

研究論文

中国経済のターンパイク経路とCO₂排出の削減可能性The Turnpike Path of China's Economy with Reduction Potential of CO₂ Emissions呂 正*・松橋隆治**・吉田好邦***
Zheng Lu Ryuji Matsuhashi Yoshikuni Yoshida

(原稿受付日2006年5月15日, 受理日2006年10月20日)

Abstract

In this research, a multi-sector dynamic model based on the industrial technology structure of China in 1997 was developed, which includes both production process and investment movement of each sector. As an application of turnpike theorem to China, the potential for the economic growth (the turnpike path) of China was evaluated using this model. Furthermore, we investigated the possibility of improvement of energy and environmental problems by technological progress. Namely, the effect of introducing Japan's technologies to China was estimated, in order to search for a new turnpike path with lower energy consumption per GDP, therefore, lower CO₂ emissions.

1. はじめに

近年、中国経済は毎年8%以上の成長を維持し、対外貿易総額においてすでに日本を抜き、世界第3位となっている。経済成長に伴って、中国のエネルギー消費量が増え、特に石油の消費量が急増し、2004年中国の原油と石油製品の合計輸入量は1.5億トンにも達した。化石燃料の消費によるCO₂、SO₂の排出量も増加し、中国はアメリカに続く世界第2位のCO₂排出国である。経済、エネルギー、環境のすべての面で中国と世界とのつながりが深まり、中国の動向が世界全体に与える影響はますます大きくなっている。

その一方、経済成長による歪みも今までになく大きくなり、沿海部と内陸部の地域格差、都市と農村間の格差などが一層拡大し、経済活動による環境破壊もかなり深刻になってきた。経済成長自体においても、国内の有効需要が不足しており、工業生産における外資の比重がかなり大きくなった。中国企業の技術レベルの向上は遅れており、エネルギー利用の効率は先進国に比べると数割ないし数倍低い業種が多数ある。そして、産業全体の付加価値率は低く、労働集約的な産業の比重が大きく、労働生産性は高くない。石油、鉄鉱石などの輸入の急増に象徴されているように、国内の資源不足も深刻化している。

本研究では中国の生産技術構造の現状に立脚した動学的

な多部門モデルを開発し、中国のターンパイク経路を求め、ターンパイク経路上でのエネルギー消費、CO₂排出量を算出し、また例として日本技術を導入する場合の技術進歩の効果を評価した。本研究では想定技術レベル下での最良な部門間比例関係が重点で、生産規模拡大などに伴う生産関数における資本と労働の代替、対外貿易を通じての他国との相互影響などが考慮されていない。

2. 動学的多部門モデルとターンパイク定理

本研究の基礎となるのは、多部門産業連関に基づいたターンパイク理論¹⁻³⁾による動学的モデル(ターンパイクモデル)で、このモデルは有効均衡成長経路に関する一種の計画モデルである。

ターンパイクモデルにおいては、経済行動の主体は製品用途、生産特性に応じた産業部門に分類される。そして、各部門間の投入産出関係を産業連関表で示し、産業連関表における各部門の投入係数などによって表される産業の生産技術構造をもとに、部門間の製品需給の均衡を維持しながら、資源や環境など制約条件の変化の下で、社会全体の消費や生産などの目的関数を最大化するように、計画期間中の各産業部門の最適生産と投資行動(最適成長経路)を求める。ここでは、景気、金利によって影響される投資行動の不確実性などの主観的な要因が捨象され、比較的安定している生産技術構造と消費構造などに基づいた経済の潜在的な最大成長可能性が検討の対象となっている。

ターンパイク定理によれば、このようなターンパイクモデルにおいて、その最適化問題の解である最適成長経路は、初期における各部門の生産量と終期における特定の目的関数にほとんど影響されず、初期と終期の数期の調整期間

*東京大学大学院新領域創成科学研究科

環境システム学専攻博士後期課程

E-mail: rosei@globalenv.t.u-tokyo.ac.jp

** 〃 〃 〃 教授

*** 〃 〃 〃 助教授

〒113-8656 東京都文京区本郷7-3-1 工学部4号館

を除けば、中間では必ず原料や資本ストックを全部過不足なく使用しながら、各部門が均衡成長するような有効均衡成長経路の近傍を通ることになる。これは車で都市間を移動する場合、始点と終点の市内でどの道路を選ぶとしても、早く目的地に着くために、中間では必ず特定の幹線道路（ターンパイク）を経由しなければならないことに類似しているので、このような有効均衡成長経路はターンパイク経路とも呼ばれている。

最適成長経路は途中において、最終目標に向かう調整経路などに関係なく、最大成長を実現するために必ずこのターンパイク経路に沿っていく。これは、経済計画において、考えが多様で、最終目標についての合意を得るのが困難な場合、まず、このターンパイク経路に近づくように計画すればよいということを示唆している。

動学的多部門モデルにおいては、一般的なレオンチェフ体系における中間投入係数を使って各部門の生産活動における中間投入を表すほかに、現実経済における生産拡大と資本蓄積の相互依存と制約の動学的関係を表現するために、資本係数表（行列）が導入されている。

資本係数行列は、各産業が一定時間内において単位生産能力を有するために必要とする財種別の資本ストック量を示すものである。中間投入と同じ考えで、生産能力と資本ストックが比例しており、各産業の総資本ストックにおける各種の財の比率は規模に関して一定である。資本蓄積は投資によって行われ、各期の投資レベルは当期の総生産量から中間投入と最終需要を満たすために消耗された部分を差し引いた余剰分であり、モデルにおいて内生的に決定される。生産能力が十分発揮されれば、次期と当期の生産量の差、すなわち増産分は当期の投資に比例することとなる。

一般的に、計画期間 $[1, 2, \dots, T]$ 中の各期の生産ベクトル $X(t)$ を中心に、ターンパイクモデルにおける各要素の基本関係は次の式 (1) ~ (4) のような式体系で表すことができる。

$$\text{所得 } y(t) = V' \cdot X(t) \dots\dots\dots (1)$$

$$\text{消費 } C(t) = H_c \cdot c \cdot y(t) + C_0 = H_c \cdot c \cdot V' \cdot X(t) + C_0 \dots\dots (2)$$

$$\text{投資 } K[X(t+1) - X(t)] \dots\dots\dots (3)$$

需給の均衡バランス

$$X(t) \geq AX(t) + H_c \cdot c \cdot V' \cdot X(t) + C_0 + K[X(t+1) - X(t)] \dots\dots (4)$$

A: 投入係数行列 V: 付加価値率ベクトル
c: 消費傾向 H_c: 消費パターンベクトル
C₀: 基礎消費ベクトル K: 固定資本係数行列

注: ベクトル量右上の t はベクトルの転置を意味する。

ここで、 $D = I - A - H_c \cdot c \cdot V'$, $Z(t) = X(t) - D^{-1}C_0$ とし、需給の均衡バランスを式 (5) のように書き換え、これを制約条件に、計画期間最終期の総生産の最大化を目的関数と

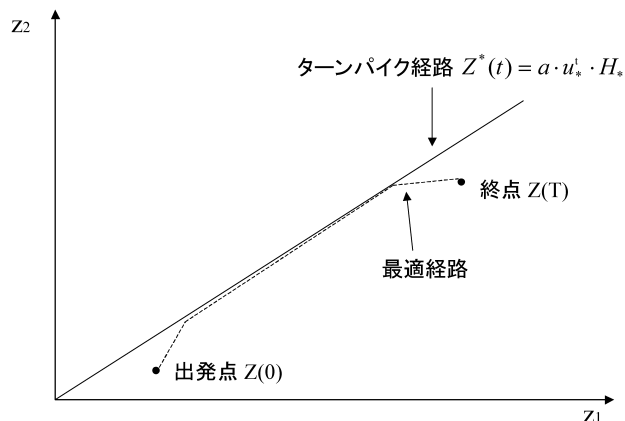


図1 2部門の場合のターンパイク経路と最適成長経路

するような最適化問題を構成できる。

基本最適化問題

$$\text{制約条件 } (D+K)Z(t) - KZ(t+1) \geq 0 \dots\dots\dots (5)$$

$$\text{目的関数 } \text{MAX } \sum Z_i(T) \dots\dots\dots (6)$$

式 (5) を変形すると、次の式 (7) のようになり、 $(K^{-1}D+I)$ はこの最適化問題の特徴行列である。

$$(5) \Rightarrow Z(t+1) \leq (K^{-1}D+I)Z(t) \dots\dots\dots (7)$$

ターンパイク定理によれば、この体系における最適解であるターンパイク経路 $Z^*(t)$ と、特徴行列 $(K^{-1}D+I)$ の最大固有値 u^* 、それに対応する最大固有ベクトル H^* との関係は次の式 (8) のようである。

$$Z^*(t) = \alpha \cdot u^* \cdot H^* \dots\dots\dots (8)$$

α は定数

最適化問題の解である最適成長経路においては、初期状態の出発点から出発し、時間とともに成長経路はターンパイク経路に近づき、中期では、各部門の生産比率が一定で、ターンパイク経路に沿って進み、終期でターンパイクから離れ、終点に向かう。産業部門を2つとする場合の最適成長経路とターンパイク経路の関係を図1に示した。

3. 中国の動学的多部門モデルの開発

本研究では、動学的多部門モデルの開発にあたって、中国の統計データなどを収集整理し、モデルに必要な各種の係数を推算した。本研究はデータの制約などの理由で、部門の分類を22部門にした(表1参照)。主要係数の具体的な推計方法は以下のものである。

■ 生産とエネルギー消費量、CO₂排出係数、雇用係数
中国政府による産業連関表(中国語 投入産出表)の本格的な整備は1980年代以降のことで、最初にSNA体系に準じて作成された産業連関表は1987年基本表である。中国の

産業連関表は中国統計局が出版した「中国投入産出表」を通じて公表されてきた。本研究では、2005年時点まで最新の「1997年中国投入産出表」⁴⁾から、中国の各部門の生産技術構造を表す投入係数行列、付加価値率を算出した。

中国統計局出版の「中国能源統計1997-1999」⁵⁾から各部門における各種のエネルギーの最終消費量を推算した。ここでの最終消費量は、エネルギー投入量からエネルギー産出量を差し引いた純粋の消費量のことである。

「日中共通分類：エネルギー消費・大気汚染分析用産業連関表」¹¹⁾に掲載された中国で各種エネルギーの燃焼時におけるCO₂排出係数などを利用して、中国各部門のエネルギー消費によるCO₂排出量を算出し、生産額で割り、各部門のCO₂排出係数を推算した。

「中国労働統計年鑑」と「中国統計年鑑」⁷⁾などの統計資料から各部門における従業者数を推算し、雇用係数を算出した。

■ 投資、価格変動、固定資本ストック

本研究の動学的多部門モデルにおいて、投資による生産能力の増加を表現するために、中国の固定資本係数行列が必要であるが、既存データは非常に乏しい。

本研究では、「中国固定資産投資統計年鑑」^{8), 9)}などから1981年以降の各年各部門の投資額を推計した上、各部門の生産価格指数⁶⁾と固定資本投資価格指数¹⁰⁾を推算し、各年度の投資額を1997年基準価格に換算した。さらに、投資効率、償却率などを取り入れ、各年の固定資本投資額から中国各部門の固定資本ストックを推算して、生産額で割り、固定資本係数ベクトルを算出した。主要部門の固定資本係数は表3に参照されたい。

また、1997年における中国各部門の投資額、各種財の固定資本形成額をベースに、日本の固定資本構造¹⁾を参考にして、中国各部門固定資本ストックにおける各種財の割合を算出し、固定資本係数にかけ、中国の固定資本係数行列を推算した。

ほかに、各年の総付加価値と総最終消費などの統計データから中国の最終消費における基本消費額、限界消費率、最終消費における各種財の比率などの必要係数を推算した。

4. 中国のターンパイク経路の試算

以上で推算した諸係数を利用し、式(1)～(4)の基本関係式をベースとする基本モデルを使って、1997年現状から出発し、1期を1年、計画期間を10期とし、終期GDP最大化などを目的関数とする最適化問題を解き、最適成長経路を求めた。目的関数の異なる2ケースの計算結果を図2に示した。一方、ターンパイク定理を使い、このモデルの特徴行列からターンパイク経路(最大固有ベクトル)を算出した。図2の各ケース第5期の限界生産(基礎消費向けの

表1 第5期における各部門割合と特徴行列の固有ベクトル

	GDP最大	生産最大	固有ベクトル
農林水産業	0.1087	0.1087	0.1087
鉱業	0.0428	0.0428	0.0428
食品とタバコ	0.0595	0.0595	0.0595
繊維	0.0449	0.0449	0.0449
紙・パルプ	0.0277	0.0277	0.0277
電力・蒸気・熱湯供給	0.0211	0.0211	0.0211
石油加工と石炭製品	0.0186	0.0186	0.0186
化学工業	0.0734	0.0734	0.0734
建材と他の非金属鉱物	0.0458	0.0458	0.0458
金属精錬・圧延加工	0.0523	0.0523	0.0523
金属製品	0.0251	0.0251	0.0251
機械工業	0.0622	0.0622	0.0622
輸送用機械	0.0314	0.0314	0.0314
電気機械器具製造	0.0581	0.0581	0.0581
精密機械	0.0052	0.0052	0.0052
その他の製造業	0.0170	0.0170	0.0170
建設業	0.0998	0.0998	0.0998
運輸・通信	0.0337	0.0337	0.0337
商業・サービス	0.1004	0.1004	0.1004
金融・保険・不動産	0.0185	0.0185	0.0185
文教衛生科学研究事業	0.0323	0.0323	0.0323
政府機関とその他	0.0216	0.0216	0.0216

注) ここでは基礎消費向けの生産を差し引いた後の生産量を比較

生産を差し引いた後の生産量)における各部門の割合と固有ベクトルを表1に示した。

図2と表1から、目的関数が変わっても、それぞれの場合の最適成長経路は、最終期を除けば、ほとんど同じである。しかも、中間部分各期の各部門の生産割合はほぼ一定

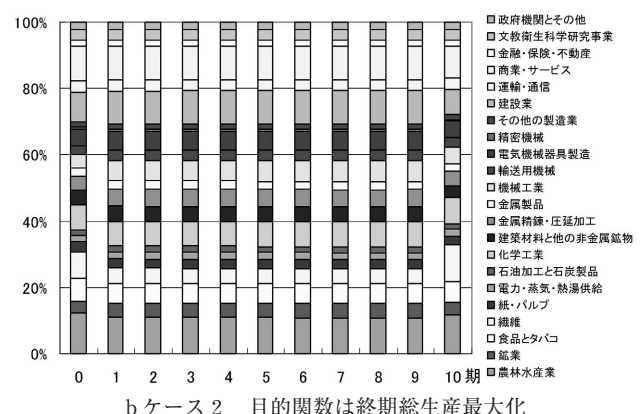
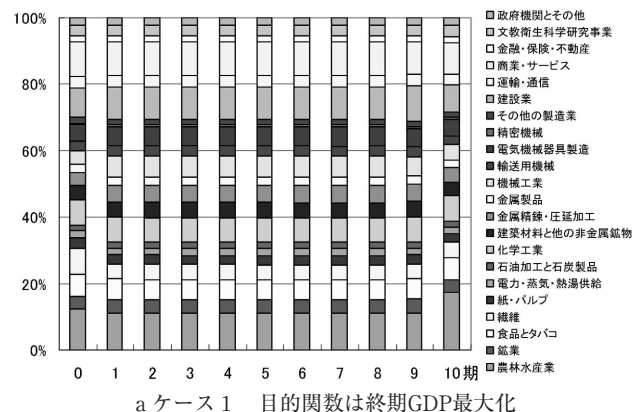


図2 各期の生産における各産業の割合の推移

であり、ほとんどターンパイク経路と重なっていることがわかった。これによって、ターンパイク定理が本モデルで再現されることが確認できた。

続いて、より現実経済に近づけるために、固定資本の償却と投資効率、在庫、輸出入などを導入し、拡張モデル1を作成した。拡張モデル1による最適化問題を解き、目的関数が異なる複数のケースにおける中国の最適成長経路を求めた。基本モデルと同様に、各ケースの最適成長経路中間期の部門比率がほぼ一定で、有効均衡成長経路が確認され、これをターンパイク経路の近似と見なした。

拡張モデル1の主要関係式において、所得と消費はそれぞれ式(1)と(2)のままで、他の式は以下のようである。

$$\text{投資と資本ストック } Sk(t+1) = (1-\lambda)Sk(t) + \beta I(t) \cdots (9)$$

$$\text{生産能力制限 } \hat{K} \cdot X(t) \leq Sk(t) \cdots (10)$$

$$\text{輸出 } E(t) = e(t) \cdot E \cdots (11)$$

輸入

$$M(t) = \hat{M} [AX(t) + H_c \cdot c \cdot V' \cdot X(t) + C_0 + H_k \cdot I(t)] \cdots (12)$$

$$\text{貿易均衡 } \sum E_i(t) \geq \sum M_i(t) \cdots (13)$$

需給均衡

$$X(t) = AX(t) + H_c \cdot c \cdot V' \cdot X(t) + C_0 + H_k \cdot I(t) + S(t+1) - \omega S(t) + E(t) - M(t) \cdots (14)$$

λ : 償却率ベクトル β : 投資効率 $S(t)$: 在庫

$\hat{K}$: 固定資本係数ベクトルの対角行列

E : 輸出パターン $\hat{M}$: 輸入係数の対角行列

H_k : 固定資本コンバーター ω : 在庫割引率

基本モデルにおいて、資本償却と投資効率を導入し、投資に関する式(3)などを式(9)、(10)で置き換えると、変化後の基本モデルと拡張モデル1の違いは輸出入の有無だけとなり、それぞれにおけるターンパイク経路を現状の1997年中国の産業構造と比較した結果を表2と図3に示した。

表2 基本モデル、拡張モデル1と1997年現状の比較

	1997年現状	基本モデル	拡張モデル1
平均雇用係数(人/万元)	0.343	0.326	0.333
平均固定資本係数(元/元)	0.541	0.556	0.550
平均付加価値(GDP)率(元/元)	0.381	0.377	0.380
一人あたりGDP(万元/人)	1.113	1.155	1.142
GDPあたりエネルギー消費量(TOE/万元)	1.089	1.171	1.110
GDPあたりCO ₂ 発生量(トン/万元)	3.939	4.294	4.082
GDPあたりSO ₂ 発生量(トン/万元)	0.037	0.040	0.038
GDPあたり固定資本量(元/元)	1.419	1.475	1.448

図3から分かるように、輸出入を考慮しない基本モデルのターンパイク経路において、1997年現状より生産における農業、食品製造業の割合が減少し、繊維・服装製造業の減少は特に大きい。これに対して、鉱業、輸送機械、電気電子機械、建設業などの部門のウェイトが増し、特に金属精錬加工業(鉄鋼業)、機械工業への増産の要請が大きい。拡張モデル1においては、輸入、輸出が導入されたため、需給の範囲が拡大した。すなわち、繊維工業に外需が現れ、ターンパイク経路におけるその生産割合は基本モデルより上がった。ただし、1997年現状の比率よりはまだ小さい。一方、鉄鋼や機械などの輸入が可能になったため、金属精錬加工業、機械工業の国産品への需要が減少した。輸出入の導入は機械工業など資本集約型産業の国内生産不足と労働集約的な軽工業の生産過剰を緩和させた。また、3つの場合において、第三次産業のウェイトがほとんど同じであることも分かった。

基本モデル、拡張モデル1のそれぞれのターンパイク経路における経済成長率はともに約15%で、現状の1997年GDP成長率8.8%よりかなり高く、一人あたりGDPなども上昇した。以上の結果から現在の生産技術構造下で、現状からより中国の潜在成長能力を発揮できるようなターンパイク経路へ移行するためには、金属精錬加工業、機械工業などの資本集約型産業の生産を増やし、繊維・服装製造業などの軽工業の相対比重を下げるべきであるといえよう。実際に、

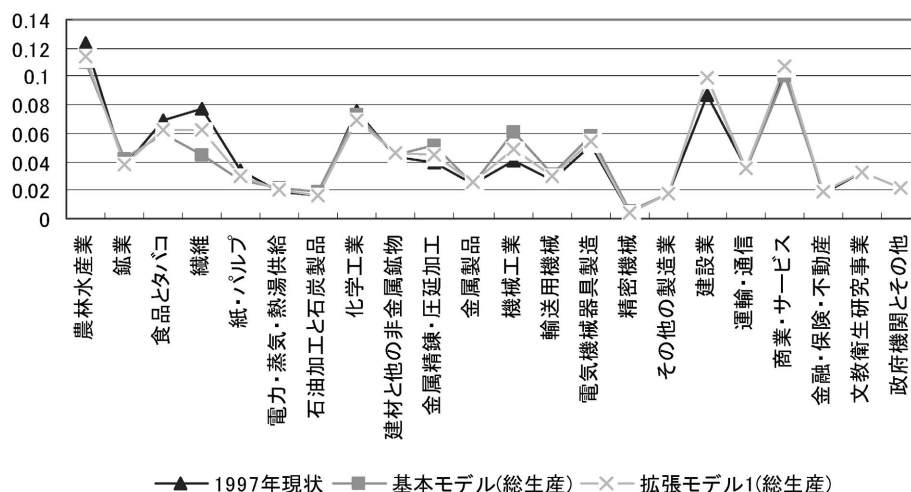


図3 基本モデル、拡張モデル1と1997現状における各部門の比重

日本、韓国などの高度成長期において資本係数が増加したことはこの結果を裏付けている。

しかし、その一方、軽工業の比重が大きい労働集約的な産業構造をしている中国の現状に比べると、資本集約的なターンパイク経路上において、GDPあたりのエネルギー消費量、CO₂、SO₂排出量はいずれも増加した。

経済成長を維持・加速させることと、環境負荷を軽減させることを両立させるためには、産業構造の調整だけでは不十分で、技術レベルの向上が必要である。

5. 中国のターンパイク経路の変化

中国で経済成長と省エネルギー・環境調和を両立させるために、生産技術がどのように変化するのが望ましいか、そのような技術が実現可能であるかを現状から推測するのは困難である。ここでは、工業先進国日本の現在の技術の一つの発展方向として、中国に日本の技術を導入することを想定して、このような技術移転による中国のターンパイク経路の変化を求めた。そして、技術移転がエネルギー・環境問題（CO₂の発生）にどのような影響を与えるかを分析し、経済・エネルギー・環境の総合的な視点から、より望ましいターンパイク経路を検討した。

日本の技術導入の試算に当たり、まず1997年中国価格ベースでの1995年日本の主要部門の投入係数行列、資本係数行列、雇用係数、CO₂排出係数などを推算した。

具体的には、中国と日本の各部門の価格を統一するために、為替レートではなく、価格比較可能の主要商品の単価と労働者平均賃金、固定資本減耗などを総合して、1995年時点での中国と日本の購買力平価を推算した李らの研究成果¹²⁾をベースに、部門を整理し、前述の中国各部門生産価格指数を使い、購買力平価で各部門の1995年日本価格と1997年中国価格の換算率を推算した。

その上、日本の1995年産業連関表を利用して、部門を統合し、上記の価格換算率で、1997年中国価格ベースでの日本の工業部門の基本取引量を算出し、各部門の中間投入係数と付加価値率を推算した。

そして、1994年末日本各部門の固定資本ストック¹³⁾と日本1995年産業連関表付帯表の固定資本投資マトリックスをベースに、部門整理と価格変換を行い、1995年各部門の財別固定資本ストック（1997年中国価格）を推計し、1997年中国価格での生産額で割り、1995年日本主要部門の固定資本係数行列を算出した。

ほかに、日本1995年産業連関表付帯表の雇用表から各部門の就業者数を推算し、朝倉ら¹⁴⁾によるデータをベースに日本各部門のCO₂排出量を推計した。これらを1997年中国価格での生産額で割り、1995年日本各部門の雇用係数とCO₂排出係数を算出した。

表3 主要産業部門における中国と日本の諸係数の比較

	資本係数		雇用係数 [人/万元]		CO ₂ 排出係数 [トン/万元]		付加価値率	
	日本	中国	日本	中国	日本	中国	日本	中国
食品とタバコ	0.33	0.22	0.01	0.10	0.13	0.58	0.67	0.28
繊維	1.02	0.17	0.05	0.16	0.25	0.33	0.35	0.29
紙・パルプ	0.58	0.20	0.03	0.20	0.48	0.78	0.55	0.30
電力・蒸気・熱湯供給	5.10	1.97	0.01	0.07	18.96	29.99	0.21	0.43
石油加工と石炭製品	0.47	0.52	0.00	0.05	2.74	4.17	0.15	0.22
化学工業	0.61	0.43	0.01	0.12	0.34	1.69	0.59	0.27
非金属鉱物製品	1.10	0.27	0.02	0.31	3.30	3.26	0.74	0.32
金属精錬・圧延加工	2.64	0.65	0.02	0.10	4.04	4.86	0.31	0.20
金属製品	0.69	0.11	0.02	0.16	0.08	0.27	0.59	0.23
機械工業	0.81	0.31	0.02	0.18	0.05	0.51	0.52	0.34
輸送用機械	0.23	0.35	0.00	0.11	0.02	0.39	0.48	0.26
電気機械器具製造	0.31	0.19	0.01	0.08	0.02	0.12	0.58	0.24
精密機械	0.71	0.22	0.01	0.24	0.02	0.16	0.73	0.31

表4 技術導入前後のターンパイク経路の比較

	導入前	電力	化学	鉄鋼	機械	電気電子
経済成長率	15.1%	12.2%	16.1%	10.9%	15.0%	16.5%
付加価値率	0.376	0.371	0.397	0.379	0.388	0.399
		-1.4%	5.5%	0.7%	3.1%	6.1%
雇用係数	0.325	0.320	0.317	0.314	0.316	0.326
[人/万元]		-1.6%	-2.5%	-3.3%	-2.6%	0.4%
一人あたりGDP	1.159	1.162	1.253	1.207	1.227	1.224
[万元/人]		0.2%	8.2%	4.2%	5.9%	5.6%
生産額あたりCO ₂ 排出量	1.621	1.420	1.453	1.580	1.504	1.530
[トン/万元]		-12.4%	-10.4%	-2.6%	-7.2%	-5.6%
GDPあたりCO ₂ 排出量	4.307	3.825	3.660	4.165	3.874	3.831
[トン/万元]		-11.2%	-15.0%	-3.3%	-10.1%	-11.0%

注) 下段は技術導入前に対する変化率

主要産業部門における中国と日本の各種の指標を表3にまとめた。中国に比べると、日本の産業構造はより資本集約的で、労働生産性が高く、ほとんどの部門のCO₂排出係数は中国より数割ないし数倍低く、付加価値率が高いことは表3から読み取れる。

ここで、電気電子、機械工業などの主要工業部門の日本技術を単独で中国に導入した場合の効果を評価した。すなわち、中国の一部門の中間投入係数、固定資本係数を完全に日本同部門の値に置き換えて、新しい中間投入、資本構造の元でのターンパイク経路を計算した。ただし、ここでは技術移転に伴う追加費用は考慮していない。新しいターンパイク経路における諸指標を算出し、表4にまとめた。

表4から分かるように、いずれのケースにおいても、日本技術導入後の新しいターンパイク経路上におけるGDPあたりのCO₂排出量が減少した。化学工業の技術導入による減少率は15%で、発電部門、電気電子工業、機械工業の削減効果がそれに続き、鉄鋼業の技術導入による削減効果が最も小さい。またいずれの場合においても、技術導入後の一人あたりGDPは上昇した。上昇率の大きい順は、化学工業、機械工業、電気電子工業、鉄鋼業、電力部門であった。

ターンパイク経路上のGDP成長率をみると、電気電子工業、化学工業の日本技術の導入によるGDP成長率の上昇が一番大きく、機械工業の技術導入前後のGDP成長率はほとんど変化がない。電力部門、鉄鋼業の日本技術導入はむしろGDPの成長率を降下させた。表3において、日本の電力部門、鉄鋼業の固定資本係数は中国より数倍も高く、導入

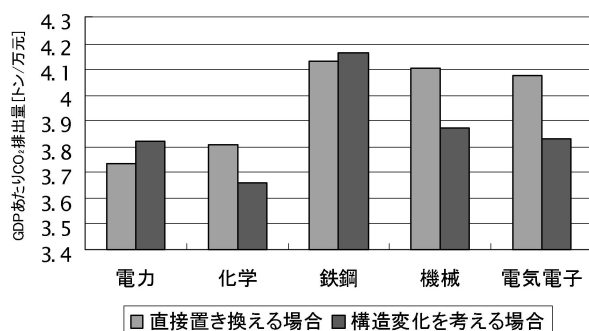


図4 産業構造変化を考慮すると考慮しない場合の差異

後この2部門の増産にはより多くの投資が必要とし、全体の投資増産効果が低くなることがその原因だと思われる。

以上のGDPあたりCO₂排出量などの指標は、技術導入による投入係数、資本係数の変化の波及効果を考慮し、ターンパイク経路上各部門の生産比率（産業構造）が変化した場合の計算結果となっている。ただし、本研究で利用した方法とは別に、上述の波及効果を考慮せず、技術導入前のターンパイク経路上の各部門の比率をそのままに固定し、技術が導入された部門に対して、導入前の直接CO₂排出量を、新しい技術で元と同量生産する際の直接CO₂排出量で置き換えるだけという計算方法もある。両方の結果を図4に示した。結果の違いの原因は複雑であるが、主に中間投入係数の相違から由来していると考えられる。例えば、中間投入係数が中国より小さい日本の化学、機械などの部門の技術を導入すると、中間投入が減り、間接的なCO₂排出量が減少し、産業構造を考慮した場合のCO₂排出量がより少なくなる。同じ理由で、中間投入係数の大きい日本の電力部門の技術を導入すると、産業構造を考慮した場合のCO₂排出量が逆に増加した。

以上の一部門単独で技術導入のほかに、既存設備の廃棄と日本技術に対する新規投資を考慮し、既存中国設備による生産の減少と新規日本設備による生産の増加という漸進的過程を想定し、5部門の技術を同時に選択導入できるような設定の下で、ターンパイク経路を求めた。結果では、日本の電気電子工業の技術は最も早く導入され、機械、化学工業はそれに次ぎ、鉄鋼業と電力部門は導入されなかった。

6. 結論と課題

本研究では、中国の動学的多部門モデルを開発し、それを用いて、ターンパイク理論の中国への応用を試みた。その試算結果で、現状技術でも機械工業などの比重を増やし、ターンパイク経路に近づくことで、中国経済はより高い成

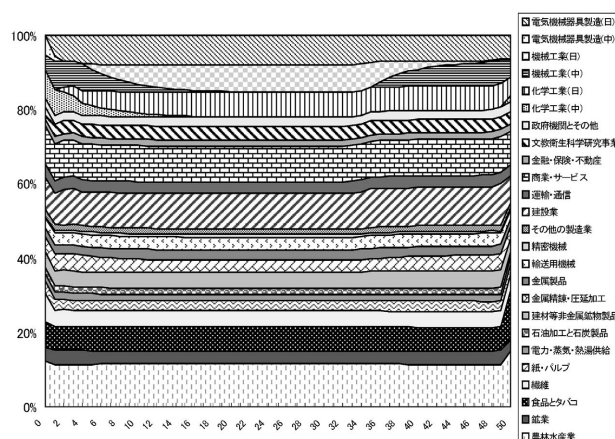


図5 複数技術導入可能時の最適成長経路（終期GDP最大）

長率を実現できることが判明した。また、化学工業、電気電子工業などの日本技術を導入すれば、より高い成長が可能になるだけではなく、GDPあたりのCO₂排出量も削減できることがわかった。生産調整と技術進歩によって、経済成長と環境保全の両立が可能であることが示された。

本研究での生産関数は比較的単純なもので、より現実な経済に近づくため、部門ごとの労働生産性の上昇率、資本と労働の代替などを導入することを今後の課題にしたい。

参考文献

- 1) 経済審議会計量委員会；経済計画のための多部門計量モデル—計量委員会第5次報告書—, (1977)。
- 2) 村上泰亮 ほか；日本経済の最適成長経路, 経済分析, 30, (1970), 経済企画庁経済研究所。
- 3) 筑井甚吉, 村上泰亮 ほか；ターンパイク・モデル—多部門最適化モデル—, 研究シリーズ, 28, (1973), 経済企画庁経済研究所。
- 4) 中国統計局；中国投入産出表, 中国統計出版社。
- 5) 中国統計局；中国能源統計年鑑, 中国統計出版社。
- 6) 中国統計局；中国工業経済統計年鑑, 中国統計出版社。
- 7) 中国統計局；中国統計年鑑, 中国統計出版社。
- 8) 中国統計局；中国固定資産投資統計数典 (1950—2000), 中国統計出版社。
- 9) 中国統計局；中国固定資産投資統計年鑑 (各年), 中国統計出版社。
- 10) 中国統計局；中国物価年鑑 (各年), 中国統計出版社。
- 11) 通商産業省通商産業研究所 ほか；日中共通分類：エネルギー消費・大気汚染分析用産業連関表 [改訂版], (1995)。
- 12) 李 潔 ほか；中国購買力平価推計に関するサーベイと1995年中日産業別購買力平価の推計, 統計研究参考資料, 69, (2000), 法政大学日本統計研究所。
- 13) 内閣府；民間企業資本ストック年報 (平成2～14年度, 平成7年基準：93SNA)。
- 14) 朝倉啓一郎 ほか；環境分析用産業連関表, (2001), 慶応義塾大学出版会。