ICSEAD

調査報告書 13－05

北部九州地域経済モデル：まとめと展望

平成 **26**（**2014**）年 **3** 月

公益財団法人　国際東アジア研究センター

まえがき

公益財団法人国際東アジア研究センターは，東南アジア諸国を含む東アジア諸国の経済社会発展に関する諸問題を研究し，関連する諸事業を実施し，その研究成果を地元行政や経済界で利用していただくことを目的としています。グローバリゼーションという大きな潮流の中で，東アジア諸国においては貿易構造，またそれぞれの企業においては国際的生産体制の再編が行われております。その一方で，グローバリゼーションが地元経済に与える影響も日増しに高まっていくことが予想されます。そのため，東アジア諸国の研究を進めると同時に地元経済の動向についても研究していく必要が生じております。

本調査報告書は，このような地元経済の動向を把握する目的で，平成 25 年度の研究プロジェクト「北部九州地域経済モデル：まとめと展望」を実施し，その成果をまとめたものであります。ここでは，平成 21 年度から続いている研究プロジェクト「北部九州地域経済モデル」のまとめとして，最初に国内外の学会で報告した 2 本の最新研究をまとめたあと，第 3 章の『まとめと展望』にて，これまでに開発したモデルを整理し，今後の展開につなげる形で展望を述べています。

本報告書が，地元北部九州経済の動向を知るための予測分析モデルとして，地元の発展にいささかなりとも貢献できることを願うものであります。

平成 26（2014）年 3 月

研究代表者　　坂本　　博

要旨

本調査報告書は3章から成り立っている。第1章は,『福岡県の市町村間格差』で，福岡県が公表している市町村民経済計算を用いて，1996～2009 年における 60 市町村の経済データを統計的に分析した。格差の実態をタイル指数と呼ばれる伝統的な手法で計測した結果，1 労働者当たりの労働生産性の格差は上昇したことが分かった。労働生産性格差の上昇の要因として，比較的労働生産性が高い県内の京築ブロックと筑紫ブロック（地域区分およびブロック区分は本文の 2，3 頁参照）が，製造業を中心とした特徴的な産業構造をもっていることが独自の統計的手法で判明した。なお住民1人当たりの所得格差（ここでの所得は市町村内総生産から概ね減価償却と税を差し引いたもの）は概ね横ばいということが分かった。

第2章は,『産業連関拡張モデルと地域経済：福岡県の事例』で，産業連関分析を拡張した経済分析モデルを独自に考案し，その利用可能性として東日本大震災をはじめとする他県の災害による福岡県経済への影響を事例分析した。産業連関分析は通常，価格か数量のどちらかを固定して分析するものであるが，ここでのアイデアは，価格と数量を同時に扱うことを目的としている。2005 年の福岡県地域間産業連関表を用いた事例分析の結果として，災害による福岡県経済への影響は，価格の変動速度によって大きく異なることが分かった。具体的には，災害による価格変動において，変動速度が大きいと，福岡県経済への悪影響が大きく，変動速度が小さいと悪影響が小さいことが判明した。特に今回の試算では，商業，金融，不動産といったサービス業の価格が飛躍的に上昇している。価格の変動速度は政策的にコントロールできるものではないが，モニタリングは可能である。価格の変動が大きいようだと，実体経済への影響が大きくなる点を留意した上で，日々の価格変動を見ていく必要がある。

第3章は,『まとめと展望』で，本プロジェクトでこれまでに開発してきたモデルを概観し，今後の展望について言及した。結論としては,今後も様々な経済問題に対してモデルを構築し，実際の統計データを用いて定量的に動かしてみることが重要であると思われる。定量分析が入ることで議論に説得性をもたせるためである。なお，このプロジェクトで代表者が新しく開発したモデルに，マルコフ連鎖を用いた確率モデルが挙げられる。モデルが一般的ではなく，一般化に向けて改良の余地が残っているが，普及すれば幸いである。

目次

まえがき
要旨

第1章　福岡県の市町村間格差 1
1. はじめに 1
2. 手法について 3
3. 計算結果 6
4. 合併に関する簡単なコメント 13
5. この章のまとめ 13

第2章　産業連関拡張モデルと地域経済：福岡県の事例 15
1. はじめに 15
2. モデル 16
3. シミュレーション 18
4. 結果 19
5. この章のまとめ 23

第3章　まとめと展望 25
1. はじめに 25
2. マクロ計量モデル 26
3. 産業連関モデル 27
3. 1　地域間産業連関表の作成 27
3. 2　北九州市版環境経済統合勘定の作成 28
4. CGE モデル 29
4. 1　多地域間 CGE モデル 29
4. 2　GTAP モデル 30
4. 3　より簡略化された多地域間モデル 31
5. 確率モデル 33
6. 展望 35

参考文献 37

第１章　福岡県の市町村間格差

1. はじめに[1]

福岡県は九州北部に位置し，佐賀，大分，熊本の各県，そして関門海峡を挟んで山口県に隣接している。また，朝鮮半島にも近く，経済的にもつながりが深い。福岡県は九州経済の中心としての機能をもっているが，これは政令指定都市を 2 つ持っていることにも関連する。その政令指定都市の 1 つは福岡市で，福岡県の中心都市である。もう 1 つは北九州市で，現在も 100 万近くの人口を擁しているが，かつて日本の 4 大工業地域の 1 つとして日本経済を支えていた時期があった都市である。

現在の福岡県は 60 の市町村から成り立っている。しかしながら，ここに至るまでには長い合併の歴史を経ている。福岡県の市制・町村制施行は 1889 年 4 月 1 日（明治 22 年）に始められた。その後，1953 年（昭和 28 年）の町村合併法施行から新市町村建設促進法により市町村数が大幅に減少した「昭和の大合併」，1995 年（平成 7 年）の地方分権一括法による合併特例法の改正をにより市町村数が大幅に減少した「平成の大合併」という大規模な動きを経て，現在に至っている。特に，福岡県においては，「平成の大合併」で市町村数が約 1/3 回減少した。

さて，先述の 60 の市町村であるが，その内訳は 28 の市，30 の町および 2 つの村となっている。そしてこれらの市町村は地理的に 15 のブロック地区と 4 つの地域にまとめることができる（表 1－1，図 1－1，図 1－2）[2]。政府の合併推進運動がひと段落し，現時点では大きな合併の動きがないものの，市町村合併の可能性はこれまで通りに考える必要がある。その理由の 1 つとして，低い出生率および人口の高齢化が挙げられる。また，地方自治体の財政赤字の問題もある。更に，広域地域統合を目指す道州制といった動きにも関連付けられるだろう[3]。

この章では，福岡県の将来における市町村合併の可能性について地域間格差の観点から考察する。まず，地域間格差の現状分析として，60 の市町村から成り立つ福岡県を 15 のブロック地区および 4 つの地域にまとめ，生産性および所得格差を分析する。ここでは，サンプルを分解し，地域間格差の要因を調べることができるタイル指数を用いることにする。この場合，15 のブロック地区における格差と 4 つの地域における格差の 2 段階で格差分析が可能となる。

---

[1] 本章は，53rd ERSA Congress（University of Palermo，パレルモ，イタリア）にて報告したもの（タイトルは“Intra-regional Disparity and Municipal Merger: Case Study in Fukuoka Prefecture”）をまとめたものである。また，分析に用いたデータは，前年度の『北部九州地域経済の予測分析』プロジェクトの第 4 章と同様のものを使用した。

[2] このような地域区分に対する行政機関は存在しない。したがって，更なる市町村合併を考える場合，必ずしも現時点での地域区分で行われるとは限らない。

[3] 道州制（どうしゅうせい）とは，行政区画として道と州を置く地方行政制度である。日本の場合，北海道以外の地域に数個の州を設置し，それらの道州に現在の都道府県より高い地方自治権を与える構想が挙げられる。これについては，様々な議論がなされているが，まだ具体化されていない。

表 1－1　福岡県の全市町村と地域分類

地域	ブロック	市町村名
北九州地域	北九州市	北九州市
	遠賀・中間	中間市，芦屋町，水巻町，岡垣町，遠賀町
	京築	行橋市，豊前市，苅田町，みやこ町，吉富町，上毛町，築上町
福岡地域	福岡市	福岡市
	筑紫	筑紫野市，春日市，大野城市，太宰府市，那珂川町
	糟屋中南部	宇美町，篠栗町，志免町，須恵町，久山町，粕屋町
	宗像・糟屋北部	宗像市，古賀市，福津市，新宮町
	糸島	糸島市
	朝倉	朝倉市，筑前町，東峰村
筑後地域	八女・筑後	八女市，筑後市，広川町
	久留米	久留米市，大川市，小郡市，うきは市，大刀洗町，大木町
	有明	大牟田市，柳川市，みやま市
筑豊地域	直方・鞍手	直方市，宮若市，小竹町，鞍手町
	嘉飯	飯塚市，嘉麻市，桂川町
	田川	田川市，香春町，添田町，糸田町，川崎町，大任町，赤村，福智町

図 1－1　福岡県の地域区分（市町村）

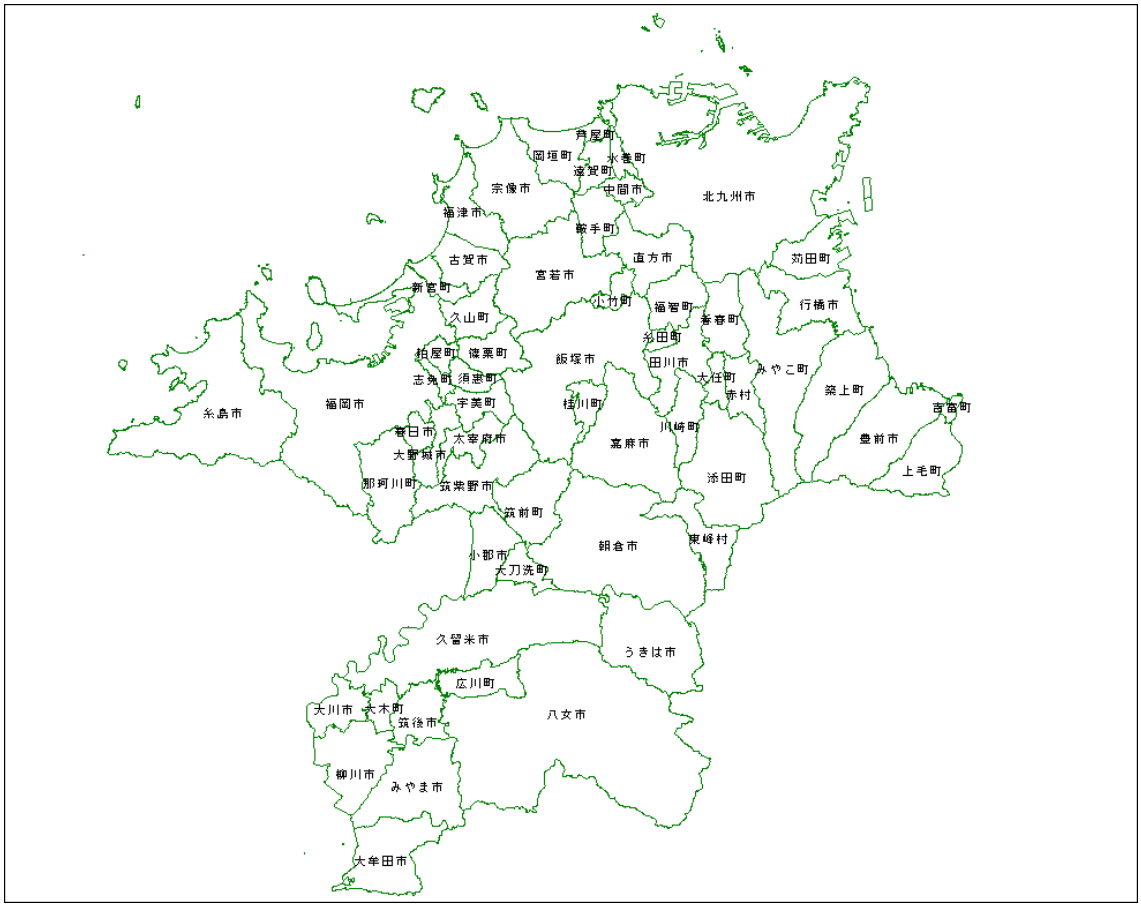
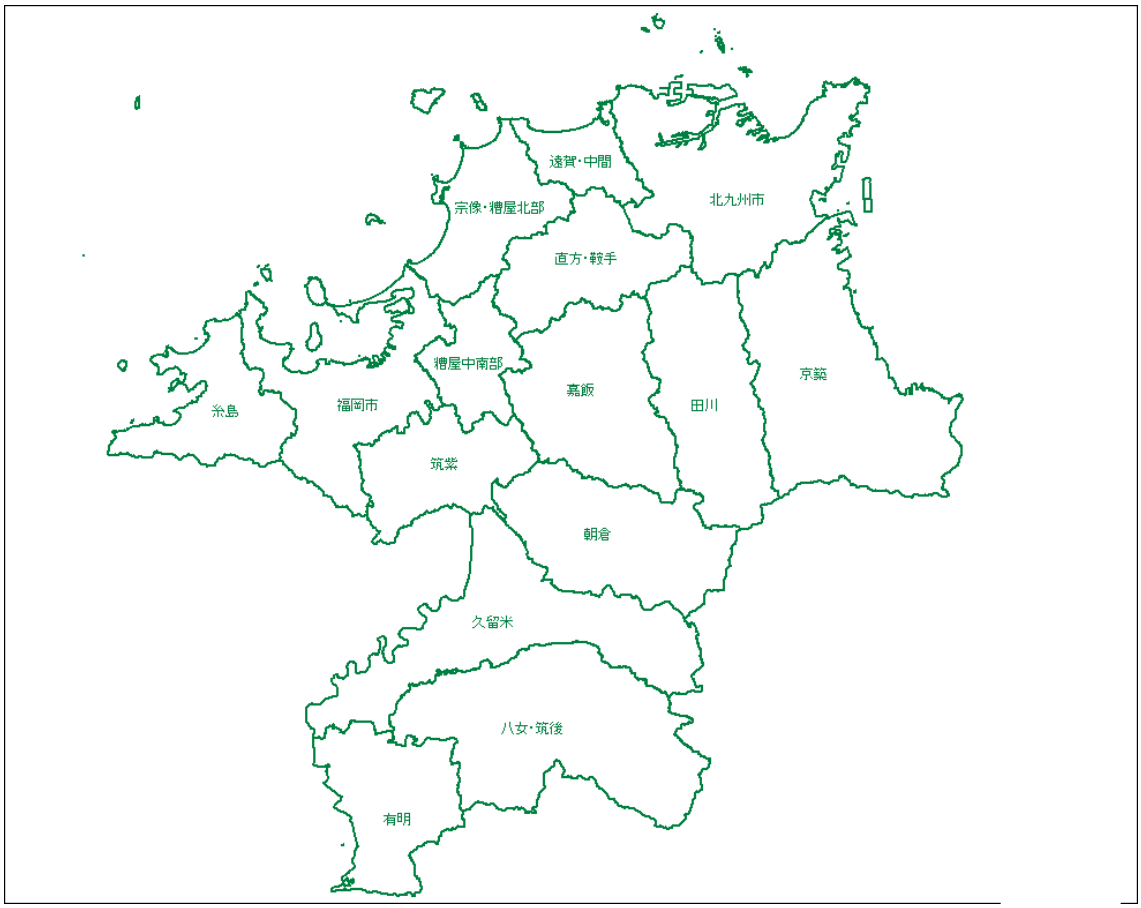


図1－2　福岡県の地域区分（ブロック地域）



次に，地域間格差を産業構造の違いから分析する。ここでは，各市町村の経済を 8 つの産業（農業，製造業，建設業，商業，サービス業，その他の民間部門，政府部門および非営利セクター）に分けて分析する。そして産業構造の違いをシェアの差から簡単な指数を計測することで数値化させる。これらの分析により今後の市町村合併に対する示唆を導き出す。

2. 手法について

ここではタイル指数を用いて福岡県の市町村間格差を生産性と収入の面から見てみる。まず，タイル指数は以下のように表現される（Theil，1967）。

$$T = \sum_i \left(\frac{Y_i}{\sum_j Y_j} \right) \log \left(\frac{Y_i / \sum_j Y_j}{N_i / \sum_j N_j} \right) \qquad (1-1)$$

ここで，Y_iは自治体 i における GRP もしくは収入を示し，N_iは自治体 i における従業員数もしくは人口を示す[4]。

タイル指数はサンプルを分解することによって，格差の要因分解が可能である。現在 60 市町村の福岡県は，15 のブロック地区および 4 つの地域に分類できる。そこで，本章では，タイル指数を 2 段階に分解する手法を採用する。この場合，式（1−1）は以下のように示される[5]。

$$T=\sum_t\sum_k\sum_i\left(\frac{Y_{t,k,i}}{\sum_s\sum_r\sum_j Y_{s,r,j}}\right)\log\left(\frac{Y_{t,k,i}\Big/\sum_s\sum_r\sum_j Y_{s,r,j}}{N_{t,k,i}\Big/\sum_s\sum_r\sum_j N_{s,r,j}}\right) \qquad (1-2)$$

ここで，k（r）はブロック地区を示し，t（s）は地域を示す。それぞれのブロック地区におけるタイル指数による格差は以下となる。

$$T_k=\sum_i\left(\frac{Y_{t,k,i}}{\sum_j Y_{t,k,j}}\right)\log\left(\frac{Y_{t,k,i}\Big/\sum_j Y_{t,k,j}}{N_{t,k,i}\Big/\sum_j N_{t,k,j}}\right) \qquad (1-3)$$

この場合，福岡県全体のタイル指数は以下の形となる。

$$T=\sum_k\left(\frac{\sum_j Y_{t,k,j}}{\sum_r\sum_j Y_{t,r,j}}\right)T_k+\sum_k\left(\frac{\sum_j Y_{t,k,j}}{\sum_r\sum_j Y_{t,r,j}}\right)\log\left(\frac{\sum_j Y_{t,k,j}\Big/\sum_r\sum_j Y_{t,r,j}}{\sum_j N_{t,k,j}\Big/\sum_r\sum_j N_{t,r,j}}\right) \qquad (1-4)$$

ここで，式（1−4）における右辺の第 2 項がブロック地区間の格差を表している。

$$T_{interbloc}=\sum_k\left(\frac{\sum_j Y_{t,k,j}}{\sum_r\sum_j Y_{t,r,j}}\right)\log\left(\frac{\sum_j Y_{t,k,j}\Big/\sum_r\sum_j Y_{t,r,j}}{\sum_j N_{t,k,j}\Big/\sum_r\sum_j N_{t,r,j}}\right) \qquad (1-5)$$

次に，それぞれの地域における格差は以下となる。

[4] ここではタイル指数を使用するが，平均対数偏差（the mean log deviation，MLD）を用いる場合は，Y と N が入れ替わる。

[5] Akita and Alisjahbana（2002）および Akita（2003）が 2 段階のタイル分解による格差分析を行っている。

$$T_t = \sum_k \left(\frac{\sum_j Y_{t,k,j}}{\sum_r \sum_j Y_{t,r,j}} \right) \log \left(\frac{\sum_j Y_{t,k,j} / \sum_r \sum_j Y_{t,r,j}}{\sum_j N_{t,k,j} / \sum_r \sum_j N_{t,r,j}} \right) \quad (1-6)$$

この場合，式（1−5）が以下の形に分解される。

$$\begin{aligned} T_{\mathrm{interbloc}} = & \sum_t \left(\frac{\sum_r \sum_j Y_{t,r,j}}{\sum_s \sum_r \sum_j Y_{s,r,j}} \right) T_t \\ & + \sum_t \left(\frac{\sum_r \sum_j Y_{t,r,j}}{\sum_s \sum_r \sum_j Y_{s,r,j}} \right) \log \left(\frac{\sum_r \sum_j Y_{t,r,j} / \sum_s \sum_r \sum_j Y_{s,r,j}}{\sum_r \sum_j N_{t,r,j} / \sum_s \sum_r \sum_j N_{s,r,j}} \right) \end{aligned} \quad (1-7)$$

ここで，式（1−7）における右辺の第 2 項が地域間の格差を表している。

$$T_{\mathrm{interarea}} = \sum_t \left(\frac{\sum_r \sum_j Y_{t,r,j}}{\sum_s \sum_r \sum_j Y_{s,r,j}} \right) \log \left(\frac{\sum_r \sum_j Y_{t,r,j} / \sum_s \sum_r \sum_j Y_{s,r,j}}{\sum_r \sum_j N_{t,r,j} / \sum_s \sum_r \sum_j N_{s,r,j}} \right) \quad (1-8)$$

これらより，福岡県の市町村間格差は，それぞれのブロック地区における市町村格差（T_k），それぞれの地域におけるブロック地区間格差（T_t）および 4 つの地域間の格差（$T_{interarea}$）の 3 種類の格差に分解することができる。

$$T = \Sigma sT_k + \Sigma sT_t + T_{interarea} \quad (1-9)$$

続いて，産業構造の変化の度合いを調べるために，簡単な指数を用いることにする。Sakamoto（2011a）では，シェアで示された産業構造を比較することにより以下のような指数を紹介している。

$$SD_{ij} = \sqrt{\frac{\sum_Z \left(S_Z^i - S_Z^j \right)^2}{2}} \quad (1-10)$$

ここで，SD_{ij} は 2 種類のシェア（S^i_Z と S^j_Z）の差の 2 乗の合計を取り，指数の範囲を整えるために 2 で割った後，ルートしたものである。これにより，指数は 0 から 100（%）の値をとる。例えば，シェアの違いが小さい場合は 0 を示し，大きくなればなるほど 100 に近くなる。したがって，比較するシェアの 1 つを基準年とすると，この数字は基準年における産業構造からの

乖離を示し，これを福岡県の平均的な産業構造とすると，この数字は平均からの乖離を示すことになる。

データについて，ここでは福岡県の市町村民経済計算を用いた[6]。計測期間は 1996 年度から 2009 年度までとする。なお，年度であるため，4 月から翌年の 3 月までが 1 年となる。生産性格差は，各市町村の GRP および GRP と 1 従業員当たりの GRP から求めた従業員数を用いた。所得格差は，各市町村の所得（おおよそ GRP から減価償却と間接税を引いたもの）および所得と 1 人当たりの所得から求めた人口数を用いた。産業分類は先述の 8 産業で，産業構造の比較は 1996 年度を基準年にしたものと，各年度の県平均を基準としたもので計測した。

3. 計算結果

図 1−3 は，タイル指数による労働生産性の格差の傾向を示したものである。若干の変動があるものの，格差は拡大傾向になるといえる。さらに，ブロック地区間の格差の合計が大きいことがここでは示されている。なお, ブロック地区間の格差の合計は, 15 ブロック地区のうち, 1 地区 1 市町村の北九州市, 福岡市および糸島市を除いた 12 のブロック地区における格差の合計である[7]。表 1−2 は, 12 のブロック地区, 4 つの地域および地域間における格差の貢献度（%）を示したものである。なお，これ以降の表においては，個々の数字に対して，時系列での相関性を t−検定を用いて統計的に検定している。労働生産性の格差は，京築ブロックおよび筑紫ブロックの貢献が大きく，しかも上昇していることが分かる。これは，自動車工場がこれらのブロック（京築ブロックの苅田町，筑紫ブロックの筑紫野市）に位置しているからである[8]。一方で，4 つの地域間の格差は減少方向にある。したがって，高い生産性を備えた工場所在地の存在が，労働生産性の格差を拡張させる要因であるといえる。

図 1−4 は，タイル指数による所得格差の傾向を示したものである。これを見る限り，所得格差は若干の縮小傾向か，あまり変化していないといえる。また，ブロック間格差よりも地域間格差の貢献が大きい。しかしながら，表 1−3 を見る限りでは，4 つの地域間格差は縮小傾向である。ブロック地区では，京築ブロックの所得格差が大きく，しかも拡大傾向にある。地域では福岡地域の所得格差が大きい。これは福岡県で最も大きな商業都市である福岡市が福岡地域に含まれているからである。京築ブロックの所得格差の拡大は労働生産性の格差と関係があると思われるが，同じく労働生産性の格差の貢献が大きい筑紫のブロックは，同じく格差が拡大傾向であるものの，貢献度は小さい。

---

[6] 価格変化を加味した実質値が得られないため, ここでは名目 GRP と名目所得を用いることにする。

[7] いうまでもなく 1 地区 1 市町村のため，地区内の市町村格差が存在しない。

[8] 京築ブロックの吉富町（よしとみまち）は，旧吉富製薬の企業城下町として発展した町であるが，その後の製薬会社の合併・分社化により（2005 年 4 月 1 日に三菱ウェルファーマの足利工場・吉富工場が分社），工場生産額が大幅に減少した。

図 1－3　労働生産性のタイル指数

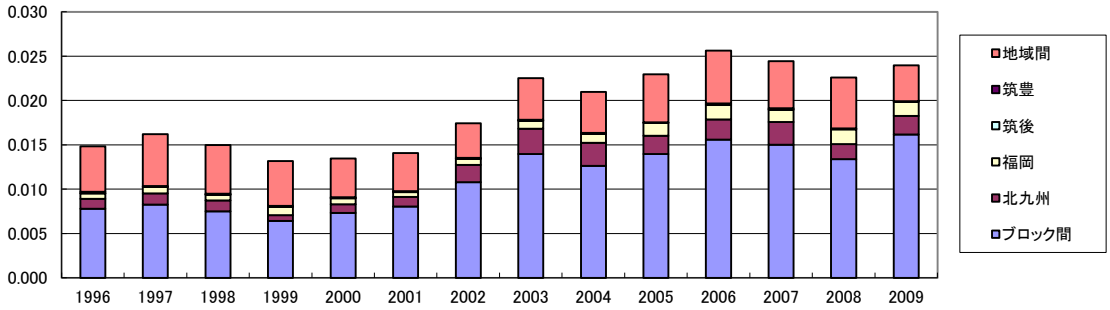


表 1－2　労働生産性格差のタイル分解

		1996	2000	2005	2009	相関係数	t-値
ブロック	遠賀・中間	0.30	0.24	0.19	0.05	-0.85	-5.48
	京築	27.26	33.94	36.38	34.51	0.57	2.41
	筑紫	15.22	10.43	20.47	29.15	0.80	4.64
	糟屋中南部	0.49	0.38	0.17	0.41	-0.63	-2.82
	宗像・糟屋北部	0.77	0.34	0.11	0.20	-0.74	-3.80
	朝倉	1.10	1.00	0.53	0.47	-0.60	-2.62
	八女・筑後	2.87	3.43	1.18	1.41	-0.78	-4.34
	久留米	2.04	2.54	1.01	0.82	-0.81	-4.81
	有明	0.50	0.54	0.24	0.28	-0.72	-3.57
	直方・鞍手	1.17	1.13	0.18	0.05	-0.50	-1.99
	嘉飯	0.21	0.06	0.13	0.03	-0.37	-1.37
	田川	0.55	0.48	0.23	0.10	-0.89	-6.70
地域	北九州地域	7.66	7.24	8.95	8.68	0.36	1.33
	福岡地域	4.06	5.12	6.23	6.66	0.58	2.49
	筑後地域	0.20	0.00	0.21	0.31	0.50	2.00
	筑豊地域	1.00	0.73	0.21	0.00	-0.86	-5.88
	地域間	34.61	32.42	23.59	16.86	-0.86	-5.85

（注）相関係数についての t 検定（独立性検定）は以下の形で行う。

$$t = r\sqrt{n-2}\Big/\sqrt{1-r^2}$$

ここで，r は相関係数，n はサンプル数である。黄色マーカーは統計的に有意に棄却できなかった地域を示す（$-2.00 < t < 2.00$）。

図 1－4　所得のタイル指数

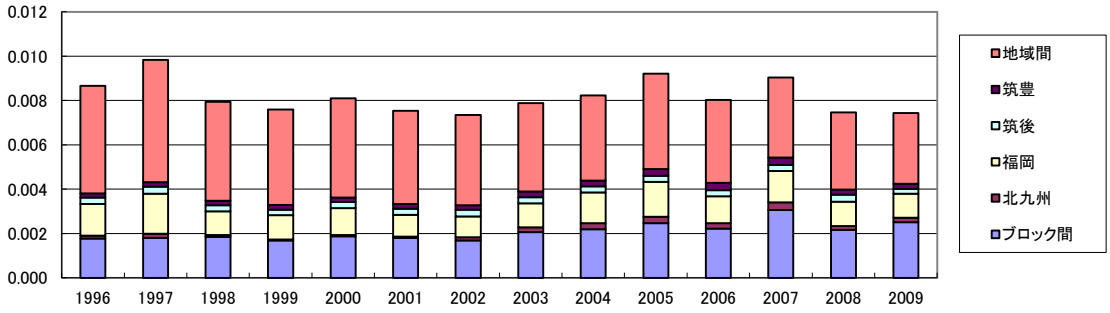


表 1－3　所得格差のタイル分解

		1996	2000	2005	2009	相関係数	t-値
ブロック	遠賀・中間	3.07	6.09	2.07	3.66	-0.19	-0.66
	京築	7.10	6.20	13.10	13.82	0.82	4.95
	筑紫	1.15	0.86	2.55	5.33	0.89	6.66
	糟屋中南部	0.28	0.14	0.45	0.44	0.65	2.98
	宗像・糟屋北部	0.98	0.85	1.40	1.59	0.91	7.76
	朝倉	0.37	0.38	0.40	0.41	0.29	1.04
	八女・筑後	1.48	1.51	0.66	0.58	-0.94	-9.23
	久留米	1.55	2.33	2.27	3.66	0.83	5.12
	有明	0.51	0.77	0.31	0.41	-0.69	-3.31
	直方・鞍手	0.13	0.08	0.18	0.30	0.79	4.47
	嘉飯	1.93	2.33	2.25	1.84	-0.03	-0.09
	田川	1.91	1.61	1.11	1.76	-0.41	-1.56
地域	北九州地域	1.57	0.64	3.17	2.76	0.70	3.39
	福岡地域	16.39	15.03	17.12	14.49	-0.08	-0.29
	筑後地域	3.38	3.31	2.87	2.90	-0.06	-0.20
	筑豊地域	2.25	2.53	3.39	3.12	0.82	4.98
	地域間	55.94	55.33	46.70	42.94	-0.90	-7.15

表 1－4 によると，産業構造の基準年度（1996 年度）からの変動に関して，京築ブロック以外は変化している傾向がある。そしてすべての市町村について計測した表 1－5 において，京築ブロックにおける産業構造があまり変化していない市町村は苅田町と上毛町となっている。つまり，苅田町の経済力が大きいために，産業構造がブロック地区内で変化していない印象を与えているといえる。

産業構造が県の平均と比較される場合，相関が負の産業構造である場合，時間が経つにつれて産業構造が県の平均に近づいているといえる。そして正の相関の場合は，産業構造が平均から乖離しているといえる。表 1－6 を見る限り，京築ブロックと筑紫ブロックは正の相関で，残りの地区・地域はいずれも負の相関となっている。また，表 1－7 においては，京築ブロックの苅田町，筑紫ブロックの筑紫野市が正の相関であり，すなわち，これらの市町村の産業構造が特殊であることを示している。

表 1－4　産業構造の変化（1996 年基準）

		1997	2000	2005	2009	相関係数	t−値
北九州地域	北九州市	0.23	4.21	6.01	7.79	0.90	6.87
	遠賀・中間	1.17	2.40	4.72	6.44	0.98	18.43
	京築	1.06	3.79	2.73	2.60	0.05	0.16
福岡地域	福岡市	0.38	3.58	6.25	9.41	0.96	11.03
	筑紫	0.66	3.74	5.16	7.59	0.94	9.38
	糟屋中南部	1.17	3.35	7.03	7.27	0.96	10.77
	宗像・糟屋北部	1.64	2.76	5.35	6.34	0.97	12.30
	糸島	0.59	2.05	4.68	4.34	0.94	9.42
	朝倉	1.40	2.31	4.32	4.72	0.93	8.20
筑後地域	八女・筑後	0.69	2.42	4.94	4.98	0.84	5.05
	久留米	0.98	4.25	5.84	6.33	0.90	6.94
	有明	2.02	3.44	5.53	6.14	0.89	6.62
筑豊地域	直方・鞍手	0.90	2.83	5.78	7.59	0.86	5.69
	嘉飯	0.44	2.67	4.27	6.47	0.97	12.91
	田川	1.32	4.77	7.57	8.11	0.95	10.41
	北九州地域	0.19	3.96	4.40	6.05	0.80	4.46
	福岡地域	0.32	2.93	5.08	7.53	0.96	11.21
	筑後地域	1.10	3.44	5.53	5.91	0.90	6.97
	筑豊地域	0.74	3.11	5.01	6.88	0.94	9.11

表 1－5　産業構造の変化（全市町村，1996 年基準）

		1997	2000	2005	2009	相関係数	t−値
北九州市	北九州市	0.23	4.21	6.01	7.79	0.90	6.87
遠賀・中間	中間市	1.82	4.98	5.73	7.28	0.84	5.18
遠賀・中間	芦屋町	4.33	3.03	4.92	9.06	0.81	4.57
遠賀・中間	水巻町	1.80	5.09	8.04	8.92	0.94	9.58
遠賀・中間	岡垣町	1.41	2.25	3.52	6.36	0.94	8.98
遠賀・中間	遠賀町	2.71	1.83	4.55	6.11	0.92	7.80
京築	行橋市	1.78	5.44	12.40	14.14	0.84	5.21
京築	豊前市	2.00	5.38	6.55	8.30	0.92	7.52
京築	苅田町	0.97	4.45	2.61	3.24	0.08	0.27
京築	みやこ町	2.79	3.86	4.84	4.51	0.70	3.24
京築	吉富町	2.15	1.49	2.00	38.34	0.73	3.57
京築	上毛町	2.07	19.83	13.41	14.80	0.39	1.40
京築	築上町	4.16	2.57	5.26	5.62	0.76	3.91
福岡市	福岡市	0.38	3.58	6.25	9.41	0.96	11.03
筑紫	筑紫野市	0.70	5.64	8.98	12.01	0.92	7.52
筑紫	春日市	0.56	3.31	5.56	5.75	0.93	8.25
筑紫	大野城市	0.86	2.43	4.97	7.56	0.96	11.53
筑紫	太宰府市	0.77	3.58	4.74	5.50	0.76	3.90
筑紫	那珂川町	1.42	3.33	6.29	7.33	0.97	13.42
糟屋中南部	宇美町	2.22	5.72	8.29	8.86	0.71	3.38
糟屋中南部	篠栗町	0.95	3.32	8.43	9.22	0.91	7.34
糟屋中南部	志免町	0.95	3.81	6.82	6.40	0.91	7.49
糟屋中南部	須恵町	2.15	2.70	5.81	5.48	0.92	7.99
糟屋中南部	久山町	6.09	11.29	13.20	11.68	0.74	3.68
糟屋中南部	粕屋町	2.94	3.68	8.41	10.45	0.93	8.31

（続き）

		1997	2000	2005	2009	相関係数	t−値
宗像・糟屋北部	宗像市	0.96	2.54	7.72	9.95	0.98	14.76
宗像・糟屋北部	古賀市	4.15	3.74	5.83	7.53	0.81	4.61
宗像・糟屋北部	福津市	0.54	1.98	2.43	3.18	0.94	9.30
宗像・糟屋北部	新宮町	0.79	6.77	5.34	5.83	0.67	2.98
糸島	糸島市	0.59	2.05	4.68	4.34	0.94	9.42
朝倉	朝倉市	1.24	2.18	3.60	3.94	0.85	5.29
朝倉	筑前町	2.83	3.61	6.97	6.38	0.80	4.41
朝倉	東峰村	3.61	6.70	10.52	14.91	0.94	8.77
八女・筑後	八女市	1.20	3.44	4.58	5.61	0.92	7.88
八女・筑後	筑後市	0.67	2.00	8.61	7.46	0.76	3.82
八女・筑後	広川町	2.08	1.97	6.37	7.89	0.96	11.62
久留米	久留米市	1.10	4.50	5.18	5.08	0.80	4.38
久留米	大川市	1.05	6.13	12.68	14.59	0.96	11.72
久留米	小郡市	1.60	1.35	3.64	6.06	0.92	7.66
久留米	うきは市	0.80	2.09	3.45	4.52	0.98	17.80
久留米	大刀洗町	4.32	6.19	10.40	26.12	0.89	6.57
久留米	大木町	1.25	4.19	9.81	13.17	0.96	12.03
有明	大牟田市	1.99	3.53	5.26	5.78	0.85	5.26
有明	柳川市	1.56	3.55	6.56	7.44	0.92	7.72
有明	みやま市	3.68	4.50	5.83	7.57	0.99	19.58
直方・鞍手	直方市	1.45	3.36	4.90	6.12	0.79	4.27
直方・鞍手	宮若市	3.62	4.81	8.52	10.53	0.76	3.82
直方・鞍手	小竹町	1.86	3.73	8.30	8.72	0.83	4.94
直方・鞍手	鞍手町	5.19	4.13	6.44	7.45	0.19	0.63
嘉飯	飯塚市	0.68	2.63	4.30	7.08	0.97	12.88
嘉飯	嘉麻市	0.75	2.87	5.21	7.91	0.98	17.50
嘉飯	桂川町	4.25	7.59	21.72	15.47	0.74	3.64
田川	田川市	2.66	5.69	9.95	8.57	0.91	7.23
田川	香春町	2.41	11.51	14.41	16.31	0.85	5.46
田川	添田町	3.03	2.58	6.76	7.46	0.94	8.86
田川	糸田町	0.59	6.22	8.64	6.96	0.71	3.36
田川	川崎町	0.96	3.09	4.70	8.16	0.95	10.64
田川	大任町	1.13	4.33	10.67	6.28	0.62	2.63
田川	赤村	3.90	6.17	12.41	14.46	0.85	5.34
田川	福智町	1.16	4.24	4.84	7.43	0.93	8.45

表１−６　産業構造の変化（県平均との比較）

		1996	2000	2005	2009	相関係数	t−値
北九州地域	北九州市	7.49	5.78	4.71	4.15	-0.87	-6.17
	遠賀・中間	9.58	8.27	8.65	8.03	-0.62	-2.73
	京築	26.59	25.03	29.93	29.17	0.70	3.43
福岡地域	福岡市	13.55	11.11	10.66	10.24	-0.84	-5.41
	筑紫	5.20	3.87	8.72	11.30	0.86	5.87
	糟屋中南部	6.15	4.06	2.24	3.04	-0.85	-5.62
	宗像・糟屋北部	8.99	7.65	6.45	5.65	-0.92	-8.37
	糸島	14.76	12.36	10.72	11.09	-0.83	-5.25
	朝倉	21.45	22.21	20.67	19.78	-0.42	-1.61
筑後地域	八女・筑後	11.34	12.15	9.87	10.34	-0.59	-2.56
	久留米	4.59	4.89	5.01	4.17	-0.17	-0.59
	有明	7.11	6.38	5.86	5.11	-0.82	-4.97
筑豊地域	直方・鞍手	15.77	15.55	13.93	12.99	-0.61	-2.64
	嘉飯	6.53	6.22	6.69	6.10	-0.09	-0.31
	田川	8.77	8.63	8.62	7.61	-0.63	-2.81
	北九州地域	9.92	8.36	8.40	7.64	-0.70	-3.36
	福岡地域	7.78	6.33	5.60	4.93	-0.89	-6.81
	筑後地域	5.81	5.31	4.87	4.18	-0.91	-7.58
	筑豊地域	8.15	7.82	7.50	6.24	-0.82	-4.97

表１−７　産業構造の変化（全市町村，県平均との比較）

		1996	2000	2005	2009	相関係数	t−値
北九州市	北九州市	7.49	5.78	4.71	4.15	-0.87	-6.17
遠賀・中間	中間市	7.82	7.12	6.69	5.64	-0.91	-7.42
遠賀・中間	芦屋町	26.35	25.76	24.93	23.69	-0.86	-5.92
遠賀・中間	水巻町	3.79	3.49	5.40	4.85	0.79	4.49
遠賀・中間	岡垣町	15.45	13.83	14.43	15.30	0.10	0.36
遠賀・中間	遠賀町	8.57	6.29	6.90	6.94	-0.04	-0.14
京築	行橋市	8.93	6.78	6.75	6.88	-0.64	-2.92
京築	豊前市	13.14	12.63	13.44	14.83	0.54	2.24
京築	苅田町	44.97	42.68	49.47	50.11	0.78	4.28
京築	みやこ町	15.75	14.57	15.26	15.03	-0.03	-0.12
京築	吉富町	53.67	54.64	54.60	19.20	-0.69	-3.27
京築	上毛町	27.22	16.32	18.22	16.81	-0.60	-2.61
京築	築上町	25.98	26.67	27.01	24.82	-0.39	-1.48
福岡市	福岡市	13.55	11.11	10.66	10.24	-0.84	-5.41
筑紫	筑紫野市	21.04	17.89	30.92	34.29	0.89	6.89
筑紫	春日市	17.01	15.07	15.01	14.46	-0.76	-4.09
筑紫	大野城市	7.89	6.89	7.57	6.86	-0.40	-1.51
筑紫	太宰府市	11.49	10.85	11.83	11.85	0.11	0.40
筑紫	那珂川町	10.16	8.16	10.42	10.64	0.53	2.14
糟屋中南部	宇美町	11.23	8.70	7.49	7.71	-0.47	-1.86
糟屋中南部	篠栗町	10.64	9.98	9.78	9.16	-0.41	-1.57
糟屋中南部	志免町	3.40	5.16	8.16	8.06	0.92	7.98
糟屋中南部	須恵町	14.08	12.74	8.89	8.81	-0.96	-11.62
糟屋中南部	久山町	11.89	5.37	3.80	5.02	-0.77	-4.15
糟屋中南部	粕屋町	7.77	5.57	6.19	7.76	0.08	0.29

（続き）

		1996	2000	2005	2009	相関係数	t−値
宗像・糟屋北部	宗像市	13.54	9.81	9.92	8.74	-0.60	-2.63
宗像・糟屋北部	古賀市	23.85	21.94	20.81	18.91	-0.87	-6.03
宗像・糟屋北部	福津市	12.42	10.38	10.04	9.87	-0.62	-2.77
宗像・糟屋北部	新宮町	12.91	10.19	12.83	13.87	-0.03	-0.11
糸島	糸島市	14.76	12.36	10.72	11.09	-0.83	-5.25
朝倉	朝倉市	25.18	26.52	24.93	24.36	-0.29	-1.03
朝倉	筑前町	10.80	9.84	8.18	8.28	-0.88	-6.33
朝倉	東峰村	20.56	18.22	16.53	17.15	-0.71	-3.44
八女・筑後	八女市	11.08	9.74	8.95	8.54	-0.90	-7.15
八女・筑後	筑後市	19.29	20.31	13.95	15.57	-0.63	-2.81
八女・筑後	広川町	15.98	17.46	13.05	11.77	-0.90	-7.29
久留米	久留米市	5.64	6.85	6.40	5.04	-0.32	-1.16
久留米	大川市	13.09	9.55	4.37	3.49	-0.96	-11.62
久留米	小郡市	15.05	13.28	12.96	12.84	-0.67	-3.14
久留米	うきは市	9.69	9.83	10.14	8.24	-0.21	-0.74
久留米	大刀洗町	24.29	20.81	16.87	9.10	-0.94	-9.84
久留米	大木町	13.47	12.94	9.72	17.73	0.28	1.00
有明	大牟田市	7.41	7.77	6.72	6.10	-0.73	-3.75
有明	柳川市	8.08	7.11	7.65	8.16	-0.03	-0.09
有明	みやま市	11.99	10.92	10.62	10.63	-0.67	-3.11
直方・鞍手	直方市	7.73	9.43	7.74	6.89	-0.34	-1.25
直方・鞍手	宮若市	24.57	21.49	20.22	19.99	-0.51	-2.07
直方・鞍手	小竹町	19.17	19.83	17.10	15.12	-0.71	-3.53
直方・鞍手	鞍手町	22.97	21.95	21.37	18.88	-0.43	-1.65
嘉飯	飯塚市	5.77	5.55	6.40	6.70	0.82	5.05
嘉飯	嘉麻市	11.58	10.77	10.34	10.26	-0.85	-5.63
嘉飯	桂川町	13.06	9.14	12.63	8.32	-0.46	-1.81
田川	田川市	9.03	8.94	9.05	7.43	-0.53	-2.18
田川	香春町	17.50	12.76	11.12	9.68	-0.92	-8.05
田川	添田町	19.13	18.19	17.95	17.70	-0.62	-2.76
田川	糸田町	15.81	14.34	14.96	14.43	-0.34	-1.25
田川	川崎町	11.30	10.06	9.68	10.10	-0.40	-1.51
田川	大任町	19.26	16.19	12.12	18.05	-0.52	-2.10
田川	赤村	18.89	16.96	18.57	17.25	-0.49	-1.97
田川	福智町	11.47	9.72	8.19	6.79	-0.96	-12.35

4. 合併に関する簡単なコメント

市町村合併は，住民生活の利便向上や住民サービスの高度化，行財政の効率化・能率化といったメリットがあるといわれているが，一方で，いくつかの地域にとっては行政サービスが以前よりも落ちる可能性があるといった問題も存在している。21 世紀の日本の市町村合併においては，政府による手厚い財政援助があったために，非常に多くの合併が行われた。例えば，福岡県は，1999 年には 97 の地方自治体（24 の市，65 の町，8 つの村）が存在していたが，現在は先述の 60 の地方自治体（28 の市，30 の町，2 つの村）まで減少している。しかしながら，政府主導の合併推進運動が行われていないため，合併の動きは今のところ見られない。

したがって，もし合併の必要性を主張するのであれば，地方自治体における経済管理に対する要求から出てくるものと思われる。例えば，市町村合併は，地方格差を是正させるという意味において必要かもしれません。労働生産性の格差の中で，大きな格差が京築ブロックと筑紫ブロックといった特定のブロック地域に見られるため，ブロック内の地方自治体が合併すれば，見かけ上の格差がなくなるかもしれない。しかしながら，地域間の所得格差が大きいため，仮に合併が行われても所得格差の問題は残る可能性があると思われる。

5. この章のまとめ

この章では，福岡県の市町村格差の現状を統計的に分析し，将来の合併の可能性について簡単にコメントした。福岡県内の 2 つの政令指定都市（北九州市，福岡市）を除くと，京築ブロックと筑紫ブロックの産業構造が特徴的で，それに伴う生産性の格差が大きいことが判明した。したがって，これらのブロックが 1 つの自治体として合併すれば，見かけ上の格差はなくなると思われる。しかしながら，北九州，福岡，筑後，筑豊地域の地域間所得格差が大きいため，仮にこれらの地域内の合併が行われても所得格差の問題は残ることが予想される。したがって，これらの地域については産業構造の改善が望まれる。

第 2 章　産業連関拡張モデルと地域経済：福岡県の事例

1. はじめに[9]

産業連関（Input-Output，IO）分析は，需要の増加，災害などといった外部のショックが与えられた場合の経済効果を計測・評価するツールとして長年使用されてきた。特に日本では，国に限らず，多くの地方自治体で定期的に表が作成されており，その活用については問題を残すものの，可能性を多く秘めている。ところで，産業連関分析には 2 つの基本型があることが知られている。1 つは生産の量（生産額）を計測するモデル（the quantity model）で，もう 1 つは価格を計測するモデル（the price model）である（Miller and Blair，2009）。Quantity モデルにおいては価格が固定され，Price モデルでは生産量が固定されるため，通常は 2 つのモデルを同時に扱うことはない。そこで，本章ではこの 2 つのモデルを組み合わせる形での拡張を試み，活用可能であるかどうかを検討する。

この拡張における 1 つの可能性として, 応用もしくは計算可能な一般均衡（applied/computable general equilibrium，CGE）モデルが考えられる（Hosoe et al.，2010）。したがって，CGE モデルが産業連関分析の拡張の 1 つの方向であるといえるだろう。しかしながら，CGE モデルは，一般的に複雑であり，経済理論を理解した上でのモデル構築技術，データの整理およびコンピュータスキルの 3 つの技術が必要である。よって，このような分析手法をより多くの実務者（研究者ではない）に活用していただくためには，産業連関分析の拡張は行うものの，CGE モデルほどは難しくないモデルを考える必要があるだろう。

次に，事例として，福岡県の地域間産業連関表（福岡県の他県の 2 地域）を用いて，産業間および地域間の経済への影響を分析する。福岡県は日本の南西の九州に位置している。また，地震多発国としても知られている。産業連関分析や CGE モデルを使用した，災害による経済への悪影響を分析する研究は多数ある[10]。したがって，ここでは災害をテーマとしたい。実際に福岡県においては，2005 年に大地震が起こっている（福岡県西方沖地震）。しかし，ここでは，関東，東北といった地震がもっと起こりやすい地域（ここでは他県）の災害によるサプライ・ショックへの福岡経済に対する影響を分析する。そしてこれらの分析を通じて，モデルの可能性および災害ショックの福岡経済に対する含意を示唆する。

---

[9] 本章は，The 9th International Symposium on Social Management Systems SSMS2013（University of Western Sydney Paramatta Campus，シドニー，オーストラリア）にて報告したもの（タイトルは“Extended Input-Output Model of Regional Economy: A Case Study in Fukuoka Prefecture”）をまとめたものである。

[10] 文献が多いため，ここでは深く紹介しないが，Okuyama（2009）では，災害の経済的影響に関する研究において，産業連関分析と CGE モデルとの違いを分析している。

2. モデル

先述のように, 産業連関分析は大きく分けて 2 つのモデルがある。Quantity モデルは $X=(I-A)^{-1}F$ である。ここで，A は投入係数（行列）[11]，X および F は金額ベースの生産高および最終需要のベクトルである。Price モデルは $P=(I-A')^{-1}V$ である。ここで，A' は A を転置したもの，P および V は価格および付加価値額のベクトルである。産業連関の様々な分析は，これらの 2 つのモデルのうちの 1 つ（といっても大半が Quantity モデル）を複雑に分解させることにより，発展がなされている。

さて，ここでは産業連関分析は拡張するものの，CGE モデルほど複雑にはしないことを目標にしている。そこで, まず, これら 2 つのモデルを同時に扱うことを考えたい。定式化により，Quantity モデルは需要側のモデル，Price モデルは供給側のモデルであるといえる[12]。しかしながら，生産量を決定するメカニズムである Quantity モデルが量変数のみで構築され，価格を決定するメカニズムである Price モデルが価格変数のみで構築されるので，これらを単純に用いることはできない。そこでここでは，若干のアイデアを加えることにする。

まず，モデルの需要サイドをここでの使用データに合わせてモデル化する。

$$\begin{aligned} X_{r,i} = & \sum_s \sum_j \alpha^{A}_{s,r,i,j} X_{r,i} \\ & + \sum_s \sum_d \alpha^{F}_{s,r,i,d} F_{s,d} \big/ P_{r,i} \\ & + \alpha^{E}_{r,i} E \big/ P_{r,i} \\ & - \alpha^{M}_{r,i} X_{r,i} \big/ PM_{r,i} \end{aligned} \qquad (2-1)$$

複雑に見えるが，これはいわゆる Quantity モデルである。生産財需要 X は中間財 AX（αX），最終需要 F，輸出 E および輸入（生産財の関数）から成り立つとする。ここで，α は各需要に対するパラメータである。また，それはデータベースから推計される[13]。さらに，最終需要と輸出は生産財価格の影響を受けるように仮定した。これは，Cobb-Douglas 型の効用関数から求められる需要関数であることが背景にある。各変数の右下に書かれている添え字の r および s は地域，i および j は産業，d は需要項目，v は付加価値の項目をそれぞれ示す。

---

[11] 数式を用いて A を正確に示すと $A=Zx^{-1}$ となる。ここで, Z は金額ベースの中間取引高（行列）で，x は対角要素が X ベクトルとなる対角行列である。

[12] ここでの議論はレオンチェフモデルを念頭に置いている（Leontief，1936，1941，1986）。一方，供給側を数量的に扱うモデルとして，産出係数（$B=x^{-1}Z$）を用いた Ghosh（1958）のモデルが存在する。

[13] CGE モデルの分野では，この推計手続きを「カリブレーション」と呼んでいる。

$$P_{r,i}X_{r,i} = \sum_s \sum_j \alpha^A_{r,s,j,i} P_{s,j} X_{r,i} + \sum_v PV_{r,v} W_{r,v,i} \qquad (2-2)$$

これは，モデルの供給サイドである。通常の価格モデルに数量変数を加え，金額ベースでの需給が均衡するようにモデル化している。これにより，式（2－1）と式（2－2）が連立方程式体系となり，価格 P および生産量 X が同時に決定されるようになる。またここで，PV は要素価格，W は生産要素の数量を示し，$PV*W$ にて金額ベースの付加価値額が計算される。

$$\sum_i W_{r,v,i} = \sum_i \alpha^V_{r,v,i} X_{r,i} \left(P_{r,i} / PV_{r,v} \right)^{\sigma} \qquad (2-3)$$

これは，生産要素の需給関係を示したものである。要素需要は，生産財，生産財価格および要素価格によって決定されると仮定する。しかしながら，財および生産要素価格が変動した場合の要素需要への反応は，柔軟であると考える。したがって，弾力パラメータ σ をここで加えることにする。これがいわゆる CES タイプの需要関数である。さらに，生産要素は，各地域の産業間での移動を可能としている。つまり労働や資本といった生産要素はどの産業にも使用可能で，効率的に使用されることを示している。したがって，要素価格は産業間で等しいものとなっている。

$$F_{r,d} = \alpha^D_{r,d} \sum_i \sum_v PV_{r,v} W_{r,v,i} \qquad (2-4)$$

これは，要素所得の合計が最終需要の支出額に一致することを示す条件式である。これによりモデルが閉じられることになるが，この仮定は通常の産業連関分析では使用されない。一方，CGE モデルにおいては，様々なモデルの閉じ方ならびに所得分配方法を用いて，最終需要の項目（すなわち消費や投資）ごとにモデルを組むことができる。しかしながら，ここではモデルを単純にするために，パラメータ α ですべてを解決させている。

ここでは，2005 年の福岡県地域間産業連関表を用いることにする。この表は福岡県と他県の 2 地域で構成され，産業数は 39 である（表 2－1）。付加価値の項目は，「家計外消費支出（行）」，「賃金・俸給」，「社会保険料（雇用者負担）」，「その他の給与及び手当」，「営業余剰」，「資本減耗引当」，「間接税（除関税・輸入品商品税）」および「経常補助金（控除項目）」である。最終需要の項目は，「家計外消費支出（列）」，「民間消費支出」，「一般政府消費支出」，「県内総固定資本形成（公的）」，「県内総固定資本形成（民間）」および「在庫純増」である。生産要素の数量 W は外生変数であると仮定し，シミュレーションにおいてショックを与える役割をもつ。これにより，要素価格 PV は内生的に変化するが，「家計外消費支出（行）」，「間接税（除関税・

輸入品商品税)」および「経常補助金（控除項目)」は価格を固定にする。よって，これら 3 つの項目の金額はシミュレーションによって変化しないものとする。なお，付加価値項目の中に間接税と補助金が含まれているので，生産財価格に上乗せする形でモデルを組むことが可能となるが，ここでは税制問題を取り扱っておらず，モデルを単純化させるため，このような仮定を設けていない。さらに，輸出需要 E および輸入価格 PM も外生変数とする。いずれも国際経済の状況の変化を考えないことが背景となっている。

表 2－1　産業分類

	産業		産業
a001	農業	i021	建設
a002	林業	i022	電力・ガス・熱供給
a003	漁業	i023	水道・廃棄物処理
i004	鉱業	s024	商業
i005	飲食料品	s025	金融・保険
i006	繊維製品	s026	不動産
i007	パルプ・紙・木製品	s027	運輸
i008	化学製品	s028	情報通信
i009	石油・石炭製品	s029	公務
i010	窯業・土石製品	s030	教育・研究
i011	鉄鋼	s031	医療・保健・社会保障・介護
i012	非鉄金属	s032	その他の公共サービス
i013	金属製品	s033	対事業所サービス
i014	一般機械	s034	娯楽サービス
i015	電気機械	s035	飲食店
i016	情報・通信機器	s036	宿泊業
i017	電子部品	s037	その他の対個人サービス
i018	輸送機械	s038	事務用品
i019	精密機械	s039	分類不明
i020	その他の製造工業製品		

（出所）福岡県地域間産業連関表

3. シミュレーション

災害によるショックに対する経済への影響を考える場合，産業連関分析で多く議論される最終需要の外生的な増加（もしくは減少）のシナリオを描くことはできない。なぜなら，災害が起こった場合，家や工場といった民間資本ストックの崩壊および交通を含むインフラストラクチャー（社会資本ストック）から物流のネットワークの崩壊が予想される。そして，最終需要は大きく変わらず，供給サイドにおいてネガティブなショックを受けることになる。したがって，災害分析が産業連関分析のフレームワークによって応用される場合，供給モデルのほうが要求モデルより適切であると考えられる。

ここでは，資本ストックが災害によって減少する場合の経済への影響を分析することにする。なお，このシミュレーションを行なう場合，経済への影響を考える前に，資本ストックの減少

による資本価格の変動が問題になると考えられる。もし，資本ストックに対するネガティブなショックがあった場合，式（2－3）の価格弾力性が 1 ならば（いわゆる Cobb-Douglas タイプ），資本価格はショックによる資本ストックの減少分を補う形で上昇するため，経済全体には全く影響をもたらさない。よって，価格弾力性を 1 以外の数字にする必要がある。そこで，ここでは弾力性が低い場合と高い場合の 2 つのケースについてシミュレーションを行うことにする。

さらに，このシミュレーションにおいて，生産要素の需要が不確実性をもつことを仮定する。シミュレーションによる計測結果に幅（分布）が加わり，経済活動が不確実であることを示すと同時に，結果の頑強性についても議論ができる。ただし，この不確実性が大きい場合は，災害ショックによる経済への影響が，不確実性によって消される可能性があることも考えなければならない。

これらについて，シミュレーションの具体的な内容を説明したい。資本ストックの減少幅は，他県に対して 20%減少すると仮定する。この数字は非常に大きな災害かもしれない。しかしながら，より現実的な数字を与えても経済に対する影響が大きくないことが予想されるため，比較的極端な数字にした。なお，ここで議論する問題は，福岡県で起こった災害が他県の経済にどのような影響をもたらすのかでなく，東日本大震災のような他県の災害が福岡県の経済にどのような影響をもたらせるのかを考えている。

次に，価格弾力性は低い場合を 0.5，高い場合を 2 としている。低い（高い）価格弾力性は，資本ストックの減少ショックによる資本価格の変動が小さい（大きい）ことを意味する。生産要素の需要の不確実性については，生産要素に対する需要パラメータに平均 1，標準偏差 0.05 の正規乱数を掛ける形でモンテカルロ実験を行う。実験回数は 400 回とする。さらに，災害がいつ起こるか分からないことを示すために，災害ショックに対しても発生確率が 0.5 の 2 項分布を用いてランダムにショックを与えた[14]。

4. 結果

図 2－1 は，弾力性が低い場合の災害ショックによる生産量の変化のモンテカルロ実験後の平均値を示したものである。ちなみに，2 項乱数による実験の結果，400 回の試行のうちショックが起こった回数は 194 回であった。よって，残りの 206 回は災害ショックが起こらなかったとされるが，モンテカルロ実験による生産量の変化はほとんどないことが判明している。一部の産業を除いて，ショックによる生産量の減少は概ね 5%程度となっている。また，福岡県と他県との比較においては，福岡県のほうが，減少率が低くなっている。したがって，弾力性が低い場合の災害ショックによる福岡経済への影響は，他県より小さいといえる。

[14] この 2 項分布によるモンテカルロ実験については，結果的にあまり意味の大きいものではなかったことが判明した（要するに，ショック「あり」と「なし」で別々に実験すればいいだけである）。しかしながら，将来的にこのアイデアを活用する可能性があることを想定して，ここでは紹介している。

図２－1　生産高の変化（弾力性が低い場合）

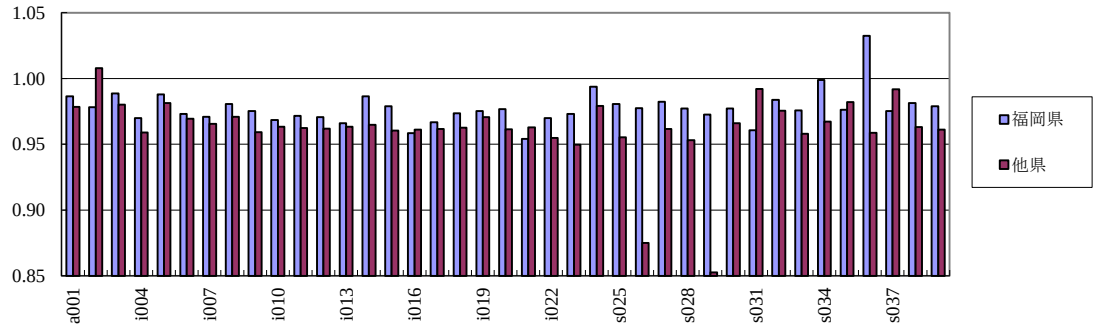


図２－2　生産高の変化（弾力性が高い場合）

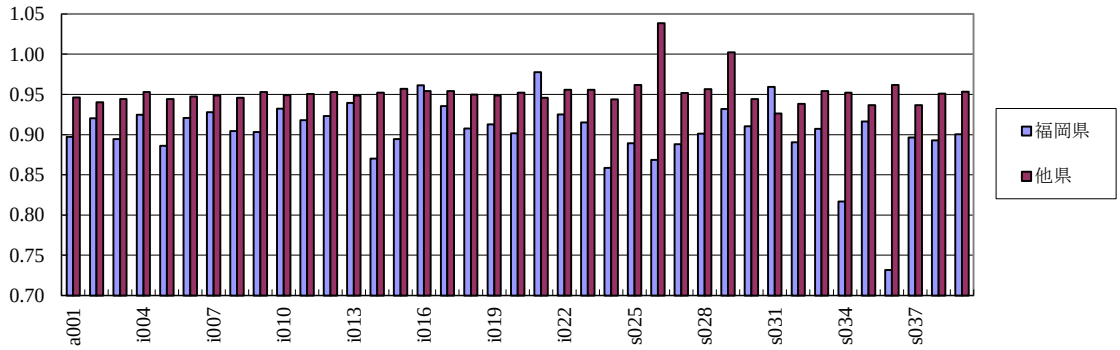


図２－3　価格変化（弾力性が低い場合）

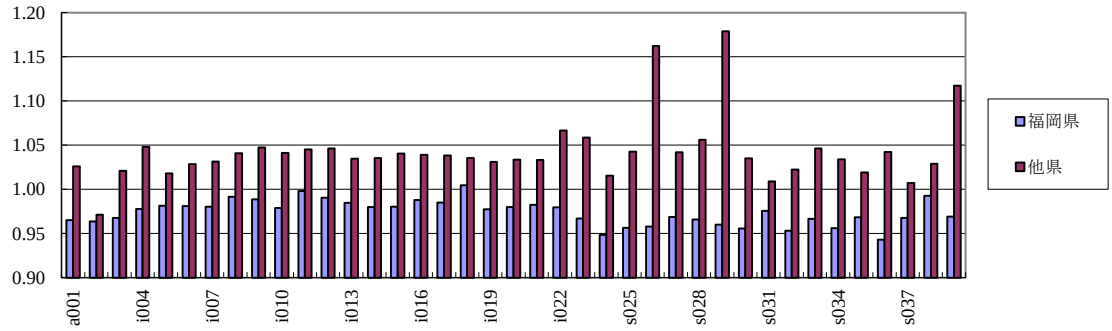


図 2－4　価格変化（弾力性が高い場合）

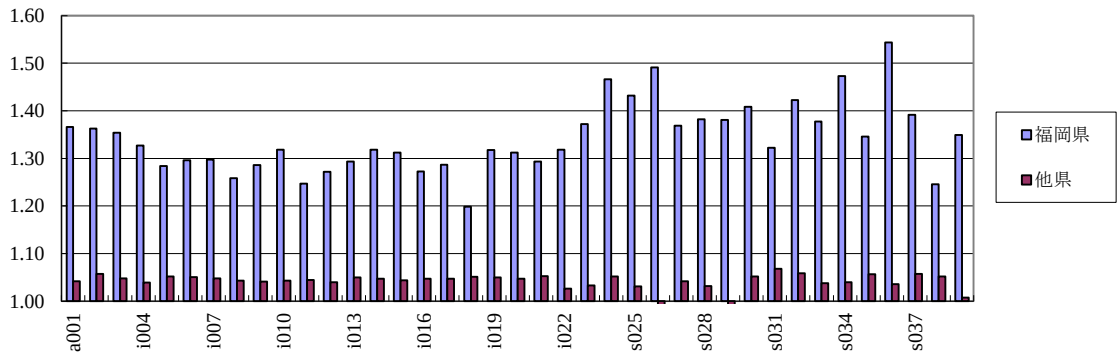


図 2－2 は，弾力性が高い場合の災害ショックによる生産量の変化のモンテカルロ実験後の平均値を示したものである。この場合，他県の生産量の減少は概ね 5%程度であるが，福岡県はそれ以上の減少となっている。したがって，弾力性が高い場合の災害ショックによる福岡県経済への影響は，他県より大きいといえる。

図 2－3 および図 2－4 はそれぞれの弾力性におけるショック後の価格変化の平均値を示したものである。いずれの場合も他県の価格変化は一部の産業を除いて約 5%の上昇となっているが，福岡県については，弾力性が低いと約 5%の下落，弾力性が高いと約 30%の上昇と全く異なる結果となっている。災害ショックによる資本ストックの減少において，価格変動に対する弾力性の違いが，福岡県経済に対して大きな影響の違いを生み出していることが分かる。

表 2－2　モンテカルロ実験結果（弾力性が低い場合）

			価格	名目GDP	実質GDP	粗生産高
福岡県	ショック前	最大値	1.1352	1.1769	1.0617	1.0314
		最小値	0.8813	0.8557	0.9478	0.9651
		平均値	0.9999	1.0001	0.9998	1.0004
		標準偏差	0.0429	0.0556	0.0187	0.0123
	ショック後	最大値	1.0788	1.0562	1.0097	1.0049
		最小値	0.8673	0.7861	0.8974	0.9401
		平均値	0.9694	0.9329	0.9621	0.9776
		標準偏差	0.0376	0.0465	0.0180	0.0128
他県	ショック前	最大値	1.0495	1.0061	1.0596	1.0608
		最小値	0.9378	0.9921	0.9570	0.9554
		平均値	0.9999	1.0000	1.0005	1.0004
		標準偏差	0.0189	0.0026	0.0171	0.0176
	ショック後	最大値	1.1159	1.0067	1.0003	1.0005
		最小値	0.9985	0.9942	0.9022	0.9011
		平均値	1.0470	1.0004	0.9557	0.9564
		標準偏差	0.0192	0.0023	0.0161	0.0165

表2−3　モンテカルロ実験結果（弾力性が高い場合）

			価格	名目GDP	実質GDP	粗生産高
福岡県	ショック前	最大値	1.1574	1.1479	1.0209	1.0339
		最小値	0.8918	0.8985	0.9708	0.9482
		平均値	1.0036	1.0028	0.9995	0.9994
		標準偏差	0.0499	0.0435	0.0084	0.0160
	ショック後	最大値	1.7933	1.6707	0.9699	0.9558
		最小値	1.1065	1.0732	0.9193	0.8537
		平均値	1.3631	1.2873	0.9449	0.9018
		標準偏差	0.1124	0.0969	0.0088	0.0177
他県	ショック前	最大値	1.0252	1.0043	1.0191	1.0190
		最小値	0.9817	0.9936	0.9705	0.9715
		平均値	1.0001	0.9999	0.9998	0.9998
		標準偏差	0.0071	0.0019	0.0083	0.0080
	ショック後	最大値	1.0523	0.9985	0.9790	0.9787
		最小値	1.0189	0.9722	0.9339	0.9371
		平均値	1.0361	0.9891	0.9547	0.9566
		標準偏差	0.0068	0.0043	0.0074	0.0070

表2−4　モンテカルロ実験結果（全体）

			価格	名目GDP	実質GDP	粗生産高
低弾力	ショック前	最大値	1.0469	1.0017	1.0602	1.0598
		最小値	0.9428	0.9983	0.9566	0.9558
		平均値	0.9999	1.0000	1.0005	1.0004
		標準偏差	0.0175	0.0006	0.0173	0.0174
	ショック後	最大値	1.1070	1.0001	1.0004	1.0007
		最小値	0.9981	0.9962	0.9020	0.9029
		平均値	1.0442	0.9978	0.9559	0.9572
		標準偏差	0.0180	0.0007	0.0161	0.0163
高弾力	ショック前	最大値	1.0297	1.0007	1.0189	1.0191
		最小値	0.9813	0.9992	0.9708	0.9707
		平均値	1.0003	1.0000	0.9998	0.9998
		標準偏差	0.0081	0.0003	0.0082	0.0082
	ショック後	最大値	1.0689	1.0013	0.9789	0.9779
		最小値	1.0229	0.9980	0.9353	0.9344
		平均値	1.0469	1.0002	0.9554	0.9547
		標準偏差	0.0076	0.0006	0.0072	0.0072

表2−5　ショック前と後におけるモンテカルロ実験分布の重複度（%）

		価格	名目GDP	実質GDP	粗生産高
低弾力	福岡県	98.45	94.85	80.41	82.99
	他県	51.94	97.09	46.39	51.55
	全体	55.34	27.84	47.42	51.55
高弾力	福岡県	4.37	6.31	0.00	0.52
	他県	0.97	10.82	1.55	1.55
	全体	0.97	94.85	1.55	1.55

表 2−2 および表 2−3 は，各地域における価格指数（価格変化の単純平均ではなく，価格×数量の合計から数量の合計を割ったもの），名目 GDP，価格指数で割った実質 GDP および生産量の変化をそれぞれの弾力性において示したものである。ここでは，ショック前とショック後におけるモンテカルロサンプルの最大値，最小値，平均値，および標準偏差を示した。図 2−1 ～図 2−4 の個別産業でも示されたように，福岡県経済に対する影響は弾力性の違いによって大きく異なることが示されている。それは，価格変動が柔軟であるほど，災害ショックによる福岡県経済への悪影響が大きいということである。

表 2−4 は，福岡県と他県を合算してモデル全体の評価を示したものである。これを見る限り，モデル全体の影響は弾力性の影響を受けていないことが分かる。これは，他県が残り 46 都道府県であることを示し，福岡県 1 県と比べて経済規模が大きく異なることに起因していると思われる。つまり，災害ショックによる全国の経済への影響は 5%程度であるが，福岡県の経済は全国にそれほど影響力を与えることがなく，逆に，価格弾力性によっては他県の影響を大きく受けるといえる。

最後に，ショック前と後で各経済指標が大きく変化したかどうかをテストする。この場合，統計的手法として，2 種類のサンプル間における平均値の差の検定が行われる。そして実際に検定を行った結果，ほとんどすべての指標において，ショック前と後で平均値に有意な差があることが判明している。したがって，災害ショックにより経済に悪影響があったということができるかもしれない。しかしながら，個々のサンプルに関しては，必ずしもいえないかもしれない。そこで，ショック前と後におけるモンテカルロサンプル間の重複度を調べることにする。もし，重複度が高い場合，災害ショックによる経済への影響が，災害ショックとは関係のない生産要素需要の不確実性によって相殺されている可能性が考えられるためである。表 2−5 は異なる弾力性におけるサンプル間の重複度を調べたものである。ここでも弾力性の違いによる結果の違いが生じている。具体的には，弾力性が低いほど災害ショックの影響なのか不確実性なのか分からないといえる。そして弾力性が高いと災害ショックによる影響であることが明らかになっている。

5. この章のまとめ

この章で提案しているモデルは，産業連関分析に価格変動を加えたモデルで，CGE モデルをより簡素化したモデルである。結果，4 つの方程式群から成り立つモデルとなっている。もちろん，このモデルを簡単にも複雑にもさせることは可能であるが，分析の精度ならびに高度な学術性を求めるのであれば，モデルは自ずと複雑になるだろう。複雑なモデルを開発することは重要であろう。しかし，同時により操作可能なまたはより単純なモデルを開発するのも重要であろう。

ここでは，上記のモデルを用いて災害ショックにおける経済への悪影響を分析した。他県の資本ストックの 20%減少により，経済全体が約 5%減少することが分かった。一方で，福岡県

経済への影響は資本ストックの減少を即座に価格に反映できるかどうか，すなわち価格弾力性によって大きく異なる。そして弾力性が大きいほど福岡県経済にとっては悪影響となる。これは重要な見解であるが，果たしてこのような価格変動となるのかどうかは非常に気になるところである。なぜなら，福岡県も他県も同じ日本国内で，経済活動がオープンである。したがって，両地域で大きな価格差が生じるとは考えにくいからである。しかしながら，福岡県にとってはより理想的な低い弾力性であるが，これは市場メカニズムによる価格調整が遅いことを意味する。よって，より正確な計測結果を生むためには，より正確に価格弾力性を知る必要があるだろう。ただし，これ自体もあまり容易でないことを付け加えておきたい。

いずれにせよ，モデル開発については大きな可能性とそれにまつわる多くの課題が存在する。地道に開発していくことが重要である。

第 3 章　まとめと展望

1. はじめに

この『北部九州地域経済モデル』プロジェクトは，2009 年度に採用され，以降 5 年間にわたって継続がなされたものである。そして，その間にいくつものモデルを開発してきた。そこで，この章ではこれまでのモデル開発についてまとめ，今後の展望について考えてみる。

まとめる前に，各年度末に提出してきた報告書のタイトル，目次を提示する。

2009 年度　北部九州地域経済モデル
第 1 章　マクロ計量モデルの開発
第 2 章　産業連関モデルの開発
第 3 章　マクロ計量モデルの詳細
第 4 章　産業連関モデル作成の詳細
第 5 章　まとめ

2010 年度　北部九州地域経済モデル：環境問題を考慮したモデル開発
第 1 章　北九州市版環境経済統合勘定
第 2 章　CGE Analysis of Regional Policy in the Northern Kyushu Area
（北部九州地域における地域政策の応用一般均衡分析）
第 3 章　CGE Analysis of Transportation Cost and Regional Economy: East Asia and Northern Kyushu
（東アジアと北部九州における輸送費と地域経済の応用一般均衡分析）

2011 年度　北部九州地域経済モデル：応用モデルの開発
第 1 章　確率モデルによる分析
第 2 章　経済モデルによる分析

2012 年度　北部九州地域経済モデル：日中韓モデルの開発
第 1 章　日中韓 3 カ国の地域間成長モデル
第 2 章　経済伝播と不確実性
第 3 章　Income Disparity among Chinese Cities: Evidence, Decomposition, and Future Prospects
（中国の都市間所得格差，現状と将来）

2. マクロ計量モデル

マクロ計量モデルについてはクラインモデルをはじめとして，古くから盛んに研究がなされている[15]。もちろん日本でも多くの研究が存在する。それは日本の 1 国を表現するものであったり，日本と他国とのリンケージを表現するものであったり，日本国内のある特定の地域を表現するものであったりと，多種多様である。

マクロ計量モデルの利点は予測と政策シミュレーションが可能な点である。一方で，方程式のパラメータの安定度を高めるためには十分な時系列データが必要で，モデルが大型になる，すなわち方程式の数が多くなるほどデータ整備およびパラメータの推計に時間がかかる可能性がある。さらにルーカス批判といった学問上の問題も存在する[16]。よって，現在においてはこのようなモデルは世界的にもそれほど盛んに行われているとはいえない[17]。

また，日本経済といった 1 国のモデルの場合，政策当局は財政政策と金融政策の両方を扱うことができるが，本プロジェクトで開発が試みられた北九州市の場合，北九州市が 1 国の特定地域であるため，金融政策はもちろん，財政政策も簡単には扱えない。よって，政策シミュレーションの幅が小さくなることが予想される。また，北九州市のような非常に狭い地域においては，北九州市に住居を構えていても勤務先が福岡市をはじめとする市外である可能性が高い。つまり，経済が市内で完結しないといった問題も考えられる。したがって，ここまでの議論を総括すると，北九州市だけのモデルを開発することの意義が非常に低くなる。

しかしながら，このプロジェクトでは，まずは開発するといった姿勢から，北九州市のマクロ計量モデルの開発を試みた。詳細は報告書に書かれているが，北九州市のマクロ経済を支出面・付加価値面・生産面の 3 方向で捉え，その構成項目を順次計量モデルで推計することでモデルを構築した。そして，定義式が 22 本，すべて OLS（最小 2 乗法）で推計した推計式が 76 本から構成されるモデルを開発した。

さらに，人口増減と経済成長について，事前的なシミュレーションを試みた。中国の経済成長に伴う外需の増大は北九州市にとって輸出増が見込まれる一方で，輸入も増加し，北九州市の GDP にはあまり貢献しないことが判明した。したがって経済活性化は内需からということになる。次に，財政収支の悪化を無視して財政の拡大効果を検討してみた。財政支出の方向および程度にもよるだろうが，この政策だと北九州市の経済活性化につながり，人口も減少を止めることができる。しかし，財政赤字による負の側面が提示されておらず，実務的な実現可能

---

[15] このモデルが多く掲載されている学術誌として，The Journal of Econometric Study of Northeast Asia（JESNA）がある。

[16] 政策当局者の政策変更により，経済主体がそれまでの行動を変える可能性があるため，過去のデータを用いて推計したパラメータが使えないという批判（バックワードルッキング型）。対処法として，将来から現在にわたって予見するフォワードルッキング型のモデルが考えられる。また，経済主体のミクロ的な行動が考慮されていない点も問題の 1 つである。

[17] さらなる批判として，時系列データの定常性の問題がある。非定常データを用いた場合，データの組み換えによって，予測が大きく変化する可能性がある。

性の問題も残されているため，積極的にこの政策を提唱するわけにはいかない。推計方法といった技術面のほかに，モデルの設定についても再度検討する必要があると思われる。

3. 産業連関モデル

3.1 地域間産業連関表の作成

産業連関モデルもレオンチェフ以降，長い歴史がある。こちらの場合は，分析もさることながら，作表にも可能性が存在するため，いまだ根強い人気がある。このプロジェクトでは，北九州市を中心とした北部九州において，地域間での経済波及を分析するための地域間産業連関表を独自に推計することを最初の目標に置いた。そして，全国のほか北九州市，福岡市，福岡県および山口県の産業連関表を組み合わせた 5 地域による地域間産業連関表をノンサーベイ法で推計した。

地域間産業連関表については，アイザード型とチェネリー・モーゼス型が代表的なモデルとして知られているが（Miller and Blair，2009），作表における本質的な問題は，結局のところ地域間の取引をどのように推計するのかということに帰結する。もちろんサーベイ法などで事前に取引情報があれば有効であるが，そのような情報は通常存在しないし，調査実施そのものも膨大な時間と費用がかかりコストパフォーマンスに劣る。そこで存在する様々な情報を頼りに推計していくノンサーベイ法を採用する場合が多いのだが，この情報もそれほど多くはない。そこで，ここではさらに機械的な方法で推計作業を行うことにした[18]。具体的には，各地域の産業を 1 つに集約した 1 部門表を考え，そこからより多くの部門（ここでは 32 部門）に分割した表を作成するといった手続きをとることにした。結局，行和と列和といった比較的推計しやすい部分から数字を決めて，その数字に合うように RAS 的な方法で推計作業を行った[19]。

そして，推計した表から 32 産業の経済波及効果を逆行列表から分析したところ，それなりに妥当な経済効果をみることができた。特に工業部門では福岡市と北九州市との間に明確な産業構造の違いが見受けられ，同じ県内にありながらその都市の役割が異なっていることは多様性という観点からみて望ましいと考えられるが，福岡市，北九州市 2 都市間の相互の波及効果は比較的小さく，都市の役割の違いを 2 都市間で相互に補っているようには見えないことが判明した。

なお，本プロジェクトでは報告されていないが，拡張版として，この地域間産業連関表を，アジア経済研究所が作成した 2000 年の『アジア国際産業連関表』と連結させ，多地域の産業連関表を推計し，北部九州の地域間産業連関分析を世界レベルまで拡張しようと試みた。なお，

[18] 実は，推計を試みた時点では，アイザード型とチェネリー・モーゼス型に対する知識がなかった。それゆえに自由に推計することができた。

[19] 推計された行和と列和の合計の過不足分を比例にして，行と列に交互にかけ合わせ，過不足分がゼロ近くに収束するまで繰り返し調整する方法。

この表の対象地域は北九州市，福岡市，その他の福岡県，山口県および両県外が日本で，さらに中国（香港を除く），韓国，台湾，アセアン（インドネシア，マレーシア，フィリピン，シンガポールおよびタイの集計）およびアメリカの計 10 地域とした。

そして，結果として，北部九州地域の国際レベルでの波及効果は小さく，国内他県への依存が大きいことが判明した。国内他県は東京・大阪・名古屋などを含むため，この表からはこの中でどこに依存しているのかを解明することはできないが，少なくともアジアに近いといわれている北部九州地域が海外市場よりは国内市場といった内向きの経済構造となっていることが明らかとなった。

3.2 北九州市版環境経済統合勘定の作成

「環境首都」を標榜している北九州市において，過去に起こった様々な環境問題を解決してきた経験は十二分にあると思われるが，これによって北九州市の経済にどのような影響を与えてきたのか，おそらくこのような研究は全くなされていないと思われる。そこでこのプロジェクトでは，環境問題との経済活動との関係を調べる統計資料として，兵庫県の「環境経済統合勘定」の情報を参考にしながら「北九州市版環境経済統合勘定」の推計を試みた[20]。

「環境経済統合勘定」とは，経済活動を測る県民勘定と，それに伴う環境への負荷を物量勘定として並列表記した 2 種類の勘定で構成されている。なお，これを「ハイブリッド型統合勘定」と呼んでいる。県民勘定について，これは通常，社会会計行列（SAM：Social Accounting Matrix）と呼ばれている部分で，簡単なものであれば産業連関表から推計できる。北九州市も産業連関表は公表しているため，県民（市民）勘定部分の推計は比較的容易である[21]。

次に，環境領域について，環境経済統合勘定は基本的に社会会計行列の考え方を受け継いでいるはずなので，この考え方を環境領域にも適用した。具体的には，社会会計行列において，列方向の数字が環境関連物質の投入で行方向への数字が環境関連物質の産出（排出）と考えた。そして，兵庫県と北九州市との間で環境関連物質の投入および排出技術が同じであるという仮定を置き，兵庫県表より投入および排出の係数を推計し，その係数を北九州市の統計データに当てはめて推計した。

さらに，この推計された表において，乗数分析が行われた[22]。結果の一例として，農林水産

---

[20] 平成 16 年 10 月 12 日，内閣府経済社会総合研究所国民経済計算部は「新しい環境・経済統合勘定について（経済活動と環境負荷のハイブリッド型統合勘定の試算）」を発表した。ここで言う「環境・経済統合勘定」（SEEA: System of Integrated Environment and Economic Accounting）とは国際連合が 1993 年に提唱したものである。そして，平成 20 年 7 月 28 日に，兵庫県企画県民部政策室統計課が発表した「兵庫県環境経済統合勘定（拡大型）の概要」において，「環境経済統合勘定（拡大型）」を作成したと報告している。

[21] 産業連関表と社会会計行列との違いは，所得（付加価値）の分配構造が社会会計行列では明示的に示されている点である。なお，統計資料の入手状況によりいろいろな推計方法が考えられるが，一例として，徳永他（2008），pp．251～260 が挙げられる。

[22] 乗数分析は，産業連関分析で波及効果を分析する際に用いられるレオンチェフの逆行列と関

業の生産需要 1 単位の増加に対して, SOx の 16%以上の投入(処理)が必要であるということ, また農林水産業の生産需要 1 単位の増加に対して，SOx が 5%以上排出されるということが判明した。

4. CGE モデル

4.1 多地域間 CGE モデル

CGE モデルについては, 第 2 章で簡単に言及しているが, このプロジェクトにおいては, 2010 年度に CGE モデルを 2 つ開発した（のちに改訂を経て，Sakamoto，2011b；Sakamoto，2012c にて出版)。1 つはオーソドックスな多地域間 CGE モデルで，もう 1 つは空間経済学の考え方を応用した多地域間 CGE モデルである[23]。

多地域間の CGE モデルは，1 地域の CGE モデルと本質的な部分は変わらないが，地域が複数になることによって，生産要素や財の移動に制限が与えられ，それをどのようにモデル化するのかが焦点となる。例えば，オーソドックスなモデルでは，先述の地域間産業連関表を用いて構築しているが，福岡県内の 3 地域（北九州市，福岡市およびその他）については，労働や資本といった生産要素が 3 地域内で移動可能としているが，他県（山口県およびその他県外）へは移動できないように設定した。

また，空間経済学の考え方を応用したモデルにおいては，輸送費と収穫逓増といった空間経済学においてカギとなる仮定をモデル内に組み込み，モデルを構築した。具体的には，財を生産する産業のうち，輸送産業は輸送費を生産する産業として，中間財需要とは別に生産物が価格転嫁される形でモデルを設定した。それ以外の産業は多くの生産企業が参入し，企業ごとに独占的な財を生産することができる。そのため，企業は固定コストが存在する状態で生産活動を行うが，固定コスト分を価格に転嫁することが可能である。均衡時には，個別企業の価格と産業全体の価格指数および企業数の関数関係が成立する。ただし，この関係を CGE モデルで実現させるためには，初期均衡時の企業数を 1 にする必要がある。ここでは，地域間産業連関表をアジアまで拡張した表を用いてこのモデルを動かし，北部九州における輸送費用の削減による国際経済への影響を分析した。

なお，多地域間 CGE モデルの開発においては，その後インドネシアと中国を対象としたモデルも開発している（Sakamoto，2012d；Sakamoto，2013b；Sakamoto and Fan，2012)。

連している。しかしながら，社会会計行列は産業連関表と異なり，全体が正方行列になっているため，外生にする部門をあらかじめ設定する必要がある。

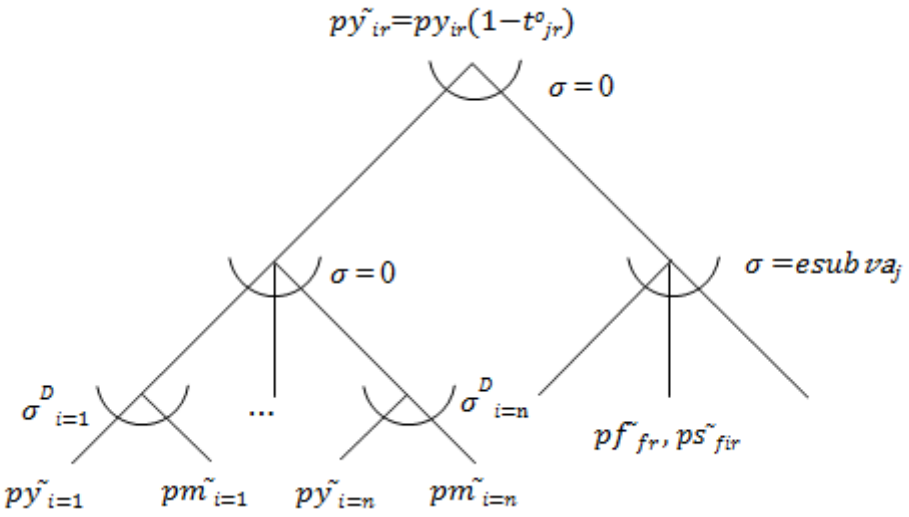
[23] 空間経済学とは，産業立地，地域経済，都市経済および国際経済を 1 つのまとまりとして考えていく研究分野で，New Economic Geography とも呼ばれている。Krugman（1991)，Fujita et al.（1999）などが萌芽となって現在まで研究が進められている。

4.2 GTAP モデル

多地域間（多国間）CGE モデルの代表としては GTAP（Global Trade Analysis Project）モデルが挙げられる（Hertel，1997）。このプロジェクトでは，GTAP モデルのデータを利用したモデルについても言及している。そして，経済が不確実性をもつ条件のもとで，ある国の経済成長の悪化が他国にもおよぶのか（経済伝播），もしくは悪化しても影響がなくむしろ成長するのか（デカップリング）についてシミュレーション分析をした。

なお，モデルは，Rutherford（2010）が編集した，GTAP モデルを GAMS（General Algebraic Modeling System）コードで動かすプログラムを採用した[24]。CGE モデルの一種である GTAP モデルの構造を簡単に説明する。モデルは，複数の生産要素と複数の国内外からの中間財により 1 つの（最終）財を生産し，それを民間消費，政府消費，投資財購入，国内外への中間財および最終財需要に分配する。生産構造と需要構造が複雑なため，いくつかの組み合わせを設け，段階を追うごとに生産関数等を仮定する入れ子状の構造となっている。入れ子となる理由としては，生産関数における投入財の間で代替の弾力性が異なる点が挙げられる。なお，代替の弾力性 σ について，0 の時はレオンチェフ関数，1 の時はコブ・ダグラス型関数，それ以外の正の場合は CES 関数となる。図 3－1 は生産構造についての入れ子構造のイメージである。

図 3－1　入れ子構造のイメージ（生産構造）



（注）p が頭文字の変数は価格変数。σ は代替の弾力性。

[24] GTAP モデルにもモデルを動かすための専用のソフトが存在する（General Equilibrium Modelling PACKage：GEMPACK）。しかし，CGE モデル専用ではなく様々な非線形計画問題に対応している GAMS のほうが，モデルの拡張ならびにそれに伴うコードの書き換えが容易であると判断している。しかも，Rutherford（2010）では，MPSGE と MCP の 2 種類のソルバー（問題）に対応したコードを紹介している。しかしながら，ここでは，コードの書き換えはモンテカルロ実験部分だけにとどめており，コードも数式を実際に打ち込んでいく MCP を用いている。

もう少し説明すると，

（1）国内中間財と輸入中間財の合成（各産業セクターごと）。
（2-1）（1）の各産業セクターを 1 つに合成。
（2-2）生産要素の合成。
（3）（2-1）と（2-2）の合成。

つまり，（1）の段階では，各産業セクターの国内の中間財と輸入中間財が 1 つの関数で合成される。次に，これらの産業セクターが 1 つに合成される。一方で，生産要素に関する合成関数が設定され，生産要素と中間財の 2 種類が合成されることで 1 つの（最終）財が完成する。GTAP モデルにおけるそれ以外の入れ子としては，輸入中間財，民間消費および政府，投資財の需要などが挙げられる。

GTAP モデルならびにモデルのデータが入っている GTAP データベースにおいて，必ずやらなければならないことは，モデルを構築するための生産要素，財（産業）の数および国（地域）の数を分析目的に合わせて aggregate（集計）しなければならないことである[25]。なお，先述の経済伝播に関する分析では，モデルの生産要素は集計せず，18 財（産業セクター）とアジアを中心に 20 国（地域）に集計させている。

4.3 より簡略化された多地域間モデル

最後に，地域研究において，地方間の相互依存関係を分析することは重要である。ここでは，新古典主義の経済成長モデルに基づいた簡単な多地域の成長モデルを開発する。成長モデルは古くから存在し，地域分析にも広く応用されている[26]。一方で，応用一般均衡分析（CGE モデル）も盛んに研究されており，こちらも地域分析に広く応用されている[27]。そこで，ここでは，この両方の特徴を活かしたモデルを考える。

まず，動学部分は，ソロー・モデル（Solow，1956）をはじめとする経済成長モデルを適用する。次に，最適化として CGE モデルによって代表される一般均衡モデルを適用する。

例えば，地域 *j* はそれぞれ 1 つの付加価値生産物 *FC* を生産すると仮定する。ここでは単純

[25] 最近リリースされた GTAP8 データベースには，2004 年および 2007 年を基準年として，データを 57 財，129 地域に分類している。ここでは 2007 年を基準年としている。
[26] 例えば Fukuchi（1983，2000），Fukuchi and Nobukuni（1970）Sakashita and Kamoike（1973）などが一例である。
[27] 多地域間（多国間）CGE モデルも非常に多くのモデルが開発されている（例えば，Adelman and Yeldan，2000 ; Böhringer and Welsch，2004 ; Bröcker et al.，2010 ; Das et al.，2005 ; Horridge and Wittwer，2008；Ishiguro and Inamura，2005；Kim and Kim，2002；Latorre et al.，2009；Li et al.，2009；Miyagi，1996；Ueda et al.，2005 など)。中でも Donaghy（2009）この方面に研究に関するサーベイを書いている。

にコブ・ダグラス生産関数を使用する。

$$FC_{t,j} = \gamma_{t,j}^{FC} \cdot L_{t,j}^{\alpha_j^{FC}} \cdot K_{t,j}^{\left(1-\alpha_j^{FC}\right)} \qquad (3-1)$$

L と K は労働と資本で，α はシェア・パラメーターである。また，γ は生産性パラメーター（TFP）である。最大化問題により，L と K の一階条件は以下のように示される。

$$PL_{t,j} \cdot L_{t,j} = \alpha_j^{FC} \cdot PFC_{t,j} \cdot FC_{t,j} \qquad (3-2)$$

$$PK_{t,j} \cdot K_{t,j} = \left(1-\alpha_j^{FC}\right) \cdot PFC_{t,j} \cdot FC_{t,j} \qquad (3-3)$$

PL，PK および PFC はそれぞれ労働，資本および生産物の価格である。

また，労働と資本市場は，初期値を外生とし，動学的に変動するものとする。この場合の動学方程式は以下である。

$$L_{t+1,i} = L_{t,i} \cdot \left(1+lr_t\right) + ML_{t,i} \quad L_{0,i} = L_i^* \qquad (3-4)$$

$$K_{t+1,i} = \left(1-dr_{t,i}\right) \cdot K_{t,i} + XI_{t,i} + MK_{t,i} \quad K_{0,i} = K_i^* \qquad (3-5)$$

lr は外生の労働成長率で，dr は外生の減価償却率である。

ここで，ML および MK は，労働と資本の地域間移動の合計を示す。この移動数の決定に関しては Fukuchi（2000）で見られる重力モデルを応用する。重力モデルでは 2 地域間の価格差が重要なファクターとなる。

$$ML_{t,i} = \sum_j \left[\varepsilon_{i,j} \cdot \frac{L_{t,i} \cdot L_{t,j}}{\sum_j L_{t,j}} \cdot \log\left(\frac{PL_{t,i}}{PL_{t,j}} \right) \right] \qquad (3-6)$$

$$MK_{t,i} = \sum_j \left[\varepsilon_{i,j} \cdot \frac{K_{t,i} \cdot K_{t,j}}{\sum_j K_{t,j}} \cdot \log\left(\frac{PK_{t,i}}{PK_{t,j}} \right) \right] \qquad (3-7)$$

ある地域の労働（資本）価格が別の地域より高い場合，労働（資本）はその地域に吸収される。逆の場合は，その地域から出て行くことになる。労働（資本）市場はこの動きに基づいて調整される。なお，ε は調整速度である。

このプロジェクトでは，この基本モデルを用いて日本の 47 都道府県の国内地域分析，日本（47 都道府県），中国（31 一級行政区）および韓国（16 地域）の 3 カ国間国際地域分析，また中国の都市経済の分析に応用した。地域間の相互関係をモデル化するためには，重力モデルが必要となるが，モデル自体が単純なため，データが限られた状態でもモデルを組むことができる点が利点である[28]。

5. 確率モデル

このプロジェクトでは，既存に研究されてきたモデルのほかに，新しい視点からモデルを開発し，その実用性を検証している。その中の 1 つとして，都道府県の GDP といったマクロ指標のみの変動を説明するためにマルコフ連鎖を用いるモデルが挙げられる。先述の CGE モデルなどが「経済モデル」だとすると，マルコフ連鎖を用いたモデルは「確率モデル」だということができる。マルコフ連鎖は今期の情報のみが来期を決める極めて単純な予測モデルであり，構造的には 2011 年のノーベル経済学賞を受賞した Sims（1980）が提唱してきたベクトル自己回帰モデル（Vector-autoregressive：VAR モデル）の一形態であるとも考えられる。ただし，パラメータ（推移確率行列）の性質と推計において，2 者は決定的に異なっており，2 者が同列に扱われることは少ない。

マルコフ連鎖を使った予測モデルは古くから存在するが，その応用の一環として，経済学では国間・地域間の経済の収束性を計測するために，マルコフ連鎖を用いた分配アプローチが提唱されるようになった[29]。また，坂本（2010）ではマルコフ連鎖を用いて中国の省間人口移動を予測している。こういった確率モデルでの予測は経済モデルと比べて非常に簡単であるといえるが，その分予測結果が必ずしも現実的でなかったりする。そこで，使用データ，他のモデルとの比較またはモンテカルロ法を用いたモデル自体の拡張を考えながら，いくつかの確率モデルを開発した。

まず，マルコフ連鎖による確率モデルについて簡単に説明する。

マルコフ推移確率行列を用いた確率モデルは以下の考えに基づく。F_t は t 期における各地域または産業の所得（生産）分配状況である。マルコフ過程とは，次期の分配状況 F_{t+1} が今期の分配状況 F_t に左右される状況を数学的に表現したものである。つまり，2 時点間における分配状況の変動を以下のように定義する。

[28] 仮定だらけの簡単なモデルであるため，学術界からの評価は低い。
[29] 例えば，Quah（1993，1996a，b），Sakamoto and Islam（2008）などが一例である。

$$F_{t+1} = F_t \cdot M_t \qquad (3-8)$$

なお，M_tは推移確率行列（transition matrix）である。これは1階のVARモデルにおける係数行列とも考えられる。さて，この推移確率行列について，もし与えられたデータを忠実に再現することを前提とするならば，M_tが時間によって変化することが予想される。よって，長期的には以下の形となり，長期的な分配状況の変動がマルコフ連鎖を用いて定式化可能となる。

$$F_{t+s} = F_t \cdot M_t \cdot M_{t+1} \cdots\cdots M_{t+s-1} = F_t \cdot \prod_{i=0}^{s-1} M_{t+i} \qquad (3-9)$$

次に，推移確率行列の推計方法について，ここでは推計された行列と単位行列との差の2乗を最小にさせる形で求めている。

$$\text{Minimize} \qquad \sum_{j=1}^{n}\sum_{k=1}^{n}\left(a_{t,jk} - i_{jk}\right)^2$$

$$\text{Subject to} \qquad b_{t+1,k} = g_t \cdot \sum_{j=1}^{n} a_{t,jk} \cdot b_{t,j}\ ,\ \forall j\ ,\ \text{および} \sum_{k=1}^{n} a_{t,jk} = 1,\ \forall j \qquad (3-10)$$

ここで i_{jk} は単位行列 I の要素であり，g_t は全地域合計の GDP などの成長率である（$g_t = \sum_{j=1}^{n} b_{t+1,j} \Big/ \sum_{j=1}^{n} b_{t,j}$ ）。この最小化問題は，非線形計画法により $a_{t,jk}$ を（とりあえず）ユニークに解くことができる。

最後に，推計された推移確率行列 M_t が時間に対して変化するため，予測モデル $\overline{M}$ としては，これを単純に時間数で割って平均化する[30]。

$$\overline{M} = \sum_{t=1}^{s} M_t \Big/ s \qquad (3-11)$$

そしてこの平均化した推移確率行列をもとに予測，シミュレーションを行うことにする。

$$F_{t+1} = F_t \cdot \overline{M} \qquad (3-12)$$

ここでは，日本および北部九州地域の産業構造の変動予測，日本の 47 都道府県の相互依存

[30] 必ずしも単純に平均化する必要はなく，様々なウェイトを掛けてもいい。

関係について分析した（のちに改訂を経て，Sakamoto，2012a；坂本，2012b；Sakamoto，2013aにて出版）。この確率モデルについてはまだ改良の余地があると思われる。例えば，都道府県間の相互波及効果がかなり小さく出た点が挙げられる。これは現実的には妥当なのかもしれないが，人やモノ，資本，情報の往来が盛んな現状においてはもっと波及があってもいいと思われる。とはいえ，このモデルを通じて，日本経済の将来についてのある程度示唆に富んだ議論が提供できているのではないかと思われる。もちろんそれ以外の事例でも，モデルを工夫することでより示唆に富んだ議論ができそうである。よって，今後このモデルを応用した予測分析が多く出てくることを期待したい。

6. 展望

本プロジェクトでは，期間中に様々なモデルを開発し，モデルの運用ならびに得られた結果から北部九州地域への示唆を議論してきた。モデルの開発については，学術的な要求と実践との間に大きな差があることを痛感した。学術的には常に『進化』したモデルが要求されており（もちろん，既存モデルの応用でも分析の内容によっては一定の評価が得られる），それに対応した様々なモデルが研究されている。例えば，マクロ計量モデルについて，ルーカス批判に対しては，将来予測から逆算していくフォワードルッキング型のモデルが検討されている。時系列分析にこだわるのであれば，時系列データの特性だけに特化したVAR（ベクトル自己回帰）モデルといったものが主流である。そしてマクロ経済理論との関係から，DSGE（Dynamic Stochastic General Equilibruim：動学的一般均衡）モデルも研究されている[31]。一方，産業連関モデルについて，研究自体は根強く残っているが，産業連関表のデータを生かして，経済活動を一般均衡理論に基づいてすべて定式化させたCGE（計算可能な一般均衡）モデルが主流である。本プロジェクトもテクニカルな部分については上記の主流モデルを活用していく必要があるだろう。

それに加えて，本プロジェクトで提唱したいモデルとして，マルコフ連鎖を用いた確率モデルを挙げたい。もちろん経済理論を反映していないといった問題が存在するが，このモデルを用いることで，比較的簡単に将来予測が可能となる[32]。

---

[31] このモデルの原形はリアル・ビジネス・サイクル（Real Bussiness Cycle：RBC）理論だとされている。もちろん，ルーカス批判に対応し，ミクロ経済学の基礎のもとで，将来から現在までの最適化を図っている。将来が予測であるため，確率的な要素が含まれるが，モデル分析では，様々な数式展開や線形近似を図りながら（構造型）VAR形式に持ち込むのが作法とされている。

[32] この手法の問題点は，推移確率行列の推計にある。単位行列との差に対して最小二乗法を提案しているが，これを計算させるためには，最適化問題に強いソフト（例えば，GAMS）が必要である。なお，エクセルのソルバー機能を使うことも可能ではあるが，求める行列の要素が少ないことが条件である（3×3の行列なら推計可能だが，16×16の行列は推計セルが多すぎて計算不能だった）。

そして，CGE モデルをより簡素にする方法が挙げられる。この章の 4.3 でもモデルを取り上げたが，より簡単なモデルとしては第 2 章のモデルが考えられる。このようにモデルを簡単にすることの意義は，モデル開発の労力を節約させると同時に，何が問題なのかといった本質的な部分にも迫るだろう。しかしながら，こういったモデルが学術的に受け入れられていないのが現状であり，この部分をどのように解決させていくのかが課題であろう。

さて，北部九州が抱える経済問題とはいったい何か？といった根本的な問題について，本プロジェクトは十分な答えを見出していないのかもしれない。今後，東アジアとの交流が盛んになるにつれて，北部九州の環境や物流問題が重要になってきているということが予想される。これらの問題に対して具体的にどのようなモデルを構築すべきであるかは今後の課題となるだろう。しかしながら，一方で，こういった問題が政策として行われてきた結果，多少の経済効果をもたらすことがあっても，地域のマクロ経済および地域住民全体に対しては大きな効果をもたらさない可能性が考えられる。これをもって，モデル開発の必要性が失われるかもしれないが，いずれにせよこれらの問題に対応できるようなモデル開発をしていくことが重要であろう。そしてモデルを開発しだいまた情報を提供できればと考えている。

参考文献

Adelman, Irma and Yeldan, Erinc. 2000. "The minimal conditions for a financial crisis: A multiregional intertemporal CGE model of the Asian crisis," *World Development*, 28(6), pp. 1087–1100.

Akita, Takahiro. 2003. "Decomposing regional income inequality in Indonesia and Indonesia using two-stage nested Theil decomposition method," *Annals of Regional Science*, 37, pp. 57–77.

Akita, Takahiro and Alisjahbana, A. S. 2002. "Regional income inequality in Indonesia and the initial impact of the economic crisis," *Bulletin of Indonesian Economic Studies*, 38(2), pp.201–222.

Böhringer, Christoph and Welsch, Heinz. 2004. "Contraction and Convergence of carbon emissions: An intertemporal multi-region CGE analysis," *Journal of Policy Modeling*, 26(1), pp. 21–39.

Bröcker, Johannes, Artem, Korzhenevych, and Carsten, Schürmann. 2010. "Assessing spatial equity and efficiency impacts of transport infrastructure projects," *Transportation Research Part B: Methodological*, 44(7), pp. 795–811.

Das, Gouranga G., Janaki, R. R., Alavalapati, Douglas R. Carter and Marinos, E. Tsigas. 2005. "Regional impacts of environmental regulations and technical change in the US forestry sector: a multiregional CGE analysis," *Forest Policy and Economics*, 7(1), pp. 25–38.

Donaghy, Kieran, P. 2009. "CGE modeling in space: a survey," in Capello, Roberta and Nijkamp, Peter eds., *Handbook of regional growth and development theories*, Edward Elgar, Cheltenham, pp. 389–422.

Fujita, M, P.R. Krugman and A.J. Venables. (1999) *The Spatial Economy: Cities, Regions, and International Trade*, Cambridge: MIT press.

Fukuchi, Takao. 1983. "Growth and stability of multiregional economy," *International Economic Review*, 24, pp. 509–520.

Fukuchi, Takao. 2000. "Long-run development of a multi-regional economy," *Papers in Regional Science*, 79, pp. 1–31.

Fukuchi, Takao and Nobukuni, Makoto. 1970. "An econometric analysis of national growth and regional income inequality," *International Economic Review*, 11(1), pp. 84–100.

Ghosh, Ambica, 1958. Input-Output Approach to an Allocation System, *Economica*, 25: 58–64.

Hertel, Thomas W. eds. 1997. *Global trade analysis: Modeling and applications*, Cambridge university press.

Horridge, Mark and Wittwer, Glyn. 2008. "SinoTERM, a multi-regional CGE model of China," *China Economic Review*, 19(4), pp. 628–634.

Hosoe, Nobuhiro, Kenji Gasawa, and Hideo Hashimoto, 2010. *Textbook of Computable General Equilibrium Modeling*, Palgrave Macmillan.

Ishiguro, Kazuhiko and Inamura, Hajime. 2005. "Identification and Elimination of Barriers in the Operations and Management of Maritime Transportation," *Research in Transportation Economics*,

13, pp. 337–368.

Kim, Euijune and Kim, Kabsung. 2002. "Impacts of regional development strategies on growth and equity of Korea: A multiregional CGE model," *Annals of Regional Science*, 36, pp. 165–180.

Krugman, P.R. (1991) "Increasing Returns and Economic Geography," *Journal of Political Economy*, 99 pp. 483-499.

Latorre, María C., Oscar Bajo-Rubio, and Antonio G. Gómez-Plana. 2009. "The effects of multinationals on host economies: A CGE approach," *Economic Modelling*, 26(5), pp. 851–864.

Leontief, Wassily, 1936. Quantitative Input-Output Relations in the Economic System of the United States, *Review of Economics and Statistics*, 18: 105–125.

Leontief, Wassily, 1941. *The Structure of American Economy 1919-1939*, Oxford University Press.

Leontief, Wassily, 1986. *Input-Output Economics 2nd edition*, Oxford University Press.

Li, Na, Shi, Min-jun and Wang, Fei. 2009. "Roles of Regional Differences and Linkages on Chinese Regional Policy Effect in CGE Analysis," *Systems Engineering - Theory & Practice*, 29(10), pp. 35–44.

Miller, Ronald E. and Peter D. Blair, 2009. *Input-Output Analysis: Foundations and Extensions 2nd edition*, Cambridge University Press.

Miyagi, Toshihiko. 1996. "Recent developments in multiregional general equilibrium modeling: Economic-transportation interaction models," *Studies in Regional Science*, 27(1), pp. 213–227.

Okuyama, Yasuhide, 2009. Critical Review of Methodologies on Disaster Impact Estimation, background paper for Assessment on the Economics of Disaster Risk Reduction, the Global Facility for Disaster Reduction and Recovery (GFDRR), the World Bank.

Quah, Danny. 1993. "Empirical Cross-Section Dynamics in Economic Growth", *European Economic Review*, 37, 426–434.

Quah, Danny. 1996a. "Empirics for Economic Growth and Convergence", *European Economic Review* 40 1353–1375.

Quah, Danny. 1996b. "Twin Peaks: Growth and Convergence in Model of Distribution Dynamics", *Economic Journal* 106 1045–1055.

Rutherford, Thomas F. 2010. "GTAP7inGAMS", (http://www.mpsge.org/GTAP8inGAMS.zip or https://www.gtap.agecon.purdue.edu/about/data_models.asp).

坂本博, 2010,「中国の省間人口移動と所得格差 : マルコフ連鎖による分析」, 応用経済学研究, 第 4 巻, pp. 128–147

Sakamoto, Hiroshi. 2011a. "Provincial Economic Growth and Indus-trial Structure in China: An Index Approach," *Regional Science Policy & Practice*, 3(4), pp. 323–338.

Sakamoto Hiroshi. 2011b. "CGE Analysis of Regional Policy in the Northern Kyushu Area", *Jurnal Ekonomi Malaysia* (*Malaysian Journal of Economics*), Vol. 45, pp. 109–121.

Sakamoto Hiroshi. 2012a. "Forecasting Model of Structural Change in Japan Using Markov Chain",『社

会マネジメントシステム学会査読付き論文集，SMS11-5261（http://management.kochi-tech.ac.jp/?content=journalpaper）』

坂本博（2012b）「北部九州地域における産業構造の変遷と将来予測」,『東アジアへの視点』, 2012 年 6 月号, pp. 35–44

Sakamoto Hiroshi. 2012c. "CGE Analysis of Transportation Cost and Regional Economy: East Asia and Northern Kyushu", *Regional Science Inquiry*, Vol. 4, No. 1, pp. 121–140.

Sakamoto Hiroshi. 2012d. "A Study on Income Disparity in Indonesia Using CGE Model", in Hefrizal Handra, Budy P. Resosudarmo, Arief A. Yusuf, Elfindri, Efa Yonnedi eds., *Regional Development and Finances: Challenges for Expanding and Financing Public Services*, IRSA Book Series on Regional Development No. 10, Andalas University Press, Padang, pp. 81–102.

Sakamoto Hiroshi. 2013a. "Prediction of the Prefectural Economy in Japan Using a Stochastic Model", *Regional Science Inquiry*, Vol. 5, No. 1, pp. 13–24.

Sakamoto Hiroshi. 2013b. "Study of Regional Disparity in Indonesia Using a Multi-region CGE Model", in M. Handry Imansyah, Budy P. Resosudarmo, Suryani, Syahrituah Siregar, Dominicus Savio Priyarsono, Arief Anshory Yusuf eds., *Regional Development, Natural Resources and Public Goods in Indonesia during the Global Financial Crisis*, IRSA Book Series on Regional Development No. 11, Penerbit Universitas Indonesia (UI-Press), Jakarta, pp. 113–145.

Sakamoto Hiroshi and Fan Jin. 2012. "CGE Analysis of the Yangtze River Delta in China", ICSEAD Working Paper 2012-03.

Sakamoto, Hiroshi and Islam, Nazrul. 2008. "Convergence across Chinese Provinces: An Analysis using Markov Transition Matrix", *China Economic Review*, Vol.19, No.1, pp.66–79.

Sakashita, Noboru and Kamoike, Osamu. 1973. "National growth and regional income inequality: A consistent model," *International Economic Review*, 14(2), pp. 372–382.

Sims, C. 1980. "Macroeconomics and Reality," *Econometrica*, 48, pp.1–48.

Solow, Robert M. 1956. "A Contribution to the Theory of Economic Growth," *Quarterly Journal of Economics*, 70(5), pp. 65–94.

Theil, H. 1967. *Economics and Information Theory*, Amsterdam: North-Holland Publishing Company.

徳永澄憲，武藤慎一，黄永和，孫林，沖山充（2008），『自動車環境政策のモデル分析：地球温暖化対策としての環境車普及促進政策』文眞堂

Ueda, Takayuki, Koike, Atsushi, Yamaguchi, Katsuhiro and Tsuchiya Kazuyuki. 2005. "Spatial benefit incidence analysis of airport capacity expansion: Application of SCGE model to the Haneda Project," *Research in Transportation Economics*, 13, pp. 165–196.

北部九州経済地域モデル：まとめと展望

平成 26 年 3 月発行

発行所　公益財団法人国際東アジア研究センター
〒803-0814　北九州市小倉北区大手町 11 番 4 号
Tel：093-583-6202／Fax：093-583-6576，4602
URL：http://www.icsead.or.jp
E-mail：office@icsead.or.jp