

Title	BRICsの学習効力と持続的発展軌道：日米欧・NIEsとの比較実証分析((ホットイシュー) アジアのイノベーション・システム (5), 第20回年次学術大会講演要旨集II)
Author(s)	李, 瑛; 渡辺, 千仍
Citation	年次学術大会講演要旨集, 20: 801-804
Issue Date	2005-10-22
Type	Conference Paper
Text version	publisher
URL	<a href="http://hdl.handle.net/10119/6248">http://hdl.handle.net/10119/6248</a>
Rights	本著作物は研究・技術計画学会の許可のもとに掲載するものです。This material is posted here with permission of the Japan Society for Science Policy and Research Management.
Description	一般論文

## 1. 序

現在、BRICsの経済の発展は目覚しく、世界の注目を浴びている。BRICsとはブラジル (Brazil)、ロシア (Russia)、インド (India)、中国 (China) の四カ国の頭文字をつなげた造語であり、2003年10月1日に米国の証券会社ゴールドマン・サックス社が初めて使い、その後の1年半の間に広く普及するようになった[3]。

BRICsを構成する各国は、広い国土を持ち、大きな人口規模のため労働力が大きく、原油や鉄鉱石などの天然資源に恵まれている。最近では、4カ国のマクロ経済が好調に推移しているため、現在の経済大国であるG7 (米国、日本、英国、フランス、ドイツ、イタリア、カナダ) を超える巨大な経済圏を形成することになると思われる。しかし、BRICsがこのまま好調に持続的軌道に乗れるか否かは、ひとえにその学習能力に依存する。学習能力は教育レベル、好奇心、キャッチアップ意欲、改善能力等のインスティテューションに支配される。従って、インスティテューションのストラクチャーが鍵であると考えられる。そのためには、技術開発を促すインスティテューショナル・ストラクチャーが重要となる。

そこで、世界28ヶ国を対象にTFP成長率とインスティテューショナル・ストラクチャーの関係を分析し、「合成学習能力指標」計測して、「学習能力」の総合得点とそれを支配するインスティテューショナルな要因を比較検討し、それをもとにBRICsの持続的発展軌道を検討した。

## 2. 分析

## 2.1 TFP成長率の計測

情報化社会において、BRICsの発展軌道は、ICT(情報通信技術)の開発・利用に依存すると考えられるので、それを核とする次のような生産関数(別添表1)を考える。

$$V = F(X, T)$$

$$T = \sum ICT \quad \Delta T = ICT$$

$$\frac{\Delta V}{V} = \sum \left( \frac{\partial V}{\partial X} \cdot \frac{X}{V} \right) \frac{\Delta X}{X} + \left( \frac{\partial V}{\partial T} \cdot \frac{T}{V} \right) \cdot \frac{\Delta T}{T}$$

$$\frac{\Delta TFP}{TFP} = \frac{\partial V}{\partial T} \cdot \frac{ICT}{V}$$

$$\frac{\partial V}{\partial T} = aV \left( 1 - \frac{V}{\bar{V}} \right)$$

$$V = F(X, \sum ICT)$$

$$\begin{aligned} \frac{\Delta TFP}{TFP} &= \frac{\partial V}{\partial \sum ICT} \cdot \frac{ICT}{V} \\ &= aV \left( 1 - \frac{V}{\bar{V}} \right) \cdot \frac{ICT}{V} \end{aligned} \quad (1)$$

V: GDP per capita (US\$ at 1995 PPPs);

X: Labor and capital;

T: ICT stock ( $\approx \sum ICT$ );

ICT: ICT expenditure per capita (US\$ at 1995 fixed prices);

TFP: Total Factor Productivity of ICT;

a: Velocity of ICT dissemination;

$\Sigma V$ : Carrying capacity of cumulative GDP;

(1)式のもとづきICTによる技術進歩率を計測するために、一人当たりのGDPとICTの投資額をロジスティックモデルで分析を行った。28ヶ国のICTによる一人当たりGDP成長軌道は式(2)のように表される。

$$V_{GDP} = \frac{\bar{V}}{1 + e^{-a/ICT - b - c \cdot D}} \quad (2)$$

28ヶ国の2002年の成長軌道は、図1及び表1に示す通りである。

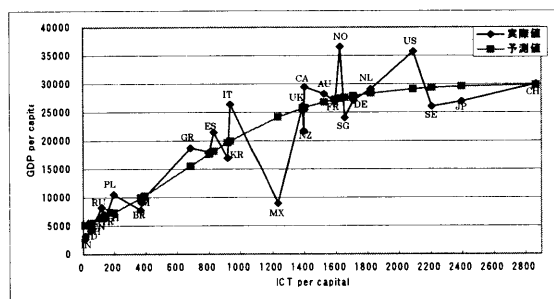


図1. 28ヶ国のICTによるGDP成長軌道(2002年).

表1 28ヶ国の成長軌道(2002年)

$\bar{V}$	$a'$	$b$	$c$	$adj. R^2$
$2.96 \times 10^4$ (23.66)	1.074 (7.74)	0.003 (6.50)	-2.740 (-4.29)	0.915

D: ダミー変数(メキシコ = 1, その他 = 0).

図1より、BRICsのICT普及度はまだ底水準だが、これより成長速度は激しいと思われ、NIEsはBRICsより上位だが、成長速度は鈍くなり、日米欧は更に上位で、発展速度は頭打ちになっていることがうかがわれる。

## 2.2 TFP 成長率支配要因

### (1) 主成分分析

次に、TFP成長率支配要因について6つの要因(表3)を抽出して、主成分分析を行った。

$$\frac{\Delta TFP}{TFP} = F(GDP, EDC, INF, BEF, FLA, OPE)$$

表2に6つの変数の主成分分析の結果を示す。

表2 主成分分析の結果

Principal components	Eigen value	Variance proportion (%)	Cumulative variance proportion (%)
PC1	2.95	49.15	49.15
PC2	2.17	36.24	85.39
PC3	0.42	7.06	92.45
PC4	0.23	3.78	96.24
PC5	0.13	2.21	98.45
PC6	0.09	1.55	100.00

表3に2つの主成分の重み係数を示す。表3から第一主成分の主要要素は一人当たりのGDP、インターネットのユーザーの数である。第二成分の主要要素は柔軟性、開放性であることが分かる。

表3 主成分の重み係数

	PC1	PC2
GDP per capita (GDP)	0.496	-0.302
Education index (EDC)	0.399	-0.366
Number of Internet users (INF)	0.532	-0.168
Business efficiency (BEF)	0.470	0.301
Flexibility and adaptability (FLA)	0.227	0.568
Openness of culture to foreign ideas (OPN)	0.199	0.577

PC1: Economic and informatization level

PC2: Institutional elasticity (openness, flexibility and adaptability)

図2に、2つの主成分による28カ国の分布を示した。大きく分けて、2つのグループに分かれた。1つはBRICsを含む12ヶ国で構成するLDCグループ、もう一つはNIEsを含む16ヶ国の先進国グループである。

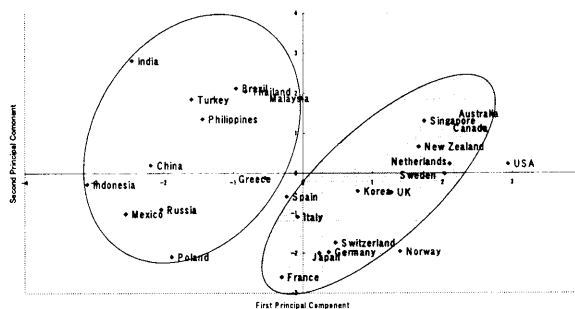


図2. 2つの主成分による28カ国の分布.

### (2) TFP成長へのインスティテューショナル構造の影響

以上の分析に基づき、28ヶ国の主成分1,2の得点を求め(別添表2)、LDC(発展途上国)及び工業国の両グループを係数ダミーで峻別して、TFP成長率

へのそれぞれのインスティテューション構造の影響を分析した。

結果は次に示す通りである。

$$\frac{\Delta TFP}{TFP} = 1.29 - 0.53 PC_1 + 0.84 D PC_1 + 0.41 PC_2 - 0.48 D PC_2 - 1.03 D PC_2$$

(7.21) (4.10) (4.01) (3.82) (3.34) (3.17)

*adj. R*<sup>2</sup> 0.716

where PC<sub>1</sub>: First principal component;

PC<sub>2</sub>: Second principal component;

D: Coefficient dummy variable (LDC = 1, Other countries = 0);

D<sub>0</sub>: Dummy variable (USA and Norway = 1, Other countries = 0).

以上より、LDC 及び先進国のインスティテューショナル構造の影響要因は、表4のように示される。

**表4 発展途上国と先進国での2つの主成分の貢献度**

	LDC (12)	Developed Countries (16)
Economic and informatization level (PC1)	0.31	-0.53
Institutional elasticity (PC2)	-0.07	0.41

LDC: Brazil, China, Greece, India, Indonesia, Malaysia, Mexico, Philippines, Poland, Thailand, Turkey, Russia.

LDC の情報通信技術進歩率は、

- ①専ら経済及びインターネット利用度に依存する。
- ②開放性、柔軟性等はわずかではあるが、逆に ICT (情報通信技術) の進展を阻害する。

先進国の情報通信技術進歩率は、

- ①社会文化の開放性、柔軟性に依存する。
- ②経済水準及びインターネット利用度は逆に ICT の進展を障害する。

### 3. 考察

これらの分析の結果、BRICs の国々は柔軟性と開放性の面で、先進国に劣っている。インターネット利用度は BRICs などの発展途上国にとっては重要な指標で、TFP 成長率には重要な役割をしている。一方、先進国では柔軟性と開放性が重要で、TFP 成長率にプラスに働いている。図2より、先進国グループには2タイプあることがわかる。日本、ドイツ、フランスなどのインターネットの利用度があまり高くなく、柔軟性や開放性のあまりない国々、アメリカなどのインターネットの利用度が高く、柔軟性

や開放性のある国々に分かれる。BRICs の国々にはそれぞれ個性があり、今後も安定的に発展するためには経済成長、インターネット利用を促進しつつも、柔軟性や開放性をどのように涵養していくかが、戦略となると思われる。それを補うためにはインスティテューションが重要な鍵であると考えられる。

## 4. 結論

### (1) 新たな知見

28ヶ国のデータを使って、主成分相関分析を行って「合成学習能力指標」を計測し、ICTの普及軌道を検証した。2つの主成分が TFP 成長率にどのように寄与しているか2つのグループで調べてみると、第一主成分は先進国のグループではマイナスに寄与し、BRICs を含むグループではプラスに寄与している。他方、第二主成分は先進国グループではプラスに寄与し、先進国でないグループではマイナスに寄与する。このことは IT 関係の指標は先進国でない国々にとって重要で、柔軟性、開放性などの指標は先進国ではより重要であることを示している。

BRICs の国々は人口が多く、国土の面積が広く、他の発展途上国を主導すると思われる。一方、新興勢力である NIEs の韓国やシンガポール (台湾はデータが不足であるため 28ヶ国に含まれていない) では、従来の先進国とは違った勢いを持っており、先進国グループ内での競争も熾烈だと思われる。

### (2) 今後の発展課題

まずは、BRICs の継続的な発展には、学習能力が重要であると考えられる。インターネット、柔軟性、開放性には学習能力と関係があると思われる。BRICs にとって、累積的学習により、先進国からのスピルオーバー技術の効果的活用が果られ、これから諸国との相互依存関係も構築される。BRICs は学習能力を向上させて、これらの技術を獲得していかなければならない。情報や社会文化の交流も重要であり、柔軟性や開放性が進展していこう。

BRICsの今後の発展は、技術開発を促すインスティテューショナル・ストラクチャーが重要となると思われる。

今後はスピルオーバーの比較というようなミクロの次元に立ち入った方向に進む予定である。

参考文献

- [1] C. Watanabe, K. Moriyama, K. Fukuda, Y. Tou and Y. Li, An Elucidation of the Role of Institutional Systems in Characterizing Technology Development Trajectories (7), 7th IIASA-TITech Technical Meeting 18 and 19 Sep. 2005, Laxenburg, Austria.
- [2] A. Gao, Interaction between ICT Development and Institutional Systems in China, Mater Thesis Submitted to Tokyo Institute of Technology (2005).
- [3] 門倉貴史、「図説 BRICS 経済 台頭するブラジル、ロシア、インド、中国のすべて」日本経済新聞社 (2005).

別添表1 TFP 成長率の計測

$$V = F(X, T)$$

$$T = \sum ICT \quad \Delta T = ICT$$

$$\frac{\Delta V}{V} = \sum \left( \frac{\partial V}{\partial X} \cdot \frac{X}{V} \right) \frac{\Delta X}{X} + \left( \frac{\partial V}{\partial T} \cdot \frac{T}{V} \right) \frac{\Delta T}{T}$$

$$\frac{\Delta TFP}{TFP} = \frac{\partial V}{\partial T} \cdot \frac{ICT}{V}$$

$$\frac{\partial \sum V}{\partial \sum ICT} = a \sum V \left( 1 - \frac{\sum V}{\sum V} \right)$$

$$\sum V = \frac{V}{\rho + g}$$

$$\sum ICT = \frac{ICT}{\rho' + g'}$$

$$\frac{\partial \frac{V}{\rho + g}}{\partial \frac{ICT}{\rho' + g'}} = a \frac{V}{\rho + g} \left( 1 - \frac{\rho + g}{\rho + g} \right)$$

$$\frac{\rho' + g'}{\rho + g} \cdot \frac{\partial V}{\partial ICT} = a \frac{1}{\rho + g} \cdot V \left( 1 - \frac{V}{\sum V} \right)$$

$$\frac{\partial V}{\partial ICT} = \frac{a}{\rho' + g'} \cdot V \left( 1 - \frac{V}{\sum V} \right)$$

$$\frac{\Delta TFP}{TFP} = \frac{\partial V}{\partial \sum ICT} \cdot \frac{ICT}{V} = \frac{\partial V}{\partial \frac{ICT}{\rho' + g'}} \cdot \frac{ICT}{V}$$

$$= (\rho' + g') \cdot \frac{\partial V}{\partial ICT} \cdot \frac{ICT}{V} = a V \left( 1 - \frac{V}{\sum V} \right) \cdot \frac{ICT}{V}$$

- V: GDP per capita (US\$ at 1995 PPPs);
- X: Labor and capital;
- T: ICT stock ( ?Σ ICT )
- ICT: ICT expenditure per capita (US\$ at 1995 fixed prices);
- TFP: Total Factor Productivity of ICT;
- a: Velocity of ICT dissemination;
- ΣV̄: Carrying capacity of cumulative GDP;
- p: Depretiation rate;
- g: Growth rate of GDP at initial period;
- P': Rate of obsolescence of ICT;
- g': Growth rate of ICT at initial period.

別添表2 28ヶ国の ICT による TFP 成長率支配インスティテューショナル要因 (主成分分析)

主成分得点		主成分No.1	主成分No.2
Australia	AU	2.69	1.48
Canada	CA	2.58	1.12
France	FR	-0.3	-2.61
Germany	DE	0.36	-1.96
Greece	GR	-0.54	-0.13
Italy	IT	-0.075	-1.1
Japan	JP	0.23	-2
Netherlands	NL	2.09	0.23
New Zealand	NZ	1.65	0.65
Norway	NO	1.39	-1.95
Spain	ES	-0.24	-0.58
Sweden	SE	2.02	-0.01
Switzerland	CH	0.46	-1.74
UK	UK	1.27	-0.48
USA	US	2.93	0.23
Korea	KR	0.78	-0.45
Singapore	SG	1.73	1.31
Brazil	BR	-0.96	2.13
China	CN	-2.19	0.21
India	IN	-2.46	2.81
Indonesia	ID	-3.1	-0.28
Malaysia	MY	-0.02	1.87
Mexico	MX	-2.55	-1.02
Philippines	PH	-1.44	1.36
Poland	PL	-1.88	-2.09
Russia	RU	-2.03	-0.9
Thailand	TH	-0.82	2.04
Turkey	TR	-1.6	1.84