}\end{cases} \tag{2}$$

$$\begin{cases}(\mu^s\eta^s-\frac{\partial U}{\partial z^s})\cdot z^s=0\\ \mu^s\eta^s-\frac{\partial U}{\partial z^s}\geq 0\\ z^s\geq 0\end{cases} \tag{3}$$

$$\begin{cases}[w^s+\omega^s-\tau^s-\{\sum_{r\in\mathbf{N}^{\mathrm{C}}}m^r(p^{rs}+\lambda^{rs})\chi^{rs}+\eta^s z^s\}]\cdot\mu^s=0\\ w^s+\omega^s-\tau^s-\{\sum_{r\in\mathbf{N}^{\mathrm{C}}}m^r(p^{rs}+\lambda^{rs})\chi^{rs}+\eta^s z^s\}\geq 0\\ \mu^s\geq 0\end{cases} \tag{4}$$

ここで，

μ^s ：効用最大化行動に対応したラグランジュ乗数

(b) 経路選択

それぞれの経路で Wardrop 均衡が成立すると仮定すると，次のような相補性問題[9]として表現できる．

$$\begin{cases}(\alpha^r q_h^{rs}-\lambda^{rs})\cdot x_h^{rs}=0\\ \alpha^r q_h^{rs}-\lambda^{rs}\geq 0\\ x_h^{rs}\geq 0\end{cases} \tag{5}$$

$$\begin{cases}(\sum_{h\in \mathbf{P}^{rs}} x_h^{rs}-n^s m^r \chi^{rs})\cdot \lambda^{rs}=0\\ \sum_{h\in \mathbf{P}^{rs}} x_h^{rs}-n^s m^r \chi^{rs}\geq 0\\ \lambda^{rs}\geq 0\end{cases} \tag{6}$$

ここで,

x_h^{rs} ：OD ペア (r,s) の経路 h における輸送された財に換算した交通量

q_h^{rs} ：OD ペア (r,s) の経路 h における交通サービス価格

$h\in \mathbf{P}^{rs}$ ：OD ペア (r,s) における利用可能な経路のラベル

α^r ：都市 r で生産された 1 単位当たりの財を交通量に転換するための係数もしくは 1 単位当たりの財を輸送するための必要交通サービス量

(c) 立地選択行動

世帯は効用がより高くなる都市に居住すると仮定すると，立地均衡条件式は次のような相補性問題[10]として表現できる.

$$\begin{cases}(V^*-V^s)\cdot n^s=0\\ V^*-V^s\geq 0\\ n^s\geq 0 \qquad \text{for all}\quad s\in \mathbf{N}^C\end{cases} \tag{7}$$

$$\begin{cases}(n^T-\sum_{s\in \mathbf{N}^C} n^s)\cdot V^*=0\\ n^T-\sum_{s\in \mathbf{N}^C} n^s\geq 0\\ V^*\geq 0\end{cases} \tag{8}$$

ここで,

V^* ：均衡状態における効用レベル

(d) 世帯の主体的帰着便益

世帯の純便益は，支出関数を用い等価的偏差 EV の概念[11]を適用することで，次のように表現できる.

$$\begin{aligned}HB^s &= \int_{V^a\to V^b} \tfrac{\partial}{\partial V}\{e(m^a,p^{sa}+\lambda^{sa},\eta^{sa},w^{sa}+\omega^{sa}-\tau^{sa},V)\}dV\\ &= \oint_{0\to 1} \tfrac{\partial}{\partial V}\{e(\cdots,V(\zeta))\}[(\tfrac{\partial V^s(\zeta)}{\partial \Omega^s})\{dw^s(\zeta)+d\omega^s(\zeta)-d\tau^s(\zeta)\\ &\quad -\sum_{r\in \mathbf{N}^C} m^r(\zeta)\chi^{rs}(\zeta)(dp^{rs}(\zeta)+d\lambda^{rs}(\zeta))-z^s(\zeta)d\eta^s(\zeta)\\ &\quad -\sum_{r\in \mathbf{N}^C}(p^{rs}(\zeta)+\lambda^{rs}(\zeta))\chi^{rs}(\zeta)dm^r(\zeta)\}+\sum_{r\in \mathbf{N}^C}\tfrac{\partial U(\zeta)}{\partial m^r}dm^r(\zeta)]\end{aligned} \tag{9}$$

ここで,

e ：支出関数

a,b ：プロジェクト無し，有りを表す

ζ ：線積分の経路を表すダミー変数

(2) 製造業

製造業は，供給する財の価格を選択変数とする競争状態（Bertrand 的競争）と供給する財の量を選択変数とする競争状態（Cournot 的競争）の異なる競争状態を想定し，それぞれの状態に応じた利潤関数を定式化する.

(a) 利潤最大化行動

Bertrand 的競争

$$\pi_M^r=\max_{Q_M^r,p^{rs}} \sum_{s\in \mathbf{N}^C} p^{rs}n^s\chi^{rs}(p^{rs},\cdot)-C_M^r(Q_M^r,w^r) \tag{10.a}$$

$$s.t.\quad Q_M^r-\sum_{s\in \mathbf{N}^C} n^s\chi^{rs}(p^{rs},\cdot)\geq 0\quad,\quad p^r\geq 0 \tag{10.b}$$

ここで,

π_M^r ：都市 r に立地する一製造業の利潤

$\chi^{rs}(p^{rs},\cdot)$ ：都市 r に立地する一製造業が生産した財の都市 s に居住する世帯の需要関数

C_M^r ：都市 r に立地する製造業の費用関数

Q_M^r ：都市 r に立地する製造業が生産した財の総量

$p^r=(\cdots,p^{rs},\cdots)\in \mathbf{R}^{|\mathbf{N}^C|}$ ：価格ベクトル

Kuhn-Tucker 条件より

$$\begin{cases}(\frac{\partial C_M^r}{\partial Q_M^r}-\psi^r)\cdot Q_M^r=0\\ \frac{\partial C_M^r}{\partial Q_M^r}-\psi^r\geq 0\\ Q_M^r\geq 0\end{cases} \tag{11}$$

$$\begin{cases}\{\psi^r-p^{rs}(1-\frac{1}{\sigma_M^{rs}})\}\cdot n^s\frac{\partial \chi^{rs}}{\partial p^{rs}}p^{rs}=0\\ \{\psi^r-p^{rs}(1-\frac{1}{\sigma_M^{rs}})\}\cdot n^s\frac{\partial \chi^{rs}}{\partial p^{rs}}\geq 0\\ p^{rs}\geq 0 \qquad \text{for all}\quad s\in \mathbf{N}^C\end{cases} \tag{12}$$

ここで,

ψ^r ：利潤最大化行動に対応したラグランジュ乗数

σ_M^{rs} ：都市 r で生産され都市 s に居住する世帯が需要する M 財の価格弾力性

Cournot 的競争

$$\pi_M^r=\max_{Q_M^r,\chi^{rs}} \sum_{s\in \mathbf{N}^C} p^{rs}(\chi^{rs},\cdot)n^s\chi^{rs}-C_M^r(Q_M^r,w^r) \tag{13.a}$$

$$s.t.\quad Q_M^r-\sum_{s\in \mathbf{N}^C} n^s\chi^{rs}\geq 0\quad,\quad \chi^r\geq 0 \tag{13.b}$$

ここで,

$\chi^r=(\cdots,\chi^{rs},\cdots)\in \mathbf{R}^{|\mathbf{N}^C|}$ ：消費量ベクトル

Kuhn-Tucker 条件より

$$\begin{cases}(\frac{\partial C_M^r}{\partial Q_M^r}-\psi^r)\cdot Q_M^r=0\\ \frac{\partial C_M^r}{\partial Q_M^r}-\psi^r\geq 0\\ Q_M^r\geq 0\end{cases} \tag{14}$$

$$\begin{cases}\{\psi^r-p^{rs}(1-\frac{1}{\sigma_M^{rs}})\}\cdot\chi^{rs}=0\\ \{\psi^r-p^{rs}(1-\frac{1}{\sigma_M^{rs}})\}\geq 0\\ \chi^{rs}\geq 0 \qquad \textit{for all} \quad s\in\mathbf{N}^{\mathrm{C}}\end{cases} \tag{15}$$

(b) 製造業の主体的帰着便益

製造業の純便益は，利潤の増加分として次のように表現できる．

$$\begin{aligned}MB^r &= \int_{a\to b} d\pi_M^r\\ &= \oint_{0\to 1}\{\sum_{s\in\mathbf{N}^{\mathrm{C}}} n^s(\zeta)\chi^{rs}(\zeta)dp^{rs}(\zeta)+\sum_{s\in\mathbf{N}^{\mathrm{C}}} p^{rs}(\zeta)d(n^s\chi^{rs}(\zeta))\\ &\quad -\frac{\partial C_M^r(\zeta)}{\partial Q_M^r}dQ_M^r(\zeta)-\frac{\partial C_M^r(\zeta)}{\partial w^r}dw^r(\zeta)\}\end{aligned} \tag{16}$$

マークアップ価格形成の場合

$$\begin{aligned}MB^r &= \oint_{0\to 1}\{\sum_{s\in\mathbf{N}^{\mathrm{C}}} n^s(\zeta)\chi^{rs}(\zeta)dp^{rs}(\zeta)\\ &\quad +\sum_{s\in\mathbf{N}^{\mathrm{C}}}(\frac{1}{\sigma_M^{rs}(\zeta)})p^{rs}(\zeta)d(n^s\chi^{rs}(\zeta))-\frac{\partial C_M^r(\zeta)}{\partial w^r}dw^r(\zeta)\}\end{aligned} \tag{17.a}$$

$$\textit{because of} \quad p^{rs}(1-\frac{1}{\sigma_M^{rs}})=\frac{\partial C_M^r}{\partial Q_M^r} \quad \textit{and} \quad dQ_M^r=\sum_{s\in\mathbf{N}^{\mathrm{C}}} d(n^s\chi^{rs}) \tag{17.b}$$

限界費用価格形成の場合

$$MB^r=\oint_{0\to 1}\{\sum_{s\in\mathbf{N}^{\mathrm{C}}} n^s(\zeta)\chi^{rs}(\zeta)dp^{rs}(\zeta)-\frac{\partial C_M^r(\zeta)}{\partial w^r}dw^r(\zeta)\} \tag{18.a}$$

$$\textit{because of} \quad p^{rs}=\frac{\partial C_M^r}{\partial Q_M^r} \quad \textit{and} \quad dQ_M^r=\sum_{s\in\mathbf{N}^{\mathrm{C}}} d(n^s\chi^{rs}) \tag{18.b}$$

自由参入を仮定した場合

$\pi_M^r=0$　ゆえに　$MB^r=0$

(3) 港湾企業

(a) 利潤関数の定式化

港湾のある都市には一つの代表的港湾企業しか存在しないため，港湾企業は自然独占状態となる．このとき，港湾企業は港湾サービス需要量を満たして平均費用原理によって価格形成を行うため，常に利潤がゼロとなるような行動をすると仮定する．このとき，利潤関数および価格関数は次のように定式化できる．

$$\pi_{Pi}=g_iY_i-C_{Pi}(Y_i,w_i,A_i)-I_i+T_i \tag{19.a}$$

$$g_i=\frac{C_{Pi}+I_i-T_i}{Y_i} \tag{19.b}$$

ここで，

g_i ：ノード i での港湾サービス価格

Y_i ：ノード i で提供される港湾サービスの総量

C_{Pi} ：ノード i での港湾サービスの費用関数

w_i ：ノード i で港湾サービスを提供するための投入財（労働賃金）価格

A_i ：ノード i の港湾の性能（容量など）

I_i ：ノード i での港湾インフラ整備を行うための投資額

T_i ：都市政府から補助金

港湾サービスの生産が規模に関して収穫逓増の場合

$$\frac{\partial}{\partial Y_i}\left(\frac{C_{Pi}(Y_i,w_i,A_i)}{Y_i}\right)<0 \tag{20}$$

(b) 港湾企業の主体的帰着便益

港湾企業の純便益は，利潤の増加分として次のように表現できる．

$$\begin{aligned}PB_i &= \int_{a\to b} d\pi_{Pi}\\ &= \oint_{0\to 1}\{Y_i(\zeta)dg_i(\zeta)+g_i(\zeta)dY_i(\zeta)-\frac{\partial C_{Pi}(\zeta)}{\partial Y_i}dY_i(\zeta)\\ &\quad -\frac{\partial C_{Pi}(\zeta)}{\partial w_i}dw_i(\zeta)-\frac{\partial C_{Pi}(\zeta)}{\partial A_i}dA_i(\zeta)-dI_i(\zeta)+dT_i(\zeta)\}\\ &=0\end{aligned} \tag{21}$$

(4) 交通企業

交通企業は，供給する交通サービス価格を選択変数とする競争状態（Bertrand 的競争）と供給する交通サービス量を選択変数とする競争状態（Cournot 的競争）の異なる競争状態を想定し，それぞれの状態に応じた利潤関数を定式化する．

(a) 利潤最大化行動

<u>Bertrand 的競争</u>

$$\pi_T=\max_{q_h}\sum_{h\in\mathbf{P}^{rs}}\{q_hy_h(q_h,\cdot)-C_h(y,Y,g,w^o)\} \tag{22.a}$$

$$s.t. \quad q_h\geq 0 \tag{22.b}$$

ここで，

π_T ：一交通企業の利潤

q_h ：経路 h における交通サービス価格

y_h ：経路 h での一交通企業が供給する交通サービス量

C_h ：経路 h での交通サービス費用関数

$Y=(\cdots,Y_h,\cdots)\in\mathbf{R}^{|\mathbf{P}|}$ ：交通サービスの総供給量ベクトル

$Y_h=Ky_h$ ：経路 h での交通サービス総供給量

K ：交通企業数

$y=(\cdots,y_h,\cdots)\in\mathbf{R}^{|\mathbf{P}|}$ ：交通サービスの供給量ベクトル

$g=(\cdots,g_i,\cdots)\in\mathbf{R}^{|\mathbf{N}^{\mathbf{P}}|}$ ：港湾サービスの価格ベクトル

w^o ：交通サービスを供給するための投入財価格

Kuhn-Tucker 条件より

$$\begin{cases}\{\sum_{h'\in\mathbf{P}^{rs}}\frac{\partial C_{h'}}{\partial y_h}-q_h(1-\frac{1}{\sigma_T^h})\}\frac{\partial y_h}{\partial q_h}q_h=0\\ \{\sum_{h'\in\mathbf{P}^{rs}}\frac{\partial C_{h'}}{\partial y_h}-q_h(1-\frac{1}{\sigma_T^h})\}\frac{\partial y_h}{\partial q_h}\geq 0\\ q_h\geq 0 \qquad for\ all\quad h\in\mathbf{P}^{rs}\end{cases} \tag{23}$$

ここで，

σ_T^h ：経路 h における交通サービス需要の価格弾力性

<u>Cournot 的競争</u>

$$\pi_T=\max_{y_h}\sum_{h\in\mathbf{P}^{rs}}\{q_h(y_h,\cdot)y_h-C_h(y,Y,g,w^o)\} \tag{24.a}$$

$$s.t.\quad y\geq 0 \tag{24.b}$$

Kuhn-Tucker 条件より

$$\begin{cases}\{\sum_{h'\in\mathbf{P}^{rs}}\frac{\partial C_{h'}}{\partial y_h}-q_h(1-\frac{1}{\sigma_T^h})\}\cdot y_h=0\\ \sum_{h'\in\mathbf{P}^{rs}}\frac{\partial C_{h'}}{\partial y_h}-q_h(1-\frac{1}{\sigma_T^h})\geq 0\\ y_h\geq 0 \qquad for\ all\quad h\in\mathbf{P}^{rs}\end{cases} \tag{25}$$

(b) 交通企業の主体的帰着便益

交通企業の純便益は，利潤の増加分として次のように表現できる.

$$\begin{aligned}TB^r&=\int_{a\to b}d\pi_T\\ &=\oint_{0\to 1}\sum_{s\in\mathbf{N}^C}\{y_h(\zeta)dq_h(\zeta)+q_h(\zeta)dy_h(\zeta)-\sum_{h'\in\mathbf{P}^{rs}}\frac{\partial C_h(\zeta)}{\partial y_{h'}}dy_{h'}(\zeta)\\ &\quad-\sum_{h'\in\mathbf{P}^{rs}}\frac{\partial C_h(\zeta)}{\partial Y_{h'}}dY_{h'}(\zeta)-\sum_{i\in\mathbf{N}^P}\frac{\partial C_h(\zeta)}{\partial g_i}dg_i(\zeta)\}\end{aligned} \tag{26}$$

自由参入を仮定した場合

$\pi_T=0$ 　ゆえに　$TB=0$

(c) 交通サービスの費用関数

リンク・経路接続要素は，次のように定義する.

$$\delta_{ij,h}=\begin{cases}1\text{:経路}h\text{にリンク}(i,j)\text{が含まれる場合}\\ 0\text{:それ以外の場合}\end{cases}$$

$$\varepsilon_{i,h}=\begin{cases}1\text{:経路}h\text{にノード}i\text{が含まれる場合}\\ 0\text{:それ以外の場合}\end{cases}$$

交通サービスの費用関数は次のように定式化する.

$$C_h(Y,y)=(\sum_{i\in\mathbf{N}^{\mathbf{P}}}\varepsilon_{i,h}g_i)y_h+\sum_{(i,j)\in\mathbf{N}^L}\delta_{ij,h}C_{ij}(Y_{ij},y_{ij}) \tag{27.a}$$

ただし，$y_{ij}=\sum_{h'\in\mathbf{P}^{rs}}\delta_{ij,h'}y_{h'}$ ，$Y_{ij}=\sum_{h'\in\mathbf{P}^{rs}}\delta_{ij,h'}Y_{h'}$ (27.b)

$$C_{ij}(\sum_{h'\in\mathbf{P}^{rs}}\delta_{ij,h'}Y_{h'},\sum_{h'\in\mathbf{P}^{rs}}\delta_{ij,h'}y_{h'})=C_{ij}(Y_{ij},y_{ij}) \tag{27.c}$$

交通サービスの生産が規模に関して収穫逓増の場合は次の性質が成り立つ。

$$\frac{\partial}{\partial y_{ij}}\left(\frac{C_{ij}(Y_{ij},y_{ij})}{y_{ij}}\right)<0 \tag{28}$$

また，混雑現象は交通サービス費用が総供給量に関して増加する場合として次のように表される。

$$\frac{\partial C_{ij}(Y_{ij},y_{ij})}{\partial Y_{ij}}>0 \tag{29}$$

(5) 代表地主

(a) 分配スキーム

RSF の賃貸料の分配は，次のように定義する.

Ⅰ. RSF の賃貸収入を全世帯で均一に配分する.
(National Uniform Dividend Scheme)

$$\sum_{s\in\mathbf{N}^C}\eta^sZ^s-n^T\omega^T=0 \tag{30.a}$$

Ⅱ. RSF の賃貸収入を各都市の世帯で均一に配分する. (Regional Uniform Dividend Scheme)

$$\eta^sZ^s-n^s\omega^s=0 \tag{30.b}$$

(b) 分配収入への影響

Ⅰ. $$\sum_{s\in\mathbf{N}^C}Z^sd\eta^s-n^Td\omega^T=0 \tag{31.a}$$

Ⅱ. $$Z^sd\eta^s-\omega^sdn^s-n^sd\omega^s=0 \tag{31.b}$$

(6) 都市政府

(a) 財政のバランス

都市政府は世帯から一括税を徴収し，その税収を港湾整備への補助金として港湾企業へ譲渡する. この関係は次のように表現できる.

$$n^s\tau^s-T^s(=T_i)=0 \qquad for\ all\quad s\in\mathbf{N}^C \tag{31}$$

(b) 財政への影響

$$\tau^sdn^s+n^sd\tau^s-dT^s=0 \tag{33}$$

4. 市場均衡

(1) M財市場

(a) 市場均衡状態

市場均衡条件は，それぞれ次のような相補性問題として表現できる．

すべての製造業が都市において区別される場合

$$\begin{cases} \{\psi^r - p^{rs}(1-\frac{1}{\sigma_M^{rs}})\}\cdot\chi^{rs}=0 \\ \psi^r - p^{rs}(1-\frac{1}{\sigma_M^{rs}}) \ge 0 \\ \chi^{rs}\ge 0 \qquad \textit{for all} \quad (r,s)\in\mathbf{OD} \end{cases} \tag{34.a}$$

都市 r における製造業が区別できない場合

$$\begin{cases} (m^r Q^r - \sum_{s\in\mathbf{N^C}} n^s\chi^{rs})\cdot p^r = 0 \\ m^r Q^r - \sum_{s\in\mathbf{N^C}} n^s\chi^{rs}\ge 0 \\ p^r \ge 0 \qquad \textit{for all} \quad (r,s)\in\mathbf{OD} \end{cases} \tag{34.b}$$

(b) M財市場への影響

$$dQ^{rs} = d(n^s\chi^{rs}) \tag{35}$$

(c) 企業の参入

M 財市場が Contestable であるときは，企業の利潤が 0 になるまで企業の自由参入が生じ，また，Sunk cost がゼロであるため退出も自由である．このとき，次のような相補性問題として表現できる．

$$\begin{cases} -\pi_M^r m^r = 0 \\ -\pi_M^r \ge 0 \\ m^r \ge 0 \qquad \textit{for all} \quad r\in\mathbf{N^C} \end{cases} \tag{36}$$

(2) RSF 市場

(a) 市場均衡状態

$$\begin{cases} (Z^s - n^s z^s)\cdot\eta^s = 0 \\ Z^s - n^s z^s \ge 0 \\ \eta^s \ge 0 \qquad \textit{for all} \quad s\in\mathbf{N^C} \end{cases} \tag{37}$$

ここで，

Z^s ：都市 s での RSF の総量

(b) RSF 市場への影響

$$z^s dn^s + n^s dz^s = 0 \tag{38}$$

(3) 労働市場

それぞれの都市で労働市場が存在し，投入財として製造業と港湾企業の労働需要があり，居住する世帯は労働時間を供給する．

(a) 市場均衡状態

$$\begin{cases} (n^s - m^s l_M^s - l_P^s)\cdot w^s = 0 \\ n^s - m^s l_M^s - l_P^s \ge 0 \\ w^s \ge 0 \qquad \textit{for all} \quad s\in\mathbf{N^C} \end{cases} \tag{39}$$

ここで，ホテリングの補題より

$l_M^s = \frac{\partial c_M^s}{\partial w^s}$ ：都市 s での製造業の労働需要量

$l_P^s = \frac{\partial c_P^s}{\partial w^s} = l_{Pi} = \frac{\partial c_{Pi}}{\partial w^s}\ (i=s)$ ：都市 s での港湾企業の労働需要量

(b) 労働市場への影響

$$dn^s = l_M^s dm^s + m^s dl_M^s + dl_P^s \tag{40}$$

(4) 交通サービス・港湾サービス市場

(a) 市場均衡状態

交通サービス市場

$$\begin{cases} (Ky_h - \sum_{r\in\mathbf{N^C}}\sum_{s\in\mathbf{N^C}}\alpha^r x_h^{rs})\cdot q_h = 0 \\ Ky_h - \sum_{r\in\mathbf{N^C}}\sum_{s\in\mathbf{N^C}}\alpha^r x_h^{rs} \ge 0 \\ q_h \ge 0 \qquad \textit{for all} \quad h\in\mathbf{P}^{rs} \end{cases} \tag{41}$$

港湾サービス市場

$$\begin{cases} (Y_i - \sum_{i\in\mathbf{N^a}}\varepsilon_{i,h}Ky_h)\cdot g_i = 0 \\ Y_i - \sum_{i\in\mathbf{N^a}}\varepsilon_{i,h}Ky_h \ge 0 \\ g_i \ge 0 \qquad \textit{for all} \quad i\in\mathbf{N^P} \end{cases} \tag{42}$$

(b) 交通サービス・港湾サービス市場への影響

交通サービス市場

$$dY_h(=y_h dK + K dy_h) = \sum_{r\in\mathbf{N^C}}\sum_{s\in\mathbf{N^C}}\alpha^r dx_h^{rs} \tag{43}$$

港湾サービス市場

$$dY_i = \sum_{i\in\mathbf{N^a}}\varepsilon_{i,h}dY_h(=\sum_{i\in\mathbf{N^a}}\varepsilon_{i,h}y_h dK + K dy_h) \tag{44}$$

(c) 企業の参入

交通サービス市場が Contestable であるときは，企業の利潤が 0 になるまで企業の自由参入が生じ，また，Sunk cost がゼロであるため退出も自由である．このとき，次のような相補性問題として表現できる．

$$\begin{cases} -\pi_T K = 0 \\ -\pi_T \ge 0 \\ K \ge 0 \end{cases} \tag{45}$$

5. 便益帰着構成表

(1) 表の作成と考察の視点

既に 3. で主体別に示した帰着便益を主体相互間の関係に留意しながら，港湾整備による便益帰着構成表[11]としてまとめる（ここで港湾整備とは，港湾の性能を表す A_i が変化する場合を想定している）．その際には，ある主体の便益が他の主体の便益と相殺し合うという性質，すなわち，Cancel-Out 特性が重要になる．規模の経済性が存在している場合には，Second Best の経済状態が実現し，全ての市場で限界費用価格設定が行われている First Best の状態とは Cancel-Out の成立状況が大きく異なる．この点に留意して，まずは Second Best 下の便益帰着構成表を**表－1** に示し，次に First Best 下のそれを**表－2** として示し，限界費用価格設定の導入によって成立する Cancel-Out の数が増えて，便益帰着構成表が単純化されていくことを示す．

(2) 市場内キャンセルアウト

市場における貨幣的トランスファーについては，需要サイドにおける支払額の変化と供給サイドにおける収入の変化がキャンセルされる．これを市場内キャンセルアウト（Intra-Market Cancel Out）と呼ぶ．

表－1	BC3・BC10・BC12	Full-IMCO
	BC6・BC8	Partial-IMCO

ここで，Full-IMCO は表の行方向で行内の項を合計すると総和がゼロとなり完全に相殺される場合，Partial-IMCO は行内の一部の項が相殺しあうが相殺されない項もあり，総和がゼロにならない場合を表している．

BC3：港湾企業の収入変化／交通企業の支出変化

$$\sum_{i\in N^n} Y_i dg_i + \sum_{i\in N^n} g_i dY_i - K\sum_{h\in P^{rs}}\sum_{i\in N^n}\varepsilon_{i,h} g_i dy_h - K\sum_{h\in P^{rs}}\sum_{i\in N^n}\varepsilon_{i,h} y_h dg_i = 0 \tag{46.a}$$

BC10：世帯の支出変化／RSF の賃貸料変化

$$-\sum_{s\in N^C} n^s z^s d\eta^s + \sum_{s\in N^C} Z^s d\eta^s = 0 \tag{46.b}$$

BC12：労働費用変化／労働者の収入変化

$$-\sum_{i\in N^P}\frac{\partial C_{Pi}}{\partial w^i}dw^i - \sum_{r\in N^C} m^r \frac{\partial C_M^r}{\partial w^r}dw^r + \sum_{s\in N^C} n^s dw^s = 0 \tag{46.c}$$

BC6：交通企業の収入変化／世帯の支出変化

$$K\sum_{h\in P^{rs}} y_h dq_h - \sum_{s\in N^C}\sum_{r\in N^C} n^s m^r \chi^{rs} d\lambda^{rs} = 0 \tag{46.d}$$

BC8：世帯の支出変化／製造業の収入変化

$$-\sum_{s\in N^C}\sum_{r\in N^C} n^s m^r \chi^{rs} dp^{rs} + \sum_{r\in N^C} m^r \sum_{s\in N^C} n^s \chi^{rs} dp^{rs} = 0 \tag{46.e}$$

競争市場において限界費用価格形成や後に示すような主体的キャンセルアウトが保たれる場合，Partial-IMCO は Full-IMCO になる．

(3) 制度上のキャンセルアウト

徴税や補助金を含んだ財政システム，または分配スキームにおける貨幣的トランスファーについては，それぞれの定義によりキャンセルされる．これを制度上のキャンセルアウト（Institutional Cancel Out）と呼ぶ．

表－1	BC15	Full-ICO
	BC13・BC14	Partial-ICO

ここで，Full-ICO は表の行方向で行内の項を合計すると総和がゼロとなり完全に相殺される場合，Partial-ICO は行内の一部の項が相殺しあうが相殺されない項もあり，総和がゼロにならない場合を表している．

BC15：補助金収入変化／補助金支出変化

$$\sum_{i\in N^n} dT_i - \sum_{s\in N^C} dT^s = 0 \tag{47.a}$$

BC13：RSF の分配収入変化／RSF の分配金変化

$$\sum_{s\in N^C} n^s d\omega^s - \sum_{s\in N^C} n^s d\omega^s = 0 \tag{47.b}$$

BC14：税支出変化／税収変化

$$-\sum_{s\in N^C} n^s d\tau^s + \sum_{s\in N^C} n^s d\tau^s = 0 \tag{47.c}$$

分配スキームが National Uniform Dividend Scheme の場合，BC13 は Full-ICO になる．これは，以下のような理由による．

$$\sum_{s\in N^C}\omega^s dn^s = \sum_{s\in N^C}\omega^T dn^s = \omega^T \sum_{s\in N^C} dn^s = \omega^T dn^T = 0 \tag{48}$$

一括税が全ての都市において一定である場合，BC14 は Full-ICO になる．これは，以下のような理由による．

$$\sum_{s\in N^C}\tau^s dn^s = \sum_{s\in N^C}\tau^T dn^s = \tau^T \sum_{s\in N^C} dn^s = \tau^T dn^T = 0 \tag{49}$$

(4) 主体的キャンセルアウト

限界費用価格形成の場合は，収入の変化と生産費用の変化がキャンセルされる．これを主体的キャンセルアウト（Subjective Cancel Out）と呼ぶ．

表－1 において，交通サービス価格が変化せず供給量だけが変化した場合，交通企業の収入変化｛交通企業，BC6｝は，交通サービスの生産費用変化｛交通企業，BC5｝と｛交通企業，BC3｝の第１項とでキャンセルされる．

$$K\sum_{h\in \mathrm{P}^{rs}} q_h dy_h - K\sum_{h\in \mathrm{P}^{rs}}\sum_{(i,j)\in \mathrm{N}^{\mathrm{L}}} \delta_{ij,h}\frac{\partial C_{ij}}{\partial y_{ij}} dy_h$$

$$-K\sum_{h\in \mathrm{P}^{rs}}\sum_{h'(\neq h)\in \mathrm{P}^{rs}}\sum_{(i,j)\in \mathrm{N}^{\mathrm{L}}} \delta_{ij,h'}\frac{\partial C_{ij}}{\partial y_{ij}}\delta_{i'j',h} dy_h - K\sum_{h\in \mathrm{P}^{rs}}\sum_{i\in \mathrm{N}^{\mathrm{P}}}\varepsilon_{i,h} g_i dy_h = 0 \tag{50}$$

したがってこの場合 BC5 の項目は削除される．また，BC6 は Full-IMCO，BC3 は Partial-IMCO になる．

製造業が限界費用価格形成の場合は，製造業においても主体的キャンセルアウトが成立する．またその場合，BC8 において Partial-IMCO は Full-IMCO になる．また港湾企業が限界費用価格形成の場合は，港湾企業においても主体的キャンセルアウトが成立する．またその場合，BC3 は Full-IMCO になる．

交通企業が交通サービス生産の限界費用と混雑による限界費用を合わせた社会的限界費用に等しい価格形成であれば，BC7 の項目は削除される．

以上の Cancel-Out 特性が全て Full-Cancel-Out として成立する場合，**表－1** の Second Best 下の便益帰着構成表は，**表－2** の First Best 下の便益帰着構成表に書き換えられる．**表－2** のように First Best 下では，社会的純便益は，港湾の改善のための建設投資とそれによる港湾サービスの生産費用節約額から求められることになり，便益計測は非常に簡略化される．逆にこのように単純な費用便益ルールを採用すると，実際には限界費用価格原理を阻害している多くの条件に起因して発生している様々な便益の発生を無視しているとも言える．First Best 下を想定した費用便益ルールが，どの程度 Second Best 下のそれの代用として妥当であるか実証分析による確認が是非とも必要である．

6. おわりに

本稿では，ハブ港湾整備を念頭に置いて，交通ネットワークにおける規模の経済性を明示的に考慮した空間経済システムのモデリングを行い，さらに，整備効果を経済主体別に整理した便益帰着構成表を作成した．本モデルは，従来の空間経済モデルと同様の枠組みであるが，港湾企業および都市間の財の輸送を行う交通企業に規模の経済性が存在することを考慮している．また，交通サービス市場および財市場では企業が自由に参入・退出ができるものとし，企業数が内生的に決定される点も特徴の一つである．また，規模の経済性が存在し Second Best の経済状態が実現している場合と，全ての市場で限界費用価格設定が行われている First Best の経済状態が実現している場合とでは，便益の帰着構造や社会的純便益が異なることを明らかにした．

筆者らは，本モデルの一部を取り出して既に交通ネットワーク均衡の部分だけに焦点を当てた数値シミュレーションを行い，ハブ港湾整備に伴う厚生変化の分析を行っている．そこでは，ハブ港湾整備の便益が交通企業に対する参入規制に支配されていることを明らかにしている[12]．本稿で示した限界費用価格形成の重要性と併せて考えれば，社会資本整備の便益が参入や料金の規制，すなわち，産業規制に大きく支配されることが示されたと言える．従って，社会資本整備の費用便益分析に際しては，それらを明示して分析を行わなければならない．今後は，そのような分析の適用例を蓄積し，さらに，本モデルを実データで適用できるように修正した上で便益計測に適用していきたい．

参考文献

1) Krugman, P. : Increasing Returns, Monopolistic Competition, and International Trade, Journal of International Economics 9, pp.469-479, 1979.
2) Krugman, P. : Scale economies, Product Differentiation, and the Pattern of Trade, American Economic Review 70, pp.950-959, 1980.
3) Krugman, P. : Geography and Trade, Cambridge, MA, MIT Press, 1991.
4) Arthur, B. : Increasing Returns and Path Dependence in the Economy, The University of Michigan Press, 1993.

5) 例えば　奥野正寛，篠原総一，金本良嗣編：交通政策の経済学，日本経済新聞社，1989.
6) 岡本直久，佐藤孝夫:コンテナ港湾整備の経済効果，港湾，1998, pp.40-45
7) 例えば　森杉壽芳：プロジェクト評価に関する最近の話題，土木計画学研究論文集，No7, pp1-33，1989.
8) 西村和雄：経済数学早わかり，日本評論社，1982.
9) 例えば　宮城俊彦：交通行動モデル：理論と計算法，土木計画学研究論文集，No2, pp13-28，1985.
10) 赤松隆，半田正樹：変分不等式アプローチによる多地域一般均衡モデルの構築と解析，土木計画学研究・講演集 20(2)，pp.367-370，1997.
11) 森杉壽芳編著：社会資本整備の便益評価，勁草書房，1997.11.
12) Ueda, T., Morisugi, H., Komori, T. and Miyagi, T. : Impact Analysis of Improving Transport Network with Increasing Return - In the case of Hub Port Improvement -, Presented at International workshop on " Infrastructure as a complex system " , Kyoto , 1997.10.

規模の経済性を持つ交通ネットワークの便益帰着分析

小森俊文，上田孝行，宮城俊彦，森杉壽芳

交通ネットワークは規模の経済性を有する典型的なシステムの一つであり，それが参入や料金水準の規制を行うことの根拠となっている．また，今日ではハブ港湾・空港の整備が地域間競争の観点から関心を呼んでおり，それらの成立可能性や地域開発効果の特性については，ネットワークにおける規模の経済性を明示したモデルによる分析が不可欠である．

そこで本研究では，以上の問題意識のもとに規模の経済性を持つ交通ネットワークを考慮した空間経済システムのモデリングを行った．さらに，整備効果を経済主体別に整理した便益帰着構成表を作成して，規模の経済性による Second Best 下での帰着便益と，限界費用価格形成により実現される First Best 下での帰着便益の特性を示した．

Benefit Incidence Analysis of the Improvement of Transport Network with Increasing Returns

By Toshifumi KOMORI, Takayuki UEDA, Toshihiko MIYAGI, Hisayoshi MORISUGI

Transport network is one of the most well-known system which has the property of increasing returns to scale. This leads in practice to regulations of market entry or of pricing. On the other hand, recently development of a Hub Port or Hub Airport has got to be great concern in many countries. The emergence of a Hub should be analyzed by the model which has the property of transport network with increasing returns.

In this paper we build the spatial economic model which has the property of transport network with increasing returns. We develop benefit incidence tables for transport improvement so that we can compare benefit incidence between Second Best Economy due to increasing returns and First Best Economy due to marginal cost pricing.

表－1　Second Best 下での便益帰着構成表

		港湾企業	交通企業	世帯	代表地主	製造業	都市政府	合計
BC1	港湾整備への投資	$-\sum_{i\in N^P} dI_i$						$-\sum_{i\in N^P} dI_i$
BC2	港湾整備に伴う港湾サービス生産費用減少分	$-\sum_{i\in N^P}\frac{\partial C_{Pi}}{\partial A_i}dA_i$						$-\sum_{i\in N^P}\frac{\partial C_{Pi}}{\partial A_i}dA_i$
BC3	港湾企業の収入変化／交通企業の支出変化	$\sum_{i\in N^P} Y_i dg_i + \sum_{i\in N^P} g_i dY_i$	$-K\sum_{h\in P}\sum_{i\in N^P}\varepsilon_{i,h} g_i dy_h - K\sum_{h\in P}\sum_{i\in N^P}\varepsilon_{i,h} y_h dg_i$					0
BC4	港湾サービスの生産費用変化	$-\sum_{i\in N^P}\frac{\partial C_{Pi}}{\partial Y_i}dY_i$						$-\sum_{i\in N^P}\frac{\partial C_{Pi}}{\partial Y_i}dY_i$
BC5	交通サービスの生産費用変化		$-K\sum_{h\in P}\sum_{(i,j)\in N^L}\delta_{ij,h}\frac{\partial C_{ij}}{\partial y_{ij}}dy_h$ $-K\sum_{h\in P}\sum_{h'(\neq h)\in P}\sum_{(i,j)\in N^L}\delta_{ij,h'}\frac{\partial C_{ij}}{\partial y_{ij}}\delta_{i'j',h}dy_h$					$-K\sum_{h\in P}\sum_{(i,j)\in N^L}\delta_{ij,h}\frac{\partial C_{ij}}{\partial y_{ij}}dy_h$ $-K\sum_{h\in P}\sum_{h'(\neq h)\in P}\sum_{(i,j)\in N^L}\delta_{ij,h'}\frac{\partial C_{ij}}{\partial y_{ij}}\delta_{i'j',h}dy_h$
BC6	交通企業の収入変化／世帯の支出変化		$K\sum_{h\in P} y_h dq_h + K\sum_{h\in P} q_h dy_h$	$-\sum_{s\in N^C}\sum_{r\in N^C} n^s m^r \chi^{rs} d\lambda^{rs}$				$K\sum_{h\in P} q_h dy_h$
BC7	交通サービスの生産費用変化（外部性）		$-\sum_{h\in P}\sum_{(i,j)\in N^L}\delta_{ij,h}\frac{\partial C_{ij}}{\partial Y_{ij}}dY_h$ $-\sum_{h\in P}\sum_{h'(\neq h)\in P}\sum_{(i,j)\in N^L}\delta_{ij,h'}\frac{\partial C_{ij}}{\partial Y_{ij}}\delta_{i'j',h}dY_h$					$-\sum_{h\in P}\sum_{(i,j)\in N^L}\delta_{ij,h}\frac{\partial C_{ij}}{\partial Y_{ij}}dY_h$ $-\sum_{h\in P}\sum_{h'(\neq h)\in P}\sum_{(i,j)\in N^L}\delta_{ij,h'}\frac{\partial C_{ij}}{\partial Y_{ij}}\delta_{i'j',h}dY_h$
BC8	製造業の収入変化／世帯の支出変化			$-\sum_{s\in N^C}\sum_{r\in N^C} n^s m^r \chi^{rs} dp^{rs}$		$\sum_{r\in N^C} m^r \sum_{s\in N^C} n^s \chi^{rs} dp^{rs}$ $+\sum_{r\in N^C} m^r \sum_{s\in N^C} p^{rs} d(n^s\chi^{rs})$		$\sum_{r\in N^C} m^r \sum_{s\in N^C} p^{rs} d(n^s\chi^{rs})$
BC9	M 財の生産費用変化					$-\sum_{r\in N^C} m^r \frac{\partial C_M^r}{\partial Q_M^r} dQ_M^r$		$-\sum_{r\in N^C} m^r \frac{\partial C_M^r}{\partial Q_M^r} dQ_M^r$
BC10	RSF の賃貸料変化／世帯の支出変化			$-\sum_{s\in N^C} n^s z^s d\eta^s$	$\sum_{s\in N^C} Z^s d\eta^s$			0
BC11	M 財の種類変化の便益			$-\sum_{s\in N^C} n^s \sum_{r\in N^C}(p^{rs}+\lambda^{rs})\chi^{rs} dm^r$ $+\sum_{s\in N^C}\{n^s\left(\frac{\partial e^s}{\partial V^s}\right)\sum_{r\in N^C}\frac{\partial U^s}{\partial m^r}dm^r\}$				$-\sum_{s\in N^C} n^s \sum_{r\in N^C}(p^{rs}+\lambda^{rs})\chi^{rs} dm^r$ $+\sum_{s\in N^C}\{n^s\left(\frac{\partial e^s}{\partial V^s}\right)\sum_{r\in N^C}\frac{\partial U^s}{\partial m^r}dm^r\}$
BC12	労働費用変化／労働者の収入変化	$-\sum_{i\in N^P}\frac{\partial C_{Pi}}{\partial w^i}dw^i$		$\sum_{s\in N^C} n^s dw^s$		$-\sum_{r\in N^C} m^r \frac{\partial C_M^r}{\partial w^r} dw^r$		0
BC13	RSF の分配金変化／分配収入変化			$\sum_{s\in N^C} n^s d\omega^s$	$-\sum_{s\in N^C} n^s d\omega^s - \sum_{s\in N^C}\omega^s dn^s$			$-\sum_{s\in N^C}\omega^s dn^s$
BC14	税支出変化／税収変化			$-\sum_{s\in N^C} n^s d\tau^s$			$\sum_{s\in N^C} n^s d\tau^s + \sum_{s\in N^C}\tau^s dn^s$	$\sum_{s\in N^C}\tau^s dn^s$
BC15	補助金収入変化／補助金支出変化	$\sum_{i\in N^P} dT_i$					$-\sum_{s\in N^C} dT^s$	0
合計		0	0	$\sum_{s\in N^C} n^s \frac{\partial e^s}{\partial V^s} dV^s$	0	0	0	SNB

表－2　First Best 下での便益帰着構成表

	港湾企業	交通企業	世帯	代表地主	製造業	都市政府	合計
BC1　港湾整備への投資	$-\sum_{i\in N^p} dI_i$						$-\sum_{i\in N^n} dI_i$
BC2　港湾整備に伴う港湾サービス生産費用減少分	$-\sum_{i\in N^n} \frac{\partial c_{Pi}}{\partial A_i} dA_i$						$-\sum_{i\in N^n} \frac{\partial c_{Pi}}{\partial A_i} dA_i$
BC3　港湾企業の収入変化／交通企業の支出変化	$\sum_{i\in N^P} Y_i dg_i$	$-K\sum_{h\in P}\sum_{i\in N^n} \varepsilon_{i,h} y_h dg_i$					0
BC6　交通企業の収入変化／世帯の支出変化		$K\sum_{h\in P} y_h dq_h$	$-\sum_{s\in N^C}\sum_{r\in N^C} n^s m^r \chi^{rs} d\lambda^{rs}$				0
BC8　製造業の収入変化／世帯の支出変化			$-\sum_{s\in N^C}\sum_{r\in N^C} n^s m^r \chi^{rs} dp^{rs}$		$\sum_{r\in N^C} m^r \sum_{s\in N^C} n^s \chi^{rs} dp^{rs}$		0
BC10　RSF の賃貸料変化／世帯の支出変化			$-\sum_{s\in N^C} n^s z^s d\eta^s$	$\sum_{s\in N^C} Z^s d\eta^s$			0
BC12　労働費用変化／労働者の収入変化	$-\sum_{i\in N^P} \frac{\partial c_{Pi}}{\partial w^i} dw^i$		$\sum_{s\in N^C} n^s dw^s$		$-\sum_{r\in N^C} m^r \frac{\partial c_M}{\partial w^r} dw^r$		0
BC13　RSF の分配金変化／分配収入変化			$\sum_{s\in N^C} n^s d\omega^s$	$-\sum_{s\in N^C} n^s d\omega^s$			0
BC14　税支出変化／税収変化			$-\sum_{s\in N^C} n^s d\tau^s$			$\sum_{s\in N^C} n^s d\tau^s$	0
BC15　補助金収入変化／補助金支出変化	$\sum_{i\in N^n} dT_i$					$-\sum_{s\in N^C} dT^s$	0
合計	0	0	$\sum_{s\in N^C} n^s \frac{\partial e^s}{\partial V^s} dV^s$	0	0	0	SNB