

Discussion Paper Series

RIEB

Kobe University

DP2010-J05

インド自動車産業の生産性分析
「年次工業調査」データを用いて*

佐藤 隆広
馬場 敏幸
大墨 陸

2010年6月3日

*この論文は神戸大学経済経営研究所のディスカッション・ペーパーの中の一つである。
本稿は未定稿のため、筆者の了解無しに引用することを差し控えられたい。



神戸大学 経済経営研究所

〒657-8501 神戸市灘区六甲台町 2-1

インド自動車産業の生産性分析¹

「年次工業調査」データを用いて

佐藤隆広・馬場敏幸・大墨陸²

2010年6月3日

要旨：本論文は、インド中央統計局の「年次工業調査」データを用いて、1980年代から現在までの期間におけるインド自動車産業の総要素生産性(Total Factor Productivity: TFP)を計測した。TFP計測に必要となる付加価値の労働および資本弾力性の推定には、生産要素の内生性問題(endogeneity problems)を修正したLevinsohn and Petrin (2003)の手法を用いた。分析結果から、第1に、自動車産業の生産関数が一次同次であること、第2に、TFP平均成長率が年率4-5%程度であることがわかった。

1. はじめに

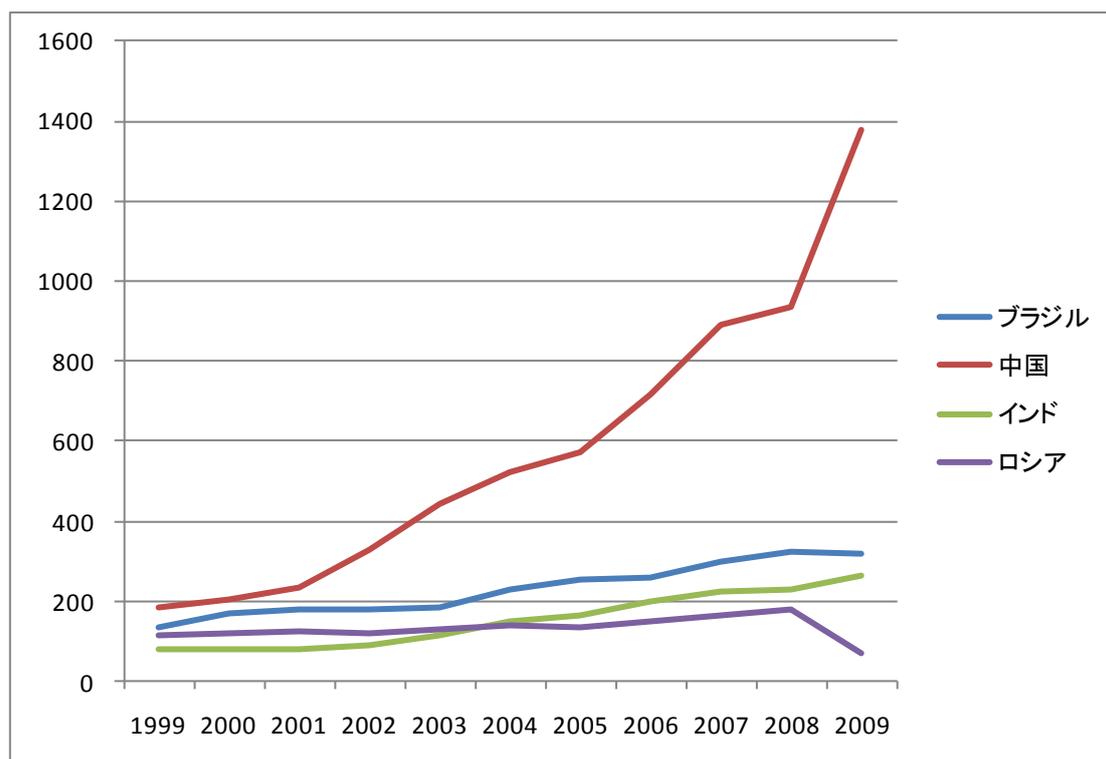
世界自動車工業会(International Organization of Motor Vehicle Manufacturers)の最新資料によれば、インドの自動車生産台数は、2009年において、乗用車217万台、商用車47万台で合計263万台となった。前年まで上位であったフランス(205万台)、スペイン(217万台)を抜いて、世界第7位にまで到達した。6位のブラジル(319万台)、5位の韓国(351万台)にはまだ少し水をあけられているが、インドのめざましい経済成長や類似先行国である中国の躍進も考えると、インドの自動車生産は今後さらに順位を上げる潜在力を秘めている。

¹ 本研究は、文部科学省科学研究費補助金・平成21~25年度基盤研究(S)「インド農村の長期変動に関する研究」(代表：水島司、課題番号：21221010)の研究成果の一部である。本論文を作成するにあたって、西島章次(神戸大学)・野村友和(神戸大学)・藤森梓(大阪市立大学)・二階堂有子(武蔵大学)の諸先生方、神戸大学経済経営研究所・若手研究会および同志社大学経済学会・定例研究会の参加者から有益な助言を頂いた。ここに記して謝意を示したい。もちろん、あり得るだろう誤りについては筆者たちの責任であることは言うまでもない。

² 佐藤隆広(神戸大学経済経営研究所、E-mail: takahirodevelop@gmail.com)、馬場敏幸(法政大学経済学部)、大墨陸(大阪市立大学大学院経済学研究科修士課程修了)。

図 1 は、近年の BRICs4 カ国の自動車生産推移である。図に明らかなように、インドの生産台数はロシアのそれを 2003 年から 2004 年にかけて上回り、2008 年時点で 322 万台を生産している世界第 6 位のブラジルを追いかけている。図表 1 からインド自動車産業の急激な成長ぶりがよくわかる³。

図表 1 BRICs における自動車生産台数(単位：1 万台)



資料) International Organization of Motor Vehicle Manufacturers, <http://oica.net/category/production-statistics/>より作成。

2008 年 9 月のリーマンショックを契機とする世界同時不況のなかでも、インド自動車産業の回復スピードは目覚ましいものがある。たとえば、インド乗用車市場でシェアトップのスズキは、2009 年に年産 100 万台の大台を突破し、さらに、生産設備を拡張し年産 125 万台を計画しているほどである。スズキにとっては、史上はじめてインドでの生産台数が日本のそれを上回り、世界同時不況のなか経営悪化に苦しむ大手自動車メーカーを凌ぐ経営実績を実現した。

さらに、2008 年には、タタ・モーターズがジャガーとランドローバーを買収し、2009 年には、世界で最も安価な乗用車となるナノを販売開始した。ナノはワン・ラック・カー(1 lakh car)と喧伝され、その価格は 1 台 10 万ルピーであり、日本円でわずか 20 万円である。ナノの登場は世界の自動車産業に衝撃を与え、トヨタや日産などのライバル各社もインド

³ BRICs 経済の現状と課題については、吉井・西島・加藤・佐藤(2010)を参照されたい。

国内市場で低価格車の販売を計画するにいたった。加えて、南米と中国で高い市場シェアを誇っているフォルクス・ワーゲンとスズキが資本業務提携を行った。新興市場で強いフォルクス・ワーゲンとスズキの提携は、世界的な規模での自動車産業の再編成を予感させるものである。換言すれば、自動車産業の世界的再編成の中核に、インドが一躍躍り出たわけである。

以上のような事情からも理解できるように、インドの自動車産業は内外の関心を集めていることがわかる。こうした関心の高まりを反映して、インドの自動車産業に関する書物や論文などが多数公刊されているが、その多くが解説書や事情紹介などの域を超えていない。定量的な経済分析の数が限られており、唯一の例外が自動車産業の生産性に与えた経済自由化の影響を研究した大場(1991)である。しかしながら、大場(1991)はすでに 20 年近くも前のものであり、より厳密な実証分析手法を利用することによって 1991 年以降の動向をあらためて押さえる必要があるだろう。

そこで、本論文は、インド中央統計局(Central Statistical Organisation)の「年次工業調査」(*Annual Survey of Industries*)データを用いて、1980 年代から現在までの期間におけるインド自動車産業の生産性分析を試みたい。本論文の生産性分析を通じて、これまで必ずしも十分に解明されてこなかったインド自動車産業の性格が明らかになることが期待されよう。

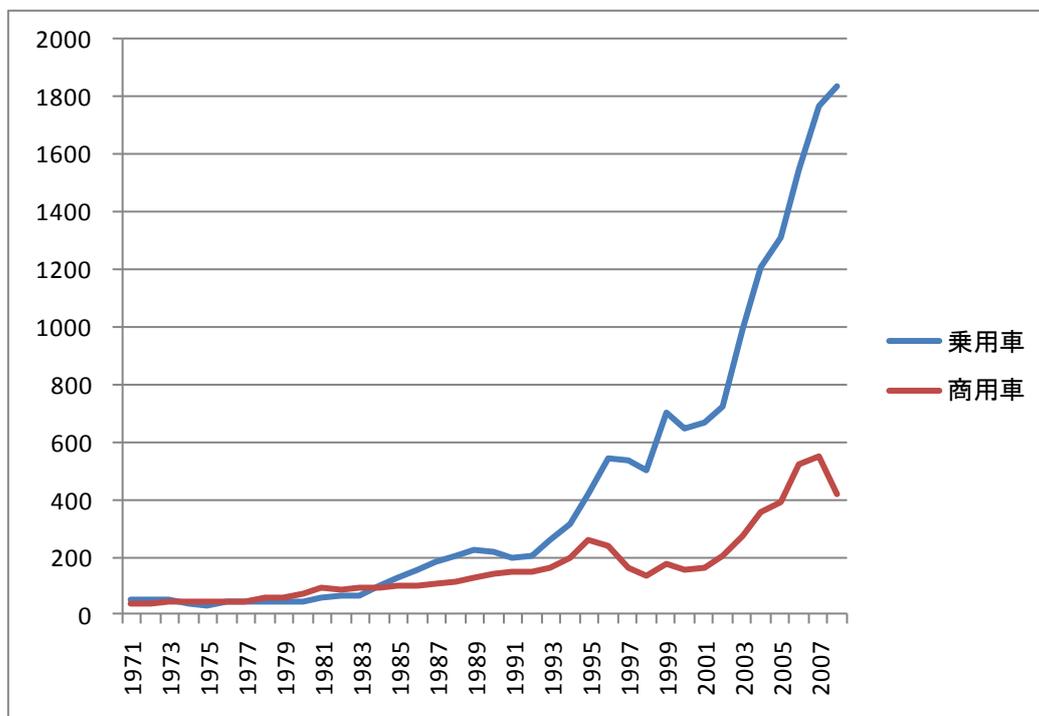
本論文の以下の構成はつぎのとおりである。第 2 節は、議論の前提としてインド自動車産業の概要をごく簡単に解説する。第 3 節は、「年次工業調査」データを用いて、自動車産業の生産性を実証的に分析する。ここでは、州を単位とするパネルデータを用いた生産関数アプローチとインド全国を単位とする時系列データを用いた成長会計アプローチによる生産性分析を試みた。第 4 節は、本論文の要約を行うとともに、今後に残された課題を議論する。

2. インド自動車産業の概観

図表 2 は、1971 年から 2008 年までの乗用車と商用車の生産台数の推移を示したものである。図表 2 で以下の諸点が観察される。①1971 年から 1983 年まで乗用車生産台数が伸び悩んでいたのが、1983 年から 1980 年代末にかけて増加している。②1989 年から 1992 年まで生産台数が落ち込んだ後、1993 年から趨勢的な増加傾向が観察される。とりわけ、2002 年以降、生産の伸びが著しい。③乗用車の近年の急激な増加に対して、商用車の伸びは鈍い。とりわけ、1983 年までは乗用車と商用車の生産台数がほぼ同水準であったのが、それ以降、生産台数の大きな開きがみられる。2008 年時点でみて、乗用車は商用車の 4.5 倍の生産台数となっている。すなわち、①1990 年以前の停滞と躍進、②1990 年代以降の急成長、③1980 年代以降の乗用車生産への傾倒、が観察されるのである。

これら各時点の生産動向の変化を理解するため、その背景にあるインド自動車産業の歴史をごく簡単に解説することにした⁴。

図表 2 インド自動車生産台数の長期的推移(単位：1000 台)



資料) Indiastat.com(原資料は Society of Indian Automobile Manufacturers 資料と CIER, *Industrial Data Book*)、Automotive Component Manufacturers Association of India 資料により作成。

1970年代のインドの乗用車市場では、ヒンドゥスタン・モーターズのアンバサダー(モータリスのオックスフォードシリーズ)とプレミア・オートモービルズのパドミニ(フィアットの1100D)が圧倒的なシェアを占めていた。アンバサダーとパドミニは、独立後インド政府が推し進めた自動車産業の保護育成政策によって、1950年代の先進国における乗用車を完全国産化したものであった。すなわち別言すると、何世代も前の自動車を作り続けられる状況であり、この時期インドの自動車産業は停滞していた。

この停滞したヒンドゥスタン・モーターズとプレミア・オートモービルズの寡占市場に、インド政府による「国民車構想」のもと1982年にスズキが26%出資したマルチ・ウドヨグ

⁴ 本節の記述にあたっては、大場(1991)、島根(2006)(2009)、鈴木(2009)、チャタージー(1990)、友澤(2005)、二階堂(2003)、バルガバ(2006)、フォーイン(2007)、山崎(1988)を参照した。本節では議論できなかったインド自動車産業の詳細については、馬場(2010 刊行予定)を参照されたい。また、馬場(2008a)(2008b)(2009)はインド自動車産業のみならず製造業全般の基盤技術を形成している金型産業を分析している。本節ではほとんど触れることができないインドの基盤技術水準とその変化の諸相については、そちらを参照されたい。

が参入した。翌年 1983 年に、マルチ・ウドヨグは、スズキ・アルトをベースとしたマルチ 800 を販売し、それが爆発的な売れ行きをみせた。①でみた 1983 年までの自動車生産の停滞と、それ以後の成長はこの寡占市場への日本メーカーの進出が背景にある。また③で見たインドの乗用車生産の傾倒もマルチ 800 の大成功とともに形成された。日本の優れた技術を用いた低価格・低燃費・高品質の自動車は、インド消費者から圧倒的な支持を得て、マルチ・ウドヨグ(現マルチ・スズキ・インド)の市場シェアは現在に至るまでもトップを維持し続けている。また、スズキが導入した「日本的経営」は自動車業界にとどまらずインド製造業の企業経営にも多大な影響を与えた。1980 年代には、マルチ・ウドヨグの成功もあり、商用車分野ではトヨタ、三菱、日産やマツダなどの日本企業による資本参加や技術提携も行われたが、乗用車分野への参入ではスズキ以外は許可されなかった。

スズキのマルチ・ウドヨグへの資本シェアは 1988 年に 40%にまで引き上げられ、1992 年にはインド政府と対等の 50%になった。2002 年には 54%に引き上げられ、マルチ・ウドヨグはスズキの子会社となり、その後、2007 年には社名がマルチ・スズキ・インドに変更された。

インドの自動車部品産業も、スズキが参入する以前においては 1950 年代の技術のまま停滞し、世界の技術潮流から完全に取り残されていた。マルチ・ウドヨグは部品国産化率を高めるために、日系自動車部品メーカーの誘致のみならず、現地自動車部品メーカーの育成にも乗り出した。当初、部品メーカーの所在地はマルチ・ウドヨグが立地するデリー近郊のグルガオンから遠く離れたボンベイやマドラス周辺であったが、やがてグルガオン近郊に部品メーカーの産業集積が形成されるに至った。このことは、結果的にインド自動車部品メーカーにとって後に到来する経済のグローバル化を生き抜くための準備が行われることになった。

インドは、1991 年に経済のグローバル化を開始した。②で見たインドの自動車産業の急躍進はこの自由化が契機となったものである。自由化は自動車産業でみると、1991 年に自動車産業における外資出資比率を 51%まで自動認可することになった。それまでは、1973 年改正外国為替規制法のもと、外資出資比率が 40%にまで制限されていた。さらに、1993 年には、自動車製造に関するライセンス制度が撤廃され、生産設備の更新や拡張に関して自動車メーカーによる自由な経営判断に委ねられることになった。また、部品国産化を自動車メーカーに義務付ける段階的国産化計画いわゆるローカルコンテンツ規制も廃止され、部品や資本財の輸入が自由に行えるようになった。こうした自動車政策の転換は、外国自動車メーカーのインド進出の呼び水となった。1994 年には GM、メルセデス・ベンツが、1995 年にはフォード、ホンダが、1996 年にはヒュンダイ、1997 年にはトヨタが進出した。長く寡占状態にあったインド自動車市場に世界の主要な自動車メーカーが参入することになったわけである。外資のインド進出だけではなく、現地メーカーの台頭も見逃せない。商用車メーカーであったタタ・モーターズは、1994 年に、「インディカ」という初めての本格的な乗用車の開発を開始し、1998 年には生産・販売にまでこぎつけた。タタ・モ

ーターズは乗用車市場参入後すぐに主要なプレイヤーとなり、市場シェア第 2 位をめぐってヒュンダイと熾烈な競争を繰り広げるに至っている。

1997 年に、ローカルコンテンツ規制を強化した自動車政策が公表された。これは、国産化と輸出義務化などについて、政府と自動車メーカーが覚書 (Memorandums of Understandings) を交わすことを求めるものである。自動車産業の自由化とは逆行する政策転換であった。先進国は、直ちに、TRIM 協定(貿易関連投資措置に関する協定)に違反するとして WTO に提訴した。2000 年には、WTO にパネルが設置され、2001 年末には WTO 協定違反と判断されるに至った⁵。

WTO のパネルによる判決直前の 2001 年 8 月に、1997 年自動車政策は廃止された。また、同年 4 月には、自動車産業の外資出資比率 100%を自動認可することになった。さらに、2002 年には、小型車製造の国際拠点と自動車部品輸出国を目指し、新自動車政策が公表された。新自動車政策は、従来の出資比率規制やローカルコンテンツ規制を完全に撤廃した画期的なものであった。2006 年末には、政府は、自動車ミッションプラン(Automotive Mission Plan)を公表した。このプランの理念は、2006 年から 2016 年までの 10 年間で、インド自動車産業を世界の主要プレイヤーとして活躍するための R&D と生産拠点をインドに作り上げることである。こうした政策変化を背景にして、インドの自動車産業の競争は熾烈なものになり、世界的にみても極めて活発で魅力的な市場へと変貌するにいたった⁶。

つぎに、近年の自動車市場の状況を概観したい。

⁵ WTO, Dispute Settlement Body, *India - Measures Affecting the Automotive Sector - Report of the Panel*, WT/DS146/R and WT/DS175/R, December 21, 2001.

⁶ 本文で言及しなかった輸入関税率をみると、2009 年時点で、乗員 10 人未満の乗用車で 100%、乗員 10 人以上の乗用車で 10%、自動車部品で 10%、商用車で 10%となっている (Government of India, *Central Excise Tariff 2009-10*)。外国からの自動車産業への直接投資は、こうした完成車の高関税を回避する目的がある。これに対して、部品の輸入関税率が低く、インド自動車部品メーカーは海外からの輸入部品と競合しなければならない。こうした背景もあって、近年、品質・納期・価格などの面で、インドの自動車部品の輸出競争力が高まってきている。

図表3 インド乗用車のセグメント

M1 ~8 or 9 seats	
A ~6 seats	
	A1: Mini (~ 3400 mm)
	A2: Compact (3401~4000mm)
	A3: Mid-size (4001~4500 mm)
	A4: Executive (4501~4700 mm)
	A5: Premium (4701~5000 mm)
	A6: Luxury (5001mm ~)
B ~9 seats & GVW ≤ 3.5t	
	B1 ~7 seats
	B2 8~9 seats
C Multi Purpose Vehicles (MPVs) - Van type vehicles & GVW ≤ 3.5t	
M2 10 seats ~ & GVW ≤ 5t	
	A1 10~13 seats
	A2 14 seats ~
M3 10 seats ~ & 5.001t ≤ GVW	
	A 5.001t ≤ GVW ≤ 7.5t
	B 7.501t ≤ GVW ≤ 12t
	C 12.001t ≤ GVW ≤ 16.2t
	D 16.201t ≤ GVW

資料) Indiastat.com(原資料は Society of Indian Automobile Manufacturers 資料)より作成。

ここで、GVW とは車両総重量(Gross Vehicle Weight)を意味する。車両総重量は、最大定員が乗車し、最大積載量の荷物を積んだ状態で測定した自動車の総重量である。一般に乗用車は M1 セグメントを指す。M2 と M3 セグメントは、バスに相当する。M1 の B セグメントを実用車(Utility Vehicle: UV)、C セグメントを多目的車(Multi Purpose Vehicle: MPV)と分類している。しかし、日本においてはこの 2 つに区別はなく、MPV、RV、ミニバンなどと呼称されている。また、友澤(2005)では B セグメントをレクリエーショナルビークル、C セグメントをジープ型車両、バン型車両として区別している。

図表 4 セグメント別・メーカー別の乗用車販売台数(2008-09年)

M1	
企業	販売台数
Maruti Suzuki India Ltd	722144
Hyundai Motor India Ltd	244080
Tata Motors Ltd	216535
Mahindra & Mahindra Ltd	94641
General Motors India Pvt Ltd	54971
Honda Siel Cars India Ltd	52420
Toyota Kirloskar Motor Pvt Ltd	46892
Ford India Pvt Ltd	27976
Skoda Auto India Pvt Ltd	13894
Mahindra Renault Pvt Ltd	13423
Hindustan Motors Ltd	9152
Fiat India Automobiles Pvt Ltd	8078
Mercedes-Benz India Pvt Ltd	3104
BMW India Pvt Ltd	3038
International Cars & Motors Ltd	3489
Force Motors Ltd	36
M2	
企業	販売台数
Tata Motors Ltd	17750
Mahindra & Mahindra Ltd	14247
Force Motors Ltd	8926
General Motors India Pvt Ltd	6555
Hindustan Motors Ltd	2
M3	
企業	販売台数
Tata Motors Ltd	25600
Ashok Leyland Ltd	16561
Swaraj Mazda Ltd	3549
Eicher Motors Ltd	2590
Mahindra & Mahindra Ltd	2505
Volvo India Pvt. Ltd.	370
Force Motors Ltd	128
Volvo Buses India Pvt. Ltd.	114

資料) Indiastat.com(原資料は Society of Indian Automobile Manufacturers 資料)より作成。

図表 4 は、2008 年のセグメント別・メーカー別の乗用車販売台数を示している。乗用車市場におけるヴォリュームゾーンが M1 セグメントにあることがわかるだろう。とりわけ、市場シェアのほぼ半分をマルチ・スズキが占めているのが印象的である。また、ヒュンダイとタタ・モーターズがほぼ拮抗している。シェア第 4 位以下と上位 3 社の販売台数に大

きな開きがあることも理解できる。

図表 5 セグメント別の乗用車販売台数(2008-09 年)

セグメント		販売台数
M1	A1	49383
	A2	885664
	A3	241682
	A4	33618
	A5	8274
	A6	751
	B	187933
	C	106607
	小計	1513912
M2	A1	37271
	A2	10208
	小計	47479
M3	A	16570
	B	6713
	C	28091
	D	43
	小計	51417
合計		1612808

資料) Indiastat.com(原資料は Society of Indian Automobile Manufacturers 資料)より作成。

図表 5 は、セグメント別の乗用車販売台数を示したものである。M1 の A1 と A2 セグメントが小型車である。セグメント A2 にはマルチ・スズキの主力車種である Wagon R(13 万台)、Alto(23 万台)、Swift(9 万台)などが入る。A1 の唯一の車種は、同社の Maruti 800(7 万台)である。長い間、Muruti 800 が車種としては販売台数で第 1 位であったが、新車種の登場や所得水準の向上は背景にして、A1 から A2、さらには A3 へと徐々にセグメントの梯子が上昇している傾向がみられる。Maruti 800 が 20 万ルピー、A2 セグメントで 30 から 40 万ルピー程度の販売価格となっている。そのことを詳しく示したのが、図表 6 である。

図表 6 代表的な車種別でみた乗用車販売台数と販売価格

セグメント	全長(mm)	メーカー	モデル名	価格(10万ルピー)inデ	販売台数 2007年
A1 Mini	~3400	マルチ・スズキ	Maruti 800	2	69553
A2 Compact	3401 ~4000	GM	U-VA	4.22	11502
			Spark	3.41	22059
		ヒュンダイ	Santro	2.83	120717
			i 10	3.53	51401
			Getz	4.12	16833
		マルチ・スズキ	Alto	2.4	227072
			Zen/Estilo	3.24	60640
			Swift	4.13	88745
			Wagon R	3.33	133308
タタ・モーターズ	Indica	2.78	135642		
A3 Mid-size	4001 4500 ~	Ford	Ikon	5.07	4824
			Fiesta	6.68	23352
		GM	Aveo	6.49	5648
		ヒンドスタン(三菱)	Anbassador	4.6	8543
			Lancer/Cedica	7.73	2764
		ホンダ・シエル・カーズ	City	7.68	41233
		ヒュンダイ	Accent	5.33	8286
			Verna	6.99	24494
		マルチ・スズキ	Esteem	4.82	12468
			SwiftDeZire	4.94	5658
			SX4	6.92	31201
タタ・モーターズ	Indigo/Marina	5.11	33366		
マヒンドラ・ルノー	Logan	5.26	28248		
A4 Exective	4501 4700 ~	スコーダ・オート	Octavia/Laura	10.97	10940
		GM	Optra	8.91	6058
		ホンダ・シエル・カーズ	Civic	10.25	16723
		ヒュンダイ	Elantra	9.27	203
		トヨタ・キルロスカ	Corolla	11.57	6209
A5 Preium	4701 5000 ~	ホンダ・シエル・カーズ	Accord	17.12	2111
		ヒュンダイ	Sonata	15	547
		トヨタ・キルロスカ	Camry	22.7	957
A6 Luxury	5000~	ダイムラー・クライスラー	Mercedes	25.93~97.88	2722

資料) フォーイン(2007)、Indiastat.com(原資料は Society of Indian Automobile Manufacturers 資料)および *AutoCar India*, Vol.7, No.1 and Vol. 10, No.7 より作成。

注 1)Mercedes の販売台数は A4、A5、および A6 を合計した数値である。

注 2)価格は、最も低価格のタイプの価格を採用した。

図表 6 は、代表的な車種とその価格をセグメント別に示したものである。マルチ・スズ

キが小型に強く、ホンダが上級車種に強みを持っているなど自動車メーカーの経営戦略がよく理解できる。ホンダの主力車種は City であるが、約 4 万台の販売で価格が 77 万ルピーをやや下回る水準になっている。

図表 7 インド商用車のセグメント

N1	$GVW \leq 3.5t$		
N2	$3.501t \leq GVW \leq 12t$		
	A1	$3.501t \leq GVW \leq 5t$	
	A2	$5.001t \leq GVW \leq 7.5t$	
	A3	$7.501t \leq GVW \leq 12t$	
N3	$12t \leq GVW$		
	A1	$12.001t \leq GVW \leq 16.2t$	
	B1	$16.201t \leq GVW$	
	B2	$16.201t \leq GVW$ (トラクター、トレーラー)	

資料) Indiastat.com(原資料は Society of Indian Automobile Manufacturers 資料)より作成。

図表 7 は、商用車のセグメントを示している。ここでトラクターとは、運転席と荷台が分離できる構造の自動車の内、運転席の方を意味し、荷台の方をトレーラーと呼ぶ。

図表 8 メーカー別の商用車販売台数(2008-09 年)

企業	販売台数
Tata Motors Ltd	204460
Mahindra & Mahindra Ltd	50866
Ashok Leyland Ltd	31085
Eicher Motors Ltd	14299
Piaggio Vehicles Pvt Ltd	9012
Swaraj Mazda Ltd	3826
Force Motors Ltd	3792
Asia Motor Works Ltd	2770
Volvo India Pvt Ltd	910
Mercedes-Benz India Pvt Ltd	235
Hindustan Motors Ltd	47
Tatra Vectra Motors Ltd	3
合計	321305

資料) Indiastat.com(原資料は Society of Indian Automobile Manufacturers 資料)より作成。

図表 8 でメーカー別の商用車販売台数をみると、タタ・モーターズのシェアが圧倒的であることがわかる。第 2 位以下も現地メーカーのシェアが高い。乗用車市場と比較して、外国メーカーの存在が薄いことが理解できる。

図表 9 セグメント別の商用車販売台数(2008-09 年)

セグメント		販売台数
N1		147570
N2	A1	2787
	A2	23497
	A3	27497
N3	A	42541
	B1	67742
	B2	9671
合計		321305

資料) Indiastat.com(原資料は Society of Indian Automobile Manufacturers 資料)より作成。

図表 9 で、セグメント別の商用車販売台数をみると、3.5 トン以下のトラックのシェアが商用車販売台数のほぼ半分の 14 万 8000 台を占めている。また、N3 の B1 セグメントである 6.5 トン以上のトラックも約 7 万台の販売となっている。

3. 「年次工業調査」データを用いた生産性分析

3.1 モデル

まず、生産関数アプローチによる生産性分析を説明する。いま、 $Y = AK^\alpha L^{1-\alpha} e^u$ として定式化された収穫一定のコブ=ダグラス型生産関数を考えてみる。ここで、 Y は付加価値、 K は資本、 L は労働、 u は確率誤差項である。さらに、総要素生産性(Total Factor Productivity: TFP)を意味する A を $A = \bar{A}e^{\lambda t}$ として特定化する(ここで t は時間をあらわす)。推計式としては、両辺を労働(L)で割り算したうえで対数変換を施した次式を利用する。

$$\ln(Y/L) = a + \alpha \ln(K/L) + \lambda t + u$$

ここで、 $a = \ln \bar{A}$ である。時間 t の係数 λ が総要素生産性の成長率(Total Factor Productivity Growth: TFPG)を意味する。生産関数が規模に関して収穫一定であるかどうかについては、上の式の説明変数として $\ln K$ を追加し、その推定係数がゼロと有意に異なるかどうかでテストする。もし推定係数が有意にゼロと異ならないならば、収穫一定の仮定は妥当であると判断できる。

つぎに説明したいのが、生産性分析に対する成長会計アプローチである。このアプローチによる総要素生産性成長率(TFPG)の定義は、次式のとおりである。

$$TFPG_t = \Delta \ln Y_t - \left[\frac{(SK_t + SK_{t-1})}{2} \Delta \ln K_t + \frac{(SL_t + SL_{t-1})}{2} \Delta \ln L_t \right]$$

ここで、 Δ は階差を表わす演算子(たとえば、 $\Delta X_t = X_t - X_{t-1}$)、 SK は付加価値に占め

る資本所得シェア、 SL は労働所得シェアである。上の式で示されるとおり、TFPGは、右辺第1項の実質付加価値の成長率から第2項 $[\cdot]$ で示される投入要素全体による成長への貢献分を差し引いた「残差」(residual)として計算される。TFPGは、投入の成長では説明できない成長率であり、広い意味でいえば、技術進歩率として解釈可能である。生産関数が一次同次であり、完全競争市場が成立していれば、こうして残差として求められるTFPGは純粋な技術変化を意味する。

さらに、われわれは、以上のような伝統的に用いられてきた生産性分析に加えて、Levinsohn and Petrin(2003)やPetrin, Poi and Levinsohn(2004)によって開発された生産関数の推定手法(以下、LEVPET法と略称する)から得られた資本と労働の生産弾力性を用いてTFPを再計算する。LEVPET法は、資本と労働を生産要素とする上記で示した標準的なコブ=ダグラス型の生産関数を前提として、生産要素の投入と観測できない生産性ショックとの相関が生み出す内生性問題を修正し、資本と労働の生産弾力性の一致推定量を与えるものである。近年、LEVPET法は生産性に関する多くの研究で用いられている。このLEVPET法の詳細については、論文の付録で解説する。いま、LEVPET法で推定された資本と労働の生産弾力性をそれぞれ $\hat{\alpha}$ 、 $\hat{\beta}$ としよう。このとき、われわれは、TFPとTFPGを次式のように計算することができる。

$$TFP_t^{LP} = \frac{Y_t}{K_t^{\hat{\alpha}} L_t^{\hat{\beta}}}$$

$$TFPG_t^{LP} = \Delta \ln Y_t - \hat{\alpha} \Delta \ln K_t - \hat{\beta} \Delta \ln L_t$$

以上のようにして計算されたインド自動車産業のTFPが、分析期間においてどのように推移しているのかを検討する。以上が、本論文の実証分析戦略である。

3.2 データ

われわれが実証分析にあたって用いるデータは、州パネルデータと全国レベルの時系列データの2種類である。州パネルデータは、Andhra Pradesh, Bihar(Jharkhandを含む)、Delhi, Goa-Daman Diu, Gujarat, Haryana, Karnataka, Madhya Pradesh, Maharashtra, Orissa, Punjab, Rajasthan, Tamil Nadu, Uttar Pradesh, West Bengalの15からなる州・連邦直轄地をカバーしている。分析対象期間は、データの利用可能性から1984年から2002年までの19年間である。データは、バランスド・パネルデータである。

これに対して、全国レベルの時系列データでは1983年から2004年までを分析対象にした。ここでいう「自動車産業」とは、1998年の国家産業分類(National Industrial Classification 1998)の3桁コード341の「自動車製造」(manufacture of motor vehicles)、342の「自動車ボディ製造；トレーラーとセミ・トレーラー製造」(manufacture of bodies (coach work) for motor vehicles; manufacture of trailers and semi-trailers)および343の「自動車部品製造」(manufacture of parts and accessories for motor vehicles and their engines)である。本論文では、四輪のみを分析対象にしており、二輪は含まない。

産業分類コードの3桁でみる限り、自動車産業は「自動車製造」「自動車ボディ製造；トレーラーとセミ・トレーラー製造」「自動車部品」別で州ごとにデータが利用可能であるが、実際に、各種変数の時系列データを目視すると、産業分類変更にもなって工場数をはじめとする多くの変数の時系列データに非連続性を確認できる。したがって、それぞれの各産業分類のデータそのものを分析に用いるのではなく、これら3種類の産業分類を集計したものを自動車産業と定義した。この新しく定義した自動車産業の時系列データを目視すると、産業分類変更にもなう非連続性が消滅する。さらに、原データをバランスド・パネルデータとして整理する過程で、自動車産業のデータに多くの欠損がある州や連邦直轄地は除外した。

さて、分析で利用する変数の定義を説明しよう。

実質付加価値(Y): ASI で示されている減価償却の値は実際の資本蓄積を正確に表わすものではないので、付加価値の指標としては、粗付加価値が純付加価値よりも望ましい。実質付加価値の算出にあたっては、この分野の研究において近年必ずといっていいほど採用されてきているダブル・デフレーション方法を用いる。同方法によれば、総生産(gross value of output)を卸売物価で、中間財(total input)を中間財価格でデフレートし、実質付加価値を導出する⁷。卸売物価としては、「自動車」(motor vehicles)の卸売価格指数(wholesale price index: WPI)を利用した。中間財価格は、ASI から得られた燃料(fuel consumed)・原材料(material consumed)・その他中間財のシェアをウエイトとした、原材料価格・燃料価格・その他中間財価格の加重平均値として求めた⁸。変数の実質化にあたっては、1993年を基準年に設定した⁹。

資本(K): ASI における固定資本(fixed capital)は、調査対象年の期末での簿価で評価されており、積み立てられてきた減価償却分が控除されている。本論文は、恒久棚卸法(perpetual inventory accumulation method)によって資本ストックを推定する。実質粗固定資本形成(I)を、

$$I_t = \frac{B_t - B_{t-1} + D_t}{P_t^I}$$

⁷ 実質付加価値の算出にあたって、ダブル・デフレーション方法がシングル・デフレーション方法よりも推定方法としては優れている。同方法とインド製造業部門のTFPGとの関連については、佐藤(2002: 第1章)で詳しく議論している。

⁸ 原材料価格・燃料価格・その他中間財価格自体も、(1)1989年時点の産業連関表から得られた医薬品産業の産業分類ごとの中間財購入額から、原材料・燃料・その他中間財それぞれの品目別ウエイトを導出したうえで、(2)各品目に対応する卸売価格と国民所得統計から得られるインプリシットデフレータの時系列データを利用して、今回新たに作成したものである。すなわち、原材料価格・燃料価格・その他中間財価格は、1989年時点をウエイト基準年とするラスパイレス指数である。利用した資料とデータは、つぎのとおりである。Reserve Bank of India, *Handbook of Monetary Statistics on Indian Economy*, 2007, Government of India, *Input-Output Transaction Table 1989, 1997*.

⁹ 実質付加価値を計算すると、マイナスになるケースがごく少数ではあるが存在する。このとき自然対数を定義できなくなるため、われわれはマイナス値を1ルピーに置き換えた。

と定義する。ASI で把握できる減価償却(D)は、企業納税額の算出にあたって計上されるものであり、本来的な意味での資本ストックの減耗とは直接に関係しない。したがって、固定資本(B)の増加分(すなわち $B_t - B_{t-1}$)に減価償却を合計したものが名目粗固定資本形成であり、それを投資財価格(P^I)でデフレートして実質化している。投資財価格としては、国民所得統計における粗固定資本形成(gross fixed capital formation)のインプリシットデフレーターを利用する。つぎに、実質粗資本ストックを

$$K_t = (1 - d)K_{t-1} + I_t = K_0 + \sum_{i=1}^t I_i$$

にしたがって、その時系列データを計算する。ベース年の資本 K_0 については、ASI の当該年の粗固定資本の簿価($B_0 + D_0$)を利用することにした。さらに、佐藤編(2009: 第 1 章)や佐藤(2009)などの先行研究にしたがって年間の資本減耗率(d)を 5%と仮定した¹⁰。以上のよう
に定義した実質純資本ストックを、実証分析にあたっては資本(K)として用いる。

労働(L): 従業員数(number of employee)が、労働投入量の指標としてよく利用されてきた。しかしながら、従業員数は 1998 年以降の ASI ではデータがとれない。そこで、1998 年以前も以後も利用可能な労働者数(number of worker)と総雇用人数(total persons engaged)を用いることにする。ちなみに、従業員数から労働者数を引き算すれば、管理・事務職などのホワイトカラーの人数が得られる。従業員数に、食堂や清掃などにかかわる雇用人数を加算したものが、総雇用人数になる。

資本所得シェア(SK)と労働所得シェア(SL): 賃金だけではなく従業員に対して支払われる諸手当も含む総報酬(total emoluments)の名目粗付加価値額の比率を労働所得シェアとして、その残余を資本所得シェアとした。

ASI のデータセットとしては、EPW 研究財団が(1)1973 年から 2003 年までの全国レベルの統計と(2)1998 年から 2002 年までの州別の統計をとりまとめたデータベースが存在する(EPW Research Foundation 2007)。このデータベースに、Circon Capital Market のウェブサイトから入手できる 1984 年から 1997 年までの期間と 2004 年の ASI データを接合した。

生産関数アプローチにもとづく生産性分析には州レベルのパネルデータを利用することにし、成長会計アプローチにもとづく TFPG の推計にあたっては、全国レベルの時系列データを用いることにする。さらに、LEVPET 法による資本と労働の生産弾力性の推計にあたっては、州パネルデータを用いる。そこで得られた生産弾力性を用いて、州パネルデータのみならず全国レベルの時系列データをも用いて TFP を再計算する。

図表 10 は、変数の記述統計量を示している。ここで、実質付加価値の最小値がゼロにな

¹⁰ インド政府の調査によれば、インドにおける工業用機械の平均耐久年数は 20 年である (Government of India, *National Account Statistics: Sources and Methods*, 1989, table 22.1.)。

っていることについては、注 6 を参照されたい。

図表 10 記述統計量

	観測数	平均	標準偏差	最小	最大
州パネルデータ					
期間: 1984-2002					
実質付加価値(単位: 10万ルピー)	285	30603	49366	0	289184
資本(単位: 10万ルピー)	285	72681	128090	103	696173
労働者数(単位: 人)	285	10877	10928	19	48340
総雇用者数(単位: 人)	285	15239	15411	28	69603
全国データ					
期間: 1983-2004					
実質付加価値(単位: 10万ルピー)	22	548329	500909	113059	2024225
資本(単位: 10万ルピー)	22	1346231	832033	421617	2720944
労働者数(単位: 人)	22	168388	35351	123178	255232
総雇用者数(単位: 人)	22	235292	44965	178395	336820

注) 実質付加価値と資本については 1993 年価格表示である。

3.3 推定結果

まず、主要 15 州からなる州パネルデータを用いて、生産関数アプローチによる製造業部門の生産性分析を試みた。図表 11 で、その推定結果を示した。推定方法は、州固定効果を州ダミーでコントロールする LSDV モデル(Least Squared Dummy Variable Model)を用いた。特定化(1)から(3)が労働の変数として労働者数を、特定化(4)から(6)が総雇用労働者を用いた場合の結果である。いずれの労働を利用して、特定化(2)と(5)における収穫一定に関する帰無仮説を棄却できないことがわかる。したがって、インドの自動車産業は収穫一定とみなすことができる。収穫一定を前提にすれば、資本分配率が 0.55 から 0.76 の値をとることがわかる(1 から資本分配率を引き算すれば労働分配率になる)。そして、それぞれは統計的に有意である。特定化(3)と(6)をみると、タイムトレンドの係数はプラスであり TFPG が 1-2%程度であるが、統計的には有意ではない。

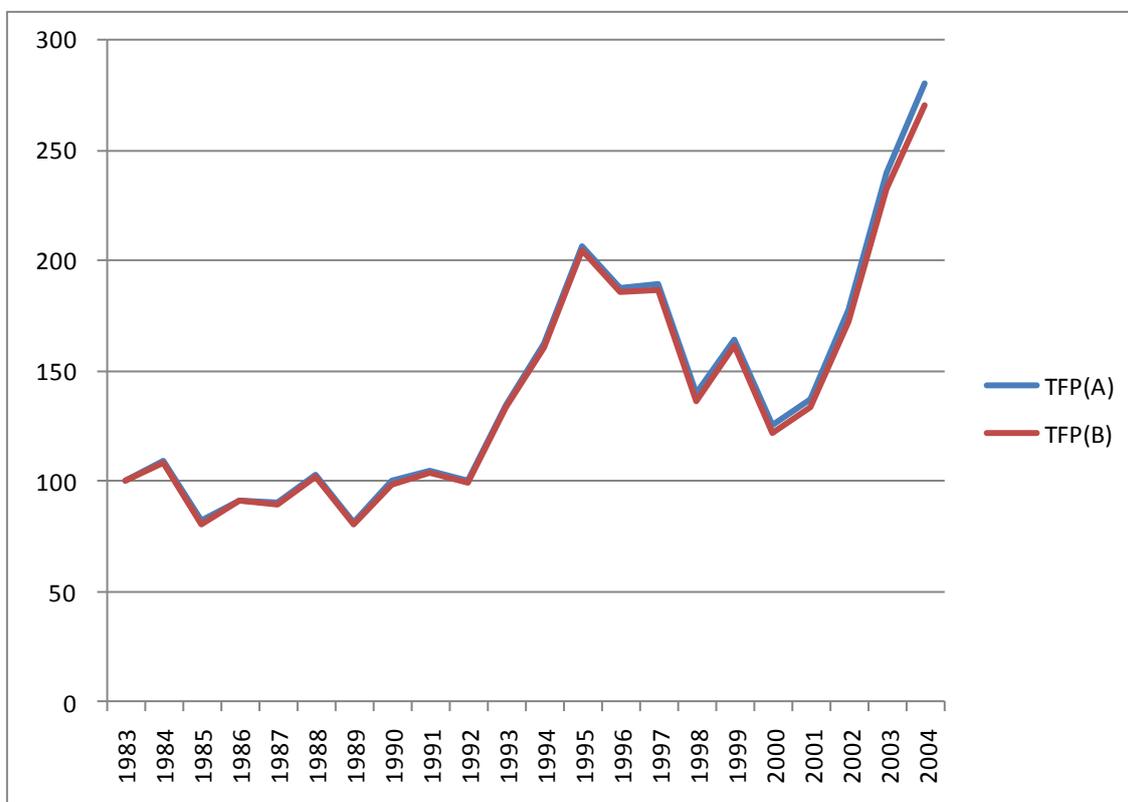
図表 11 1人あたり生産関数の推定(被説明変数: ln(労働生産性))

	労働: 労働者数			労働: 総雇用労働者		
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
ln(資本労働比率)	0.72 *** (5.62)	0.81 *** (3.68)	0.55 ** (2.41)	0.76 *** (5.96)	0.90 *** (4.25)	0.66 *** (3.05)
ln(資本)		-0.09 (-0.50)			-0.16 (-0.85)	
タイムトレンド			0.02 (0.95)			0.01 (0.54)
州固定効果	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
観測数	285	285	285	285	285	285
Adj. R ²	0.26	0.27	0.27	0.28	0.28	0.28
F統計量	7.90 ***	7.40 ***	7.46 ***	8.49 ***	7.99 ***	7.96 ***

注) 括弧内は t 統計量を意味する。定数項は省略した。

図表 12 は、全国レベルの時系列データを用いて成長会計アプローチから推定した TFP の推移を示したものである。労働の変数として TFP(A)は労働者数を、TFP(B)は総雇用労働者数を利用している。図表 12 をみると、どちらもほぼ一致した動きを示している。

図表 12 成長会計アプローチから推定した総要素生産性(TFP)の推移(基準年: 1983年)



注) 労働の変数として TFP(A)は労働者数を、TFP(B)は総雇用労働者数を利用している。

TFPの動きは、つぎの4期に区分できるだろう。すなわち、(1)1983年から1992年までの停滞期、(2)1993年から1995年までの改善期、(3)1996年から2000年までの悪化期、(4)2001年から2004年までの改善期である。ごく簡単に説明したい。

(1)1983年はマルチ・スズキが生産を開始し「日本的経営」がインドに導入され、インドにおける自動車産業史のみならずインド産業史にとって画期となる年であった。しかしながら、1983年から1992年までTFPは必ずしも改善していなかったことがわかる。このことは、マルチ・スズキが参入したとはいえ、インド自動車市場が依然として競争的な市場ではなかったことを示唆している可能性がある。

(2)1993年は自動車産業における産業ライセンス制が撤廃された年である。1991年には自動車産業における外国直接投資が認可されていたが、1993年からインドへの外国直接投資が本格化する。Uchikawa (2002)によれば、1993年から1995年までの時期は投資ブームによる高成長期とされているが、自動車のTFPも著しく改善していることがわかる。

(3)1995年なかばに資本逃避が発生し、それに対応するために金融政策が引き締められた結果、金利が急騰し、投資ブームによる高成長が終焉した。さらに、1997年にはアジア通貨危機が発生し、翌年には核実験強行により日米からの経済制裁などがなされた。この期間における重要な政策は、ローカルコンテンツ規制を強化した1997年の自動車政策である。この保護主義的な自動車政策は欧米の反発を招き、WTOのパネルに提訴されるに至った(すでに前節で述べたように、インドはパネル裁定で敗北する前に、こうしたローカルコンテンツ規制を撤廃せざるをえなくなった)。したがって、この時期、自動車産業は内外の厳しい環境に直面していたわけであり、実際にそのことと符合するようにTFPも急減している。

(4)2001年にインドは輸入数量制限を撤廃し、自動車産業の100%外資出資を認めた。さらに、日米の経済制裁も解除される。さらに、2002年には、自動車部品輸出と小型自動車の国際拠点化を目指した新しい自動車政策が実施される。この時期、以上のような新しい環境のもとで自動車産業への外国直接投資が増加し、自動車生産台数も飛躍的に伸び、そのTFPも急激に上昇している。

以上のような時期区分はもちろん厳密なものではないが、TFP変化と自動車産業を取り囲む経済環境や自動車政策の変化は相互に整合的であるように思われる。ただ、こうした短期のTFP変化は短中期の景気循環の影響を被っている可能性があり、供給サイドの効率性の改善をそのまま指し示しているかどうかには議論の余地がある。

そこで、TFPの長期的な趨勢を検討するために、TFPの年平均成長率を求めたい。ここでは、 $\ln TFP = \alpha + \beta \text{TimeTrend} + u$ というセミログ・トレンド方程式をOLSで推定することでこの課題に対応する。その結果を図表13で示した。タイムトレンドの推定係数は、TFPの年平均成長率を意味する。推定結果によれば、TFPの年平均成長率は4・5%程度で、統計的にも有意である。年率4・5%の生産性改善スピードは、15年でほぼ生産性が倍になるほど

のものである。以上から、インド自動車産業の TFP は長期的に上昇傾向にある、と結論したい。

図表 13 セミログ・トレンド方程式の推定結果

	TFP(A)		TFP(B)	
タイムトレンド	0.044	***	0.047	***
	(6.16)		(6.93)	
定数項	-82.519	***	-88.645	***
	(-5.82)		(-6.56)	
観測数	22		22	
Adj. R ²	0.64		0.69	
F統計量	39.2	***	48.2	***

注) 括弧内の数値は t 統計量である。

つぎに、生産要素の内生性問題を修正した Levinsohn-Petrin 法による生産関数の推定結果を示している図表 14 を確認しよう(観測されない生産性ショックをもたらす内生性を処理するために、ここでは中間財投入量を観測されない生産性ショックの代理変数に用いた)。特定化にかかわらず、労働と資本の係数は統計的に有意であり、収穫一定の帰無仮説を棄却できないことがわかる。さらに、資本の係数の方が労働のそれよりも高くなっている。これらのことは、LSDV モデルの推定結果と整合的である。

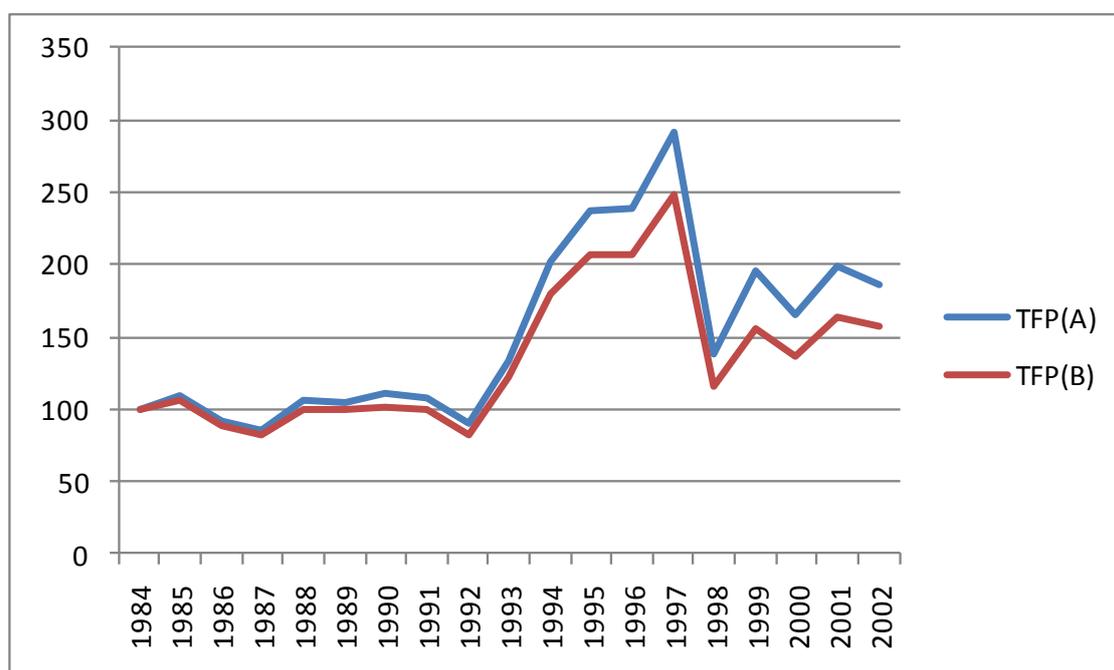
図表 14 Levinsohn-Petrin 法による生産関数の推定

	労働:総雇用労働者		労働:労働者数	
	(1)		(2)	
ln(労働)	0.543	***	0.488	***
	(1.71)		(2.07)	
ln(資本)	0.656	***	0.713	***
	(2.08)		(3.07)	
χ^2 統計量	0.71		0.78	

注) 括弧内は漸近的 t 統計量。表中の χ^2 統計量は、収穫一定を帰無仮説とするワルド検定の χ^2 統計量を意味する。

Levinsohn-Petrin 法で推定した生産要素の生産弾力性を利用して算出した TFP の推移を、図 15 で示している。TFP の算出にあたっては、各州の名目付加価値額をウェイトにした TFP の加重平均値である。

図表 15 Levinsohn-Petrin 法から得た総要素生産性(TFP)の推移(基準年：1984 年)

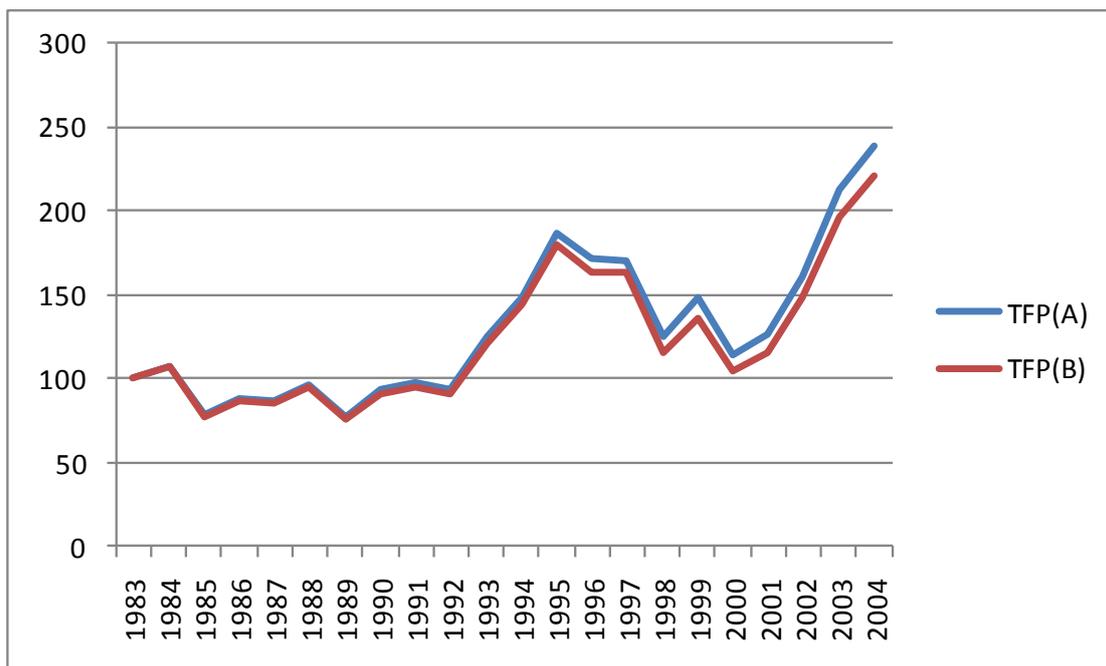


注) 労働の変数として TFP(A)は総雇用労働者数を、TFP(B)は労働者数を利用している。推定の詳細については本文を参照されたい。

図表 15 は、州パネルデータを用いたものであり、全国レベルのデータとカバーしている時期が微妙に異なっている。とくに、全国レベルでの TFP と比較すると、TFP が急上昇している 2003 年と 2004 年の推移を観察することができない。このことに注意して図表 15 を再度確認してみると、みかけの印象とは異なり、州データと全国データから算出した TFP に定性的な動きに大きな違いが存在しないことがわかる。

さらに、図表 16 は、成長会計アプローチにしたがって、Levinsohn-Petrin 法から得た生産要素の生産弾力性を全国レベルのデータに適用して得られた TFP の推移を示している。図表 16 をみると、1995 年以降、労働の定義で TFP の水準に若干の違いが存在するものの、両者の TFP がほぼ同じような動きをしていることがわかる。さらに、この TFP の動きは、図表 12 と定性的に一致している。

図表 16 Levinsohn-Petrin 法から得た総要素生産性(TFP)の推移(基準年：1983 年)



注) 労働の変数として TFP(A)は総雇用労働者数を、TFP(B)は労働者数を利用している。推定の詳細については本文を参照されたい。

最後に、TFP の長期的な趨勢を検討するために、平均 TFPG を求めよう。その結果を示したのが、図表 17 である。全ての特定化において、タイムトレンドの係数はプラスで有意であることがわかる。すなわち、TFPG は低く見積もって 3.6%、高く見積もって 5.2%であることがわかる。

図表 17 セミログ・トレンド方程式の推定結果(Levinsohn-Petrin 法)

	州別データ、期間：1984-2002年				全国データ、期間：1983-2004年			
	TFP(A)		TFP(B)		TFP(A)		TFP(B)	
タイムトレンド	0.052 ***		0.040 ***		0.042 ***		0.036 ***	
	(4.83)		(3.82)		(6.17)		(5.05)	
定数項	-99.067 ***		-76.142 ***		-78.999 ***		-66.233 ***	
	(-4.60)		(-3.59)		(-5.81)		(-4.71)	
観測数	19		19		22		22	
Adj. R ²	0.55		0.43		0.64		0.54	
F統計量	23.3 ***		14.6 ***		38.1 ***		25.5 ***	

注) 括弧内の数値は t 統計量である。

4. おわりに

本論文は、インド中央統計局の「年次工業調査」データを用いて、1980年代から現在までの期間におけるインド自動車産業の総要素生産性(Total Factor Productivity: TFP)を計測した。TFPの計測に必要な付加価値の労働および資本弾力性の推定には、生産要素の内生性問題(endogeneity problems)を修正したLevinsohn and Petrin (2003)の手法を用いた。分析結果から、第1に、自動車産業の生産関数が一次同次であること、第2に、TFP平均成長率が年率4-5%程度であることがわかった。また、TFPの経年変化を観察すると、TFPの改善にあたっては、自動車産業に対する直接投資自由化(51%外資出資自動認可、1991年)・ライセンス制度撤廃(1993年)・ローカルコンテンツ規制撤廃(2001年)・100%外資出資自動認可(2001年)などの競争促進的な政策環境が重要であることが示唆された。

最後に、今後の研究課題を2点指摘しておきたい。第1は、論文では本格的には論じることができなかったTFPの決定要因に関する理論的・実証的分析である。とくに、競争促進的な政策と外資系メーカー参入がTFPに与えた効果に関する定量的な実証分析を行いたい。第2は、組織部門のみならず非組織部門における自動車産業の個票データによる再検証である。組織部門については1973年から2005年までの「年次工業調査」、非組織部門については1989年・1994年・1999年・2000年・2005年の「全国標本調査」(National Sample Survey)の個票データが利用可能となった。これらの個票データを利用することで、より包括的かつより精度の高い実証分析を行うことが期待できる。

5. 付録 : Levinsohn-Petrin 法による生産関数の推定方法

Levinsohn and Petrin (2003)によって開発された生産関数の推定方法であるLevinsohn-Petrin法を、Petrin, Poi and Levinsohn (2004)にしたがって解説する。まず、下記のようなコブ=ダグラス型生産関数を考えたい。

$$v_t = \beta_0 + \beta_1 l_t + \beta_k k_t + \omega_t + \eta_t$$

本文の記法と対応させれば、 $v = \ln Y$ 、 $l = \ln L$ 、 $k = \ln K$ であり、 ω が観測されない生産性ショック、 η がホワイトノイズ誤差項である。生産性ショックは経済学者には観察不可能であるが、企業にとっては観察可能である。生産性ショックが実現したあとで、企業が労働量を選択するならば、生産性ショックを無視してOLSで上式を推定すると β_1 の不偏推定量も一致推定量も得ることもできない。生産要素の投入と観測できない生産性ショックとの相関が生み出す内生性問題を修正し、資本と労働の生産弾力性の一致推定量を与えるのがLevinsohn-Petrin法である。

第1の仮定として、中間財投入量(m)の需要が企業の状態変数である資本と観測されない生産性ショックに依存していると仮定する。

$$m_t = m_t(k_t, \omega_t)$$

これを ω について解けば、

$$\omega_t = \omega_t(k_t, m_t)$$

が得られる。

第2の仮定としては、観測されない生産性ショックが1階のマルコフ過程にしたがっていると仮定する。

$$\omega_t = E[\omega_t | \omega_{t-1}] + \xi_t$$

ここで、 ξ は誤差項である。

第1の仮定を用いれば、

$$\begin{aligned} v_t &= \beta_0 + \beta_l l_t + \beta_k k_t + \omega_t + \eta_t \\ &= \beta_l l_t + \Phi_t(k_t, m_t) + \eta_t \end{aligned}$$

となる。ここで、

$$\Phi_t(k_t, m_t) = \beta_0 + \beta_k k_t + \omega_t(k_t, m_t)$$

である。Levinsohn-Petrin法は、以下で解説するように、第1ステップで β_l を、第2ステップで β_k の一致推定量を求める。

第1ステップとしては、 Φ_t を多項近似して、下記をOLSで推定して、 β_l の一致推定量を得る。

$$v_t = \delta_0 + \beta_l l_t + \sum_{i=0}^3 \sum_{j=0}^{3-i} \delta_{ij} k_t^i m_t^j + \eta_t$$

第2ステップとしては、 β_k の一致推定量を求める(β_0 はさらに仮定を置かないと識別されない)。まず、 ϕ の理論値(predicted value)を下記のようにして求める。

$$\widehat{\phi}_t = \widehat{v}_t - \widehat{\beta}_l l_t = \widehat{\delta}_0 + \sum_{i=0}^3 \sum_{j=0}^{3-i} \widehat{\delta}_{ij} k_t^i m_t^j - \widehat{\beta}_l l_t$$

したがって、 ω の理論値をつぎのように定義できる。

$$\widehat{\omega}_t = \widehat{\phi}_t - \beta_k^* k_t$$

$E[\omega_t | \omega_{t-1}]$ の一致推定量が以下の回帰式から得られる理論値によって与えられる。

$$\widehat{\omega}_t = \gamma_0 + \gamma_1 \widehat{\omega}_{t-1} + \gamma_2 (\widehat{\omega}_{t-1})^2 + \gamma_3 (\widehat{\omega}_{t-1})^3 + \epsilon_t$$

以上から、残差をつぎのように定義できる。

$$\widehat{\eta}_t + \widehat{\xi}_t = v_t - \widehat{\beta}_l l_t - \beta_k^* k_t - E[\omega_t | \omega_{t-1}]$$

残差の2乗和を最小にするような β_k^* を求める。

$$\min_{\beta_k^*} \sum_t (v_t - \widehat{\beta}_l l_t - \beta_k^* k_t - E[\omega_t | \omega_{t-1}])^2$$

以上から、第1ステップで β_l を、第2ステップで β_k の一致推定量を求めることができた。

<参考文献>

- 大場裕之 (1991) 「インドの産業政策と「自由化」効果について：インドの自動車産業の事例」『アジア研究』38巻2号、1-36 ページ。
- 佐藤隆広 (2002) 『経済開発論：インドの構造調整計画とグローバリゼーション』世界思想社。
- 佐藤隆広 (2009) 「インド製造業の生産性分析：「年次工業調査」データを用いて」『国民経済雑誌』第199巻第1号、67-79 ページ。
- 佐藤隆広編 (2009) 『インド経済のマクロ分析』世界思想社。
- 島根良枝 (2006) 「地場企業の基盤が注目されるインド自動車産業の発展」(内川秀二編『躍動するインド経済』アジア経済研究所、268-293 ページ)。
- 島根良枝 (2009) 「インドにおける四輪車産業の現状と今後」『日本自動車工業会：JAMAGAZIN』, 2009年8月。
- 鈴木修 (2009) 『俺は、中小企業のおやじ』日本経済新聞出版社。
- チャタージー, B. (1990) 『インドでの日本式経営：マルチとスズキの成功』野田英二郎訳、サイマル出版会。
- 友澤和夫 (2005) 「インドにおける四輪車産業の成長と今後の展望」『日本自動車工業会：JAMAGAZINE』, 2005年11月。
- 二階堂有子 (2003) 「グローバリゼーション下の中国の台頭とインド自動車・二輪産業」(大原盛樹編『中国の台頭とアジア諸国の機械関連産業』アジア経済研究所、379-400 ページ)。
- 馬場敏幸 (2008a) 「インドの金型産業：現状および発展の経緯とビジネスモデル」『素形材』49(3)、14-20 ページ。
- 馬場敏幸 (2008b) 「インド・中国の金型産業の発展段階と国際競争力：貿易統計による比較分析」『国際開発学会 第19回会全国大会報告論文集』2008/11、318-321 ページ。
- 馬場敏幸 (2009) 「インド地場金型産業の発展段階について その2：インド・ムンバイおよびプネにおける地場金型産業調査より」『経済志林』第76巻第2号、1-47 ページ。
- 馬場敏幸 (2010 刊行予定) 「自動車産業とサポーティング産業」(石上悦朗・佐藤隆広編『現代インド・南アジア経済論』ミネルヴァ書房)。
- バルガバ, R.C. (2006) 『スズキのインド戦略』島田卓監訳, 中経出版, 2006年12月。
- フォーイン (2007) 『インド自動車・部品産業 2007：超低コスト車投入競争で加速する部品輸出拠点化』フォーイン。
- 山崎幸治 (1988) 「自動車産業」(伊藤正二編『インドの工業化：岐路に立つハイコスト経済』アジア経済研究所、269-284 ページ)。
- 吉井昌彦・西島章次・加藤弘之・佐藤隆広 (2010) 『BRICs 経済図説』東洋書店。
- EPW Research Foundation. (2007) *Annual Survey of Industries 1973-74 to 2003-04: A*

- Data Base on the Industrial Sector in India*, EPW Research Foundation.
- Levinsohn, J. and A. Petrin. (2003) "Estimating Production Functions Using Inputs to Control for Unobservables," *Review of Economic Studies* 70: 317-342.
- Petrin, A., B. P. Poi and J. Levinsohn (2004) "Production Function Estimation in Stata Using Inputs to Control for Unobservables," *Stata Journal* 4(2): 113-123.
- Uchikawa, S. (ed.) (2002). *Economic Reforms and Industrial Structure in India*, Manohar.