

# 北部九州地域における産業構造の変遷と将来予測\*

国際東アジア研究センター主任研究員 坂本 博

## 1. はじめに

産業構造の変化に関する研究は古くから行われ、ペティー・クラークの法則といった現在にも通用する成果を生み出している。これは、経済成長にともない、産業構造が農業を中心とした第1次産業からサービス産業を中心とした第3次産業に比重を変えていくもので、日本をはじめとする先進国についてはおおむねそのような傾向がみられている。あとで分かるように日本は経済の大半がサービス産業である。このことは「ものづくり」の重要性を指摘する人たちに違和感を与えているかもしれないが、これは事実である<sup>(注1)</sup>。

一方で、昨今のTPP参加に関する議論においてクローズアップされた産業は農業である。しかしながら、この農業も産業構造の議論ではほとんど対象にならないほど比重が低い。つまり、日本のようなサービス産業が大半の先進国で産業構造の議論はほとんど意味がないのかもしれない（少なくとも学術的には）。

しかし、農業も製造業も経済の基盤である以上、日本に全く存在しないというようなことは起こらないだろう。この点において、現在でも産業構造の変遷を分析する意義はある。

本研究は、北部九州地域における産業構造の変遷について統計データを用いて分析する。しかしながら、単なる統計データの整理では物足りないもので、以下の2点に関して独自の手法を用いて分析する。1つは、現存するデータを延長し、予測を行うことである。予測に関しては様々な方法が

考えられるが、ここではマルコフ連鎖を用いて確率的に予測する方法を採用する<sup>(注2)</sup>。もう1つは産業構造の比較を指標化し、その指標に基づいて分析することである。

## 2. 予測モデル

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<sup>(注3)</sup>。 $F_t$ は $t$ 期における各産業の付加価値額を $1 \times N$ （産業数）のベクトルで表記したものである。マルコフ過程とは、次期の付加価値額の分布 $F_{t+1}$ が今期の付加価値額の分布 $F_t$ 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、各産業の2時点間における付加価値額の変動を以下のように定義する。

$$F_{t+1} = F_t \cdot M_t \quad (1)$$

なお、 $M_t$ は推移確率行列（transition matrix）である。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、各産業の長期的な付加価値額の変動がマルコフ連鎖を用いて定式化可能となる。

$$F_{t+s} = F_t \cdot M_t \cdot M_{t+1} \cdots M_{t+s-1} = F_t \cdot \prod_{i=0}^{s-1} M_{t+i} \quad (2)$$

次に、推移確率行列の推計方法について説明し

\* この研究は ICSEAD 研究プロジェクト『北部九州地域経済モデル：応用モデルの開発』および Sakamoto (2012) の成果の一部を加筆修正したものである。

たい。まず、例として推移確率行列  $M_t$  を  $3 \times 3$  行列、つまり3産業で表すと以下になる。

$$M_t = \begin{pmatrix} a_{t,11} & a_{t,12} & a_{t,13} \\ a_{t,21} & a_{t,22} & a_{t,23} \\ a_{t,31} & a_{t,32} & a_{t,33} \end{pmatrix} \quad (3)$$

次に、 $F_t = (b_{t,1}, b_{t,2}, b_{t,3})$ ,  $F_{t+1} = (b_{t+1,1}, b_{t+1,2}, b_{t+1,3})$  とすると式 (1) は以下になる。

$$b_{t+1,1} = b_{t,1} \cdot a_{t,11} + b_{t,2} \cdot a_{t,12} + b_{t,3} \cdot a_{t,13} \quad (4-1)$$

$$b_{t+1,2} = b_{t,1} \cdot a_{t,21} + b_{t,2} \cdot a_{t,22} + b_{t,3} \cdot a_{t,23} \quad (4-2)$$

$$b_{t+1,3} = b_{t,1} \cdot a_{t,31} + b_{t,2} \cdot a_{t,32} + b_{t,3} \cdot a_{t,33} \quad (4-3)$$

この式 (4) に基づいて推移確率行列の要素  $a_{tjk}$  を推計するわけであるが、見てのとおり、 $a_{tjk}$  を推計するためには方程式が不足し、これだけではユニークな解がえられない。そこで、ユニークな  $a_{tjk}$  を推計するために、最小二乗法の考え方をを用いることにする。ここでは、推計したい推移確率行列の要素と単位行列の要素との乖離の2乗和の最小化を図ることにする。この最小化問題の制約条件は、式 (1) の運動法則を修正した式 (4) と、行列の各行和が1となることで、以下のように定式化する。

$$\begin{aligned} & \text{Minimize} \quad \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^n (a_{t,jk} - i_{jk})^2 \\ & \text{Subject to} \quad b_{t+1,j} = g_t \cdot \sum_{k=1}^n a_{t,jk} \cdot b_{t,k}, \quad \forall j, \quad (5) \\ & \text{および} \quad \sum_{k=1}^n a_{t,jk} = 1, \quad \forall j \end{aligned}$$

ここで  $i_{jk}$  は単位行列  $I$  の要素であり、 $g_t$  は全産業を合計した付加価値額（対象地域の地域内総生産）

の成長率である（ $g_t = \sum_{j=1}^n b_{t+1,j} / \sum_{j=1}^n b_{t,j}$ ）。

この最小化問題は、非線形計画法により  $a_{tjk}$  をユニークに解くことができる。

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、予測モデルの推移確率行列  $\bar{M}$  としては、これを単純に時間数で割って平均化する。

$$\bar{M} = \sum_{t=1}^s M_t / s \quad (6)$$

そしてこの  $\bar{M}$  を式 (1) にあてはめ本研究の予測モデルとする。

$$F_{t+1} = F_t \cdot \bar{M} \quad (7)$$

### 3. データ

まず、分析対象地域として日本と北部九州として福岡県、北九州市および福岡市を取り上げる。データは内閣府の『県民経済計算』で、ホームページで入手可能である。ただし、マルコフ連鎖の推移確率行列を推計する期間が日本と北部九州とは異なる。日本は1990～2009年のデータを使用した。一方、北部九州は1996～2007年までである。

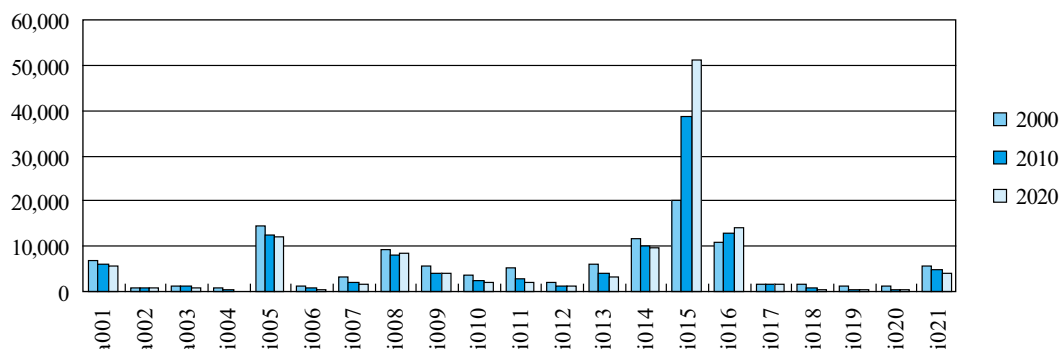
次に、推計する産業数が各地域で異なっている。表1が本研究で分析する産業分類である。日本が42産業で、他の地域はそれ以下である。産業の空白部分は主に隣接する産業と合算されて報告されていると思われる。例えば福岡県の鉄鋼（i011）には非鉄金属の付加価値額が含まれていると考えられる。そのように考えると福岡市のi005は、食料品ではなく、製造業全体である。なお、北九州市の石油・石炭製品にはマイナスのデータが存在したため、化学（i008）に合算している。

表1 産業分類

|                   |               | 日本   | 福岡県  | 北九州市 | 福岡市  |
|-------------------|---------------|------|------|------|------|
| 1 産業              |               |      |      |      |      |
| (1) 農林水産業         | a. 農業         | a001 | a001 | a001 | a001 |
|                   | b. 林業         | a002 | a002 | a002 | a002 |
|                   | c. 水産業        | a003 | a003 | a003 | a003 |
| (2) 鉱業            |               | i004 | i004 | i004 | i004 |
| (3) 製造業           | a. 食料品        | i005 | i005 | i005 | i005 |
|                   | b. 繊維         | i006 | i006 | i006 |      |
|                   | c. パルプ・紙      | i007 | i007 | i007 |      |
|                   | d. 化学         | i008 | i008 | i008 |      |
|                   | e. 石油・石炭製品    | i009 | i009 |      |      |
|                   | f. 窯業・土石製品    | i010 | i010 | i010 |      |
|                   | g. 鉄鋼         | i011 | i011 | i011 |      |
|                   | h. 非鉄金属       | i012 |      |      |      |
|                   | i. 金属製品       | i013 | i013 | i013 |      |
|                   | j. 一般機械       | i014 | i014 | i014 |      |
|                   | k. 電気機械       | i015 | i015 | i015 |      |
|                   | l. 輸送用機械      | i016 | i016 | i016 |      |
|                   | m. 精密機械       | i017 | i017 | i017 |      |
|                   | n. 衣服・身の回品    | i018 | i018 | i018 |      |
|                   | o. 製材・木製品     | i019 |      |      |      |
|                   | p. 家具         | i020 |      |      |      |
|                   | q. 出版・印刷      | i021 |      |      |      |
|                   | r. 皮革・皮革製品    | i022 |      |      |      |
|                   | s. ゴム製品       | i023 |      |      |      |
|                   | t. その他の製造業    | i024 |      |      |      |
| (4) 建設業           |               | i025 | i025 | i025 | i025 |
| (5) 電気・ガス・水道業     | a. 電気業        | s026 | s026 | s026 | s026 |
|                   | b. ガス・水道・熱供給業 | s027 |      |      |      |
| (6) 卸売・小売業        | a. 卸売業        | s028 | s028 | s028 | s028 |
|                   | b. 小売業        | s029 |      |      |      |
| (7) 金融・保険業        |               | s030 | s030 | s030 | s030 |
| (8) 不動産業          | a. 住宅賃貸業      | s031 | s031 | s031 | s031 |
|                   | b. その他の不動産業   | s032 |      |      |      |
| (9) 運輸・通信業        | a. 運輸業        | s033 | s033 | s033 | s033 |
|                   | b. 通信業        | s034 |      |      |      |
| (10) サービス業        | a. 公共サービス     | s035 | s035 | s035 | s035 |
|                   | b. 対事業所サービス   | s036 |      |      |      |
|                   | c. 対個人サービス    | s037 |      |      |      |
| 2 政府サービス生産者       |               |      |      |      |      |
| (1) 電気・ガス・水道業     |               | s038 | s038 | s038 | s038 |
| (2) サービス業         |               | s039 | s039 | s039 | s039 |
| (3) 公務            |               | s040 | s040 | s040 | s040 |
| 3 対家計民間非営利サービス生産者 |               |      |      |      |      |
| (1) 教育            |               | s041 | s041 | s041 | s041 |
| (2) その他           |               | s042 |      |      |      |

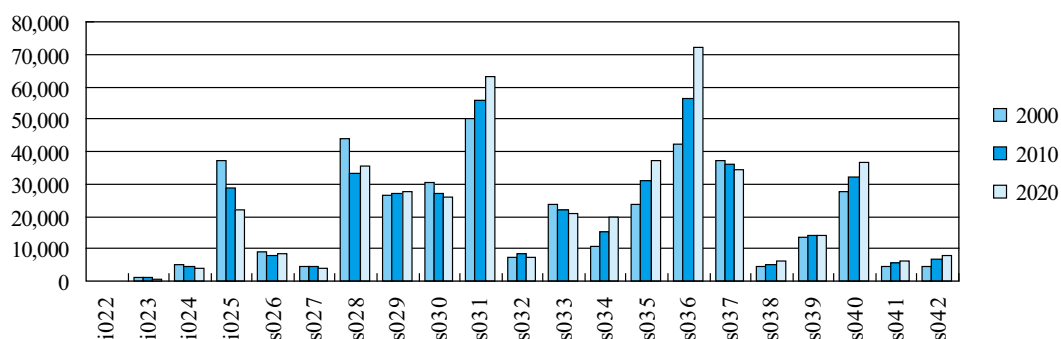
(出所) 内閣府『県民経済計算』より筆者整理

図1 日本の産業構造変動予測（a001-i021，単位：10億円）



(出所) 筆者計算（以下同じ）

図2 日本の産業構造変動予測（i022-s042，単位：10億円）



#### 4. 産業構造の変動予測

図1および図2は付加価値額による日本の産業構造の変化を示したものである。具体的な数字は表2で示した。なお、図表の記載年として取り上げたもののうち、2000年は『県民経済計算』記載の実数で、2010年および2020年が予測の数字である<sup>(注4)</sup>。

第1次産業とともに、多くの製造業で金額が減少傾向となっているが、一方で、電気機械（i015）と輸送用機械（i016）が増加傾向となっている。特に、電気機械の伸びが著しく、日本の製造業がこの業種に集中していく可能性があることを示し

ている。また、建設業（i015）も減少傾向で、公共投資の削減やインフラ建設需要の落ち込みを反映していると考えられる。増加傾向が目立つのはサービス業に多く、特に、住宅賃貸（s031）と事業所サービス（s036）の伸びが目立つ。公務（s040）や公共サービス（s035）も伸びてきている業種で、通信（s034）も額は少ないものの、将来的には伸びる可能性がある。一方で、個人サービス（s037）や運輸（s033）が減少傾向となっている。全体的にみれば製造業の減少とサービス業の増加が主な傾向だといえる。このマルコフ連鎖による予測では、過去の傾向に大きく影響を受ける<sup>(注5)</sup>。過去に増加傾向だった産業は予測でも増加傾向を示し、

表2 日本の産業構造変動予測（付加価値額，単位：10億円）

|      | 2000年    | 2010年    | 2020年    |      | 2000年    | 2010年    | 2020年    |
|------|----------|----------|----------|------|----------|----------|----------|
| a001 | 6,818.9  | 6,164.6  | 5,563.4  | i022 | 257.8    | 105.4    | 49.9     |
| a002 | 886.5    | 689.5    | 742.0    | i023 | 1,263.5  | 927.3    | 772.4    |
| a003 | 1,190.3  | 1,010.7  | 716.3    | i024 | 5,313.8  | 4,337.6  | 4,026.0  |
| i004 | 626.5    | 208.8    | 126.1    | i025 | 37,129.7 | 28,648.0 | 21,992.1 |
| i005 | 14,383.8 | 12,468.8 | 11,955.3 | s026 | 8,853.4  | 8,066.2  | 8,621.0  |
| i006 | 1,072.2  | 679.2    | 475.5    | s027 | 4,723.0  | 4,344.5  | 4,179.3  |
| i007 | 3,237.0  | 2,149.5  | 1,719.1  | s028 | 43,975.4 | 33,477.3 | 35,529.6 |
| i008 | 9,148.1  | 8,211.8  | 8,358.4  | s029 | 26,685.3 | 26,967.6 | 27,334.4 |
| i009 | 5,612.6  | 4,208.6  | 3,847.5  | s030 | 30,445.2 | 26,857.3 | 25,820.4 |
| i010 | 3,806.6  | 2,284.5  | 1,818.9  | s031 | 50,297.0 | 55,746.7 | 63,259.9 |
| i011 | 5,079.0  | 2,695.2  | 2,083.6  | s032 | 7,566.9  | 8,216.1  | 7,198.1  |
| i012 | 2,199.2  | 1,287.3  | 1,120.4  | s033 | 23,894.5 | 21,952.7 | 20,722.1 |
| i013 | 6,023.7  | 3,952.6  | 3,204.9  | s034 | 10,926.4 | 15,070.6 | 19,968.4 |
| i014 | 11,481.4 | 10,136.8 | 9,649.7  | s035 | 23,593.6 | 30,957.9 | 37,421.0 |
| i015 | 20,070.0 | 38,525.8 | 51,305.0 | s036 | 42,049.5 | 56,073.0 | 72,076.8 |
| i016 | 10,928.2 | 12,795.5 | 14,004.5 | s037 | 36,960.9 | 35,930.2 | 34,505.7 |
| i017 | 1,720.0  | 1,622.3  | 1,445.4  | s038 | 4,718.1  | 5,207.0  | 6,026.0  |
| i018 | 1,672.4  | 792.3    | 372.0    | s039 | 13,757.2 | 13,885.1 | 14,167.2 |
| i019 | 1,239.6  | 515.3    | 291.7    | s040 | 27,498.6 | 32,321.5 | 36,672.7 |
| i020 | 1,104.8  | 447.5    | 225.2    | s041 | 4,459.7  | 5,389.5  | 5,933.4  |
| i021 | 5,825.4  | 5,026.0  | 4,224.4  | s042 | 4,481.6  | 6,664.6  | 7,730.9  |

図3 福岡県の産業構造変動予測（単位：100万円）

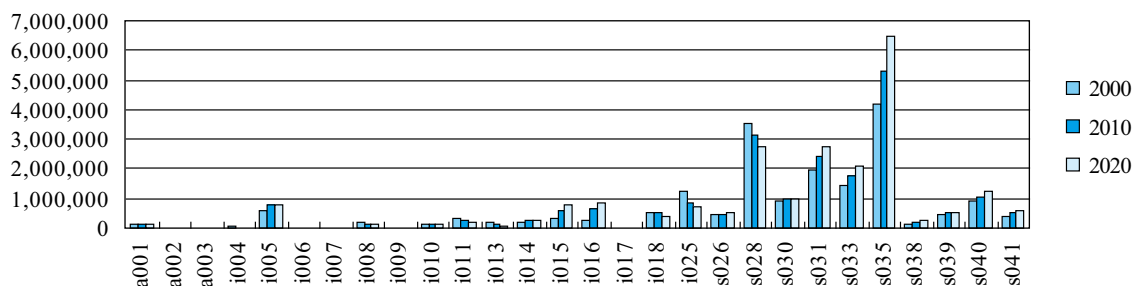


図4 北九州市の産業構造変動予測（単位：100万円）

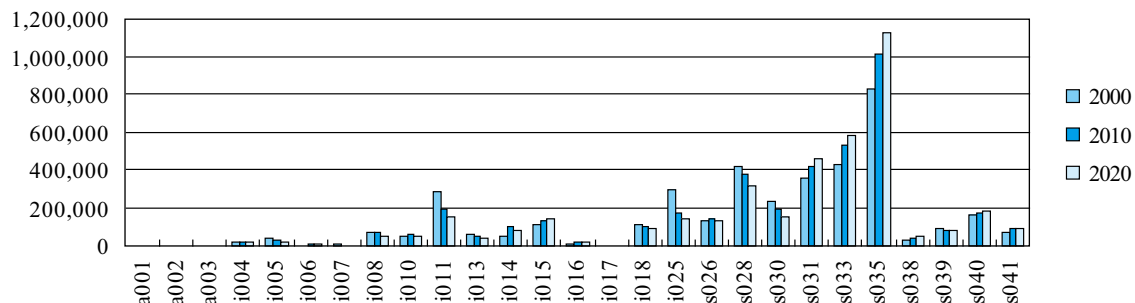


図5 福岡市の産業構造変動予測（単位：100万円）

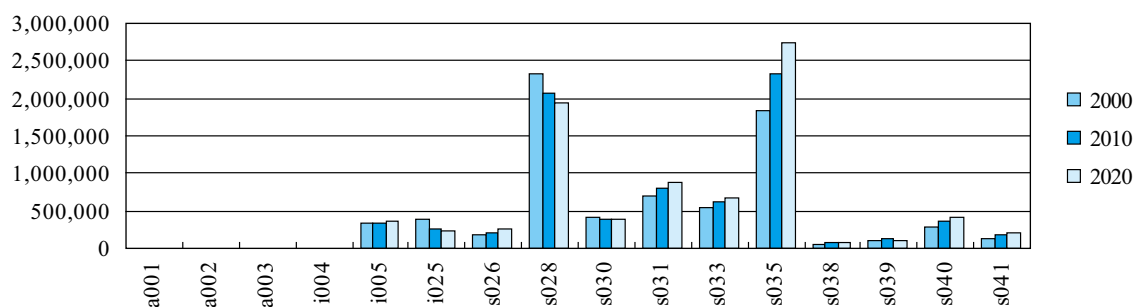


表3 北部九州の産業構造変動予測（付加価値額，単位：100万円）

|      | 福岡県       |           |           | 北九州市    |           |           | 福岡市       |           |           |
|------|-----------|-----------|-----------|---------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|      | 2000年     | 2010年     | 2020年     | 2000年   | 2010年     | 2020年     | 2000年     | 2010年     | 2020年     |
| a001 | 144,160   | 132,970   | 126,077   | 4,326   | 3,367     | 2,804     | 5,546     | 5,261     | 4,597     |
| a002 | 10,804    | 12,850    | 13,786    | 450     | 1,318     | 1,999     | 705       | 854       | 898       |
| a003 | 22,053    | 30,948    | 30,739    | 1,658   | 2,074     | 2,106     | 3,484     | 4,791     | 4,338     |
| i004 | 44,299    | 24,002    | 14,660    | 22,711  | 17,538    | 16,599    | 2,102     | 1,050     | 1,450     |
| i005 | 580,010   | 763,768   | 776,182   | 36,502  | 34,069    | 22,642    | 337,446   | 346,552   | 364,313   |
| i006 | 6,477     | 7,911     | 6,644     | 4,922   | 7,429     | 7,087     |           |           |           |
| i007 | 31,893    | 25,378    | 20,262    | 6,045   | 5,003     | 3,533     |           |           |           |
| i008 | 186,862   | 145,247   | 109,373   | 67,572  | 67,307    | 48,782    |           |           |           |
| i009 | 6,310     | 4,616     | 4,212     |         |           |           |           |           |           |
| i010 | 156,225   | 151,176   | 130,884   | 49,006  | 60,493    | 50,505    |           |           |           |
| i011 | 323,613   | 246,927   | 207,840   | 285,708 | 194,491   | 155,994   |           |           |           |
| i013 | 194,701   | 134,833   | 90,839    | 64,663  | 50,065    | 36,984    |           |           |           |
| i014 | 186,355   | 283,885   | 286,938   | 54,067  | 98,792    | 84,503    |           |           |           |
| i015 | 331,148   | 618,247   | 778,160   | 111,958 | 134,587   | 142,098   |           |           |           |
| i016 | 277,438   | 630,340   | 858,180   | 7,760   | 23,737    | 24,273    |           |           |           |
| i017 | 8,043     | 7,014     | 7,305     | 4,061   | 3,536     | 3,548     |           |           |           |
| i018 | 502,829   | 492,613   | 423,886   | 107,998 | 100,529   | 96,528    |           |           |           |
| i025 | 1,233,138 | 838,790   | 704,914   | 300,073 | 178,079   | 139,998   | 389,105   | 259,272   | 243,200   |
| s026 | 454,841   | 477,858   | 502,492   | 138,087 | 143,598   | 136,445   | 176,791   | 218,616   | 266,456   |
| s028 | 3,559,407 | 3,151,162 | 2,719,515 | 415,575 | 374,979   | 314,944   | 2,334,132 | 2,070,827 | 1,950,281 |
| s030 | 895,081   | 994,123   | 1,006,331 | 233,731 | 190,573   | 151,604   | 413,105   | 394,558   | 384,551   |
| s031 | 1,988,711 | 2,403,767 | 2,766,902 | 358,466 | 418,073   | 464,849   | 690,986   | 800,642   | 872,734   |
| s033 | 1,452,295 | 1,769,795 | 2,082,054 | 433,927 | 529,084   | 582,187   | 539,548   | 628,872   | 685,229   |
| s035 | 4,159,245 | 5,315,104 | 6,491,554 | 831,114 | 1,014,927 | 1,131,739 | 1,827,466 | 2,315,941 | 2,745,883 |
| s038 | 161,138   | 225,445   | 293,835   | 34,431  | 41,827    | 46,708    | 49,533    | 70,158    | 83,489    |
| s039 | 457,464   | 494,301   | 523,790   | 88,936  | 86,644    | 82,035    | 114,113   | 120,464   | 114,475   |
| s040 | 923,280   | 1,071,218 | 1,210,883 | 165,115 | 177,540   | 185,787   | 282,908   | 360,034   | 409,978   |
| s041 | 372,596   | 496,033   | 567,729   | 66,949  | 89,618    | 90,972    | 126,279   | 177,471   | 206,522   |

減少傾向だった産業がその逆である。その点に関していえば、過去のデータからトレンドを採って、そのまままっすぐにのぼして予測する方法でも十分なのかもしれない。しかし、化学（i008）や卸

売業（s028）のように、2010年には減少しているものの、2020年は増加している業種もある。これは直線的な予測ではえられることができない結果である。つまり、予測において、他の産業の増減

表4 各地域の産業構造（単位：％）

| 年    | 日本   |       |       | 福岡県   |       |       | 北九州市  |       |       | 福岡市   |       |       |
|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|      | 2000 | 2010  | 2020  | 2000  | 2010  | 2020  | 2000  | 2010  | 2020  | 2000  | 2010  | 2020  |
| a001 | 1.30 | 1.15  | 0.96  | 0.77  | 0.63  | 0.55  | 0.11  | 0.08  | 0.07  | 0.08  | 0.07  | 0.06  |
| a002 | 0.17 | 0.13  | 0.13  | 0.06  | 0.06  | 0.06  | 0.01  | 0.03  | 0.05  | 0.01  | 0.01  | 0.01  |
| a003 | 0.23 | 0.19  | 0.12  | 0.12  | 0.15  | 0.14  | 0.04  | 0.05  | 0.05  | 0.05  | 0.06  | 0.05  |
| i004 | 0.12 | 0.04  | 0.02  | 0.24  | 0.11  | 0.06  | 0.58  | 0.43  | 0.41  | 0.03  | 0.01  | 0.02  |
| i005 | 2.75 | 2.32  | 2.07  | 3.11  | 3.65  | 3.41  | 0.94  | 0.84  | 0.56  | 4.63  | 4.46  | 4.37  |
| i006 | 0.21 | 0.13  | 0.08  | 0.03  | 0.04  | 0.03  | 0.13  | 0.18  | 0.18  |       |       |       |
| i007 | 0.62 | 0.40  | 0.30  | 0.17  | 0.12  | 0.09  | 0.16  | 0.12  | 0.09  |       |       |       |
| i008 | 1.75 | 1.53  | 1.45  | 1.00  | 0.69  | 0.48  | 1.73  | 1.66  | 1.21  |       |       |       |
| i009 | 1.07 | 0.78  | 0.67  | 0.03  | 0.02  | 0.02  |       |       |       |       |       |       |
| i010 | 0.73 | 0.43  | 0.32  | 0.84  | 0.72  | 0.58  | 1.26  | 1.49  | 1.25  |       |       |       |
| i011 | 0.97 | 0.50  | 0.36  | 1.73  | 1.18  | 0.91  | 7.33  | 4.80  | 3.87  |       |       |       |
| i012 | 0.42 | 0.24  | 0.19  |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| i013 | 1.15 | 0.74  | 0.56  | 1.04  | 0.64  | 0.40  | 1.66  | 1.24  | 0.92  |       |       |       |
| i014 | 2.20 | 1.89  | 1.67  | 1.00  | 1.36  | 1.26  | 1.39  | 2.44  | 2.10  |       |       |       |
| i015 | 3.84 | 7.17  | 8.89  | 1.77  | 2.95  | 3.42  | 2.87  | 3.32  | 3.53  |       |       |       |
| i016 | 2.09 | 2.38  | 2.43  | 1.49  | 3.01  | 3.77  | 0.20  | 0.59  | 0.60  |       |       |       |
| i017 | 0.33 | 0.30  | 0.25  | 0.04  | 0.03  | 0.03  | 0.10  | 0.09  | 0.09  |       |       |       |
| i018 | 0.32 | 0.15  | 0.06  | 2.69  | 2.35  | 1.86  | 2.77  | 2.48  | 2.40  |       |       |       |
| i019 | 0.24 | 0.10  | 0.05  |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| i020 | 0.21 | 0.08  | 0.04  |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| i021 | 1.11 | 0.94  | 0.73  |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| i022 | 0.05 | 0.02  | 0.01  |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| i023 | 0.24 | 0.17  | 0.13  |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| i024 | 1.02 | 0.81  | 0.70  |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| i025 | 7.10 | 5.33  | 3.81  | 6.60  | 4.00  | 3.10  | 7.70  | 4.40  | 3.48  | 5.34  | 3.33  | 2.92  |
| s026 | 1.69 | 1.50  | 1.49  | 2.44  | 2.28  | 2.21  | 3.54  | 3.55  | 3.39  | 2.42  | 2.81  | 3.20  |
| s027 | 0.90 | 0.81  | 0.72  |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| s028 | 8.41 | 6.23  | 6.15  | 19.06 | 15.04 | 11.95 | 10.67 | 9.26  | 7.82  | 32.00 | 26.63 | 23.39 |
| s029 | 5.10 | 5.02  | 4.74  |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| s030 | 5.82 | 5.00  | 4.47  | 4.79  | 4.75  | 4.42  | 6.00  | 4.71  | 3.76  | 5.66  | 5.07  | 4.61  |
| s031 | 9.62 | 10.38 | 10.96 | 10.65 | 11.47 | 12.16 | 9.20  | 10.32 | 11.54 | 9.47  | 10.30 | 10.47 |
| s032 | 1.45 | 1.53  | 1.25  |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| s033 | 4.57 | 4.09  | 3.59  | 7.78  | 8.45  | 9.15  | 11.14 | 13.07 | 14.46 | 7.40  | 8.09  | 8.22  |
| s034 | 2.09 | 2.81  | 3.46  |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| s035 | 4.51 | 5.76  | 6.48  | 22.28 | 25.37 | 28.53 | 21.33 | 25.06 | 28.10 | 25.06 | 29.79 | 32.93 |
| s036 | 8.04 | 10.44 | 12.49 |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| s037 | 7.07 | 6.69  | 5.98  |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| s038 | 0.90 | 0.97  | 1.04  | 0.86  | 1.08  | 1.29  | 0.88  | 1.03  | 1.16  | 0.68  | 0.90  | 1.00  |
| s039 | 2.63 | 2.59  | 2.45  | 2.45  | 2.36  | 2.30  | 2.28  | 2.14  | 2.04  | 1.56  | 1.55  | 1.37  |
| s040 | 5.26 | 6.02  | 6.35  | 4.95  | 5.11  | 5.32  | 4.24  | 4.38  | 4.61  | 3.88  | 4.63  | 4.92  |
| s041 | 0.85 | 1.00  | 1.03  | 2.00  | 2.37  | 2.49  | 1.72  | 2.21  | 2.26  | 1.73  | 2.28  | 2.48  |
| s042 | 0.86 | 1.24  | 1.34  |       |       |       |       |       |       |       |       |       |

の影響を受けるために、必ずしも直線的な結果とはならない。ここに、マルコフ連鎖を使用する利点があると思われる。なお、表2からは、予測段階で、電気機械（i015）の金額が卸売業（s028）を上回っていることが分かる。

次に、各地域について、図3～図5は福岡県、北九州市および福岡市の付加価値額による産業構造の変化を示したものである。具体的な数字は表3で示した。福岡県も第1次産業および製造業の比率は低い、電気機械（i015）と輸送用機械（i016）

表5 各地域の産業構造（単位：％）

| 年         | 日本    |       |       | 福岡県   |       |       | 北九州市  |       |       | 福岡市   |       |       |
|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|           | 2000  | 2010  | 2020  | 2000  | 2010  | 2020  | 2000  | 2010  | 2020  | 2000  | 2010  | 2020  |
| a001-i004 | 1.82  | 1.50  | 1.24  | 1.19  | 0.96  | 0.81  | 0.75  | 0.60  | 0.58  | 0.16  | 0.15  | 0.14  |
| i005-i024 | 21.31 | 21.07 | 20.95 | 14.95 | 16.76 | 16.26 | 20.54 | 19.26 | 16.80 | 4.63  | 4.46  | 4.37  |
| i025      | 7.10  | 5.33  | 3.81  | 6.60  | 4.00  | 3.10  | 7.70  | 4.40  | 3.48  | 5.34  | 3.33  | 2.92  |
| s026-s027 | 2.60  | 2.31  | 2.22  | 2.44  | 2.28  | 2.21  | 3.54  | 3.55  | 3.39  | 2.42  | 2.81  | 3.20  |
| s028-s029 | 13.51 | 11.26 | 10.89 | 19.06 | 15.04 | 11.95 | 10.67 | 9.26  | 7.82  | 32.00 | 26.63 | 23.39 |
| s030      | 5.82  | 5.00  | 4.47  | 4.79  | 4.75  | 4.42  | 6.00  | 4.71  | 3.76  | 5.66  | 5.07  | 4.61  |
| s031-s032 | 11.06 | 11.91 | 12.21 | 10.65 | 11.47 | 12.16 | 9.20  | 10.32 | 11.54 | 9.47  | 10.30 | 10.47 |
| s033-s034 | 6.66  | 6.89  | 7.05  | 7.78  | 8.45  | 9.15  | 11.14 | 13.07 | 14.46 | 7.40  | 8.09  | 8.22  |
| s035-s037 | 19.62 | 22.90 | 24.95 | 22.28 | 25.37 | 28.53 | 21.33 | 25.06 | 28.10 | 25.06 | 29.79 | 32.93 |
| s038-s040 | 8.79  | 9.57  | 9.85  | 8.26  | 8.55  | 8.91  | 7.40  | 7.56  | 7.81  | 6.12  | 7.08  | 7.29  |
| s041-s042 | 1.71  | 2.24  | 2.37  | 2.00  | 2.37  | 2.49  | 1.72  | 2.21  | 2.26  | 1.73  | 2.28  | 2.48  |

が増加傾向である。サービス業が産業構造の中心であるが、不動産（s031）、運輸・通信（s033）、各種サービス（s035）および公務（s040）の増加傾向が目立つ。そして、建設（i025）と卸売・小売（s028）が減少傾向である。北九州市は、福岡県と製造業について若干の違いがあり、鉄鋼（i011）が目立つものの、数字は明らかに減少傾向にある。それ以外の増加傾向と減少傾向は程度の違いはあれ、福岡県とおおむね同じである。福岡市は、第1次産業がほとんどなく、製造業もわずかで、ほとんどがサービス業であるが、卸売・小売（s028）の減少と各種サービス（s035）の伸びが目立つ。

表3の金額についていえば、福岡市と北九州市とではサービス業の数字がおおむね2倍前後で、福岡市の方が多いわけであるが、卸売・小売（s028）に関しては圧倒的に福岡市が多い。しかも、福岡市は福岡県の半分以上を占めており、福岡市が商業都市であることを垣間みることができる。

## 5. 産業構造シェアの変化と分析

表4は、各地域における産業構造の変動を比率（シェア）で表示したものである。そして、各地域でシェアの比較を可能にするために、表5では

産業を11業種にまとめて集計している。

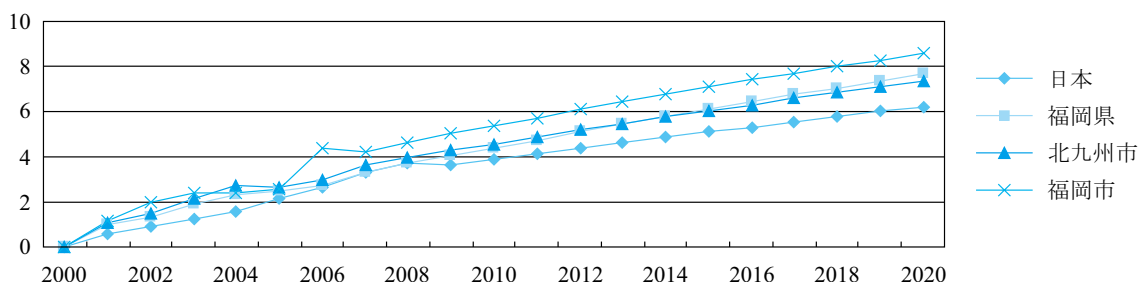
まず、単純に分かることは、第1次産業のシェアが非常に低いことである。鉱業を含めても付加価値額は2%に満たない（a001-i004）。北九州市や福岡市にいたっては1%もなく、しかもいずれの地域も減少傾向にある。このことから、日本経済において、農業が軽視されがちになることが容易に推測されるわけだが、はたしてこれでいいのかどうかは改めて議論する必要があるだろう。

次に、福岡市の製造業（i005-i024）のシェアがかなり低いこともあって、福岡県の製造業のシェアも日本より低い。北九州市も予測期間に入ってから日本を下回るシェアとなっている。北九州市も将来は必ずしも工業都市だとはいえなくなる可能性があるだろう。

福岡市は製造業のシェアが低い一方で、卸売・小売（s028-s029）のシェアが高い。これは日本を下回る北九州市と比較すれば、福岡市と北九州市とで産業構造に完全な違いがあるということの意味している。しかし、この業種に関してはいずれもシェアを落としており、単純な商業からさらなる付加価値がえられるサービス業に転換していくのかもしれない。



図6 産業構造の変動（2000年基準，単位：％）



さて，ここからは，これらの数字の変動を，ある指標を用いて指数化し，その変化を分析する。坂本（2011），Sakamoto（2011）ではシェアの変化を以下の方法で指標化している。それは，ある時点（地域）のシェアと別の時点（地域）のシェアとの違いを距離（metrics）の概念で計測する方法である。具体的にはユークリッドの距離の概念をシェアの変化に応用した以下の式となる。

$$SD_{ij} = \sqrt{\frac{\sum_z (S_z^i - S_z^j)^2}{2}} \times 100 \quad (8)$$

これは， $S_z^i$ と $S_z^j$ の2つのシェアの差の2乗を合計し，値が0～1の間になるよう2で割り（マイナスのシェアを考えない場合，分子の最大値は2となるため），距離としてルートを取ったものである。これによりシェアで表示された2つの分布構造の近さと遠さが％で表示される。もちろん近ければ近いほどSDは小さな数字となる。

この指標を各地域の時系列による産業構造の変化に対応させて計測したのが，図6である。2000年からの指数の変化を示しているが，途中までは予測期間でないために，一部は若干乱れた変化となっているが，予測期間からは比較的単純に変化している。2020年において福岡市で9%弱の変化，

日本でも6%以上変化していることから，産業構造が変動する余地があることを示している。

そして表5のシェアに基づく日本との産業構造の違いを指標化したものが，表6である。福岡県の産業構造は日本の産業構造と近い上に，予測期間でさらに近づいていることが分かる。一方，北九州市は全く逆で，日本とは異なる構造になりつつある。福岡市は，日本とはかなり産業構造が異なるといえるが，数字としては徐々に日本に近づく傾向にあるといえる。

## 6. まとめ

本研究では，日本および北部九州の産業構造の変遷を，マルコフ連鎖を用いて計測した。予測という意味では，産業構造が時間をかけて変化していく様子を見ることができるとは，そもそもすでにサービス産業の比率が高い日本においては，これからもサービス業が成長するということである程度結果がみえているかもしれない。しかしながら，細かい部分では地域間で産業構造が異なっており，これが地域の特徴として位置付けられると同時に，日本および北部九州の各行政府が産業政策を考えるにあたっての参考になると考えられる。

表6 産業構造の変動（日本を基準，単位：％）

|      | 福岡県  | 北九州市 | 福岡市   |
|------|------|------|-------|
| 2000 | 6.40 | 4.45 | 18.25 |
| 2010 | 4.73 | 5.47 | 16.98 |
| 2020 | 4.58 | 7.02 | 15.95 |

この点においては，本研究のように先進国である日本にも応用する意義があると思われるが，結果の面白さを分析するのであれば，むしろこれから産業構造が変わっていくと思われる発展途上国での分析を推奨したい。いずれにせよ，確率モデルによる予測も大いに活用すべきであろう。

## 注

- (注1) 日本の「ものづくり」は単純作業でモノを作る段階からすでに脱却していると考えられる。いわゆる高付加価値化であるが，高い付加価値をつけるためには単純な製造作業だけでなく，研究開発といったサービス産業的な要素も「ものづくり」に反映されているはずである。そう考えると「ものづくり」＝製造業ではないということもできるだろう。
- (注2) いずれも筆者の定義であるが，本研究におけるマルコフ連鎖による予測を「確率モデル」と定義していることに対して，応用一般均衡分析など，経済学などでよく使用される予測（シミュレーション）モデルを「経済モデル」と定義している。「確率モデル」の良さは，予測が単純なことである。それゆえに比較的単純な予測結果となりかねないが，これを打開する方法を模索する必要があるだろう。
- (注3) マルコフ連鎖を用いた分析は古くからあり，最近ではベイズ統計の分野で相当数の応用が試みられている。また，本誌2011年12月号の範・楊論文（pp. 28～37）でもマルコフ連鎖の応用が試みられているが，彼らの研究はマルコフ連

鎖が収束分布（エルゴード分布）をもつ特徴を利用したもので，本研究とは若干異なる。さらに，本研究では，データの時系列部分が比較的少なく，産業数といったクロスセッションが比較的多い場合を取り上げている。こういうデータ条件では，時系列分析として幅広く使用されているベクトル自己回帰モデル（Vector-autoregressive：VARモデル）を使用することが不適切であることもマルコフ連鎖を使用する理由の1つである。

- (注4) 今年は2012年なので，2010年は予測結果ではなく，実績値が出なければならないのだが，執筆時点でデータは公表されていないので，予測の結果を表示した。もちろん，データが公表されれば，予測結果と比較可能で，モデルの有用性を確かめることができる。
- (注5) いうまでもなく，推移確率行列を推計するための計測期間の影響も大きく受ける。

## 参考文献

- 坂本博 (2011) 「鉄道輸送による中国の省間物流動向」『地域学研究』41（2），pp. 505～522
- Sakamoto, H. (2011) “Provincial Economic Growth and Industrial Structure in China: An Index Approach,” *Regional Science Policy & Practice*, 3(4), pp. 323-338.
- Sakamoto, H. (2012) “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>).