SCGEモデルによる 新東名高速道路整備の便益評価

武藤 慎一[1]・岸 昭雄[2]・森杉 壽芳[3]・河野 達仁[4]・上泉 俊雄[5]・青木 優[6]

[1]正会員 博(工) 山梨大学准教授 大学院医学工学総合研究部（〒400-0008 山梨県甲府市武田4-3-11）
E-mail: smutoh@yamanashi.ac.jp

[2]正会員 博(学術) 静岡県立大学講師 経営情報学部経営情報学科（〒422-8526 静岡市駿河区谷田52-1）

[3]正会員 工博 日本大学教授 総合科学研究所（〒102-8251 東京都千代田区五番町12-5）

[4]正会員 博(学術) 東北大学准教授 大学院情報科学研究科（〒980-8579 宮城県仙台市青葉区青葉6-3-9）

[5 6](財)日本総合研究所主任研究員 特別研究本部（〒102-0082 東京都千代田区一番町10-2
一番町Mビル）

2012年4月14日に新東名高速道路（御殿場JCT－三ヶ日JCT間）が開通した．最終的には2020年までに海老名南JCT－豊田東JCT間の全線が供用される予定である．新東名高速道路は，地域間の新たな輸送ネットワークとして，日本全国の産業，文化，社会経済活動の振興に大きく寄与することが期待されている．本研究では，新東名高速道路整備が産業の生産活動や家計の消費活動などの社会経済活動にもたらす影響，そしてその結果として生じる便益をSCGEモデルにより計測した．特に，新東名高速道路の大部分が通過することになる静岡県を詳細に区分し，当該各地にもたらされる経済効果を詳細に分析した．

Key Words : *Shin-Tomei expressway, benefit evaluation, SCGE model*

1. はじめに

2012年4月14日に新東名高速道路の御殿場JCT－三ヶ日JCT間，約162kmが開通した．最終的には2020年までに海老名南JCT～豊田東JCT間の全長254kmが供用される予定である．新東名高速道路は，地域間の新たな輸送ネットワークとして，日本全国の産業，文化，社会経済活動の振興に大きく寄与することが期待されている．

これまで道路整備等の社会資本整備に対しては，費用便益分析に基づく評価がなされてきた．新東名高速道路においても，国土交通省の費用便益分析マニュアル（改訂版）[1)]に基づき，中日本高速道路株式会社における事業評価委員会によって費用便益分析が実施されている[2)]．その結果と，2012年4月に開通した区間および全線を対象とした便益評価結果を示したものが表–1である．

しかし，費用便益分析マニュアルに基づく便益は，発生ベースのものであり，便益の帰着に関しては明らかとされていない．これに対し，筆者らは新東名高速道路のような大規模な交通施設の場合，当該施設整備が産業活動や家計の消費活動などへの影響を通じて，どの地域のどの主体に便益が帰着するのかを把握することが重要であることを指摘し，その場合に空間的応用一般均衡（SCGE：Spatial Computable General Equilibrium）モデルを利用することが有効であることを明らかにした．

表–1 費用便益分析マニュアルに基づく新東名高速道路の便益評価

	便益[億円]（基準年における現在価値）				費用[億円]（基準年における現在価値）			B/C
対象区間	走行時間短縮便益	走行経費減少便益	交通事故減少便益	合計	事業費	維持管理費	合計	
海老名南JCT～秦野	9,504	599	137	10,240	5,568	213	5,781	1.771
秦野～御殿場JCT	11,207	204	50	11,461	3,775	344	4,119	2.782
御殿場JCT～長泉沼津	11,100	558	66	11,724	2,555	167	2,722	4.307
長泉沼津～吉原JCT	23,214	784	122	24,120	9,544	568	10,112	2.385
吉原JCT～引佐JCT	40,162	2,301	220	42,683	16,911	1,259	18,170	2.349
引佐JCT～豊田東	13,503	-50	113	13,566	5,740	613	6,353	2.135
部分供用区間 (H24) 御殿場JCT～引佐JCT	74,476	3,643	408	78,527	29,010	1,994	31,004	2.533
全線供用 海老名南JCT～豊田東	108,690	4,396	708	113,794	44,093	3,164	47,257	2.408

※1)平成20年度 中日本高速道路株式会社 事業評価委員会資料（資料2）より作成.
2)ただし，秦野～御殿場JCT区間のみ，平成21年度 事業評価委員会資料（資料3-1）に基づく.

本研究では，「Barro型CES関数を用いたSCGEモデル」として筆者らが開発してきたSCGEモデルを用いて新東名高速道路の便益評価を行う．なお，従来の研究との違いは，まず最終的な新東名高速道路整備の完成年度が平成42年という将来期にわたる事業であることを鑑み，将来の経済状況を前提とした便益評価を行った点である．

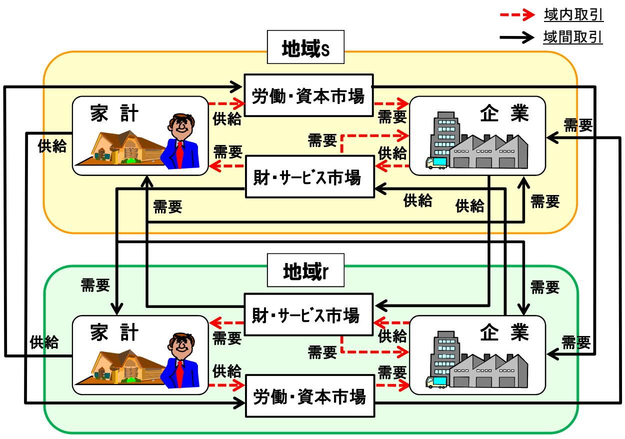

図-1　SCGEモデルの全体構成

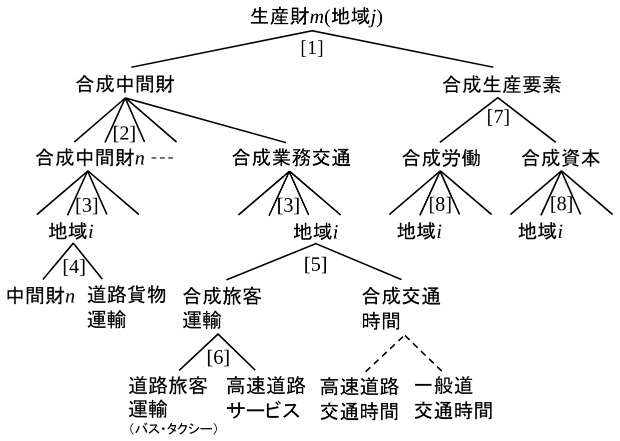

図-2　企業の行動モデル

また，これまで便益評価では家計および企業の便益評価のみが扱われてきたが，本研究ではそれ以外の政府，投資部門に対しても，その行動変化を介して発生する便益にも着目し，追加便益の評価も行った．そして，最終的には2012年に部分供用した区間の便益と，2020年に完成予定である全線の便益評価を行った．

2. SCGEモデルの構造

(1) 既存研究の整理

SCGEモデルは，元々地域間の道路整備が交易を活性化させることで生じるマクロ経済的な効果を計測することを目的に，CGEモデルを空間的に拡張することにより開発された（Bröcker[3]，宮城・本部[4]など）．本研究では，筆者らが「Barro型CES関数を用いたSCGEモデル」として開発してきたSCGEモデルを用いて，新東名高速道路整備の影響評価を行う．本SCGEモデルの特徴，開発経緯などは，武藤ら[5]，武藤，桐越[6]を参照されたい．

(2) SCGEモデルの概要

本SCGEモデルは，新東名高速道路の整備地域の中心が静岡県となることから，静岡県を4地域に詳細分割した，①北海道・東北，②静岡県を除く関東，③静岡伊豆，④静岡東部，⑤静岡中部，⑥静岡西部，⑦中部，⑧近畿，⑨西日本の9地域からなる社会経済を対象とする．各地域には，企業（ここでは23の産業部門を想定），家計，政府，公的投資部門，民間投資部門が存在し，基本的には企業は家計が提供する生産要素（労働，資本）を投入して財，サービスを生産し，それを家計，政府，各投資部門が消費するという経済活動が営まれているとする（図-1）．なお，この財，サービスは，他地域の企業からも交易を通じて消費できる．それに加え本SCGEモデルは，生産要素の地域間でのやりとりも考慮することとした．これにより，設備機械を（資本金という形で）他地域に貸し出しそのレントを獲得する行動や，域外への労働供給もここでは表現できることになる．日本以外の地域については海外部門を考慮し，海外部門とは輸出入により経済取引を行っているとする．

(3) 企業の行動モデル

企業の行動モデルは，標準的なCGEモデルと同様，階層的にモデル化する．図-2には地域jにて財mを生産する企業行動モデルの階層構造を示した．

[1]では合成中間財と合成生産要素を投入して生産財mを生産し，[2]では財別の合成中間財nを投入して[1]の合成中間財を生産する．なお，合成生産要素投入に対し，間接税が税率τ_m^jで賦課され，また，財nには旅客運輸すなわち合成業務交通が含まれているとする．続いて，[3]では合成中間財nの地域別投入量を決定し，さらに本SCGEモデルではその中間財の投入には貨物運輸（ここでは道路貨物運輸のみ対象）の投入が必要であるとした（図-2 [4]）．一方，合成業務交通は，地域別投入量の決定，すなわち業務トリップの目的地選択を行った後，[5]にて合成旅客運輸と合成交通時間の投入量を決定し，[6]にて合成旅客運輸に対し，道路旅客運輸と高速道路サービスの投入量を決定する．さらに，合成交通の所要時間を導出するために，高速道路と一般道の選択モデルを考慮することとした．

続いて，合成生産要素に関しては，[8]で合成労働と合成資本を投入して合成生産要素を生産し，[9]で合成労働，合成資本について，それぞれ地域i別投入量を決定する．

以上の企業の行動モデルをBarro型CES関数に基づく生産技術制約下で費用を最小化するように行動するものとして定式化する．各段階の行動モデルは以下のとおりである．

[1] 合成中間財 z_m^j と合成生産要素 cf_m^j の投入

1) 費用最小化問題

$$p_m^j y_m^j = \min_{z_m^j, cf_m^j} \left[q_m^j z_m^j + \left\{1+\tau_m^j\right\} pf_m^j cf_m^j \right] \tag{1a}$$

$$\text{s.t.} y_m^j = \gamma_{Zm}^j \left[\alpha_m^j \left\{\beta_m^j z_m^j\right\}^{\frac{\sigma_{Zm}^j - 1}{\sigma_{Zm}^j}} + \left(1-\alpha_m^j\right)\left\{\left(1-\beta_m^j\right) cf_m^j\right\}^{\frac{\sigma_{Zm}^j - 1}{\sigma_{Zm}^j}} \right]^{\frac{\sigma_{Zm}^j}{\sigma_{Zm}^j - 1}} \tag{1b}$$

2) 需要関数

$$z_m^j = \frac{1}{\gamma_{Zm}^j \left(\beta_m^j\right)^{1-\sigma_{Zm}^j}} \left(\frac{\alpha_m^j}{q_m^j}\right)^{\sigma_{Zm}^j} \Psi_{Zm}^{j\ \frac{\sigma_{Zm}^j}{1-\sigma_{Zm}^j}} y_m^j \tag{2a}$$

$$cf_m^j = \frac{1}{\gamma_{Zm}^j \left(1-\beta_m^j\right)^{1-\sigma_{Zm}^j}} \left(\frac{1-\alpha_m^j}{\left\{1+\tau_m^j\right\} pf_m^j}\right)^{\sigma_{Zm}^j} \Psi_{Zm}^{j\ \frac{\sigma_{Zm}^j}{1-\sigma_{Zm}^j}} y_m^j \tag{2b}$$

ただし,

$$\Psi_{Zm}^j = \left(\alpha_m^j\right)^{\sigma_{Zm}^j} \left(\frac{q_m^j}{\beta_m^j}\right)^{1-\sigma_{Zm}^j} + \left(1-\alpha_m^j\right)^{\sigma_{Zm}^j} \left(\frac{\left\{1+\tau_m^j\right\} pf_m^j}{1-\beta_m^j}\right)^{1-\sigma_{Zm}^j}.$$

3) 財価格

$$p_m^j = \frac{1}{\gamma_{Zm}^j} \Psi_{Zm}^{j\ \frac{1}{1-\sigma_{Zm}^j}} \tag{3}$$

ただし, z_m^j, cf_m^j ：地域*j*の企業*m*が投入する合成中間財投入量および合成生産要素投入量, q_m^j, pf_m^j ：それぞれ z_m^j, cf_m^j の価格, τ_m^j ：間接税率（固定）, $\alpha_m^j, \beta_m^j, \gamma_{Zm}^j$ ：パラメータ, σ_{Zm}^j ：代替弾力性パラメータ, y_m^j ：財*m*の生産量, p_m^j ：地域*j*の*m*財価格.

[2] 財別の合成中間財*n* z_{nm}^j の投入

1) 費用最小化問題

$$q_m^j z_m^j = \min_{z_{nm}^j} \sum_n q_{nm}^j z_{nm}^j \tag{4a}$$

$$\text{s.t. } z_m^j = \gamma_m^j \left[\sum_n \alpha_{nm}^j \left\{\beta_{nm}^j z_{nm}^j\right\}^{\frac{\sigma_m^j - 1}{\sigma_m^j}} \right]^{\frac{\sigma_m^j}{\sigma_m^j - 1}} \tag{4b}$$

2) 需要関数

$$z_{nm}^j = \frac{1}{\gamma_m^j \left(\beta_{nm}^j\right)^{1-\sigma_m^j}} \left(\frac{\alpha_{nm}^j}{q_{nm}^j}\right)^{\sigma_m^j} \Psi_m^{j\ \frac{\sigma_m^j}{1-\sigma_m^j}} z_m^j \tag{5}$$

ただし, $\Psi_m^j = \sum_n \left(\alpha_{nm}^j\right)^{\sigma_m^j} \left(\frac{q_{nm}^j}{\beta_{nm}^j}\right)^{1-\sigma_m^j}$.

3) 財価格

$$q_m^j = \frac{1}{\gamma_m^j} \Psi_m^{j\ \frac{1}{1-\sigma_m^j}} \tag{6}$$

ただし, z_{nm}^j ：地域*j*の企業*m*が投入する合成中間財*n*投入量, q_{nm}^j ： z_{nm}^j の価格, $\alpha_{nm}^j, \beta_{nm}^j, \gamma_m^j$ ：パラメータ（$0 \le \alpha_{nm}^j \le 1, 0 \le \beta_{nm}^j \le 1$）, σ_m^j ：代替弾力性パラメータ, z_m^j, q_m^j ：合成中間財の投入量（[1]にて導出）とその価格.

[3] 合成中間財*n*の地域*i*別投入量 z_{nm}^{ij} の決定

1) 費用最小化問題

$$q_{nm}^j z_{nm}^j = \min_{z_{nm}^{ij}} \sum_i q_{nm}^{ij} z_{nm}^{ij} \tag{7a}$$

$$\text{s.t. } z_{nm}^j = \gamma_{nm}^j \left[\sum_i \alpha_{nm}^{ij} \left\{\beta_{nm}^{ij} z_{nm}^{ij}\right\}^{\frac{\sigma_{nm}^j - 1}{\sigma_{nm}^j}} \right]^{\frac{\sigma_{nm}^j}{\sigma_{nm}^j - 1}} \tag{7b}$$

2) 需要関数

$$z_{nm}^{ij} = \frac{1}{\gamma_{nm}^j \left(\beta_{nm}^{ij}\right)^{1-\sigma_{nm}^j}} \left(\frac{\alpha_{nm}^{ij}}{q_{nm}^{ij}}\right)^{\sigma_{nm}^j} \Psi_{nm}^{j\ \frac{\sigma_{nm}^j}{1-\sigma_{nm}^j}} z_{nm}^j \tag{8}$$

ただし, $\Psi_{nm}^j = \sum_i \left(\alpha_{nm}^{ij}\right)^{\sigma_{nm}^j} \left(\frac{q_{nm}^{ij}}{\beta_{nm}^{ij}}\right)^{1-\sigma_{nm}^j}$.

3) 財価格

$$q_{nm}^j = \frac{1}{\gamma_{nm}^j} \Psi_{nm}^{j\ \frac{1}{1-\sigma_{nm}^j}} \tag{9}$$

ただし, z_{nm}^{ij} ：地域*j*の企業*m*が地域*i*から投入する合成中間財*n*の投入量, q_{nm}^{ij} ： z_{nm}^{ij} の価格, $\alpha_{nm}^{ij}, \beta_{nm}^{ij}, \gamma_{nm}^j$ ：パラメータ（$0 \le \alpha_{nm}^{ij} \le 1, 0 \le \beta_{nm}^{ij} \le 1$）, σ_{nm}^j ：代替弾力性パラメータ, z_{nm}^j, q_{nm}^j ：合成中間財*n*の投入量（[2]にて導出）とその価格.

[4] 中間財*n* x_{nm}^{ij} と道路貨物運輸 x_{Fm}^{ij} の投入

1) 費用最小化問題

$$q_{nm}^{ij} z_{nm}^{ij} = \min_{x_{nm}^{ij}, x_{Fm}^{ij}} \left[p_n^i x_{nm}^{ij} + p_F^i x_{Fm}^{ij} \right] \tag{10a}$$

$$\text{s.t. } z_{nm}^{ij} = \gamma_{nm}^{ij} \left[\left(1-\alpha_{Fm}^{ij}\right)\left\{\left(1-\beta_{Fm}^{ij}\right) x_{nm}^{ij}\right\}^{\frac{\sigma_{nm}^{ij}-1}{\sigma_{nm}^{ij}}} + \alpha_{Fm}^{ij} \left\{\beta_{Fm}^{ij} x_{Fm}^{ij}\right\}^{\frac{\sigma_{nm}^{ij}-1}{\sigma_{nm}^{ij}}} \right]^{\frac{\sigma_{nm}^{ij}}{\sigma_{nm}^{ij}-1}} \tag{10b}$$

2) 需要関数

$$x_{nm}^{ij} = \frac{1}{\gamma_{nm}^{ij} \left(1-\beta_{Fm}^{ij}\right)^{1-\sigma_{nm}^{ij}}} \left(\frac{1-\alpha_{Fm}^{ij}}{p_n^i}\right)^{\sigma_{nm}^{ij}} \Psi_{Fm}^{ij\ \frac{\sigma_{nm}^{ij}}{1-\sigma_{nm}^{ij}}} z_{nm}^{ij} \tag{11a}$$

$$x_{Fm}^{ij} = \frac{1}{\gamma_{nm}^{ij} \left(\beta_{Fm}^{ij}\right)^{1-\sigma_{nm}^{ij}}} \left(\frac{\alpha_{Fm}^{ij}}{p_F^i}\right)^{\sigma_{nm}^{ij}} \Psi_{Fm}^{ij\ \frac{\sigma_{nm}^{ij}}{1-\sigma_{nm}^{ij}}} z_{nm}^{ij} \tag{11b}$$

ただし,

$$\Psi_{Fm}^{ij} = \left(1-\alpha_{Fm}^{ij}\right)^{\sigma_{nm}^{ij}} \left(\frac{p_n^i}{1-\beta_{Fm}^{ij}}\right)^{1-\sigma_{nm}^{ij}} + \left(\alpha_{Fm}^{ij}\right)^{\sigma_{nm}^{ij}} \left(\frac{q_{Fm}^{ij}}{\beta_{Fm}^{ij}}\right)^{1-\sigma_{nm}^{ij}}.$$

3) 財価格

$$q_{nm}^{ij} = \frac{1}{\gamma_{nm}^{ij}} \Psi_{Fm}^{ij\ \frac{1}{1-\sigma_{nm}^{ij}}} \tag{12}$$

ただし， x^{ij}_{nm}, x^{ij}_{Fm} ：地域jの企業mが地域iから投入する中間財n投入量および道路貨物運輸投入量， p^i_n, p^i_F ：それぞれ地域iのn財価格と道路貨物運輸価格， $\alpha^{ij}_{Fm}, \beta^{ij}_{Fm}, \gamma^{ij}_{nm}$ ：パラメータ， σ^{ij}_{nm} ：代替弾力性パラメータ， z^{ij}_{nm}, q^{ij}_{nm} ：合成中間財nの地域iからの投入量（[3]にて導出）とその価格.

続いて業務交通は，[1]から[3]までは上に示したものと同じであり，それ以降の定式化を以下に示す.

[5] 合成道路旅客運輸 z^{ij}_{PRm} と合成交通消費時間 l^{ij}_{Pm} の投入

1) 費用最小化問題

$$q^{ij}_{Pm} z^{ij}_{Pm} = \min_{z^{ij}_{PRm},\, l^{ij}_{Pm}} \left[q^{ij}_{PRm} z^{ij}_{PRm} + w^{ij}_{Pm} l^{ij}_{Pm} \right] \tag{13a}$$

$$\text{s.t. } z^{ij}_{Pm} = \gamma^{ij}_{Pm} \left[\alpha^{ij}_{PRm} \left\{ \beta^{ij}_{PRm} z^{ij}_{PRm} \right\}^{\frac{\sigma^{ij}_{Pm}-1}{\sigma^{ij}_{Pm}}} + \left(1-\alpha^{ij}_{PRm}\right) \left\{ \left(1-\beta^{ij}_{PRm}\right) l^{ij}_{Pm} \right\}^{\frac{\sigma^{ij}_{Pm}-1}{\sigma^{ij}_{Pm}}} \right]^{\frac{\sigma^{ij}_{Pm}}{\sigma^{ij}_{Pm}-1}} \tag{13b}$$

2) 需要関数

$$z^{ij}_{PRm} = \frac{1}{\gamma^{ij}_{Pm} \left(\beta^{ij}_{PRm}\right)^{1-\sigma^{ij}_{Pm}}} \left(\frac{\alpha^{ij}_{PRm}}{q^{ij}_{PRm}} \right)^{\sigma^{j}_{Pm}} \Psi^{ij\;\frac{\sigma^{j}_{Pm}}{1-\sigma^{j}_{Pm}}}_{Pm} z^{ij}_{Pm} \tag{14a}$$

$$l^{ij}_{Pm} = \frac{1}{\gamma^{ij}_{Pm} \left(1-\beta^{ij}_{PRm}\right)^{1-\sigma^{ij}_{Pm}}} \left(\frac{1-\alpha^{ij}_{PRm}}{w^{ij}_{Pm}} \right)^{\sigma^{j}_{Pm}} \Psi^{ij\;\frac{\sigma^{j}_{Pm}}{1-\sigma^{j}_{Pm}}}_{Pm} z^{ij}_{Pm} \tag{14b}$$

ただし，

$$\Psi^{ij}_{Pm} = \left(\alpha^{ij}_{PRm}\right)^{\sigma^{ij}_{Pm}} \left(\frac{q^{ij}_{PRm}}{\beta^{ij}_{PRm}} \right)^{1-\sigma^{ij}_{Pm}} + \left(1-\alpha^{ij}_{PRm}\right)^{\sigma^{ij}_{Pm}} \left(\frac{w^{ij}_{Pm}}{1-\beta^{ij}_{PRm}} \right)^{1-\sigma^{ij}_{Pm}}.$$

3) 財価格

$$q^{ij}_{Pm} = \frac{1}{\gamma^{ij}_{Pm}} \Psi^{ij\;\frac{1}{1-\sigma^{ij}_{Pm}}}_{Pm} \tag{15}$$

ただし， $z^{ij}_{PRm}, l^{ij}_{Pm}$ ：地域jの企業mが地域iから投入する合成道路旅客投入量および合成交通消費時間投入量， $q^{ij}_{PRm}, w^{ij}_{Pm}$ ： $z^{ij}_{PRm}, l^{ij}_{Pm}$ の価格， $\alpha^{ij}_{PRm}, \beta^{ij}_{PRm}, \gamma^{ij}_{Pm}$ ：パラメータ， σ^{ij}_{Pm} ：代替弾力性パラメータ， z^{ij}_{Pm}, q^{ij}_{Pm} ：合成旅客運輸投入量（[3]にて導出）とその価格.

[6] 道路旅客運輸 x^{ij}_{PRm} と高速道路サービス x^{ij}_{PHm} の投入

1) 費用最小化問題

$$q^{ij}_{PRm} z^{ij}_{PRm} = \min_{x^{ij}_{PRm},\, x^{ij}_{PHm}} \left[p^{i}_{PR} x^{ij}_{PRm} + p^{i}_{PH} x^{ij}_{PHm} \right] \tag{16a}$$

$$\text{s.t. } z^{ij}_{PRm} = \gamma^{ij}_{PRm} \left[\left(1-\alpha^{ij}_{PHm}\right) \left\{ \left(1-\beta^{ij}_{PHm}\right) x^{ij}_{PRm} \right\}^{\frac{\sigma^{ij}_{PRm}-1}{\sigma^{ij}_{PRm}}} + \alpha^{ij}_{PHm} \left\{ \beta^{ij}_{PHm} x^{ij}_{PHm} \right\}^{\frac{\sigma^{ij}_{PRm}-1}{\sigma^{ij}_{PRm}}} \right]^{\frac{\sigma^{ij}_{PRm}}{\sigma^{ij}_{PRm}-1}} \tag{16b}$$

2) 需要関数

$$x^{ij}_{PRm} = \frac{1}{\gamma^{ij}_{PRm} \left(1-\beta^{ij}_{PHm}\right)^{1-\sigma^{ij}_{PRm}}} \left(\frac{1-\alpha^{ij}_{PHm}}{p^{i}_{PR}} \right)^{\sigma^{j}_{PRm}} \Psi^{ij\;\frac{\sigma^{j}_{PRm}}{1-\sigma^{j}_{PRm}}}_{PRm} z^{ij}_{PRm} \tag{17a}$$

$$x^{ij}_{PHm} = \frac{1}{\gamma^{ij}_{PRm} \left(\beta^{ij}_{PHm}\right)^{1-\sigma^{ij}_{PRm}}} \left(\frac{\alpha^{ij}_{PHm}}{p^{i}_{PH}} \right)^{\sigma^{ij}_{PRm}} \Psi^{ij\;\frac{\sigma^{j}_{PRm}}{1-\sigma^{j}_{PRm}}}_{PRm} z^{ij}_{PRm} \tag{17b}$$

ただし，

$$\Psi^{ij}_{PRm} = \left(1-\alpha^{ij}_{PHm}\right)^{\sigma^{ij}_{PRm}} \left(\frac{p^{i}_{PR}}{1-\beta^{ij}_{PHm}} \right)^{1-\sigma^{ij}_{PRm}} + \left(\alpha^{ij}_{PHm}\right)^{\sigma^{ij}_{PRm}} \left(\frac{p^{i}_{PH}}{\beta^{ij}_{PHm}} \right)^{1-\sigma^{ij}_{PRm}}.$$

3) 財価格

$$q^{ij}_{PRm} = \frac{1}{\gamma^{ij}_{PRm}} \Psi^{ij\;\frac{1}{1-\sigma^{ij}_{PRm}}}_{PRm} \tag{18}$$

ただし， $x^{ij}_{PRm}, x^{ij}_{PHm}$ ：地域jの企業mが地域iから投入する道路旅客投入量および高速道路サービス投入量， p^{i}_{PR}, p^{i}_{PH} ：地域iの道路旅客運輸価格と高速道路サービス価格， $\alpha^{ij}_{PHm}, \beta^{ij}_{PHm}, \gamma^{ij}_{PRm}$ ：パラメータ， σ^{ij}_{PRm} ：代替弾力性パラメータ， $z^{ij}_{PRm}, q^{ij}_{PRm}$ ：合成道路旅客運輸投入量（[5]にて導出）とその価格.

次に[1]で求められた合成生産要素に対し，それ以降の定式化を以下に示す.

[7] 合成労働 l^{j}_{m} と合成資本 k^{j}_{m} の投入量

1) 費用最小化問題

$$pf^{j}_{m} cf^{j}_{m} = \min_{l^{j}_{m},\, k^{j}_{m}} \left[w^{j}_{m} l^{j}_{m} + r^{j}_{m} k^{j}_{m} \right] \tag{19a}$$

$$\text{s.t. } cf^{j}_{m} = \gamma^{j}_{Fm} \left[\alpha^{j}_{Lm} \left\{ \beta^{j}_{Lm} l^{j}_{m} \right\}^{\frac{\sigma^{j}_{Fm}-1}{\sigma^{j}_{Fm}}} + \left(1-\alpha^{j}_{Lm}\right) \left\{ \left(1-\beta^{j}_{Lm}\right) k^{j}_{m} \right\}^{\frac{\sigma^{j}_{Fm}-1}{\sigma^{j}_{Fm}}} \right]^{\frac{\sigma^{j}_{Fm}}{\sigma^{j}_{Fm}-1}} \tag{19b}$$

2) 需要関数

$$l^{j}_{m} = \frac{1}{\gamma^{j}_{Fm} \left(\beta^{j}_{Lm}\right)^{1-\sigma^{j}_{Fm}}} \left(\frac{\alpha^{j}_{Lm}}{w^{j}_{m}} \right)^{\sigma^{j}_{Fm}} \Psi^{j\;\frac{\sigma^{j}_{Fm}}{1-\sigma^{j}_{Fm}}}_{Fm} cf^{j}_{m} \tag{20a}$$

$$k^{j}_{m} = \frac{1}{\gamma^{j}_{Fm} \left(1-\beta^{j}_{Lm}\right)^{1-\sigma^{j}_{Fm}}} \left(\frac{1-\alpha^{j}_{Lm}}{r^{j}_{m}} \right)^{\sigma^{j}_{Fm}} \Psi^{j\;\frac{\sigma^{j}_{Fm}}{1-\sigma^{j}_{Fm}}}_{Fm} cf^{j}_{m} \tag{20b}$$

ただし，

$$\Psi^{j}_{Fm} = \left(\alpha^{j}_{Lm}\right)^{\sigma^{j}_{Fm}} \left(\frac{w^{j}_{m}}{\beta^{j}_{Lm}} \right)^{1-\sigma^{j}_{Fm}} + \left(1-\alpha^{j}_{Lm}\right)^{\sigma^{j}_{Fm}} \left(\frac{r^{j}_{m}}{1-\beta^{j}_{Lm}} \right)^{1-\sigma^{j}_{Fm}}.$$

3) 財価格

$$pf^{j}_{m} = \frac{1}{\gamma^{j}_{Fm}} \Psi^{j\;\frac{1}{1-\sigma^{j}_{Fm}}}_{Fm} \tag{21}$$

ただし，l_m^j, k_m^j ：地域jの企業mが投入する合成労働投入量および合成資本投入量，w_m^j, r_m^j ：合成労働賃金率および合成資本利子率，$\alpha_{Lm}^j, \beta_{Lm}^j, \gamma_{Fm}^j$ ：パラメータ，σ_{Fm}^j ：代替弾力性パラメータ，cf_m^j, pf_m^j ：合成生産要素投入量（[1]にて導出）とその価格.

[8] 生産要素（労働）の地域i別投入量

1) 費用最小化問題

$$w_m^j l_m^j = \min_{l_m^{ij}} \sum_i w^{ij} l_m^{ij} \tag{22a}$$

$$\text{s.t.}\ l_m^j = \gamma_{Lm}^j \left[\sum_i \alpha_{Lm}^{ij} \left\{ \beta_{Lm}^{ij} l_m^{ij} \right\}^{\frac{\sigma_{Lm}^{ij}-1}{\sigma_{Lm}^{ij}}} \right]^{\frac{\sigma_{Lm}^{ij}}{\sigma_{Lm}^{ij}-1}} \tag{22b}$$

2) 需要関数

$$l_m^{ij} = \frac{1}{\gamma_{Lm}^j \left(\beta_{Lm}^{ij}\right)^{1-\sigma_{Lm}^j}} \left(\frac{\alpha_{Lm}^{ij}}{w^{ij}} \right)^{\sigma_{Lm}^j} \Psi_{Lm}^{j\ \frac{\sigma_{Lm}^j}{1-\sigma_{Lm}^j}} l_m^j \tag{23}$$

ただし，$\Psi_{Lm}^j = \sum_i \left(\alpha_{Lm}^{ij}\right)^{\sigma_{Lm}^j} \left(\frac{w^{ij}}{\beta_{Lm}^{ij}} \right)^{1-\sigma_{Lm}^j}$.

3) 財価格

$$w_m^j = \frac{1}{\gamma_{Lm}^j} \Psi_{Lm}^{j\ \frac{1}{1-\sigma_{Lm}^j}} \tag{24}$$

ただし，l_m^{ij} ：地域jの企業mが地域iから投入する労働投入量，w^{ij} ：地域i-j間の労働市場で清算される賃金率，$\alpha_{Lm}^{ij}, \beta_{Lm}^{ij}, \gamma_{Lm}^j$ ：パラメータ（$0 \le \alpha_{Lm}^{ij} \le 1, 0 \le \beta_{Lm}^{ij} \le 1$），$\sigma_{Lm}^j$ ：代替弾力性パラメータ，l_m^j, w_m^j ：合成労働投入量（[5]にて導出）と合成労働賃金率.

合成資本の地域投入に関する定式化は，合成労働の地域投入と同様であるためここでは割愛する.

(4) 新東名高速道路整備の考慮

続いて，新東名高速道路整備の影響をどのようにSCGEモデル内で表現するかについて説明する.

まず，式(13b)の合成交通消費時間関数l_{Pm}^{ij}に対し，交通所要時間も影響を与えるとし，さらにそれは実際に投入される交通消費時間投入（これをここでは$\widetilde{l_{Pm}^{ij}}$とおく）と0次同次であるとする．0次同次とは，所要時間がλ倍になっても，実際の交通消費時間投入量$\widetilde{l_{Pm}^{ij}}$もλ倍となれば実質交通消費時間投入量l_{Pm}^{ij}は変化しないということであり，式(13b)の合成交通消費時間関数において以下が成立することになる.

$$l_{Pm}^{ij} = l_{Pm}^{ij}\left(t_P^{ij}, \widetilde{l_{Pm}^{ij}}\right) = l_{Pm}^{ij}\left(\lambda t_P^{ij}, \lambda \widetilde{l_{Pm}^{ij}}\right) \tag{25}$$

ここで，$\lambda = \frac{\overline{t_P^{ij}}^A}{t_P^{ij}}$ とおくと以下が得られる.

$$l_{Pm}^{ij} = l_{Pm}^{ij}\left(\overline{t_P^{ij}}^A, \frac{\overline{t_P^{ij}}^A}{t_P^{ij}} \widetilde{l_{Pm}^{ij}} \right) \tag{26}$$

ただし，$\overline{t_P^{ij}}^A$ ：整備なしの交通所要時間（常に固定であることを示すため"ー"を付けている）.

式(26)を式(13b)に代入し，改めて費用最小化問題を解いて，実際に投入された交通所要時間$\widetilde{l_{Pm}^{ij}}$ を求めると以下となる.

$$\widetilde{l_{Pm}^{ij}} = \frac{1}{\gamma_{Pm}^{ij} \left\{ \left(1-\beta_{PRm}^{ij}\right) E_P^{ij} \right\}^{1-\sigma_{Pm}^{ij}}} \left(\frac{1-\alpha_{PRm}^{ij}}{w_{Pm}^{ij}} \right)^{\sigma_{Pm}^{j}} \Psi_{Pm}^{ij\ \frac{\sigma_{Pm}^{j}}{1-\sigma_{Pm}^{j}}} z_{Pm}^{ij} \tag{14'b}$$

ただし，
$$\Psi_{Pm}^{ij} = \left(\alpha_{PRm}^{ij}\right)^{\sigma_{Pm}^{ij}} \left(\frac{q_{PRm}^{ij}}{\beta_{PRm}^{ij}} \right)^{1-\sigma_{Pm}^{ij}} + \left(1-\alpha_{PRm}^{ij}\right)^{\sigma_{Pm}^{ij}} \left(\frac{w_{Pm}^{ij}}{\left\{1-\beta_{PRm}^{ij}\right\} E_P^{ij}} \right)^{1-\sigma_{Pm}^{ij}},$$

$$E_P^{ij} \equiv \frac{\overline{t_P^{ij}}^A}{t_P^{ij}}.$$

以上のモデル化は，最適成長論などで労働投入を効率労働として扱うケースと理論フレームは同じと考えて良い.

(5) 運輸企業の行動モデル

運輸企業の行動モデルは，基本的には通常の企業の行動モデル（2. (3)にて定式化）と同様である．ただし，運輸サービスの生産は地域ごとの輸送に対して提供されるものとする．例えば，k地域の企業がj地域から中間財を投入する場合，j地域の運輸企業がk地域に輸送するという貨物サービスを投入する必要があると考えられ，運輸企業はその地域j-k間の貨物輸送サービスをそれぞれ提供するものとする．なお，その供給にあたり投入される中間財および生産要素等は通常の企業と同様とする.

以上より，運輸企業の行動モデルは，2. (3)の通常の企業の行動モデルにおける地域jの添字を輸送先kも考慮した地域j-kに置き換えれば，後は全く同じものとなる．そのため，ここで改めてその定式化を示すことは省略したい．ただし，新東名高速道路整備の効果を計測する際には，運輸企業の生産するサービスが輸送サービスであることを考慮し，2. (4)で示した合成業務交通消費時間の投入効率の向上に加え，生産要素の投入効率の向上も評価することとする．これは，運輸企業による輸送サービスの供給は，高速道路等の道路施設を利用することよってなされ，それと同時に労働およびトラックあるいはバス等の資本が投入される．したがって，新東名高速道路の整備によって輸送時間が短縮されれば単位輸送あたりの労働および資本の投入量も削減され，その投入効率

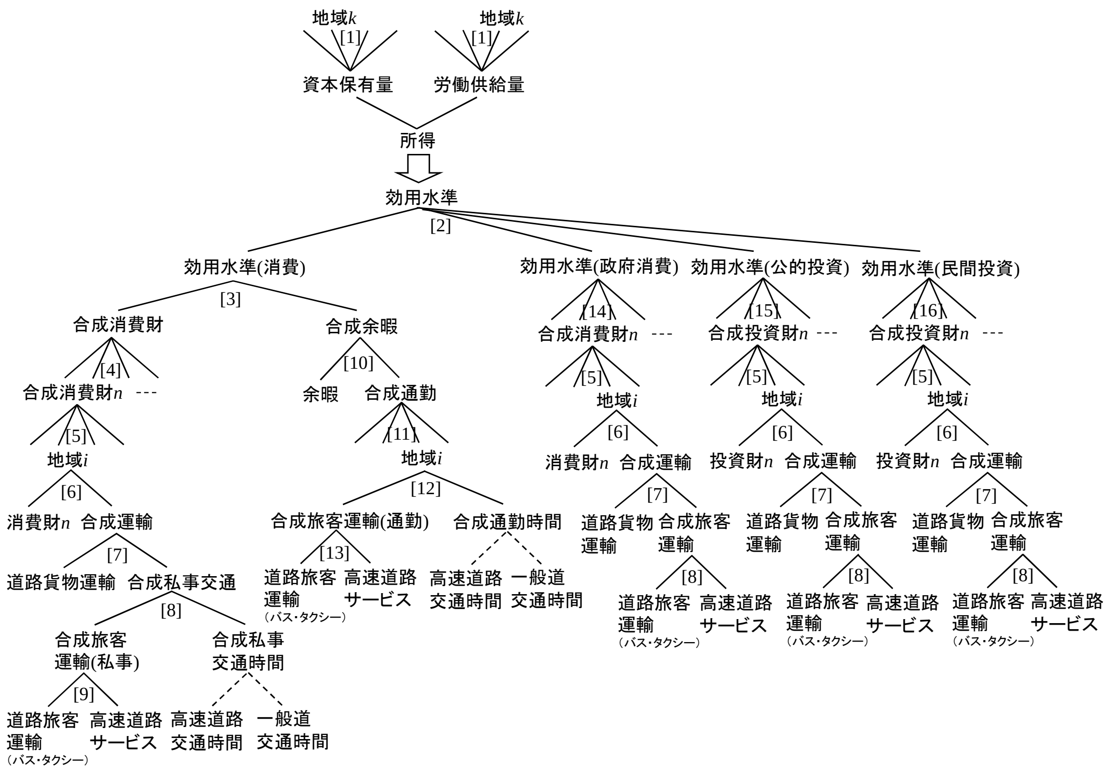

図-3　家計の行動モデル

が向上すると考えたものである．資本については，回転率が向上すると考えれば良い．

以上の運輸企業の生産要素の投入効率の向上モデルは，2. (4)と同様に定式化する．すなわち，運輸企業における合成生産要素関数（式(19b)の地域jを地域jkに修正したもの）に対し，交通所要時間が影響を与えるとし，さらにそれは労働投入および資本投入と0次同次であるとする．その結果，式(20)の生産要素投入量が，運輸企業に限り，以下のように修正される．

$$\widetilde{l_m^{jk}} = \frac{1}{\gamma_{Fm}^{jk}\left(\beta_{Lm}^{jk}E_P^{jk}\right)^{1-\sigma_{Fm}^{jk}}}\left(\frac{\alpha_{Lm}^{jk}}{w_m^j}\right)^{\sigma_{Fm}^{jk}} \Psi_{Fm}^{jk\,\frac{\sigma_{Fm}^{jk}}{1-\sigma_{Fm}^{jk}}} cf_m^{jk} \tag{27a}$$

$$\widetilde{k_m^{jk}} = \frac{1}{\gamma_{Fm}^{jk}\left(\left\{1-\beta_{Lm}^{jk}\right\}E_P^{jk}\right)^{1-\sigma_{Fm}^{jk}}}\left(\frac{1-\alpha_{Lm}^{jk}}{r_m^j}\right)^{\sigma_{Fm}^{jk}} \Psi_{Fm}^{jk\,\frac{\sigma_{Fm}^{jk}}{1-\sigma_{Fm}^{jk}}} cf_m^{jk} \tag{27b}$$

ただし，
$$\Psi_{Fm}^{j} = \left(\alpha_{Lm}^{j}\right)^{\sigma_{Fm}^{j}}\left(\frac{w_m^j}{\beta_{Lm}^{j}E_P^{jk}}\right)^{1-\sigma_{Fm}^{j}} + \left(1-\alpha_{Lm}^{j}\right)^{\sigma_{Fm}^{j}}\left(\frac{r_m^j}{\left\{1-\beta_{Lm}^{j}\right\}E_P^{jk}}\right)^{1-\sigma_{Fm}^{j}},$$

$E_P^{jk} = \dfrac{\overline{t_P^{jk}}^{A}}{t_P^{jk}}$，$\widetilde{l_m^{jk}}, \widetilde{k_m^{jk}}$ ：それぞれ実際に投入された労働および資本投入量.

以上より，新東名高速道路の整備効果として，運輸企業の労働および資本生産性の向上効果も本SCGEモデルで捉えることが可能となる.

(6)　家計の行動モデル

家計の行動モデルに関しては，まず家計は，生産要素を提供して所得を得る．なおここでは，図-3の[1]のように生産要素をどの地域に配分するかも選択する．以上の結果得られる要素所得から直接税が差し引かれ，残りの所得の一部を貯蓄し，それ以外を消費に充てるものとする．このうち直接税は，当該地域の企業が支払う間接税とともに当該地域の政府税収となる．政府は，その税収の一部を公的投資に回し，残りを政府消費に充てる．貯蓄については，域外貯蓄（－(移輸出－移輸入)）を加えたものがそのまま域内投資に回され，民間投資部門がその投資額を元に民間投資需要を発生させる.

ただし，以上の政府消費，公的投資需要，民間投資需要は，それぞれ政府，公的投資部門，民間投資部門が行うものとはするが，それらは家計の効用が極大化されるようになされるものとする．そこで，本モデルでは家計が自身の効用を最大化させるように，財消費，政府消費，公的投資需要，民間投資需要の量を決定するとした（図-3 [2]）．なお，こうした定式化は，税率および貯蓄率を一定とすることによって可能となったものであり，この税率，貯蓄率の最適値を決定することが課題として残されている．これについては，モデルの動学化を検討することが必要と考えられるが，本研究では簡便な方法について後に提示したい.

続いて，各消費，投資需要のうち，家計の財消費に関し**図-3**に基づき概要を説明する．まず家計は[3]にて合成消費財と合成余暇の消費量を決定し，[4]にて財別の合成消費財nの消費量を決定する．[5]ではその合成消費財nの地域i別消費量を決定し，さらにその消費財nの消費には貨物運輸と私事交通からなる合成運輸投入が必要であるとする（**図-3** [6]）．このうち私事交通も必要であるとした理由は，財を店などから購入する際，そこまで移動する私事交通が必要となることを考慮したものである．次に，[7]では合成運輸投入に対し，道路貨物運輸と合成私事交通の消費量を決定し，[8]では合成私事交通に対し，合成旅客運輸と合成私事交通時間の消費量を決定，最後に[9]にて道路旅客運輸と高速道路サービスの消費量を決定する．なお，合成私事交通の所要時間を算出するため，家計においても企業の業務交通と同様，高速道路と一般道の選択モデルを考慮することとした．

次に，政府消費，公的投資需要，民間投資需要に関しては，まず財n別の消費あるいは投資需要を決定し，さらにその地域i別投入量を決定するとして定式化する．なお，消費および投資需要に対しても合成運輸の消費が必要であるとし，その合成運輸に対し，道路貨物運輸と合成旅客運輸の消費を決定する．最後に，合成旅客運輸に対し，道路旅客運輸と高速道路サービスの消費を決定する．政府や各投資部門が旅客輸送に費やす交通時間について，政府は公務部門，投資部門は各企業部門の業務交通消費時間に既に含まれているものと考え，ここでは考慮しないことにした．

以上の各行動モデルに関し，まず家計の生産要素供給の地域配分は，Barro型CET（Constant Elasticity of Transformation）関数にしたがい，収入を最大化するように生産要素を地域へ配分するとして，また家計の財消費，政府消費，公的投資部門の投資需要，民間投資部門の投資需要の各行動は，それぞれBarro型CES関数に基づく効用水準を一定水準に維持するとの条件下で支出が最小となるように財消費あるいは投資需要を決定するものとして定式化する．

まず，生産要素の地域配分モデルは以下のように定式化される．

[1] 生産要素（労働）の地域配分

1) 収入最大化問題

$$w_H^j L_H^j = \max_{l_H^{ji}} \left[\sum_k w^{jk} L_H^{jk} \right] \tag{28a}$$

$$\text{s.t. } L_H^j = \gamma_{LH}^j \left[\sum_k \alpha_{LH}^{jk} \left\{ \beta_{LH}^{jk} L_H^{jk} \right\}^{\frac{\sigma_{LH}^j + 1}{\sigma_{LH}^j}} \right]^{\frac{\sigma_{LH}^j}{\sigma_{LH}^j + 1}} \tag{28b}$$

2) 地域配分関数

$$L_H^{jk} = \frac{1}{\gamma_{LH}^j \left(\beta_{LH}^{jk}\right)^{1+\sigma_{LH}^j}} \left(\frac{\alpha_{LH}^{jk}}{q_{LH}^{jk}} \right)^{-\sigma_{LH}^j} \Psi_{LH}^{j\;\frac{-\sigma_{LH}^j}{1+\sigma_{LH}^j}} L_H^j \tag{29}$$

ただし，$\Psi_{LH}^j = \sum_k \left(\alpha_{LH}^{jk}\right)^{-\sigma_{LH}^j} \left(\dfrac{w^{jk}}{\beta_{LH}^{jk}} \right)^{1+\sigma_{LH}^j}$ ．

3) 合成賃金率

$$w_H^j = \frac{1}{\gamma_{LH}^j} \Psi_{LH}^{j\;\frac{1}{1+\sigma_{LH}^j}} \tag{30}$$

ただし，L_H^{jk} ：地域jの家計が地域kへ配分する労働配分量，w^{jk} ：地域j-k間の労働市場で清算される賃金率，$\alpha_{LH}^{jk}, \beta_{LH}^{jk}, \gamma_{LH}^j$ ：パラメータ（$0 \le \alpha_{LH}^{jk} \le 1, 0 \le \beta_{LH}^{jk} \le 1$），$\sigma_{LH}^j$ ：代替弾力性パラメータ，L_H^j, w_H^j ：地域jの家計の初期労働保有量（ここでは固定）と合成賃金率．

資本の地域配分モデルも労働の地域配分モデルと同様であり，ここではその定式化を割愛する．

以上の生産要素の地域配分モデルから合成労働賃金率と合成資本利子率が求められ，それより要素所得が決定する．その結果，家計の可処分所得，政府所得，公的投資部門の所得，民間投資部門の所得が以下のとおり求められる．

家計所得：$\Omega_C^j \equiv \left[\left(w_H^j L_H^j + r_H^j K_H^j \right) \left(1 - \tau_H^j \right) \right] \left(1 - \kappa_H^j \right)$ (31a)

政府所得：
$$\Omega_G^j \equiv \left[\tau_H^j \left(w_H^j L_H^j + r_H^j K_H^j \right) + \sum_i \sum_n \tau_n^j \left(w^{ji} l_n^{ji} + r^{ji} k_n^{ji} \right) \right] \left(1 - \delta_{GI}^j \right) \tag{31b}$$

公的投資部門の所得：
$$\Omega_{GI}^j \equiv \left[\tau_H^j \left(w_H^j L_H^j + r_H^j K_H^j \right) + \sum_i \sum_n \tau_n^j \left(w^{ji} l_n^{ji} + r^{ji} k_n^{ji} \right) \right] \delta_{GI}^j \tag{31c}$$

民間投資部門の所得：
$$\Omega_I^j \equiv \left[\left(w_H^j L_H^j + r_H^j K_H^j \right) \left(1 - \tau_H^j \right) \right] \kappa_H^j + S_F^j \tag{31d}$$

ただし，K_H^j, r_H^j ：地域jの家計の初期資本保有量（ここでは固定）と合成資本利子率，τ_H^j ：直接税率，κ_H^j ：貯蓄率，τ_m^j ：間接税率，δ_{GI}^j ：公的投資配分比率，S_F^j ：域外貯蓄．

域外貯蓄は（−(移輸出−移輸入)）で表され，具体的には以下の式で求められる．

$$\begin{aligned} S_F^j = -\Biggl[& \left\{ \sum_i \sum_n p_n^j(x) \left(\sum_m x_{nm}^{ji} + x_{nH}^{ji} + x_{nG}^{ji} + x_{nGI}^{ji} + x_{nI}^{ji} \right) + \sum_n p_n^E x_n^{jE} \right\} \\ & - \left\{ \sum_i \sum_n p_n^i(x) \left(\sum_m x_{nm}^{ij} + x_{nH}^{ij} + x_{nG}^{ij} + x_{nGI}^{ij} + x_{nI}^{ij} \right) + \sum_n p_n^M x_n^{jM} \right\} \Biggr] \quad (j \ne i) \end{aligned} \tag{32}$$

続いて家計が財消費，政府消費，公的投資需要，民間投資需要の各消費および投資需要に対する支出を決定する行動モデルの定式化を示す.

[2] 各消費，投資需要の決定

支出最小化問題

$$p_H^j U_H^j = \min_{z_H^j, L_H^j, x_{nG}^j, x_{nGI}^j, x_{nI}^j} \left[\left\{ q_H^j z_H^j + w_{SH}^j z_{SH}^j \right\} + \sum_n q_{nG}^j z_{nG}^j + \sum_n q_{nGI}^j z_{nGI}^j + \sum_n q_{nI}^j z_{nI}^j \right] \tag{33a}$$

$$\text{s.t.}\, U_H^j = U_C^j + U_G^j + U_{GI}^j + U_I^j \tag{33b}$$

$$U_C^j = \gamma_{ZH}^j \left[\alpha_H^j \left\{ \beta_H^j z_H^j \right\}^{\frac{\sigma_{ZH}^j - 1}{\sigma_{ZH}^j}} + \left(1-\alpha_H^j\right) \left\{ \left(1-\beta_H^j\right) \widehat{l_{SH}^j} \right\}^{\frac{\sigma_{ZH}^j - 1}{\sigma_{ZH}^j}} \right]^{\frac{\sigma_{ZH}^j}{\sigma_{ZH}^j - 1}} \tag{33c}$$

$$U_G^j = \gamma_G^j \left[\sum_m \alpha_{mG}^j \left\{ \beta_{mG}^j z_{mG}^j \right\}^{\frac{\sigma_G^j - 1}{\sigma_G^j}} \right]^{\frac{\sigma_G^j}{\sigma_G^j - 1}} \tag{33d}$$

$$U_{GI}^j == \gamma_{GI}^j \left[\sum_m \alpha_{mGI}^j \left\{ \beta_{mGI}^j z_{mGI}^j \right\}^{\frac{\sigma_{GI}^j - 1}{\sigma_{GI}^j}} \right]^{\frac{\sigma_{GI}^j}{\sigma_{GI}^j - 1}} \tag{33e}$$

$$U_I^j == \gamma_I^j \left[\sum_m \alpha_{mI}^j \left\{ \beta_{mI}^j z_{mI}^j \right\}^{\frac{\sigma_I^j - 1}{\sigma_I^j}} \right]^{\frac{\sigma_I^j}{\sigma_I^j - 1}} \tag{33f}$$

ただし， z_H^j, z_{SH}^j ：地域jの家計の合成財消費量および合成余暇消費量，私事交通消費時間，通勤交通消費時間， q_H^j, w_{SH}^j ： z_H^j, z_{SH}^j の価格， x_{nG}^j, q_{nG}^j ：地域jの政府合成消費財mの消費量とその価格， x_{nGI}^j, q_{nGI}^j ：地域jの公的投資部門の合成投資財mの投資需要量とその価格， x_{nI}^j, q_{nI}^j ：地域jの民間投資部門の合成投資財mの投資需要量とその価格， U_H^j ：地域jの家計効用水準， $U_C^j, U_G^j, U_{GI}^j, U_I^j$ ：それぞれ家計の財消費による効用水準，政府消費による効用水準，公的投資による効用水準，民間投資による効用水準.

式(33)の最適化問題は，家計効用水準U_H^jを線形関数にて定式化したことによりz_H^j, z_{SH}^jとz_{mG}^j， z_{mGI}^j， z_{mI}^jをそれぞれ独立的に解くことができる．そこで，まずz_H^j, z_{SH}^jについて解いた家計の財消費行動モデルの結果を示す.

[3] 合成消費財z_H^jと合成余暇z_{SH}^jの消費

式(33)をz_H^j, z_{SH}^jについて解くと，以下のとおり合成消費財および余暇消費の需要関数が求められる.

2) 需要関数

$$z_H^j = \frac{1}{\gamma_{ZH}^j \left(\beta_H^j\right)^{1-\sigma_{ZH}^j}} \left(\frac{\alpha_H^j}{q_H^j} \right)^{\sigma_{ZH}^j} \Psi_{ZH}^{j\,\frac{\sigma_{ZH}^j}{1-\sigma_{ZH}^j}} U_C^j \tag{34a}$$

$$z_{SH}^j = \frac{1}{\gamma_{ZH}^j \left(1-\beta_H^j\right)^{1-\sigma_{ZH}^j}} \left(\frac{1-\alpha_H^j}{w_{SH}^j} \right)^{\sigma_{ZH}^j} \Psi_{ZH}^{j\,\frac{\sigma_{ZH}^j}{1-\sigma_{ZH}^j}} U_C^j \tag{34b}$$

ただし，

$$\Psi_{ZH}^j = \left(\alpha_H^j\right)^{\sigma_{Zm}^j} \left(\frac{q_H^j}{\beta_H^j} \right)^{1-\sigma_{ZH}^j} + \left(1-\alpha_H^j\right)^{\sigma_{ZH}^j} \left(\frac{w_{SH}^j}{1-\beta_H^j} \right)^{1-\sigma_{ZH}^j} .$$

また， $\alpha_H^j, \beta_H^j, \gamma_{ZH}^j$ ：パラメータ， σ_{ZH}^j ：代替弾力性パラメータ.

[4] 合成消費財n z_{nH}^j の消費

1) 支出最小化問題

$$q_H^j z_H^j = \min_{z_{nH}^j} \sum_n q_{nH}^j z_{nH}^j \tag{35a}$$

$$\text{s.t.}\, z_H^j = \gamma_H^j \left[\sum_n \alpha_{nH}^j \left\{ \beta_{nH}^j z_{nH}^j \right\}^{\frac{\sigma_H^j - 1}{\sigma_H^j}} \right]^{\frac{\sigma_H^j}{\sigma_H^j - 1}} \tag{35b}$$

2) 需要関数

$$z_{nH}^j = \frac{1}{\gamma_H^j \left(\beta_{nH}^j\right)^{1-\sigma_H^j}} \left(\frac{\alpha_{nH}^j}{q_{nH}^j} \right)^{\sigma_H^j} \Psi_H^{j\,\frac{\sigma_H^j}{1-\sigma_H^j}} z_H^j \tag{36}$$

ただし， $\Psi_H^j = \sum_n \left(\alpha_{nH}^j\right)^{\sigma_H^j} \left(\frac{q_{nH}^j}{\beta_{nH}^j} \right)^{1-\sigma_H^j}$.

3) 財価格

$$q_H^j = \frac{1}{\gamma_H^j} \Psi_H^{j\,\frac{1}{1-\sigma_H^j}} \tag{37}$$

ただし， z_{nH}^j ：地域jの家計の合成消費財n消費量， q_{nH}^j ： z_{nH}^j の価格， $\alpha_{nH}^j, \beta_{nH}^j, \gamma_H^j$ ：パラメータ（$0 \le \alpha_{nH}^j \le 1, 0 \le \beta_{nH}^j \le 1$）， σ_H^j ：代替弾力性パラメータ， z_H^j, q_H^j ：合成消費財の消費量（[3]にて導出）とその価格.

[5]合成消費財nの地域別消費量z_{nH}^{ij}の決定

1) 支出最小化問題

$$q_{nH}^j z_{nH}^j = \min_{z_{nH}^{ij}} \sum_i q_{nH}^{ij} z_{nH}^{ij} \tag{38a}$$

$$\text{s.t.}\, z_{nH}^j = \gamma_{nH}^j \left[\sum_i \alpha_{nH}^{ij} \left\{ \beta_{nH}^{ij} z_{nH}^{ij} \right\}^{\frac{\sigma_{nH}^j - 1}{\sigma_{nH}^j}} \right]^{\frac{\sigma_{nH}^j}{\sigma_{nH}^j - 1}} \tag{38b}$$

2) 需要関数

$$z_{nH}^{ij} = \frac{1}{\gamma_{nH}^j \left(\beta_{nH}^{ij}\right)^{1-\sigma_{nH}^j}} \left(\frac{\alpha_{nH}^{ij}}{q_{nH}^{ij}} \right)^{\sigma_{nH}^j} \Psi_{nH}^{j\,\frac{\sigma_{nH}^j}{1-\sigma_{nH}^j}} z_{nH}^j \tag{39}$$

ただし， $\Psi_{nH}^j = \sum_i \left(\alpha_{nH}^{ij}\right)^{\sigma_{nH}^j} \left(\frac{q_{nH}^{ij}}{\beta_{nH}^{ij}} \right)^{1-\sigma_{nH}^j}$.

3) 財価格

$$q^{j}_{nH} = \frac{1}{\gamma^{j}_{nH}} {\Psi^{j}_{nH}}^{\frac{1}{1-\sigma^{j}_{nH}}} \tag{40}$$

ただし，z^{ij}_{nH}：地域jの家計の地域iからの合成消費財nの消費量，q^{ij}_{nH}：z^{ij}_{nH}の価格，$\alpha^{ij}_{nH}, \beta^{ij}_{nH}, \gamma^{j}_{nH}$：パラメータ（$0 \le \alpha^{ij}_{nH} \le 1, 0 \le \beta^{ij}_{nH} \le 1$），$\sigma^{j}_{nH}$：代替弾力性パラメータ，$z^{j}_{nH}, q^{j}_{nH}$：合成消費財$n$の消費量（[2]にて導出）とその価格.

[6] 消費財n x^{ij}_{nH} と合成運輸 z^{ij}_{TH} の消費

1) 支出最小化問題

$$q^{ij}_{nH} z^{ij}_{nH} = \min_{x^{ij}_{nH},\, z^{ij}_{TH}} \left[p^{i}_{n} x^{ij}_{nH} + q^{i}_{TH} z^{ij}_{TH} \right] \tag{41a}$$

$$\text{s.t. } z^{ij}_{nH} = \gamma^{ij}_{nH} \left[\left(1-\alpha^{ij}_{TH}\right) \left\{ \left(1-\beta^{ij}_{TH}\right) x^{ij}_{nH} \right\}^{\frac{\sigma^{ij}_{nH}-1}{\sigma^{ij}_{nH}}} + \alpha^{ij}_{TH} \left\{ \beta^{ij}_{TH} z^{ij}_{TH} \right\}^{\frac{\sigma^{ij}_{nH}-1}{\sigma^{ij}_{nH}}} \right]^{\frac{\sigma^{ij}_{nH}}{\sigma^{ij}_{nH}-1}} \tag{41b}$$

2) 需要関数

$$x^{ij}_{nH} = \frac{1}{\gamma^{ij}_{nH} \left(1-\beta^{ij}_{TH}\right)^{1-\sigma^{ij}_{nH}}} \left(\frac{1-\alpha^{ij}_{TH}}{p^{i}_{n}} \right)^{\sigma^{ij}_{nH}} {\Psi^{ij}_{nH}}^{\frac{\sigma^{ij}_{nH}}{1-\sigma^{ij}_{nH}}} z^{ij}_{nH} \tag{42a}$$

$$z^{ij}_{TH} = \frac{1}{\gamma^{ij}_{nH} \left(\beta^{ij}_{TH}\right)^{1-\sigma^{ij}_{nH}}} \left(\frac{\alpha^{ij}_{TH}}{q^{i}_{TH}} \right)^{\sigma^{ij}_{nH}} {\Psi^{ij}_{nH}}^{\frac{\sigma^{ij}_{nH}}{1-\sigma^{ij}_{nH}}} z^{ij}_{nH} \tag{42b}$$

ただし,

$$\Psi^{ij}_{nH} = \left(1-\alpha^{ij}_{TH}\right)^{\sigma^{ij}_{nH}} \left(\frac{p^{i}_{n}}{1-\beta^{ij}_{TH}} \right)^{1-\sigma^{ij}_{nH}} + \left(\alpha^{ij}_{TH}\right)^{\sigma^{ij}_{nH}} \left(\frac{q^{ij}_{TH}}{\beta^{ij}_{TH}} \right)^{1-\sigma^{ij}_{nH}} .$$

3) 財価格

$$q^{ij}_{nH} = \frac{1}{\gamma^{ij}_{nH}} {\Psi^{ij}_{nH}}^{\frac{1}{1-\sigma^{ij}_{nH}}} \tag{43}$$

ただし，x^{ij}_{nH}, z^{ij}_{TH}：地域jの家計の地域iの消費財n消費量および合成運輸消費量，p^{i}_{n}, q^{i}_{TH}：それぞれ地域iのn財価格とz^{ij}_{TH}の価格，$\alpha^{ij}_{TH}, \beta^{ij}_{TH}, \gamma^{ij}_{nH}$：パラメータ，$\sigma^{ij}_{nH}$：代替弾力性パラメータ，$z^{ij}_{nH}, q^{ij}_{nH}$：合成消費財$n$の地域$i$からの消費量（[3]にて導出）とその価格.

[7] 道路貨物運輸 x^{ij}_{FH} と合成私事交通 z^{ij}_{PH} の消費

1) 支出最小化問題

$$q^{ij}_{TH} z^{ij}_{TH} = \min_{x^{ij}_{FH},\, z^{ij}_{PH}} \left[p^{i}_{F} x^{ij}_{FH} + q^{ij}_{PH} z^{ij}_{PH} \right] \tag{44a}$$

$$\text{s.t. } z^{ij}_{TH} = \gamma^{ij}_{TH} \left[\left(1-\alpha^{ij}_{PH}\right) \left\{ \left(1-\beta^{ij}_{PH}\right) x^{ij}_{FH} \right\}^{\frac{\sigma^{ij}_{TH}-1}{\sigma^{ij}_{TH}}} + \alpha^{ij}_{PH} \left\{ \beta^{ij}_{PH} z^{ij}_{PH} \right\}^{\frac{\sigma^{ij}_{TH}-1}{\sigma^{ij}_{TH}}} \right]^{\frac{\sigma^{ij}_{TH}}{\sigma^{ij}_{TH}-1}} \tag{44b}$$

2) 需要関数

$$x^{ij}_{FH} = \frac{1}{\gamma^{ij}_{TH} \left(1-\beta^{ij}_{PH}\right)^{1-\sigma^{ij}_{TH}}} \left(\frac{1-\alpha^{ij}_{PH}}{p^{i}_{n}} \right)^{\sigma^{ij}_{TH}} {\Psi^{ij}_{TH}}^{\frac{\sigma^{ij}_{TH}}{1-\sigma^{ij}_{TH}}} z^{ij}_{TH} \tag{45a}$$

$$z^{ij}_{PH} = \frac{1}{\gamma^{ij}_{TH} \left(\beta^{ij}_{PH}\right)^{1-\sigma^{ij}_{TH}}} \left(\frac{\alpha^{ij}_{PH}}{q^{ij}_{PH}} \right)^{\sigma^{ij}_{TH}} {\Psi^{ij}_{TH}}^{\frac{\sigma^{ij}_{TH}}{1-\sigma^{ij}_{TH}}} z^{ij}_{TH} \tag{45b}$$

ただし,

$$\Psi^{ij}_{TH} = \left(1-\alpha^{ij}_{PH}\right)^{\sigma^{ij}_{TH}} \left(\frac{p^{i}_{n}}{1-\beta^{ij}_{PH}} \right)^{1-\sigma^{ij}_{TH}} + \left(\alpha^{ij}_{PH}\right)^{\sigma^{ij}_{TH}} \left(\frac{q^{ij}_{PH}}{\beta^{ij}_{PH}} \right)^{1-\sigma^{ij}_{TH}} .$$

3) 財価格

$$q^{ij}_{TH} = \frac{1}{\gamma^{ij}_{TH}} {\Psi^{ij}_{TH}}^{\frac{1}{1-\sigma^{ij}_{TH}}} \tag{46}$$

ただし，x^{ij}_{FH}, z^{ij}_{PH}：地域jの家計の地域iの道路貨物運輸消費量および合成私事交通消費量，p^{i}_{F}, q^{ij}_{PH}：それぞれ地域iの道路貨物運輸価格とz^{ij}_{PH}の価格，$\alpha^{ij}_{PH}, \beta^{ij}_{PH}, \gamma^{ij}_{TH}$：パラメータ，$\sigma^{ij}_{TH}$：代替弾力性パラメータ，$z^{ij}_{TH}, q^{ij}_{TH}$：合成運輸の地域$i$からの消費量（[3]にて導出）とその価格.

[8] 合成旅客運輸 $z^{ij}_{R_pH}$ と合成私事交通時間 l^{ij}_{PH} の消費

1) 支出最小化問題

$$q^{ij}_{PH} z^{ij}_{PH} = \min_{z^{ij}_{R_pH},\, l^{ij}_{PH}} \left[q^{ij}_{R_pH} z^{ij}_{R_pH} + w^{i}_{H} l^{ij}_{PH} \right] \tag{47a}$$

$$\text{s.t. } z^{ij}_{PH} = \gamma^{ij}_{PH} \left[\alpha^{ij}_{R_pH} \left\{ \beta^{ij}_{R_pH} z^{ij}_{R_pH} \right\}^{\frac{\sigma^{ij}_{PH}-1}{\sigma^{ij}_{PH}}} + \left(1-\alpha^{ij}_{R_pH}\right) \left\{ \left(1-\beta^{ij}_{R_pH}\right) l^{ij}_{PH} \right\}^{\frac{\sigma^{ij}_{PH}-1}{\sigma^{ij}_{PH}}} \right]^{\frac{\sigma^{ij}_{PH}}{\sigma^{ij}_{PH}-1}} \tag{47b}$$

2) 需要関数

$$z^{ij}_{R_pH} = \frac{1}{\gamma^{ij}_{PH} \left(\beta^{ij}_{R_pH}\right)^{1-\sigma^{ij}_{PH}}} \left(\frac{\alpha^{ij}_{R_pH}}{q^{ij}_{R_pH}} \right)^{\sigma^{ij}_{PH}} {\Psi^{ij}_{PH}}^{\frac{\sigma^{ij}_{PH}}{1-\sigma^{ij}_{PH}}} z^{ij}_{PH} \tag{48a}$$

$$l^{ij}_{PH} = \frac{1}{\gamma^{ij}_{PH} \left(1-\beta^{ij}_{R_pH}\right)^{1-\sigma^{ij}_{PH}}} \left(\frac{1-\alpha^{ij}_{R_pH}}{w^{j}_{H}} \right)^{\sigma^{ij}_{PH}} {\Psi^{ij}_{PH}}^{\frac{\sigma^{ij}_{PH}}{1-\sigma^{ij}_{PH}}} z^{ij}_{PH} \tag{48b}$$

ただし，

$$\Psi^{ij}_{PH} = \left(\alpha^{ij}_{R_pH}\right)^{\sigma^{ij}_{PH}} \left(\frac{q^{ij}_{R_pH}}{\beta^{ij}_{R_pH}} \right)^{1-\sigma^{ij}_{PH}} + \left(1-\alpha^{ij}_{R_pH}\right)^{\sigma^{ij}_{PH}} \left(\frac{w^{j}_{H}}{1-\beta^{ij}_{R_pH}} \right)^{1-\sigma^{ij}_{PH}} .$$

3) 財価格

$$q^{ij}_{PH} = \frac{1}{\gamma^{ij}_{PH}} {\Psi^{ij}_{PH}}^{\frac{1}{1-\sigma^{ij}_{PH}}} \tag{49}$$

ただし，$z^{ij}_{R_pH}, l^{ij}_{PH}$：地域$j$の家計の地域$i$の合成道路旅客運輸消費量（私事交通）および合成私事交通時間消費量,

$q^{ij}_{R_pH}$ ： $z^{ij}_{R_pH}$ の価格， w^{j}_{H} ：合成賃金率（式(30)にて導出）， $\alpha^{ij}_{R_pH}, \beta^{ij}_{R_pH}, \gamma^{ij}_{PH}$ ：パラメータ， σ^{ij}_{PH} ：代替弾力性パラメータ， z^{ij}_{PH}, q^{ij}_{PH} ：合成旅客運輸（私事交通）の地域iからの消費量（[3]にて導出）とその価格．

[9] 道路旅客運輸 $x^{ij}_{R_pH}$ と高速道路サービス $x^{ij}_{H_pH}$ の消費

1) 支出最小化問題

$$q^{ij}_{R_pH} z^{ij}_{R_pH} = \min_{x^{ij}_{R_pH}, x^{ij}_{H_pH}} \left[p^{i}_{R} x^{ij}_{R_pH} + p^{i}_{H} x^{ij}_{H_pH} \right] \tag{50a}$$

$$\text{s.t. } z^{ij}_{R_pH} = \gamma^{ij}_{R_pH} \left[\left(1-\alpha^{ij}_{H_pH}\right)\left\{\left(1-\beta^{ij}_{H_pH}\right) x^{ij}_{R_pH}\right\}^{\frac{\sigma^{ij}_{R_pH}-1}{\sigma^{ij}_{R_pH}}} + \alpha^{ij}_{H_pH}\left\{\beta^{ij}_{H_pH} x^{ij}_{H_pH}\right\}^{\frac{\sigma^{ij}_{R_pH}-1}{\sigma^{ij}_{R_pH}}} \right]^{\frac{\sigma^{ij}_{R_pH}}{\sigma^{ij}_{R_pH}-1}} \tag{50b}$$

2) 需要関数

$$x^{ij}_{R_pH} = \frac{1}{\gamma^{ij}_{R_pH}\left(1-\beta^{ij}_{H_pH}\right)^{1-\sigma^{ij}_{R_pH}}} \left(\frac{1-\alpha^{ij}_{H_pH}}{p^{i}_{R}}\right)^{\sigma^{ij}_{R_pH}} \Psi^{ij\ \frac{\sigma^{ij}_{R_pH}}{1-\sigma^{ij}_{R_pH}}}_{R_pH} z^{ij}_{R_pH} \tag{51a}$$

$$x^{ij}_{H_pH} = \frac{1}{\gamma^{ij}_{R_pH}\left(\beta^{ij}_{H_pH}\right)^{1-\sigma^{ij}_{R_pH}}} \left(\frac{\alpha^{ij}_{H_pH}}{p^{i}_{H}}\right)^{\sigma^{ij}_{R_pH}} \Psi^{ij\ \frac{\sigma^{ij}_{R_pH}}{1-\sigma^{ij}_{R_pH}}}_{R_pH} z^{ij}_{R_pH} \tag{51b}$$

ただし，

$$\Psi^{ij}_{R_pH} = \left(1-\alpha^{ij}_{H_pH}\right)^{\sigma^{ij}_{R_pH}} \left(\frac{p^{i}_{R}}{1-\beta^{ij}_{H_pH}}\right)^{1-\sigma^{ij}_{R_pH}} + \left(\alpha^{ij}_{H_pH}\right)^{\sigma^{ij}_{R_pH}} \left(\frac{p^{i}_{H}}{\beta^{ij}_{H_pH}}\right)^{1-\sigma^{ij}_{R_pH}}.$$

3) 財価格

$$q^{ij}_{R_pH} = \frac{1}{\gamma^{ij}_{R_pH}} \Psi^{ij\ \frac{1}{1-\sigma^{ij}_{R_pH}}}_{R_pH} \tag{52}$$

ただし， $x^{ij}_{R_pH}, x^{ij}_{H_pH}$ ：地域jの家計の地域iの道路旅客運輸消費量および高速道路サービス消費量， p^{i}_{R}, p^{i}_{H} ：それぞれ地域iの道路旅客運輸価格と高速道路サービス価格， $\alpha^{ij}_{H_pH}, \beta^{ij}_{H_pH}, \gamma^{ij}_{R_pH}$ ：パラメータ， $\sigma^{ij}_{R_pH}$ ：代替弾力性パラメータ， $z^{ij}_{R_pH}, q^{ij}_{R_pH}$ ：合成道路旅客運輸の地域iからの消費量（[3]にて導出）とその価格．

次に，合成余暇消費の定式化を示す．

[10] 余暇 l^{j}_{SH} と合成通勤 z^{j}_{CH} の消費

1) 支出最小化問題

$$w^{j}_{SH} z^{j}_{SH} = \min_{L^{j}_{H}, z^{j}_{CH}} \left[w^{j}_{H}\left(T^{j} - L^{j}_{H} - \sum_{i} l^{ij}_{PH} - \sum_{i} l^{ij}_{CH}\right) + q^{j}_{CH} z^{j}_{CH} \right] \tag{53a}$$

$$\text{s.t. } z^{j}_{SH} = \gamma^{j}_{SH} \left[\left(1-\alpha^{j}_{CH}\right)\left\{\left(1-\beta^{j}_{CH}\right)\widehat{l^{j}_{SH}}\right\}^{\frac{\sigma^{j}_{SH}-1}{\sigma^{j}_{SH}}} + \alpha^{j}_{CH}\left\{\beta^{j}_{CH} z^{j}_{CH}\right\}^{\frac{\sigma^{j}_{SH}-1}{\sigma^{j}_{SH}}} \right]^{\frac{\sigma^{j}_{SH}}{\sigma^{j}_{SH}-1}} \tag{53b}$$

2) 労働供給関数および合成通勤需要関数

$$L^{j}_{H} = T^{j} - \frac{1}{\gamma^{j}_{SH}\left(1-\beta^{j}_{CH}\right)^{1-\sigma^{j}_{ZH}}} \left(\frac{1-\alpha^{j}_{CH}}{w^{j}_{H}}\right)^{\sigma^{j}_{SH}} \Psi^{j\ \frac{\sigma^{j}_{SH}}{1-\sigma^{j}_{SH}}}_{SH} z^{j}_{SH} - \sum_{i} l^{ij}_{PH} - \sum_{i} l^{ij}_{CH} \tag{54a}$$

$$z^{j}_{CH} = \frac{1}{\gamma^{j}_{SH}\left(\beta^{j}_{CH}\right)^{1-\sigma^{j}_{SH}}} \left(\frac{\alpha^{j}_{CH}}{q^{j}_{CH}}\right)^{\sigma^{j}_{SH}} \Psi^{j\ \frac{\sigma^{j}_{SH}}{1-\sigma^{j}_{SH}}}_{SH} z^{j}_{SH} \tag{54b}$$

ただし，

$$\Psi^{j}_{SH} = \left(1-\alpha^{j}_{CH}\right)^{\sigma^{j}_{SH}} \left(\frac{w^{j}_{H}}{1-\beta^{j}_{CH}}\right)^{1-\sigma^{j}_{SH}} + \left(\alpha^{j}_{CH}\right)^{\sigma^{j}_{SH}} \left(\frac{q^{j}_{CH}}{\beta^{j}_{CH}}\right)^{1-\sigma^{j}_{SH}}.$$

3) 財価格

$$w^{j}_{SH} = \frac{1}{\gamma^{j}_{SH}} \Psi^{j\ \frac{1}{1-\sigma^{j}_{SH}}}_{SH} \tag{55}$$

ただし， $T^{j}, L^{j}_{H}, l^{ij}_{PH}, l^{ij}_{CH}$ ：それぞれ総利用可能時間，労働供給量，私事交通消費時間，通勤交通消費時間， $\widehat{l^{j}_{SH}}$ ：（ $T^{j} - L^{j}_{H} - \sum_{i} l^{ij}_{PH} - \sum_{i} l^{ij}_{CH}$ ）を置き換えたもので余暇時間を表す， z^{j}_{CH} ：地域jの家計の合成通勤消費量， q^{j}_{CH} ： z^{j}_{CH} の価格， $\alpha^{j}_{CH}, \beta^{j}_{CH}, \gamma^{j}_{SH}$ ：パラメータ， σ^{j}_{SH} ：代替弾力性パラメータ， z^{j}_{SH}, w^{j}_{SH} ：合成余暇消費量（[2]にて導出）とその価格．

続いて，合成通勤の地域選択を定式化する．これについては，家計の勤務先は既に労働供給量の地域選択においてモデル化されている．それに対し，ここではその勤務先の地域選択を元に，各地域に対して実際にどれだけの通勤交通を配分するのか，という問題を考えるものと解釈できる．勤務先は変わらなくても，通勤交通あるいは通勤時間は地域ごとに変えられるとの想定を行ったものである．

[11]合成通勤 z^{ij}_{CH} の地域i別消費量の決定

1) 支出最小化問題

$$q^{j}_{CH} z^{j}_{CH} = \min_{z^{ij}_{CH}} \sum_{i} q^{ij}_{CH} z^{ij}_{CH} \tag{56a}$$

$$\text{s.t. } z^{j}_{CH} = \gamma^{j}_{CH} \left[\sum_{i} \alpha^{ij}_{CH} \left\{\beta^{ij}_{CH} z^{ij}_{CH}\right\}^{\frac{\sigma^{j}_{CH}-1}{\sigma^{j}_{CH}}} \right]^{\frac{\sigma^{j}_{CH}}{\sigma^{j}_{CH}-1}} \tag{56b}$$

2) 需要関数

$$z^{ij}_{CH} = \frac{1}{\gamma^{j}_{CH}\left(\beta^{ij}_{CH}\right)^{1-\sigma^{j}_{CH}}} \left(\frac{\alpha^{ij}_{CH}}{q^{ij}_{CH}}\right)^{\sigma^{j}_{CH}} \Psi^{j\ \frac{\sigma^{j}_{CH}}{1-\sigma^{j}_{CH}}}_{CH} z^{j}_{CH} \tag{57}$$

ただし， $\Psi_{CH}^{j}=\sum_{i}\left(\alpha_{CH}^{ij}\right)^{\sigma_{CH}^{j}}\left(\frac{q_{CH}^{ij}}{\beta_{CH}^{ij}}\right)^{1-\sigma_{CH}^{j}}$.

3) 財価格

$$q_{CH}^{j}=\frac{1}{\gamma_{CH}^{j}}\Psi_{CH}^{j\ \frac{1}{1-\sigma_{CH}^{j}}} \tag{58}$$

ただし， z_{CH}^{ij} ：地域jの家計の地域iからの合成通勤消費量， q_{CH}^{ij} ： z_{CH}^{ij} の価格， $\alpha_{CH}^{ij},\beta_{CH}^{ij},\gamma_{CH}^{j}$ ：パラメータ（ $0\le\alpha_{CH}^{ij}\le1, 0\le\beta_{CH}^{ij}\le1$ ）， σ_{CH}^{j} ：代替弾力性パラメータ， z_{CH}^{j},q_{CH}^{j} ：合成通勤消費量（[2]にて導出）とその価格.

[12] 合成旅客運輸 $z_{R_CH}^{ij}$ と合成通勤交通時間 l_{PH}^{ij} の消費

1) 支出最小化問題

$$q_{CH}^{ij}z_{CH}^{ij}=\min_{z_{R_CH}^{ij},\,l_{CH}^{ij}}\left[q_{R_CH}^{ij}z_{R_CH}^{ij}+w_{H}^{i}l_{CH}^{ij}\right] \tag{59a}$$

$$\text{s.t. } z_{CH}^{ij}=\gamma_{CH}^{ij}\left[\alpha_{R_CH}^{ij}\left\{\beta_{R_CH}^{ij}z_{R_CH}^{ij}\right\}^{\frac{\sigma_{CH}^{ij}-1}{\sigma_{CH}^{ij}}}+\left(1-\alpha_{R_CH}^{ij}\right)\left\{\left(1-\beta_{R_CH}^{ij}\right)l_{CH}^{ij}\right\}^{\frac{\sigma_{CH}^{ij}-1}{\sigma_{CH}^{ij}}}\right]^{\frac{\sigma_{CH}^{ij}}{\sigma_{CH}^{ij}-1}} \tag{59b}$$

2) 需要関数

$$z_{R_CH}^{ij}=\frac{1}{\gamma_{CH}^{ij}\left(\beta_{R_CH}^{ij}\right)^{1-\sigma_{CH}^{ij}}}\left(\frac{\alpha_{R_CH}^{ij}}{q_{R_CH}^{ij}}\right)^{\sigma_{CH}^{ij}}\Psi_{CH}^{ij\ \frac{\sigma_{CH}^{ij}}{1-\sigma_{CH}^{ij}}}z_{CH}^{ij} \tag{60a}$$

$$l_{CH}^{ij}=\frac{1}{\gamma_{CH}^{ij}\left(1-\beta_{R_CH}^{ij}\right)^{1-\sigma_{CH}^{ij}}}\left(\frac{1-\alpha_{R_CH}^{ij}}{w_{H}^{j}}\right)^{\sigma_{CH}^{ij}}\Psi_{CH}^{ij\ \frac{\sigma_{CH}^{ij}}{1-\sigma_{CH}^{ij}}}z_{CH}^{ij} \tag{60b}$$

ただし， $\Psi_{CH}^{ij}=\left(\alpha_{R_CH}^{ij}\right)^{\sigma_{CH}^{ij}}\left(\frac{q_{R_CH}^{ij}}{\beta_{R_CH}^{ij}}\right)^{1-\sigma_{CH}^{ij}}+\left(1-\alpha_{R_CH}^{ij}\right)^{\sigma_{CH}^{ij}}\left(\frac{w_{H}^{j}}{1-\beta_{R_CH}^{ij}}\right)^{1-\sigma_{CH}^{ij}}$.

3) 財価格

$$q_{CH}^{ij}=\frac{1}{\gamma_{CH}^{ij}}\Psi_{CH}^{ij\ \frac{1}{1-\sigma_{CH}^{ij}}} \tag{61}$$

ただし， $z_{R_CH}^{ij},l_{CH}^{ij}$ ：地域jの家計の地域iの合成道路旅客運輸消費量（通勤交通）および合成通勤交通時間消費量， $q_{R_CH}^{ij}$ ： $z_{R_CH}^{ij}$ の価格， w_{H}^{j} ：合成賃金率（式(30)にて導出）， $\alpha_{R_CH}^{ij},\beta_{R_CH}^{ij},\gamma_{CH}^{ij}$ ：パラメータ， σ_{CH}^{ij} ：代替弾力性パラメータ， z_{CH}^{ij},q_{CH}^{ij} ：合成旅客運輸（通勤交通）の地域iからの消費量（[3]にて導出）とその価格.

[13] 道路旅客運輸 $x_{R_CH}^{ij}$ と高速道路サービス $x_{H_CH}^{ij}$ の消費

1) 支出最小化問題

$$q_{R_CH}^{ij}z_{R_CH}^{ij}=\min_{x_{R_CH}^{ij},\,x_{H_CH}^{ij}}\left[p_{R}^{i}x_{R_CH}^{ij}+p_{H}^{i}x_{H_CH}^{ij}\right] \tag{62a}$$

$$\text{s.t. } z_{R_CH}^{ij}=\gamma_{R_CH}^{ij}\left[\left(1-\alpha_{H_CH}^{ij}\right)\left\{\left(1-\beta_{H_CH}^{ij}\right)x_{R_CH}^{ij}\right\}^{\frac{\sigma_{R_CH}^{ij}-1}{\sigma_{R_CH}^{ij}}}+\alpha_{H_CH}^{ij}\left\{\beta_{H_CH}^{ij}x_{H_CH}^{ij}\right\}^{\frac{\sigma_{R_CH}^{ij}-1}{\sigma_{R_CH}^{ij}}}\right]^{\frac{\sigma_{R_CH}^{ij}}{\sigma_{R_CH}^{ij}-1}} \tag{62b}$$

2) 需要関数

$$x_{R_CH}^{ij}=\frac{1}{\gamma_{R_CH}^{ij}\left(1-\beta_{H_CH}^{ij}\right)^{1-\sigma_{R_CH}^{ij}}}\left(\frac{1-\alpha_{H_CH}^{ij}}{p_{R}^{i}}\right)^{\sigma_{R_CH}^{ij}}\Psi_{R_CH}^{ij\ \frac{\sigma_{R_CH}^{ij}}{1-\sigma_{R_CH}^{ij}}}z_{R_CH}^{ij} \tag{63a}$$

$$x_{H_CH}^{ij}=\frac{1}{\gamma_{R_CH}^{ij}\left(\beta_{H_CH}^{ij}\right)^{1-\sigma_{R_CH}^{ij}}}\left(\frac{\alpha_{H_CH}^{ij}}{p_{H}^{i}}\right)^{\sigma_{R_CH}^{ij}}\Psi_{R_CH}^{ij\ \frac{\sigma_{R_CH}^{ij}}{1-\sigma_{R_CH}^{ij}}}z_{R_CH}^{ij} \tag{63b}$$

ただし， $\Psi_{R_CH}^{ij}=\left(1-\alpha_{H_CH}^{ij}\right)^{\sigma_{R_CH}^{ij}}\left(\frac{p_{R}^{i}}{1-\beta_{H_CH}^{ij}}\right)^{1-\sigma_{R_CH}^{ij}}+\left(\alpha_{H_CH}^{ij}\right)^{\sigma_{R_CH}^{ij}}\left(\frac{p_{H}^{i}}{\beta_{H_CH}^{ij}}\right)^{1-\sigma_{R_CH}^{ij}}$.

3) 財価格

$$q_{R_CH}^{ij}=\frac{1}{\gamma_{R_CH}^{ij}}\Psi_{R_CH}^{ij\ \frac{1}{1-\sigma_{R_CH}^{ij}}} \tag{64}$$

ただし， $x_{R_CH}^{ij},x_{H_CH}^{ij}$ ：地域jの家計の地域iの道路旅客運輸消費量および高速道路サービス消費量， p_{R}^{i},p_{H}^{i} ：それぞれ地域iの道路旅客運輸価格と高速道路サービス価格， $\alpha_{H_CH}^{ij},\beta_{H_CH}^{ij},\gamma_{R_CH}^{ij}$ ：パラメータ， $\sigma_{R_CH}^{ij}$ ：代替弾力性パラメータ， $z_{R_CH}^{ij},q_{R_CH}^{ij}$ ：合成道路旅客運輸（通勤交通）の地域iからの消費量（[3]にて導出）とその価格.

以上が家計の財消費行動モデルである．しかし，実際に家計の各財需要量を計算するには，式(35)の財消費による効用水準 U_{C}^{j} を求める必要がある．これは，まず式(33)右辺第一項の財消費に対する支出水準を，

$$p_{C}^{j}U_{C}^{j}\equiv\min\left[q_{H}^{j}z_{H}^{j}+w_{SH}^{j}l_{SH}^{j}\right] \tag{65}$$

とおく．このとき，式(54)に式(35)の合成消費財 z_{H}^{j} および合成余暇 l_{SH}^{j} 需要関数を代入することにより， U_{C}^{j} の価格 p_{C}^{j} が導出できる.

$$p_{C}^{j}=\frac{1}{\gamma_{ZH}^{j}}\Psi_{ZH}^{j\ \frac{1}{1-\sigma_{ZH}^{j}}} \tag{66}$$

また，式(54)の家計の財消費に対する支出水準と家計の所得水準（式(31a)）は，均衡状態下では一致するため， U_{C}^{j} が以下のとおり求められる.

$$U_C^j=\frac{\left[\left(w_H^jL_H^j+r_H^jK_H^j\right)\left(1-\tau_H^j\right)\right]\left(1-\kappa_H^j\right)}{p_C^j} \tag{67}$$

(8) 政府，投資部門の行動モデル

次に，式(33)を z_{mG}^j，z_{mGI}^j，z_{mI}^j について解くことにより，それぞれ政府消費，公的投資需要，民間投資需要の導出を行う．

[14]合成政府消費財n z_{nG}^j の消費

式(33)を z_{nG}^j について解くと，以下のとおり合成政府消費財の需要関数が求められる．

2) 需要関数

$$z_{nG}^j=\frac{1}{\gamma_G^j\left(\beta_{nG}^j\right)^{1-\sigma_G^j}}\left(\frac{\alpha_{nG}^j}{q_{nG}^j}\right)^{\sigma_G^j}\Psi_G^{j\,\frac{\sigma_G^j}{1-\sigma_G^j}}U_G^j \tag{68}$$

ただし，$\Psi_G^j=\sum_n\left(\alpha_{nG}^j\right)^{\sigma_G^j}\left(\frac{q_{nG}^j}{\beta_{nG}^j}\right)^{1-\sigma_G^j}$．

ここで，$\alpha_{nG}^j,\beta_{nG}^j,\gamma_G^j$ ：パラメータ（$0\le\alpha_{nG}^j\le1$, $0\le\beta_{nG}^j\le1$），σ_G^j ：代替弾力性パラメータ．

式(57)の政府消費による効用水準U_G^j は以下より求められる．まず式(33)右辺第二項の政府消費に対する支出水準を，

$$p_G^jU_G^j\equiv\min\sum_n q_{nG}^jz_{nG}^j \tag{69}$$

とおく．このとき，式(58)に式(57)の合成政府消費財 z_G^j 需要関数を代入することにより，U_G^j の価格 p_G^j が導出できる．

$$p_G^j=\frac{1}{\gamma_G^j}\Psi_G^{j\,\frac{1}{1-\sigma_G^j}} \tag{70}$$

また，式(58)の政府消費に対する支出水準と政府の所得水準（式(31b)）は，均衡状態下では一致するため，U_G^j が以下のとおり求められる．

$$U_G^j=\frac{\left[\tau_H^j\left(w_H^jL_H^j+r_H^jK_H^j\right)+\sum_i\sum_n\tau_n^j\left(w^{ji}l_n^{ji}+r^{ji}k_n^{ji}\right)\right]\left(1-\delta_{GI}^j\right)}{p_G^j} \tag{71}$$

式(57)の地域i別消費量の決定以降の定式化は家計の[5]〜[7]と同じであるため，ここでは割愛したい．

[15]合成公的投資財n z_{nGI}^j の決定

式(33)を z_{nGI}^j について解くと，以下のとおり合成公的投資財の需要関数が求められる．

2) 需要関数

$$z_{nGI}^j=\frac{1}{\gamma_{GI}^j\left(\beta_{nGI}^j\right)^{1-\sigma_{GI}^j}}\left(\frac{\alpha_{nGI}^j}{q_{nGI}^j}\right)^{\sigma_{GI}^j}\Psi_{GI}^{j\,\frac{\sigma_{GI}^j}{1-\sigma_{GI}^j}}U_{GI}^j \tag{72}$$

ただし，$\Psi_{GI}^j=\sum_n\left(\alpha_{nGI}^j\right)^{\sigma_{GI}^j}\left(\frac{q_{nGI}^j}{\beta_{nGI}^j}\right)^{1-\sigma_{GI}^j}$．

ここで，$\alpha_{nGI}^j,\beta_{nGI}^j,\gamma_{GI}^j$ ：パラメータ（$0\le\alpha_{nGI}^j\le1$, $0\le\beta_{nGI}^j\le1$），σ_{GI}^j ：代替弾力性パラメータ．

式(61)の公的投資部門による効用水準U_{GI}^j は以下より求められる．まず式(33)右辺第三項の公的投資に対する支出水準を，

$$p_{GI}^jU_{GI}^j\equiv\min\sum_n q_{nGI}^jz_{nGI}^j \tag{73}$$

とおく．このとき，式(62)に式(61)の合成公的投資財 z_{GI}^j 需要関数を代入することにより，U_{GI}^j の価格 p_{GI}^j が導出できる．

$$p_{GI}^j=\frac{1}{\gamma_{GI}^j}\Psi_{GI}^{j\,\frac{1}{1-\sigma_{GI}^j}} \tag{74}$$

また，式(62)の公的投資に対する支出水準と公的投資部門の所得水準（式(31c)）は，均衡状態下では一致するため，U_{GI}^j が以下のとおり求められる．

$$U_{GI}^j=\frac{\left[\tau_H^j\left(w_H^jL_H^j+r_H^jK_H^j\right)+\sum_i\sum_n\tau_n^j\left(w^{ji}l_n^{ji}+r^{ji}k_n^{ji}\right)\right]\delta_{GI}^j}{p_{GI}^j} \tag{75}$$

式(61)の地域i別消費量の決定以降の定式化は，家計の[5]〜[7]と同じであるためここでは割愛したい．

[16]合成民間投資財n z_{nI}^j の決定

式(33)を z_{nI}^j について解くと，以下のとおり合成民間投資財の需要関数が求められる．

2) 需要関数

$$z_{nI}^j=\frac{1}{\gamma_I^j\left(\beta_{nI}^j\right)^{1-\sigma_I^j}}\left(\frac{\alpha_{nI}^j}{q_{nI}^j}\right)^{\sigma_I^j}\Psi_I^{j\,\frac{\sigma_I^j}{1-\sigma_I^j}}U_I^j \tag{76}$$

ただし，$\Psi_I^j=\sum_n\left(\alpha_{nI}^j\right)^{\sigma_I^j}\left(\frac{q_{nI}^j}{\beta_{nI}^j}\right)^{1-\sigma_I^j}$．

ここで，$\alpha_{nI}^j,\beta_{nI}^j,\gamma_I^j$ ：パラメータ（$0\le\alpha_{nI}^j\le1$, $0\le\beta_{nI}^j\le1$），σ_I^j ：代替弾力性パラメータ．

式(65)の民間投資部門による効用水準U_I^j は以下より求められる．まず式(33)右辺第四項の民間投資に対する支出水準を，

$$p_I^jU_I^j\equiv\min\sum_n q_{nI}^jz_{nI}^j \tag{77}$$

とおく．このとき，式(66)に式(65)の合成民間投資財 z_I^j 需要関数を代入することにより，U_I^j の価格 p_I^j が導出できる．

$$p_I^j = \frac{1}{\gamma_I^j} \Psi_I^{j\frac{1}{1-\sigma_I^j}} \tag{78}$$

また，式(65)の民間投資に対する支出水準と民間投資部門の所得水準（式(31d)）は，均衡状態下では一致するため，U_I^j が以下のとおり求められる．

$$U_I^j = \frac{\left[\left(w_H^j L_H^j + r_H^j K_H^j\right)\left(1-\tau_H^j\right)\right]\kappa_H^j + S_F^j}{p_I^j} \tag{79}$$

式(65)の地域別消費量の決定以降の定式化は，家計の[5]〜[7]と同じであるためここでは割愛したい．

以上より，家計の財消費，政府消費，公的投資，民間投資のすべての消費財および投資財の需要関数が導かれた．続いて，輸出，輸入の取り扱いについての定式化を示す．

(8) 輸出，輸入の取り扱い

海外部門との経済取引である輸出入については，細江・我澤・橋本[10]にしたがい定式化する．その概念図を図-4に示す．図-4には，2. (3) の企業行動モデルから導出される財生産量 y_m^j が，一部は輸出，残りは国内向けに供給され，そしてその国内に供給されたものと輸入されたものとが国内企業に需要される，という流れが示されている．

このうち，図-4 [1] の国内財－輸出財配分モデルは，Barro型CET関数にしたがい収入を最大化するように生産財を国内財と輸出財に配分するという行動をとるものとして，[2] の国内財－輸入財投入モデルは，Barro型CES関数に基づく技術制約下で費用を最小化するように国内財と輸入財の投入量を決定するという行動をとるものとして定式化する．まず，国内財－輸出財配分モデルの定式化は以下のとおりである．

[1] 国内財，輸出財への配分

1) 収入最大化問題

$$p_m^j y_m^j = \max_{x_m^{Dj},\, x_m^{jE}} \left[p_m^{Dj} x_m^{Dj} + p_m^{jE} x_m^{jE} \right] \tag{80a}$$

$$\text{s.t. } y_m^j = \gamma_m^{jE}\left[\left(1-\alpha_m^{jE}\right)\left\{\left(1-\beta_m^{jE}\right)x_m^{Dj}\right\}^{\frac{\sigma_m^{jE}+1}{\sigma_m^{jE}}} + \alpha_m^{jE}\left\{\beta_m^{jE} x_m^{jE}\right\}^{\frac{\sigma_m^{jE}+1}{\sigma_m^{jE}}}\right]^{\frac{\sigma_m^{jE}}{\sigma_m^{jE}+1}} \tag{80b}$$

2) 配分関数

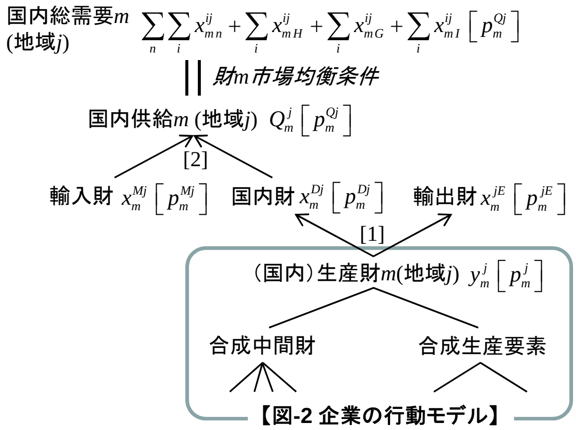

図-4　輸出入モデルの構造

$$x_m^{Dj} = \frac{1}{\gamma_m^{jE}\left(1-\beta_m^{jE}\right)^{1+\sigma_m^{jE}}} \left(\frac{1-\alpha_m^{jE}}{p_m^{Dj}}\right)^{-\sigma_m^{jE}} \Psi_m^{jE\frac{-\sigma_m^{jE}}{1+\sigma_m^{jE}}} y_m^j \tag{81a}$$

$$x_m^{jE} = \frac{1}{\gamma_m^{jE}\left(\beta_m^{jE}\right)^{1+\sigma_m^{jE}}} \left(\frac{\alpha_m^{jE}}{p_m^{jE}}\right)^{-\sigma_m^{jE}} \Psi_m^{jE\frac{-\sigma_m^{jE}}{1+\sigma_m^{jE}}} y_m^j \tag{81b}$$

ただし，

$$\Psi_m^{jE} = \left(1-\alpha_m^{jE}\right)^{-\sigma_m^{jE}} \left(\frac{p_m^{Dj}}{1-\beta_m^{jE}}\right)^{1+\sigma_m^{jE}} + \left(\alpha_m^{jE}\right)^{-\sigma_m^{jE}} \left(\frac{p_m^{jE}}{\beta_m^{jE}}\right)^{1+\sigma_m^{jE}} .$$

3) 財価格

$$p_m^j = \frac{1}{\gamma_m^{jE}} \Psi_m^{jE\frac{1}{1+\sigma_m^{jE}}} \tag{82}$$

ただし，x_m^{Dj}, x_m^{jE} ：国内財供給量および輸出財供給量，p_m^{Dj} ：国内財価格，p_m^{jE} ：輸出財価格（$p_m^{jE} = \varepsilon^j p_m^{WE}$，$\varepsilon^j$ ：為替レート，p_m^{WE} ：海外輸出価格（固定）），$\alpha_m^{jE}, \beta_m^{jE}, \gamma_m^{jE}$ ：パラメータ，σ_m^{jE} ：代替弾力性パラメータ，y_m^j, p_m^j ：国内生産財生産量とその価格．

式(69a)の p_m^j は，2. (3) の企業行動モデルの式(3)において既に求められている．また輸出財価格 p_m^{jE} も，為替レートが与えられれば求められる．そこで，式(33)に式(32)の Ψ_m^{jE} を代入し p_m^{Dj} について解くことにより以下のとおり国内財価格 p_m^{Dj} が導出される．

$$p_m^{Dj} = \left(1-\beta_m^{jE}\right) \frac{1}{\left(1-\alpha_m^{jE}\right)^{\frac{-\sigma_m^{jE}}{1+\sigma_m^{jE}}}} \cdot \left[\left(\gamma_m^{jE} p_m^{Yj}\right)^{1+\sigma_m^{jE}} - \left(\alpha_m^{jE}\right)^{-\sigma_m^{jE}} \left(\frac{p_m^{jE}}{\beta_m^{jE}}\right)^{1+\sigma_m^{jE}}\right]^{\frac{1}{1+\sigma_m^{jE}}} \tag{83}$$

[2] 国内財，輸入財の投入

1) 費用最小化問題

$$p_m^{Qj} Q_m^j = \min_{x_m^{Dj},\, x_m^{Mj}} \left[p_m^{Dj} x_m^{Dj} + p_m^{Mj} x_m^{Mj} \right] \tag{84a}$$

$$\text{s.t. } Q_m^j = \gamma_m^{Mj}\left[\left(1-\alpha_m^{Mj}\right)\left\{\left(1-\beta_m^{Mj}\right)x_m^{Dj}\right\}^{\frac{\sigma_m^{Mj}-1}{\sigma_m^{Mj}}} + \alpha_m^{Mj}\left\{\beta_m^{Mj}x_m^{Mj}\right\}^{\frac{\sigma_m^{Mj}-1}{\sigma_m^{Mj}}}\right]^{\frac{\sigma_m^{Mj}}{\sigma_m^{Mj}-1}} \tag{84b}$$

2) 需要関数

$$x_m^{Dj} = \frac{1}{\gamma_m^{Mj}\left(1-\beta_m^{Mj}\right)^{1-\sigma_m^{Mj}}}\left(\frac{1-\alpha_m^{Mj}}{p_m^{Dj}}\right)^{\sigma_m^{Mj}}\Psi_m^{Mj\,\frac{\sigma_m^{Mj}}{1-\sigma_m^{Mj}}}Q_m^j \tag{85a}$$

$$x_m^{Mj} = \frac{1}{\gamma_m^{Mj}\left(\beta_m^{Mj}\right)^{1-\sigma_m^{Mj}}}\left(\frac{\alpha_m^{Mj}}{p_m^{Mj}}\right)^{\sigma_m^{Mj}}\Psi_m^{Mj\,\frac{\sigma_m^{Mj}}{1-\sigma_m^{Mj}}}Q_m^j \tag{85b}$$

ただし,

$$\Psi_m^{Mj} = \left(1-\alpha_m^{Mj}\right)^{\sigma_m^{Mj}}\left(\frac{p_m^{Dj}}{1-\beta_m^{Mj}}\right)^{1-\sigma_m^{Mj}} + \left(\alpha_m^{Mj}\right)^{\sigma_m^{Mj}}\left(\frac{p_m^{Mj}}{\beta_m^{Mj}}\right)^{1-\sigma_m^{Mj}}.$$

3) 財価格

$$p_m^{Qj} = \frac{1}{\gamma_m^{Mj}}\Psi_m^{Mj\,\frac{1}{1-\sigma_m^{Mj}}} \tag{86}$$

ただし, x_m^{Mj} ：輸入財投入量, p_m^{Mj} ：輸入財価格（$p_m^{Mj} = \varepsilon^j p_m^{WM}$, ε^j ：為替レート, p_m^{WM} ：海外輸入価格（固定））, $\alpha_m^{Mj}, \beta_m^{Mj}, \gamma_m^{Mj}$ ：パラメータ, σ_m^{Mj} ：代替弾力性パラメータ, Q_m^j, p_m^{Qj} ：国内供給財供給量とその価格.

式(37)の p_m^{Qj} が，財の中間投入，消費において各主体の直面する価格となる．これは式(37)より p_m^{Dj}, p_m^{Mj} の関数であることがわかるが，このうち p_m^{Dj} は式(34)で求められており, p_m^{Mj} も為替レートが与えられれば得られる．その結果 p_m^{Qj} が決定され，それに対応して各主体の財需要量も決まる．ここで，本SCGEモデルの財市場均衡条件は以下であり，各主体の需要量が決定するということは，その左辺が決まることである．

$$\sum_m\sum_i x_{nm}^{ji} + \sum_i x_{nH}^{ji} + \sum_i x_{nG}^{ji} + \sum_i x_{nI}^{ji} = Q_n^j \tag{87}$$

そして，本SCGEモデルは企業行動において規模に関して収穫一定の技術を仮定していることから，企業は需要に見合う財供給を行うことになり，式(38)より国内供給財供給量 Q_n^j が決定される．さらに, Q_n^j が決まれば，式(36a), (36b)から国内財および輸入財の各投入量も決定する．このうち国内財投入量からは，国内生産財生産量 y_m^j を導出することが可能である．まず，式(32a)より y_m^j は以下のようになる．

$$y_m^j = \frac{\gamma_m^{jE}\left(1-\beta_m^{jE}\right)^{1+\sigma_m^{jE}}}{\left(\frac{1-\alpha_m^{jE}}{p_m^{Dj}}\right)^{-\sigma_m^{jE}}\Psi_m^{jE\,\frac{-\sigma_m^{jE}}{1+\sigma_m^{jE}}}}x_m^{Dj} \tag{88}$$

これに国内財投入量 x_m^{Dj} の値を代入することにより y_m^j が求められる.

3. 地域間社会会計行列と市場均衡条件

(1) 地域間社会会計行列

続いて，本研究で構築したSCGEモデルに対して地域間社会会計行列（地域間SAM : Social Accounting Matrix）を作成し，本SCGEモデルの市場均衡条件を示すとともにワルラス法則が成立することを明らかとする.

SAMとは，各主体の経済取引およびそれに係わる資金循環を行列表記したものであり，列方向には費用構成,行方向には販路構成が示されている．SAMの解説は,上田[9]および細江，我澤，橋本[9]に詳しい.

本SCGEモデルに対する地域間SAMを表-2に示す．この地域間SAMの行（横）方向は均衡条件を表す．まず,企業nの欄は財nの市場均衡条件式となっている．ただし,表-2ではそれが以下のように $p_n^{Qi}, p_n^{jE}, p_n^{Mj}, p_n^j$ といった各種価格が混在しており，どれが均衡価格として解かれるのかが明確ではない.

これについては，2. (6)の輸出入モデルを用いて変形することにより，実質的価格が p_n^{Qi} であることが示せる．すなわち，まず式(31)の国内財－輸出財供給モデルと,式(35)の国内財－輸入財投入モデルのそれぞれの最適化問題を解くと，以下の関係式が成立する.

$$p_n^j y_n^j = p_n^{Dj}x_n^{Dj\,*} + p_n^{jE}x_n^{jE\,*} \tag{89a}$$

$$p_n^{Qj}Q_n^j = p_n^{Dj}x_n^{Dj\,*} + p_n^{Mj}x_n^{Mj\,*} \tag{89b}$$

ただし，* : 最適化問題を解いて得られる供給関数および需要関数を意味する（具体的には，式(32)と式(36)）．また対象財をmからnに変更している.

これより $p_n^{Dj}x_n^{Dj\,*}$ 消去すると以下が得られる.

$$p_n^j y_n^j = p_n^{Qj}Q_n^j + \left(p_n^{jE}x_n^{jE\,*} - p_n^{Mj}x_n^{Mj\,*}\right) \tag{90}$$

これを式(41)に代入し両辺を p_n^{Qj} で除すと，式(38)のn財市場均衡条件式が導出され，式(41)の未知変数は p_n^{Qj} であることが示される.

続いて，家計の欄である．これは要素所得の均衡条件を表す．本SCGEモデルでは，生産要素の地域配分をモデル化したため，表-2では地域jの家計が地域kに生産要素を配分し，その対価として得られる要素所得の合計が家計所得 I_H^j と均衡することが示されている．なお，ここでの未知変数は I_H^j と考えれば良い.

同様に政府，公共投資，民間投資の欄についても，それぞれ政府税収と政府所得との均衡条件，公共投資額と

表-2　地域間社会会計行列

		地域 j								地域 i								輸出	輸入	生産
		…企業 m…	家計	政府	公共投資	民間投資	…労働 k…	…資本 k…	間接税	企業 m	家計	政府	公共投資	民間投資	…労働 k…	…資本 k…	間接税			
地域 j	企業 n	⋮ $\cdots p_n^{Qj}x_{n\,m}^{jj}\cdots$ ⋮	⋮ $p_n^{Qj}x_{nH}^{jj}$ ⋮	⋮ $p_n^{Qj}x_{nG}^{jj}$ ⋮	⋮ $p_n^{Qj}x_{nGI}^{jj}$ ⋮	⋮ $p_n^{Qj}x_{nI}^{jj}$ ⋮				⋮ $\cdots p_n^{Qj}x_{n\,m}^{ji}\cdots$ ⋮	⋮ $p_n^{Qj}x_{nH}^{ji}$ ⋮	⋮ $p_n^{Qj}x_{nG}^{ji}$ ⋮	⋮ $p_n^{Qj}x_{nGI}^{ji}$ ⋮	⋮ $p_n^{Qj}x_{nI}^{ji}$ ⋮				⋮ $p_n^{jE}x_n^{jE}$ ⋮	⋮ $-p_n^{Mj}x_n^{Mj}$ ⋮	⋮ $p_n^j y_n^j$ ⋮
	家計						$\cdots w^{jk}L_H^{jk}\cdots$	$\cdots r^{jk}K_H^{jk}\cdots$												I_H^j
	政府		$\tau_H^j I_H^j$						ϕ_{IT}^j											Φ_G^j
	公共投資			$\delta_{GI}^j\Phi_G^j$																Φ_{GI}^j
	民間投資		$\kappa_H^j I_H^j$															S_F^j		Φ_I^j
	⋮ 労働 j 労働 i ⋮	0 $\cdots w^{jj}l_m^{jj}\cdots$ 0 0								0 0 $\cdots w^{ji}l_m^{ji}\cdots$ 0										⋮ $w^{jj}L_H^{jj}$ $w^{jj}L_H^{jj}$ ⋮
	⋮ 資本 j 資本 i ⋮	0 $\cdots r^{jj}k_m^{jj}\cdots$ 0 0								0 0 $\cdots r^{ji}k_m^{ji}\cdots$ 0										⋮ $r^{jj}K_H^{jj}$ $r^{ji}K_H^{ji}$ ⋮
	間接税	$\cdots \tau_m^{jj}pf_m^j cf_m^{j*}\cdots$								$\cdots \tau_m^{ij}pf_m^i cf_m^{i*}\cdots$										ϕ_{IT}^j
地域 i	企業 n	⋮ $\cdots p_n^{Qi}x_{n\,m}^{ij}\cdots$ ⋮	⋮ $p_n^{Qi}x_{nH}^{ij}$ ⋮	⋮ $p_n^{Qi}x_{nG}^{ij}$ ⋮	⋮ $p_n^{Qi}x_{nGI}^{ij}$ ⋮	⋮ $p_n^{Qi}x_{nI}^{ij}$ ⋮					⋮ $p_n^{Qi}x_{nH}^{ii}$ ⋮	⋮ $p_n^{Qi}x_{nG}^{ii}$ ⋮	⋮ $p_n^{Qi}x_{nGI}^{ii}$ ⋮	⋮ $p_n^{Qi}x_{nI}^{ii}$ ⋮				⋮ $p_n^{iE}x_n^{iE}$ ⋮	⋮ $-p_n^{Mi}x_n^{Mi}$ ⋮	⋮ $p_n^i y_n^i$ ⋮
	家計														$\cdots w^{ik}L_H^{ik}\cdots$	$\cdots r^{ij}K_H^{ij}\cdots$				I_H^i
	政府										$\tau_H^i I_H^i$						ϕ_{IT}^i			Φ_G^i
	公共投資											$\delta_{GI}^i\Phi_G^i$								Φ_{GI}^i
	民間投資										$\kappa_H^i I_H^i$							S_F^i		Φ_I^i
	⋮ 労働 i 労働 i ⋮	0 $\cdots w^{ij}l_m^{ij}\cdots$ 0 0								0 0 $\cdots w^{ii}l_m^{ii}\cdots$ 0										⋮ $w^{ii}L_H^{ii}$ $w^{ji}L_H^{ji}$ ⋮
	⋮ 資本 j 資本 i ⋮	0 $\cdots r^{ij}k_m^{ij}\cdots$ 0 0								0 0 $\cdots r^{ii}k_m^{ii}\cdots$ 0										⋮ $r^{ii}K_H^{ii}$ $r^{ji}K_H^{ji}$ ⋮
	間接税	$\cdots \tau_m^{ii}pf_m^j cf_m^{j*}\cdots$								$\cdots \tau_m^{ii}pf_m^i cf_m^{i*}\cdots$										ϕ_{IT}^i
生産		$p_n^j y_n^j$	I_H^j	Φ_G^j	Φ_{GI}^j	Φ_I^j	$\cdots w^{jj}L_H^{jj}\cdots$	$\cdots r^{jj}K_H^{jj}\cdots$	ϕ_{IT}^j	$p_n^i y_n^i$	I_H^i	Φ_G^i	Φ_{GI}^i	Φ_I^i	$\cdots w^{ij}L_H^{ij}\cdots$	$\cdots r^{ij}K_H^{ij}\cdots$	ϕ_{IT}^i	0		

公共投資部門所得との均衡条件，貯蓄額（家計貯蓄と域外貯蓄の合計）と投資額との均衡条件を表している．なお，これらにおける未知変数はそれぞれ$\Phi_G^j, \Phi_{GI}^j, \Phi_I^j$である．

次に生産要素iの欄は，地域iに配分された生産要素を意味し，表-2ではそれが地域iの企業に需要されることが示されている．すなわち，これは生産要素の配分地ごとに成立する生産要素市場均衡条件式を表すものといえる．その未知変数はw^{ji}, r^{ji}などの生産要素価格である．

最後に間接税の欄は，各企業の間接税支払いの合計と間接税部門の所得との均衡条件を表しており，その未知変数はϕ_{IT}^jである．

(2)　ワルラス法則

次に，表-2より本SCGEモデルがワルラス法則を満たすことを明らかとする．

SAMの列方向は費用構成（最終需要部門の場合は支出構成）を表すことは既に述べた．これは，SCGEモデルとの対応では，企業のゼロ利潤条件（本SCGEモデルにおける企業の生産技術は規模に関して収穫一定を仮定しているため，利潤は必ずゼロとなる），家計の所得制約式（所得水準と支出水準が一致するという条件），政府の財政均衡条件（式(26)），投資部門の貯蓄と投資の一致条件を表すことになる．すなわち，SCGEモデルでは，これらの諸条件は制約条件であり必ず満たされるため，表-2の地域間SAMの列方向の最下欄の一つ上の行までの合計は，最下欄の値と必ず一致することになる．なお，輸出入部門では，域外貯蓄S_F^jを考慮しており，これにより輸出入両部門の列方向の合計値がゼロとなる．すなわち，

$$\sum_j \left(S_F^j + \sum_n p_n^{jE} x_n^{jE} - \sum_n p_n^{Mj} x_n^{Mj} \right) = 0\,. \tag{91}$$

ただし，$S_F^j = \left(M_R^j - E_R^j\right) + \left(M^j - E^j\right)$（∵式(30)）．

なぜなら，S_F^jの中で移入出差（$M_R^j - E_R^j$）の地域での合計はゼロであり，（$M^j - E^j$）は輸入差であるので，

$$M^j - E^j + \sum_n p_n^{jE} x_n^{jE} - \sum_n p_n^{Mj} x_n^{Mj} = 0 \tag{92}$$

となる．

したがって，式(44)が成立する．以上の結果，輸出入部門についても，列方向の最下欄の一つ上の行までの合計はゼロとなることが示された．ワルラス法則とは『各主体の収支均等条件が成立しているとき，超過需要額の総和が恒等的にゼロとなる』というものである．表-2の地域間SAMの行方向は，超過需要額を表す．したがって，列方向の各主体の収支均等条件が満たされれば，超過需要額の総和は必ずゼロとなる．以上より，本SCGEモデルはワルラス法則を満たすといえる．

4.　将来経済状況の予測

新東名高速道路は，全線整備が平成42年の予定である．そのため，厳密に新東名高速道路の特に全線開通の効果を評価するためには，平成42年時点の経済状況を予測した上で，新東名高速道路の整備なし，整備ありを比較する必要がある．

そこで，まずは簡便な方法にて別途将来資本ストックの予測を行うこととした．その方法とは，本SCGEモデルではBarro型CES関数により生産関数を特定化したが，それを簡単化のためまずコブ・ダグラス型関数で以下のとおり特定化するとする．

$$Y = A \cdot L^{\alpha} K^{1-\alpha} \tag{93}$$

ただし，Y ：域内総生産（今国全体を想定するためGDPとなる），L ：総労働投入量，K ：総資本投入量，α ：分配パラメータ，A ：技術係数．

この生産関数に対しては，成長会計の公式が以下のように求められる．

$$\frac{\Delta Y}{Y} = \frac{\Delta A}{A} + \alpha \frac{\Delta L}{L} + (1-\alpha)\frac{\Delta K}{K} \tag{94}$$

これを基に，将来の資本ストック量を算出する．そのために，まず2001年～2010年のデータから，労働と資本の投入額に対する労働投入額の比率である α を各年データから得られるものの平均値によって求め，またGDP成長率，労働成長率，資本成長率もデータより求める．それより，上記の式から技術係数の成長率が算出できる．

次に将来予測において，まず将来の資本成長率および技術係数の成長率を2001年～2010年のデータから得られた率の平均値として設定した．具体的には資本成長率は2010年以降1.570%，技術係数の成長率0.528%とした．また，労働成長率は人口問題研究所が予測している人口変化の中位予測結果に基づき設定した．それらを式(45)に代入してGDP成長率の予測値を求めた結果が**図-6**である．2011年～2042年の予測値における平均成長率は，GDPが0.7%成長，労働が-0.9%成長，資本，技術係数は設定値となっている．

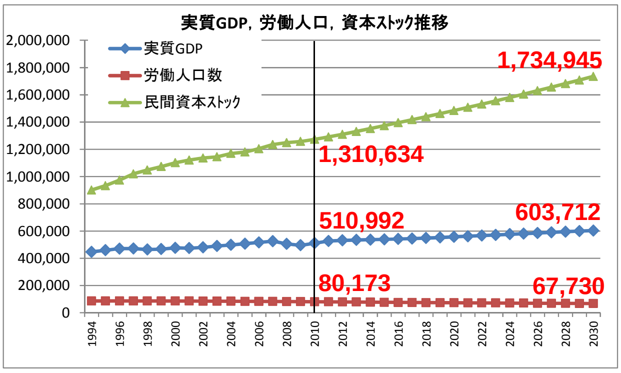

図-5　GDP，労働人口，民間資本ストックの将来予測値

●総貨物

<一般道，高速道路の合成所要時間>

	北海道・東北	関東	伊豆	静岡東部	静岡中部	静岡西部	中部	近畿	西日本	平均
北海道・東北	0.00%	−0.16%	0.00%	0.19%	−0.67%	8.05%	1.44%	−1.51%	−5.09%	0.25%
関東	−0.14%	0.00%	−0.33%	−1.71%	−5.59%	−7.60%	−3.24%	−3.06%	−1.82%	−2.61%
伊豆	−0.09%	−0.18%	0.02%	−1.65%	−11.38%	−12.77%	−1.85%	−1.11%	−1.39%	−3.38%
静岡東部	−0.57%	−1.43%	−2.04%	−1.98%	−14.89%	−14.13%	−8.29%	−4.86%	−0.56%	−5.42%
静岡中部	−1.94%	−6.92%	−11.30%	−15.38%	−6.33%	−14.60%	−5.26%	−4.27%	−0.41%	−7.38%
静岡西部	4.82%	−6.92%	−12.67%	−13.73%	−13.79%	−4.05%	−2.88%	−0.78%	1.08%	−5.44%
中部	−0.44%	−2.99%	−4.26%	−7.70%	−4.97%	−2.93%	0.03%	−0.06%	−0.02%	−2.60%
近畿	−1.25%	−3.02%	−1.07%	−5.16%	−5.18%	−0.76%	−0.08%	0.00%	0.00%	−1.83%
西日本	−4.89%	−2.70%	−1.98%	−3.13%	−1.95%	−0.16%	−0.05%	0.00%	0.00%	−1.65%

●乗用車

<一般道，高速道路の合成所要時間>

	北海道・東北	関東	伊豆	静岡東部	静岡中部	静岡西部	中部	近畿	西日本	平均
北海道・東北	0.00%	−0.02%	−0.75%	−	−5.28%	−5.74%	−2.04%	−2.61%	−2.13%	−2.06%
関東	−0.01%	−0.05%	−0.46%	−2.42%	−13.57%	−14.93%	−3.57%	−3.63%	−2.62%	−4.59%
伊豆	−0.27%	−0.52%	0.02%	−2.42%	−20.21%	−22.18%	−13.61%	−8.48%	0.00%	−7.52%
静岡東部	−0.10%	−2.32%	−2.05%	−1.72%	−22.73%	−26.89%	−18.04%	−7.44%	−6.08%	−9.71%
静岡中部	−4.46%	−15.60%	−18.25%	−21.11%	−6.02%	−21.58%	−12.40%	−5.19%	−5.99%	−12.29%
静岡西部	−2.36%	−14.82%	−23.86%	−26.98%	−22.20%	−3.93%	−5.09%	−0.68%	−1.14%	−11.23%
中部	−2.57%	−3.64%	−14.96%	−15.41%	−16.30%	−5.18%	0.00%	−0.05%	−0.02%	−6.46%
近畿	−2.67%	−3.69%	−9.37%	−7.39%	−6.92%	−0.68%	−0.02%	0.00%	0.00%	−3.42%
西日本	−1.94%	−2.44%	−2.16%	−7.58%	−1.69%	0.47%	0.02%	0.00%	0.00%	−1.70%

図-6 (1)　新東名高速道路整備によるゾーン間所要時間の変化率（平成24年時点）

●総貨物

<一般道，高速道路の合成所要時間>

	北海道・東北	関東	伊豆	静岡東部	静岡中部	静岡西部	中部	近畿	西日本	平均
北海道・東北	0.00%	0.02%	2.63%	−1.81%	−1.50%	−8.11%	−1.55%	−0.69%	−0.21%	−1.25%
関東	0.04%	−0.17%	−5.28%	−8.24%	−10.96%	−15.50%	−7.96%	−7.52%	−3.63%	−6.58%
伊豆	−0.03%	−4.72%	−0.03%	−4.19%	−15.77%	−18.82%	−13.62%	−9.02%	−12.64%	−8.76%
静岡東部	−3.19%	−8.40%	−4.24%	−4.32%	−19.30%	−19.14%	−18.24%	−15.23%	−11.20%	−11.47%
静岡中部	−0.88%	−13.67%	−15.68%	−19.93%	−5.44%	−16.83%	−13.29%	−13.83%	−14.18%	−12.64%
静岡西部	−5.42%	−15.69%	−14.95%	−19.31%	−15.41%	−5.76%	−12.94%	−10.18%	−7.08%	−11.86%
中部	−1.17%	−8.35%	−13.18%	−17.62%	−13.67%	−14.07%	−0.87%	−0.20%	−0.27%	−7.71%
近畿	−0.58%	−7.15%	−11.23%	−13.39%	−15.73%	−10.29%	−0.24%	0.00%	0.00%	−6.51%
西日本	−0.20%	−4.55%	−7.56%	−9.80%	−11.69%	−5.60%	−0.41%	0.00%	0.00%	−4.42%

●乗用車

<一般道，高速道路の合成所要時間>

	北海道・東北	関東	伊豆	静岡東部	静岡中部	静岡西部	中部	近畿	西日本	平均
北海道・東北	0.00%	0.03%	−3.85%	−	−8.49%	−9.06%	−3.03%	−2.03%	−1.23%	−3.07%
関東	0.03%	−0.25%	−6.92%	−12.88%	−19.25%	−22.05%	−7.89%	−6.65%	−4.61%	−8.94%
伊豆	−3.01%	−6.80%	−0.04%	−6.17%	−25.72%	−27.52%	−27.79%	−20.81%	0.00%	−13.10%
静岡東部	−5.91%	−12.50%	−6.04%	−4.98%	−28.24%	−34.55%	−30.37%	−17.29%	−13.22%	−17.01%
静岡中部	−8.70%	−21.32%	−26.66%	−27.68%	−5.69%	−23.35%	−27.05%	−15.48%	−9.69%	−18.40%
静岡西部	−3.97%	−22.90%	−30.26%	−34.75%	−23.28%	−5.61%	−23.08%	−10.90%	−7.52%	−18.03%
中部	−3.10%	−8.02%	−29.96%	−27.73%	−28.90%	−23.49%	−0.67%	−0.07%	−0.10%	−13.56%
近畿	−2.03%	−7.07%	−17.49%	−17.30%	−16.25%	−10.57%	−0.06%	0.00%	0.00%	−7.86%
西日本	−1.42%	−4.24%	−3.49%	−11.66%	−2.91%	−5.14%	−0.03%	0.00%	0.00%	−3.21%

図-6 (2)　新東名高速道路整備によるゾーン間所要時間の変化率（平成42年時点）

5.　新東名高速道路の数値計算結果

(1)　データセットとパラメータ推定

数値計算にあたり，SCGEモデルのパラメータを推定する必要がある．本研究では，基準年を平成17年とし，経済産業省から公表されている平成17年9地域間産業連関表を元に，3.の冒頭に示した地域に集約あるいは静岡県は詳細化した地域間産業連関表を作成し，そこから地域間社会会計行列を構築，それをデータセットとした．

パラメータ推定は標準的なSCGEモデルと同様，キャリブレーションにより行った．それらの結果は，紙面の都合上割愛したい．

(2)　新東名高速道路整備による所要時間設定

新東名高速道路整備に伴うゾーン間所要時間は，交通量配分の結果より求めた．ただし，そこでは高速道路と一般道とそれぞれのゾーン間所要時間結果が導出されており，それらの平均所要時間を求める必要があった．そこで，高速道路と一般道との選択問題を，Barro型CES関数で特定化した経路選択モデルに基づく時間最小化問題としてモデル化し，その結果から得られる合成所要時間によって平均所要時間を求めた．それらの新東名高速道

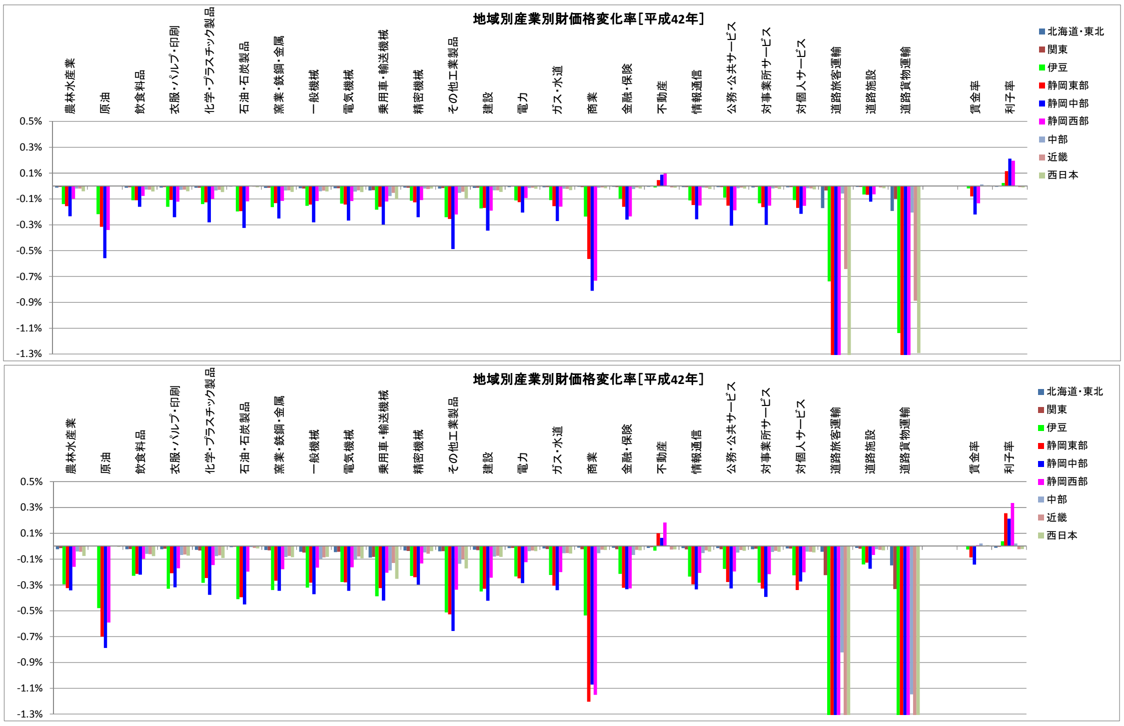

図-7　新東名高速道路整備による財価格の変化率

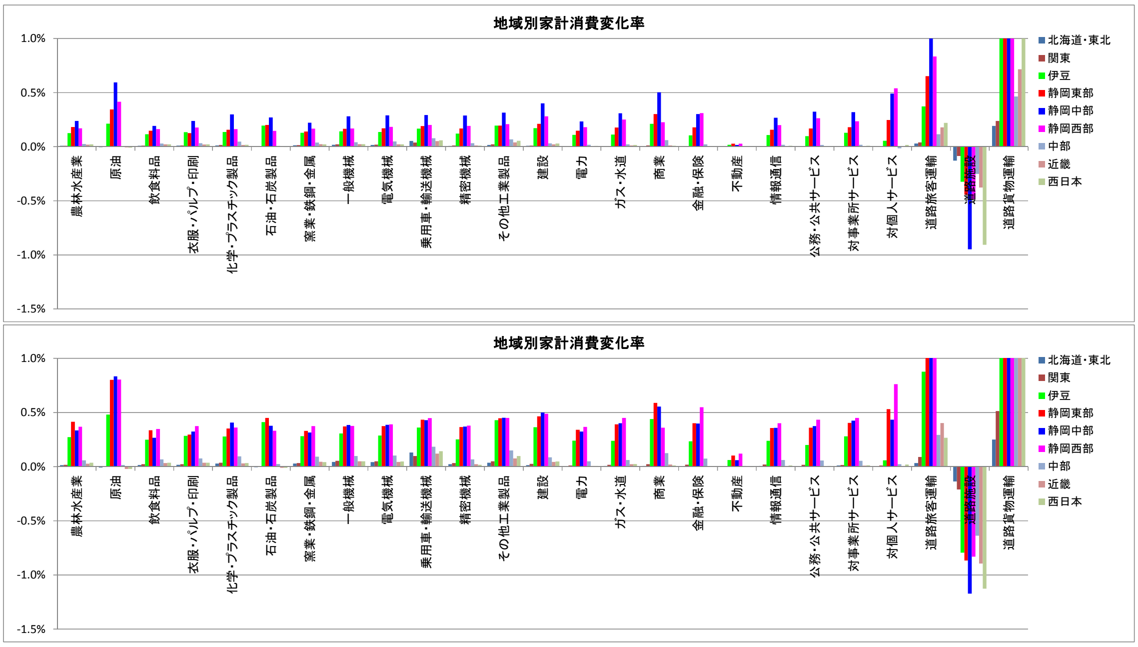

図-8　新東名高速道路整備による家計消費の変化率

路整備に伴う変化率を示したものが**図-6**である．**図-6**には，貨物車に着目した所要時間変化率と乗用車に着目した所要時間変化率とともに，部分供用である平成24年時点のものと全路線供用の平成42年時点のものの両方を示している．

(3) 新東名高速道路整備による主要経済変数の結果

続いて，**図-7**には新東名高速道路整備に伴う財価格変化の変化率を示した．新東名高速道路整備に伴い，運輸企業の労働および資本効率の向上，また全企業においては業務交通時間投入効率の向上効果が生じる．それらの一義的な意味としては，労働および資本需要の低下ということがある．さらに，運輸企業は資本より労働投入量が相対的に多く，また業務交通時間投入効率の向上は，労働需要の減少につながるため，相対的には資本より労働の需要減少効果の方が大きく影響する．そのため，賃金率は大きく低下するものの，利子率は上昇する結果となった．その影響によって，多くの財価格は低下する．しかし，資本投入割合の高い不動産業の価格は上昇している．

次に，**図-8**には家計消費の変化率を示した．今，財価格はほとんどの財において低下しており，そのため家計

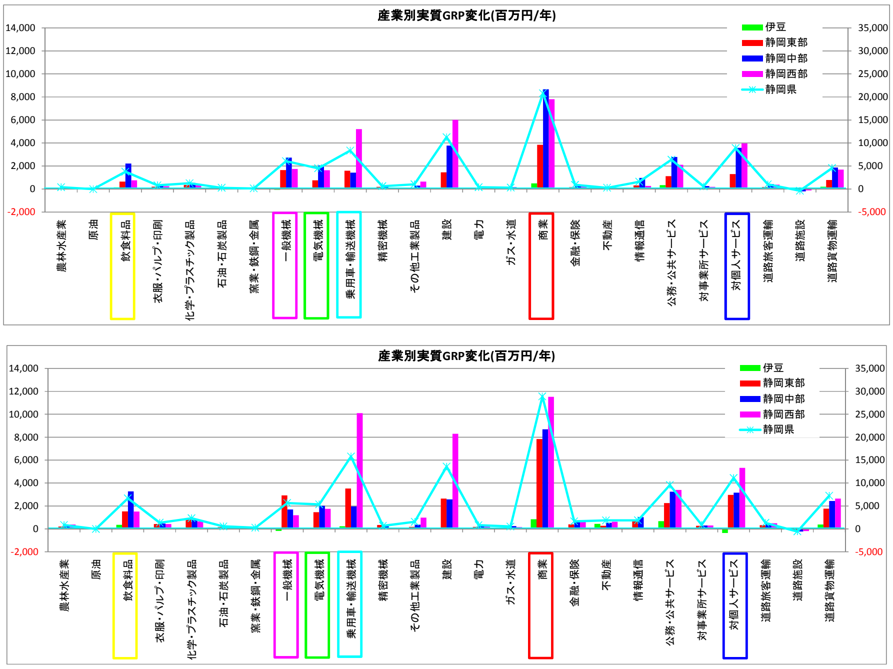

図-9　新東名高速道路整備による実質域内総生産の変化額

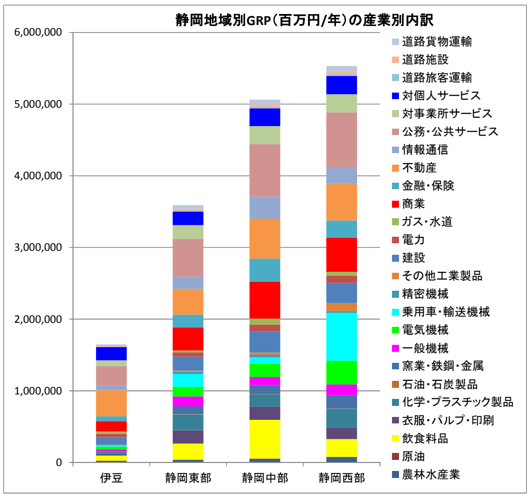

図-10　静岡県の産業別実質域内総生産のシェア

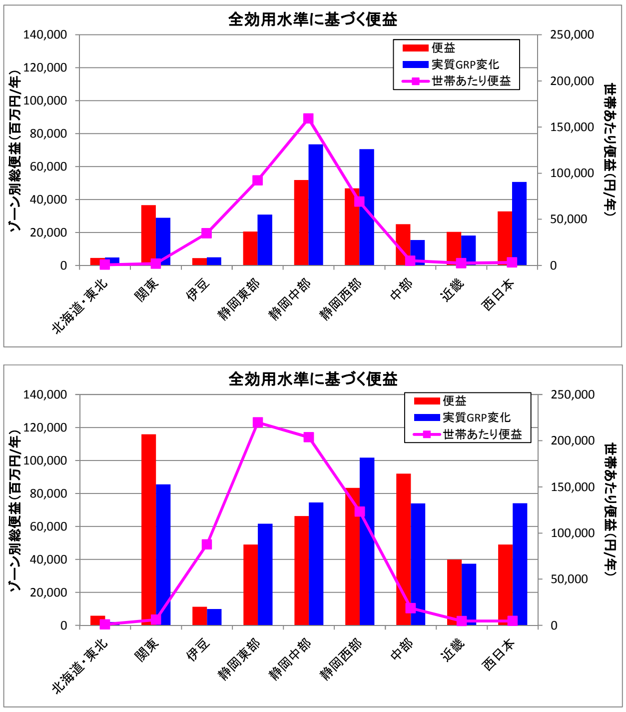

図-11　新東名高速道路整備の便益評価結果

表-3　費用便益分析の結果

項　目	H24部分供用区間の整備効果（御殿場JCT－三ケ日JCT）	H42全線開通効果（海老名南JCT－豊田東JCT）	備　考
整備費用	3.28兆円	4.95兆円	
時間短縮便益[リンク集計]	1,833億円/年 （4.12兆円） [1.255]	4,001億円/年 （9兆円） [1.818]	( )内は現在価値総和 [ ]内は費用便益比
平均短縮時間（算術平均）	10.6分	34.3分	
帰着便益 [SCGEモデルによる推計	2,430億円/年 （5.5兆円） [1.666]	5,127億円/年 （11.5兆円） [2.328]	( )内は現在価値総和 [ ]内は費用便益比
内　静岡県の便益	1,237億円/年	2,100億円/年	

消費は増加する結果となった．なお，価格の上昇している不動産の消費も増加する結果となった．これは，新東名高速道路整備の結果，家計の通勤交通時間消費および私事交通時間消費も効率が上昇するため，結果としてそれらの消費量は減少する．その減少した分，所得に余裕が生まれ，財価格が上昇した不動産のサービス購入にも回されたものと考えられる．

図-9には，企業への影響について，実質域内総生産（GRP：Gross Regional Products）変化額（百万円/年）を静岡県の詳細地域に関して示したものである．これによれば，新東名高速道路整備により，第三次産業系では商業と対個人サービスの実質GRPの増加額が大きく，第二次産業系では輸送機械，建設業，電気機械，一般機械および飲食料品の増加額が大きいことがわかる．なお，これらの産業は静岡県内で元々GRPシェアの大きな産業でもある（**図-10**）．

(4)　新東名高速道路整備の便益評価結果

最後に，新東名高速道路の便益評価結果を示したものが**図-11**である．便益は，等価的偏差（EV：Equivalent Variation）に基づき，以下より求めた．

$$EV^j = p_H^{j\,A} U_H^{j\,B} - p_H^{j\,A} U_H^{j\,A} \tag{95}$$

ただし，A, B：整備なし，ありを表す添字．
なお，$p_H^j U_H^j$ に対しては以下が成立する．

$$p_H^j U_H^j = p_C^j U_C^j + p_G^j U_G^j + p_{GI}^j U_{GI}^j + p_I^j U_I^j \tag{96}$$

したがって，EVとしても求められる．

$$\begin{aligned} EV^j = & p_C^{jA}\left[U_C^{jB} - U_C^{jA}\right] + p_G^{jA}\left[U_G^{jB} - U_G^{jA}\right] \\ & + p_{GI}^{j\,A}\left[U_{GI}^{j\,B} - U_{GI}^{j\,A}\right] + p_I^{jA}\left[U_I^{jB} - U_I^{jA}\right] \end{aligned} \tag{97}$$

あるいは，支出水準＝所得水準より，EVは以下のようにも表される．

$$\begin{aligned} EV^j = & \left[\frac{p_C^{jA}}{p_C^{jB}}\Omega_C^{jB} - \Omega_C^{jA}\right] + \left[\frac{p_G^{jA}}{p_G^{jB}}\Omega_G^{jB} - \Omega_G^{jA}\right] \\ & + \left[\frac{p_{GI}^{j\,A}}{p_{GI}^{j\,B}}\Omega_{GI}^{j\,B} - \Omega_{GI}^{j\,A}\right] + \left[\frac{p_I^{jA}}{p_I^{jB}}\Omega_I^{jB} - \Omega_I^{jA}\right] \end{aligned} \tag{98}$$

また，得られた便益より費用便益分析を行った結果を示したものが**表-3**である．これを見ると，費用便益比でH24年時点では1.666，H42年時点では2.328と大きく便益が整備費用を上回る結果となっていることがわかる．

6.　まとめ

本研究では，Barro型CES関数に基づく空間的応用一般均衡（SCGE）モデルを用いて，新東名高速道路整備の便益評価を行った．

今後の課題としては，動学モデル部の精査，便益帰着分析の実行等がある．

謝辞：本研究を進めるにあたり，(財)日本総合研究所松岡斉所長には大変貴重なコメントを頂いた．なお，本研究は科学研究費補助金・基盤研究(B)［研究課題番号：23360218］および科学研究費補助金・若手研究(B)［課題番号：22760387］の研究成果の一部である．ここに記して謝意を表する次第である．

参考文献

1) 国土交通省道路局，都市・地域整備局：費用便益分析マニュアル，国土交通省，http://www.mlit.go.jp/road/ir/hyouka/plcy/kijun/bin-ekiH20_11.pdf，2008.
2) 中日本高速道路株式会社　事業評価監視委員会：再評価（原案），平成 20 年度事業評価委員会資料（資料２），2009.
3) Bröcker J. : Operational Spatial Computable General Equilibrium Modeling, The Annals of Regional Science, Vol.32, pp.367-387, 1998.
4) 宮城俊彦，本部賢一：応用一般均衡分析を基礎にした地域間交易量モデルに関する研究，土木学会論文集，No.530／IV-30，pp.31-40，1996.
5) 武藤慎一，森杉壽芳，青木優，桐越信：Barro 型 CES 関数による SCGE モデルの一般性向上　－交通行動モデルを中心にー，応用地域学会 2009 年度研究発表会，2009.
6) 武藤慎一，桐越信：Barro 型 CES 関数に基づく空間的応用一般均衡(SCGE)モデルの一般性向上-交通モデルを中心に-，交通学研究／2010 年研究年報，pp.255-264，2011.
7) 細江宣裕，我澤賢之，橋本日出男：テキストブック応用一般均衡モデリング　プログラムからシミュレーションまで，東京大学出版会，2004.

（2011.　.　受付）