

山梨を対象とした交通整備・経済活性化策評価のための応用一般均衡モデルの開発

山梨大学 正会員 武藤慎一
山梨大学 学生員 ○安藤倫規

1. はじめに

地方都市の衰退が深刻化している。山梨県甲府市でも中心部では空き店舗が目立ち商店街はシャッターが閉まっている店も多い。加えて、空きビルの存在から業務機能の衰退も感じさせる。藻谷（2010）¹⁾は、そうした地方都市の衰退の一因が少子高齢化による生産年齢人口（15～64歳）の減少にあると指摘している。人口減少によって山梨の労働力や消費の低下が起き、企業生産が減少することで山梨から企業が撤退し雇用も失われ経済が縮小すると考えられる。

現在、行政では様々な活性化策が提案されている。しかし、地域の特徴・問題を考えず、流行りの業種や成功例を真似して活性化策を行うのでは、十分な効果も出ず失敗に終わる可能性もある。山梨において優位性があり活性化効果が高い業種を選択し、適切な交通整備あるいは投資を呼び込むような措置が必要である。そこで、本研究では運輸企業の生産行動を明示化し、交通サービス生産を明確に組み込んだ応用一般均衡

(Computable General Equilibrium: CGE) モデルを開発し、交通整備および産業別活性化策の評価を行う。そして、人口減少が生じても極力山梨の経済衰退を押しとどめる、活性化策を検討することが本研究の目的である。

2. 山梨経済の現状

まず、山梨経済の現状を明らかにする。図1は、山梨と内陸の県の産業別県内総生産（GRP）を示したものである²⁾³⁾⁴⁾。商業、サービス業など3次産業系は人口が多い県の方がGRPが高い。しかし、電気機械や精密機械は山梨の方が人口規模の大きい岐阜県よりも額が大きい。次に純移輸出額（移輸出－移輸入）（図2）²⁾³⁾⁴⁾をみると、機械系はプラスのものが多く、移輸出産業になっている。純移輸出額がプラスということは交易・貿易において黒字を生み出していることであり、活性化策の対象として優位性が高いと考えられる。しかし、こうした現状分析だけでは実際どのような策が山梨経済の活性化において効果的であるかを明確に知

ることはできない。そこで、次章でCGEモデルを構築し、交通整備を含む活性化策の評価を実行する。

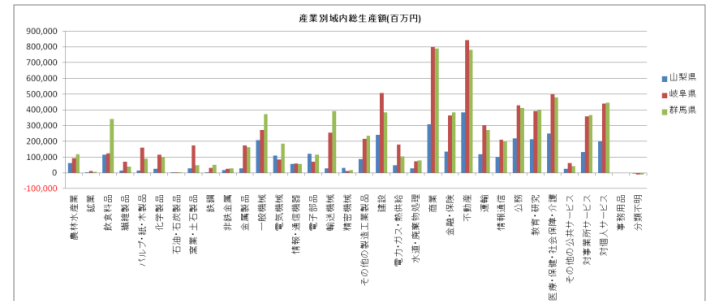


図1 山梨,岐阜,群馬県の産業別県内総生産（H17年）

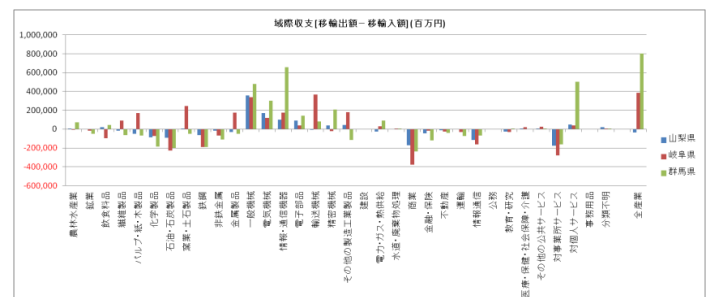


図2 山梨,岐阜,群馬県の純移輸出額（H17年）

3. CGEモデルの概要

(1) CGEモデルの概要

本研究で構築したCGEモデルの概要を示す。対象地域には家計と企業が存在し、企業は旅客運輸、貨物運輸企業を含む24部門を考え、家計は代表家計を想定する。家計は生産要素を供給して所得を得て、企業が生産した財を需要する。域外との財・サービスのやり取りは移輸出、移輸入として扱う。さらに本研究のCGEモデルの旅客交通は企業の業務交通、家計の通勤、私事交通を考慮しており交通整備が家計と企業に与える効果を明示的に扱っている。

(2) 企業の生産行動モデル

企業の生産行動は、既存のCGEモデル⁵⁾と同様、階層化してモデル化する（図3）。それぞれの行動モデルは、Barro型CES生産技術制約下での費用最小化行動により定式化する。ここでは、2財モデルの図1①と多財モデルの②の最適化問題を示す。

キーワード CGEモデル, 人口減少, 交通整備, 経済活性化

連絡先 〒400-8511 山梨県甲府市武田4-3-11 山梨大学工学部土木環境工学科 TEL: 055-220-8599

E-mail: smutoh@yamanashi.ac.jp

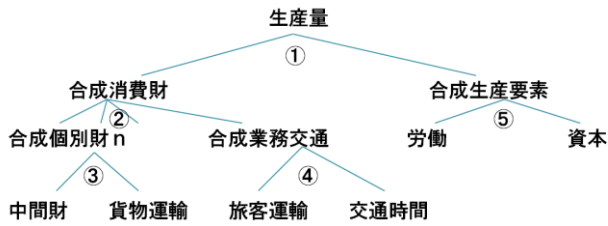


図3 企業行動ツリー

①合成中間財 z_M および合成生産要素 cf_M の投入

$$p_M y_M = \min_{z_M, cf_M} [q_M z_M + p_{f_M} cf_M] \quad (1)$$

$$s. t. y_M = \gamma_M \left[\alpha_M \{ \beta_M z_M \}^{\frac{\sigma_M - 1}{\sigma_M}} + (1 - \alpha_M) \{ (1 - \beta_M) cf_M \}^{\frac{\sigma_M - 1}{\sigma_M}} \right]^{\frac{\sigma_M}{\sigma_M - 1}} \quad (2)$$

式(2)の最適化問題を解くことにより、以下が得られる。

$$z_M = \frac{1}{\gamma_H \beta_M^{1-\sigma_M}} \left(\frac{\alpha_M}{q_M} \right)^{\sigma_M} \Psi_M^{\frac{\sigma_M}{\sigma_M - 1}} y_M \quad (3a)$$

$$cf_M = \frac{1}{\gamma_H (1 - \beta_M)^{1-\sigma_M}} \left(\frac{1 - \alpha_M}{p_{f_M}} \right)^{\sigma_M} \Psi_M^{\frac{\sigma_M}{\sigma_M - 1}} y_M \quad (3b)$$

$$\text{ただし、} \Psi_M = \alpha_M^{\sigma_M} \left(\frac{q_M}{\beta_M} \right)^{1-\sigma_M} + (1 - \alpha_M)^{\sigma_M} \left(\frac{cf_M}{1 - \beta_M} \right)^{1-\sigma_M}$$

$$c_M = \frac{1}{\gamma_M} \Psi_M^{\frac{1}{1-\sigma_M}} y_M, \quad p_M = \frac{1}{\gamma_M} \Psi_M^{\frac{1}{1-\sigma_M}} \quad (4)$$

ただし、 z_M, cf_M ：企業 M の合成中間財投入量および合成生産要素投入量、 q_M, p_{f_M} ： z_M, cf_M の価格、 $\alpha_M, \beta_M, \gamma_M$ ：パラメータ、 σ_M ：代替弾力性、 y_M ：企業 M の生産量、 p_M ： M 財価格

②合成中間財 n z_{nM} および合成業務交通 z_{pM} の投入

$$q_M z_M = \min_{z_{nM}, z_{pM}} \sum_n q_{nM} z_{nM} \quad (5)$$

$$s. t. z_M = \gamma_{nM} \left[\sum_n \alpha_{nM} \{ \beta_{nM} z_{nM} \}^{\frac{\sigma_{nM} - 1}{\sigma_{nM}}} \right]^{\frac{\sigma_{nM}}{\sigma_{nM} - 1}} \quad (6)$$

ただし、

n ：企業を表す添字（旅客部門も含む） q_{nM} ： z_{nM} の価格、 $\alpha_{nM}, \alpha_{pM}, \beta_{nM}, \beta_{pM}, \gamma_{nM}$ ：パラメータ（ $\sum_n \alpha_{nM} = 1$, $\sum_n \beta_{nM} = 1$ ）、 σ_{nM} ：代替弾力性パラメータ

以上の最適問題を解くことで需要関数等が得られる。

他も①あるいは②と同様に行うことができる。

以上のモデル化に対し、交通整備を行った場合の影響を説明する。交通整備による時間短縮は図3④の業務交通の時間投入の効率性向上として考慮する。また、

運輸企業については労働投入効率性も向上すると考える。その結果、貨物交通、旅客交通の運輸サービス投入、業務交通時間投入が効率化され、企業の生産費用が下がり財価格が低下する。それが家計に波及し便益が生じる。

(3) 家計の行動モデル

家計の消費行動モデルも既存のCGEモデルと同様、階層化して定式化する（図4）。

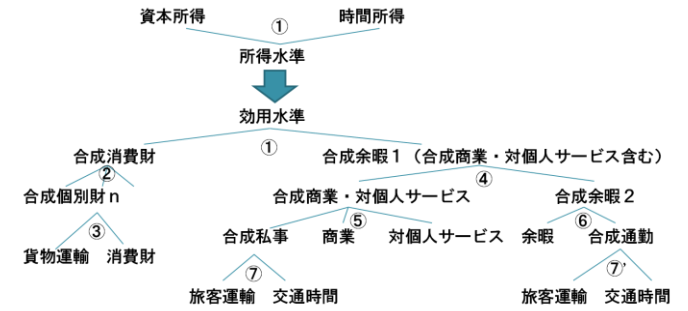


図4 家計行動ツリー

それぞれの家計行動モデルでは、財消費行動はBarro型CES関数で特定化された効用水準を一定とする条件下での支出最小化問題により定式化する。例えば図4の①の家計の支出最小化問題は以下のように記述される。

①合成財 z_{MH} および合成余暇1 lz_{SH} の消費

$$p_H U_H = \min_{z_{MH}, lz_{SH}} [q_{MH} z_{MH} + w_H lz_{SH}] \quad (7)$$

$$s. t. U_H = \gamma_H \left[\alpha_{MH} \{ \beta_{MH} z_{MH} \}^{\frac{\sigma_{MH} - 1}{\sigma_{MH}}} + (1 - \alpha_{MH}) \{ (1 - \beta_{MH}) lz_{SH} \}^{\frac{\sigma_{MH} - 1}{\sigma_{MH}}} \right]^{\frac{\sigma_{MH}}{\sigma_{MH} - 1}} \quad (8)$$

2財モデルと同様に式(8)の最適化問題を解くことにより、以下が得られる。

$$z_{MH} = \frac{1}{\gamma_H \beta_{MH}^{1-\sigma_{MH}}} \left(\frac{\alpha_{MH}}{q_{MH}} \right)^{\sigma_{MH}} \Psi_{MH}^{\frac{\sigma_{MH}}{\sigma_{MH} - 1}} U_H \quad (9a)$$

$$lz_{SH} = \frac{1}{\gamma_H (1 - \beta_{MH})^{1-\sigma_{MH}}} \left(\frac{1 - \alpha_{MH}}{w_H} \right)^{\sigma_{MH}} \Psi_{MH}^{\frac{\sigma_{MH}}{\sigma_{MH} - 1}} U_H \quad (9b)$$

$$\text{ただし、} \Psi_{MH} = \alpha_{MH}^{\sigma_{MH}} \left(\frac{q_{MH}}{\beta_{MH}} \right)^{1-\sigma_{MH}} + (1 - \alpha_{MH})^{\sigma_{MH}} \left(\frac{w_H}{1 - \beta_{MH}} \right)^{1-\sigma_{MH}}$$

$$c_H = \frac{1}{\gamma_H} \Psi_{MH}^{\frac{1}{1-\sigma_{MH}}} U_H, \quad p_H = \frac{1}{\gamma_H} \Psi_{MH}^{\frac{1}{1-\sigma_{MH}}} \quad (10)$$

ただし、 z_{MH}, l_{zSH} ：家計の M 財消費量および合成時間（余暇・通勤交通）消費量、 q_{HM}, w_H ： z_{MH}, l_{zSH} の価格、 $\alpha_{HM}, \beta_{HM}, \gamma_H$ ：パラメータ、 σ_{HM} ：代替弾力性、 U_H ： M 財企業の生産量、 p_H ： U_H の価格指標

なお、①効用水準 U_H は均衡状態で支出水準 $p_H U_H$ と所得水準 I_H とが一致するという条件から求められる。

図の②以降も同様にして定式化できる。

以上の家計の消費行動では、交通整備は図 4③, ⑦, ⑦' の交通時間投入の効率性が向上するものとして考慮する。その結果、家計の効用水準が上昇し便益が発生する。

(4) 便益帰着分析

CGE モデルでは便益を厳密に定義、計測できるとともに、便益帰着分析の理論に基づいて便益を項目分解できる⁶⁾。交通整備を対象として便益を等価偏差 (EV) で定義して項目分解した結果が以下である。

$$EV = \int_{\{E^T\}^A}^{\{E^T\}^B} \left[\frac{w}{E_T} l_H^{TP*} + \frac{w}{E_T} l_M^{TP*} + \frac{w}{E_T} l_{TP}^{TP*} + \frac{w}{E_T} l_{TF}^{TP*} + wETITF, TP * dET \right]$$

(11)

ただし、 EV ：便益、 E_T 交通時間投入に係わる効率性パラメータ、 l_H^{TP*} ：家計の私事交通時間、 l_M^{TP*} ：業務交通時間、 $l_{TP}^{TP*}, l_{TF}^{TP*}$ ：運輸企業の業務交通時間、 $l_{TF, TP}^*$ ：運輸企業の労働投入

これより、交通整備は効率性 E_T の変化に伴う各交通の時間消費に係る余剰の変化として便益が計測されることが分かる。

4. 数値計算結果

ここでは、山梨県を対象として (1) 人口減少の影響、(2) 交通整備の評価、(3) 山梨経済活性化策の評価の数値計算結果を示す。

(1) 人口減少の影響

人口減少は山梨全体の家計の持つ総利用可能時間を減少させることで表現する。さらに、現実の変化に近付けるため、資本蓄積による資本ストック増加を考慮する。数値計算の設定は H17 年を基準に 10 年後を想定し山梨の将来人口予測データ⁷⁾から総利用可能時間 3.6% 減少と、資本ストック 10% 増加⁸⁾とした。以上の設定で実行した数値計算の結果、家計の効用水準は低下し、厚生損失は -827 億円/年となった。人口減少の結果、家計所得が -3.8% 下がったことが主要因となっている。同様の理由で政府税収が -3.9% の減少も起き

ている。以上より、人口減少がおきることで家計厚生が低下することがわかった。

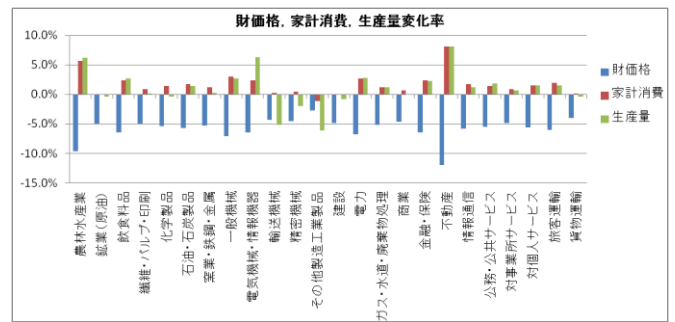


図 5 価格、家計消費、生産量変化（人口減少）

(2) 交通整備の評価

交通整備が山梨経済に与える影響を計測するため、山梨全体の平均交通時間を 5% 削減する整備設定で数値計算を行った。その結果、図 6 をみると交通整備により生産費用が低下したため全体的に財価格が低下している。財価格の低下によって家計消費が増加し、生産量の増加がおきている。

また、図 7 をみると、家計に帰着する通勤と私事の時間節約便益が大きい。これは、家計の私事交通や通勤交通の時間消費が大きいいため、時間短縮の効果が大きかったと考えられる。また、業務交通時間の節約など運輸サービス投入への効果を生じ、運輸企業以外の企業にも便益を発生させることがわかる。

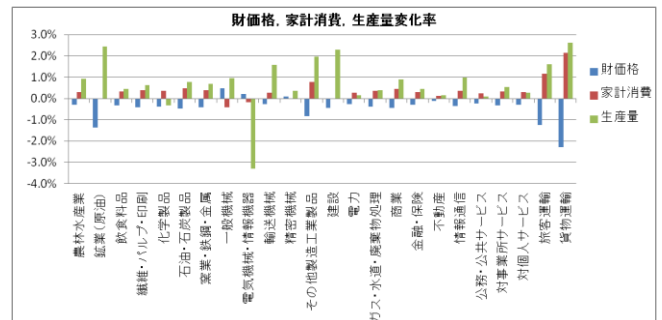


図 6 価格、家計消費、生産量変化（交通整備）

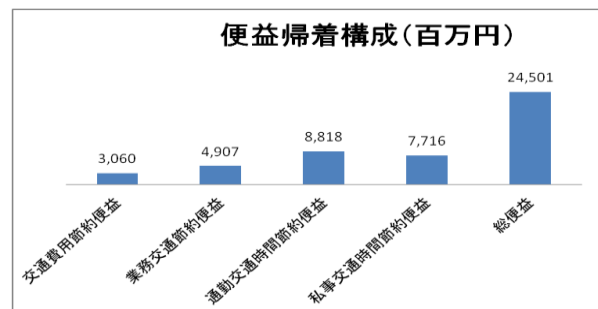


図 7 便益帰着構成図

表1 活性化策評価の数値計算結果

	精密機械				電気機械				情報通信			
	財価格	家計消費	生産量	純移輸出額	財価格	家計消費	生産量	純移輸出額	財価格	家計消費	生産量	純移輸出額
農林水産業	-0.11%	0.08%	0.05%	-0.52%	0.18%	-0.11%	-2.15%	-2.84%	-0.08%	0.07%	0.32%	-0.14%
鉱業(原油)	-0.14%	0.00%	0.19%	-0.23%	0.03%	0.00%	-3.20%	3.18%	-0.13%	0.00%	0.62%	-0.64%
飲食料品	-0.08%	0.05%	-0.05%	-1.23%	0.11%	-0.05%	-0.75%	-1.52%	-0.08%	0.06%	0.08%	-0.75%
繊維・パルプ・印刷	-0.16%	0.12%	0.14%	-0.28%	0.02%	0.03%	-0.71%	0.66%	-0.14%	0.12%	0.20%	-0.30%
化学製品	-0.16%	0.12%	-0.21%	-1.23%	0.04%	0.02%	0.10%	-0.78%	-0.14%	0.12%	-0.25%	-0.60%
石油・石炭製品	-0.26%	0.21%	0.23%	-0.25%	-0.01%	0.06%	-0.74%	0.73%	-0.20%	0.17%	0.29%	-0.30%
窯業・鉄鋼・金属	-0.16%	0.12%	-0.01%	-0.34%	0.03%	0.02%	-1.94%	1.80%	-0.14%	0.12%	0.30%	-0.52%
一般機械	0.33%	-0.32%	-1.01%	-1.29%	-0.44%	0.45%	-8.31%	-8.11%	0.27%	-0.25%	0.53%	0.30%
電気機械・情報機器	0.22%	-0.23%	-1.47%	-2.83%	-2.19%	2.07%	15.91%	24.21%	0.09%	-0.09%	-1.34%	-2.18%
輸送機械	-0.09%	0.06%	-0.13%	-3.77%	-0.09%	0.13%	-4.88%	6.65%	-0.09%	0.07%	0.70%	-3.48%
精密機械	-7.85%	7.61%	23.25%	39.43%	-0.80%	0.78%	-1.66%	-0.57%	0.08%	-0.08%	0.15%	-0.25%
その他製造工業製品	0.16%	-0.17%	-0.38%	-0.80%	0.13%	-0.06%	-2.19%	-2.33%	0.06%	-0.07%	-0.15%	-0.42%
建設	-0.09%	0.00%	0.32%	0.00%	0.03%	0.00%	-5.14%	0.00%	-0.10%	0.00%	1.03%	0.00%
電力	-0.14%	0.10%	0.05%	-0.07%	0.08%	-0.02%	0.29%	-0.30%	-0.13%	0.11%	0.06%	-0.07%
ガス・水道・廃棄物処理	-0.10%	0.07%	0.07%	-0.09%	0.06%	0.00%	-0.13%	0.12%	-0.14%	0.11%	0.12%	-0.13%
商業	-0.13%	0.09%	0.16%	-0.24%	0.04%	0.02%	-1.44%	1.41%	-0.14%	0.12%	0.35%	-0.40%
金融・保険	-0.12%	0.09%	0.21%	-0.24%	0.08%	-0.02%	-0.53%	0.51%	-0.17%	0.15%	0.21%	-0.21%
不動産	-0.13%	0.09%	0.10%	-0.11%	0.23%	-0.15%	-0.20%	0.17%	-0.09%	0.07%	0.07%	-0.08%
情報通信	-0.16%	0.12%	0.19%	-0.22%	0.05%	0.01%	-1.79%	1.78%	-1.66%	1.51%	2.05%	-1.56%
公務・公共サービス	-0.11%	0.08%	0.07%	-0.11%	0.08%	-0.02%	0.39%	-0.41%	-0.11%	0.08%	0.04%	-0.06%
対事業所サービス	-0.14%	0.10%	0.12%	-0.15%	0.00%	0.05%	-0.60%	0.59%	-0.15%	0.13%	0.22%	-0.24%
対個人サービス	-0.05%	0.02%	0.00%	-0.11%	0.10%	-0.04%	-0.06%	-0.12%	-0.09%	0.07%	0.06%	-0.01%
旅客運輸	-0.14%	0.10%	0.17%	-0.20%	0.06%	0.00%	-1.16%	1.14%	-0.12%	0.10%	0.28%	-0.30%
貨物運輸	-0.08%	0.05%	0.08%	-0.08%	0.04%	0.02%	-0.87%	-0.91%	-0.10%	0.08%	0.20%	0.11%

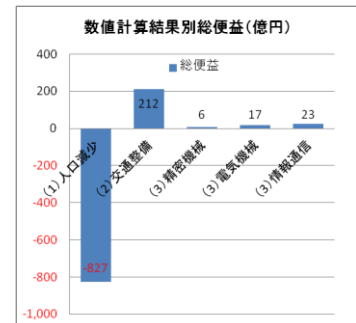


図7 数値計算結果別総便益

(3) 山梨経済活性化策の評価

山梨県産業振興ビジョン⁹⁾から精密機械、電気機械と情報産業の3産業に対する活性化策を評価する。政策の設定は山梨県の商工業振興資金¹⁰⁾を参考に補助金投入額40億円とする。補助金の投入によって企業は機械(資本)を新しいものにすることで生産効率を向上させるとここでは考え、CGEモデルでは合成生産要素(図1⑤)の資本投入の効率性を向上させ活性化策の評価を行った。その結果を表1に示す。

本活性化策で資本が効率化され生産費用が下がることにより財価格が下がり、家計消費と生産量が増える結果となっている。精密機械、電気機械の純移輸出額が増加していることで、生産量の増加が大きくなっている。これは、精密機械と電気機械において域外からの需要が増えたことを意味し、他地域に比べ山梨の優位性が高まったものといえる。しかし、情報通信は他産業の生産も伸びている。これは他産業からの中間需要が大きく、それによる波及効果が発現したものと考えられる。その結果、実質GRPの変化額は精密機械、電気機械、情報通信の順に51億円、12億円、23億円となり精密機械がもっともGRPを増加させる結果となった。精密機械産業への政策が効果的であることが明らかになったといえる。

5. まとめ

本研究では人口減少が山梨経済の衰退をさらに進めると考え、交通整備を実施し、さらに企業の生産活動を活性化させる策を講じることで山梨経済の衰退を防ぎ経済活性化させられないかと考えた。ここでは、そ

の分析のためCGEモデルを開発し、数値計算を実行した結果、人口減少は家計に厚生損失をもたらすことがわかった。また、交通整備は家計に及ぼす効果は大きく、活性化策はGRP変化と純移輸出額変化から山梨の産業では精密機械の活性化効果が高く、優位性が高い産業であることが明らかとなった。

今後の課題としては、改めて政策設定の詳細を見直し、より現実的な整備、政策評価をおこなうこと、人口減少などを扱うにおいて動学モデルへと拡張することなどがあげられる。

謝辞

本研究は科学研究所補助金・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・資料

- 1) 藤谷 浩介 (2010):「デフレの正体」,株式会社角川書店
- 2) 山梨県企画県民部統計調査 (2009):平成17年山梨県産業連関表 <http://www.pref.yamanashi.jp/>
- 3) 岐阜県産業連関表:平成17年産業連関表 <http://www.pref.gifu.lg.jp/>
- 4) 群馬県産業連関表:平成17年産業連関表 <http://www.pref.nagano.jp/>
- 5) 細江宣裕,我澤賢之,橋本日出男 (2004):「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
- 6) 森杉壽芳 (1997):社会資本整備の便益評価,劉章書房
- 7) 国立社会保障・人口問題研究所 (2007):日本の都道府県別将来推計人口 <http://www.ipss.go.jp/>
- 8) 内閣府,都道府県別経済財政モデル (2010):データ推計結果(民間企業資本ストック) http://www5.cao.go.jp/keizai3/pref_model.html
- 9) 山梨県産業振興ビジョン検討委員会 (2010):山梨県産業振興ビジョン <http://www.pref.yamanashi.jp/seisaku/sangyousinnkou.html>
- 10) 山梨県総務部財政課 (2010):財政のあらまし <http://www.pref.yamanashi.jp/zaisei/91124476668.html>