Population Growth and North-South Uneven Development

佐々木 啓明*

報告日: 2010 年 9 月 25 日

*京都大学大学院経済学研究科

—本稿の目的と問題意識—

南北貿易を捉えた２国の規模効果のない non-scale growth モデル (以下, NSG モデル) を構築する.
このモデルを用いて以下の点について分析する.

- 人口成長率と１人当たり実質所得成長率の関係.
- 長期的な交易条件の動向.
- 均斉成長経路 (以下, BGP) および移行動学.

このモデルは, 以下の２つの経験的事実と整合的である.

1. １人当たり所得成長率は国ごとに異なる.
2. 人口成長率と１人当たり実質所得成長率の関係は先進国と途上国では異なる.

—先行研究—

世界の所得格差は拡大も縮小もしていないとの立場から, 各国の成長率が等しくなるモデルを構築した先行研究.

Acemoglu and Ventura (2002, QJE): 各国はAKモデル. 生産性の高い国は輸出財の相対価格が低く, 生産性の低い国は輸出財の相対価格が高い. この交易条件効果によって, 世界均衡では各国の成長率が均等化.

Felbermayr (2007, OEP): 資本が豊富な北と資本が希少な南の南北モデル. 投資財の生産は規模に関して収穫一定(AK), 消費財の生産は規模に関して収穫逓減. 北は消費財に, 南は消費財に特化する. BGPでは, 両国の成長率が均等化. さらにBGPでは, 南の交易条件が改善しつづける.

—世界の所得分布—

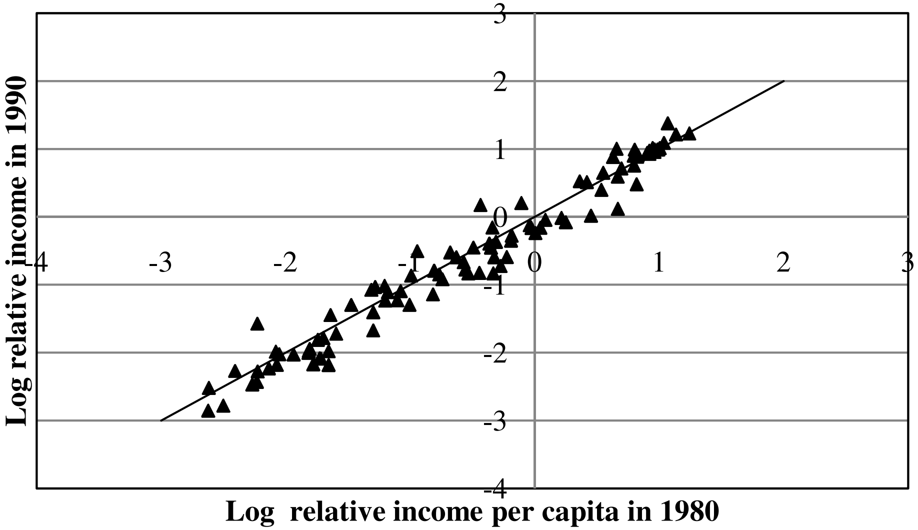

Figure 1: 1980 年と 1990 年の１人当たり所得の比較

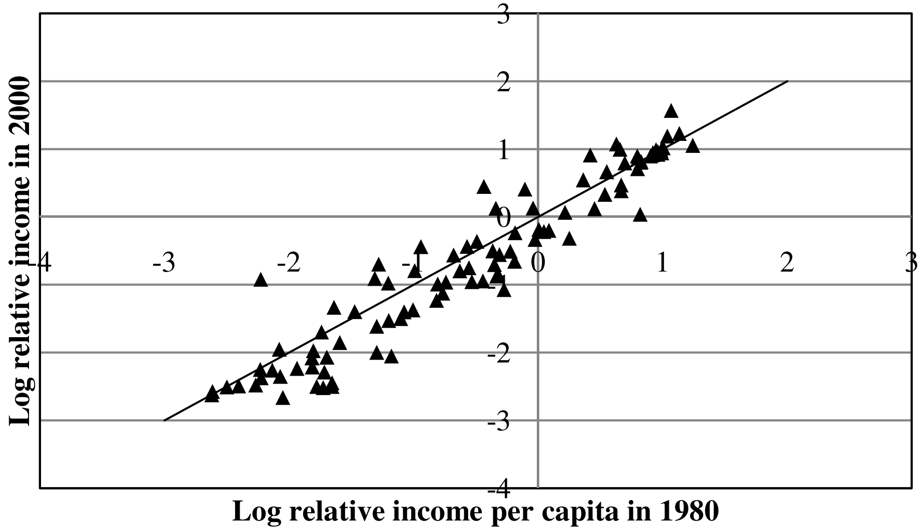

Figure 2: 1980 年と 2000 年の１人当たり所得の比較

世界の所得格差が 1980 年と 1990 年, あるいは 1980 年と 2000 年で変わらないのであれば, 各国は 45° 線上に乗る.

1980 年から 2000 年の 20 年間で明らかに所得格差が拡大している.

—本稿の立場—

世界の所得格差は拡大しつつあるとの立場から, 各国の成長率が異なるモデルを構築.

さらに, Acemoglu and Ventura (2002) および Felbermayr (2007) では考慮されていない人口成長を導入する.

そのために, 規模効果のないNSG モデルに基づく.

しかし, NSG モデルには, 人口パズルという問題がある.

■ 人口パズル(Goodfriend and McDermott 1995, AER)
NSG モデルによると, 人口成長率が高いほど 1 人当たり所得成長率が高くなるが, 現実ではそれほどはっきりした関係はない.

―人口成長率と1人当たり所得成長率の関係―

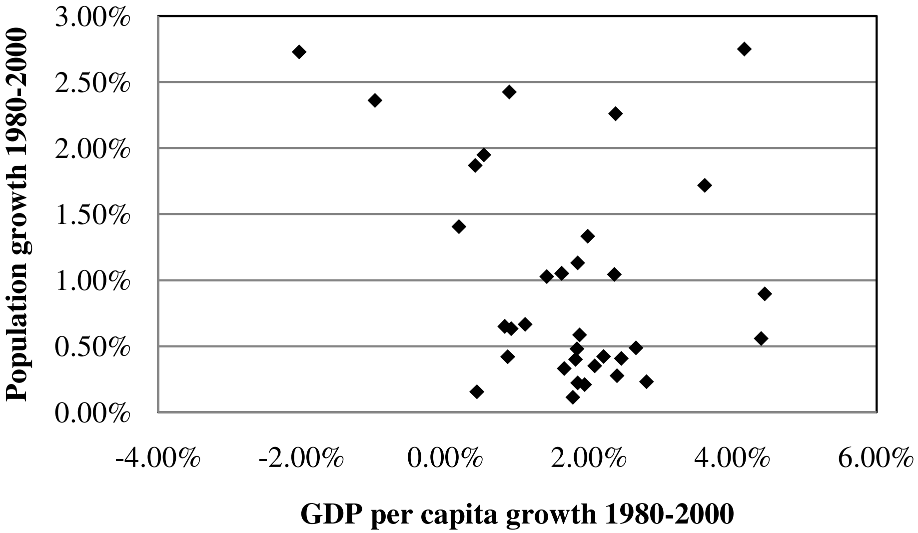

Figure 3: 世界平均以上の国における人口成長率と1人当たり所得成長率の関係(1980–2000)

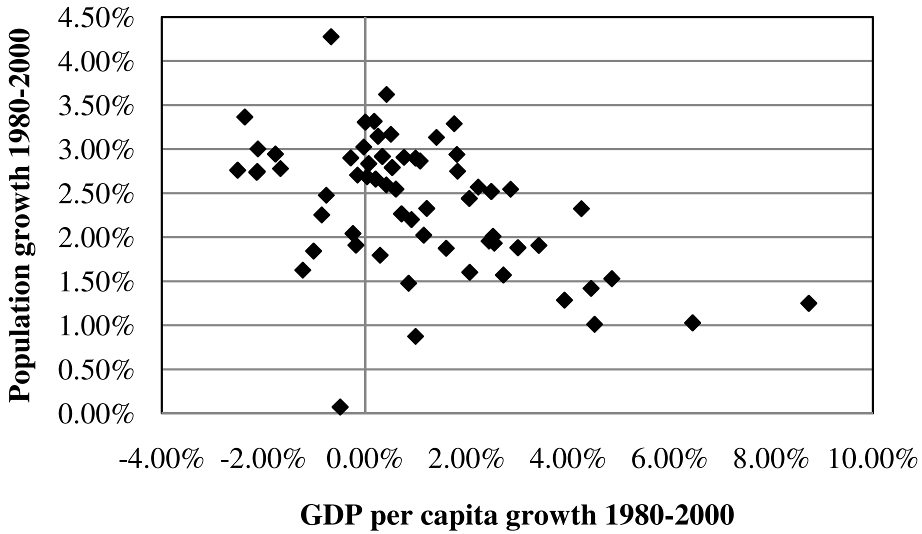

Figure 4: 世界平均以下の国における人口成長率と1人当たり所得成長率の関係(1980–2000)

所得上位国ではあいまいな関係(Fig. 3).
所得下位国では負の相関(Fig. 4).

—本稿のモデルの特徴—

以上のことから, 先進国(北)と途上国(南)の非対称性を考慮したモデルを構築する.

1. 北の生産関数は規模に関して収穫逓増, 南の生産関数は規模に関して収穫逓減.
2. 北で生産された財は両国で消費と投資に使われる.
3. 南で生産された財は両国で消費と北で原料として使われる.
4. 両国とも人口成長率は厳密に正.
5. 競争均衡について分析する.

—モデル—

北の生産関数.

$$X_N = B_N K_N^{1-\mu-\beta} L_N^{\mu} M^{\beta}, \quad 0 < \mu < 1,\ 0 < \beta < 1,\ \mu + \beta < 1. \tag{1}$$

X_N: 産出, B_N: 外部効果, K_N: 資本ストック, $L_N = e^{n_N t}$: 労働 (n_N: 人口成長率), M: 輸入原料. B_N が一定なら規模に関して収穫一定.

B_N は資本蓄積によって増大.

$$B_N = A_N K_N^{\theta}, \quad 0 < \theta < 1. \tag{2}$$

A_N: TFP, θ: 外部性の程度. 以下では, $\theta \le \mu$ を仮定.

(1) 式と (2) 式より, 北の生産関数は規模に関して収穫逓増.

南の生産関数.

$$Y_S = A_S K_S^{1-a-b} L_S^a T^b, \quad 0 < a < 1,\ 0 < b < 1,\ a + b < 1. \tag{3}$$

Y_S: 産出, A_S: TFP, K_S: 資本ストック, $L_S = e^{n_S t}$: 労働 (n_S: 人口成長率), T: 土地. 規模に関して収穫一定.

土地は固定的生産要素とし, $T = 1$ とおく.
これより (3) 式は $Y_S = A_S K_S^{1-a-b} L_S^a$ となり, 規模に関して収穫逓減.

利潤最大化により, 以下の関係式が得られる. 北に関して, $w_N = \mu X_N / L_N$, $p = \beta X_N / M$, $r_N = (1 - \mu - \beta) X_N / K_N$, 南に関して, $w_S = p a Y_S / L_S$, $r_S = p(1 - a - b) Y_S / K_S$, $q = p b Y_S / T$. 北の企業は B_N を外生所与とみなしている (マーシャル外部性). ここで, $p = p_S / p_N$: 南の交易条件, w_i: 賃金, r_i: 資本レンタル, q: 土地レンタル.

代表的家計の生涯効用.

$$U_N = \int_0^\infty [\gamma \ln(C_N^S/L_N) + (1-\gamma)\ln(C_N^N/L_N)] \exp[-(\rho_N - n_N)t]\, dt,\ \rho_N > n_N, \tag{4}$$

$$U_S = \int_0^\infty [\gamma \ln(C_S^S/L_S) + (1-\gamma)\ln(C_S^N/L_S)] \exp[-(\rho_S - n_S)t]\, dt,\ \rho_S > n_S. \tag{5}$$

C_i^j: j財のi国の消費量, ρ_i: 時間選好率. 1人当たり実質消費は$c_N \equiv C_N/L_N = (C_N^S/L_N)^\gamma (C_N^N/L_N)^{1-\gamma}$, $c_S \equiv C_S/L_S = (C_S^S/L_S)^\gamma (C_S^N/L_S)^{1-\gamma}$.

予算制約式.

$$(K_N \dot{/} L_N) = (r_N - n_N)(K_N/L_N) + w_N - (C_N^N/L_N) - p(C_N^S/L_N), \tag{6}$$

$$(K_S \dot{/} L_S) = (r_S - n_S)(K_S/L_S) + w_S + q(T/L_S) - (C_S^N/L_S) - p(C_S^S/L_S). \tag{7}$$

財市場の均衡条件.

$$\text{Good N} : X_N = C_N^N + C_S^N + I_N + I_S, \tag{8}$$

$$\text{Good S} : Y_S = C_N^S + C_S^S + M. \tag{9}$$

I_i: 実質投資.

貿易収支均衡条件は, $pC_N^S + pM = C_S^N + I_S$.

—動学方程式—

動学的最適化問題を解くと, 以下の４本の動学方程式が得られる.

$$\frac{\dot{K}_N}{K_N} = (1-\beta)\frac{X_N}{K_N} - \frac{1}{1-\gamma}\frac{C_N^N}{K_N}, \tag{10}$$

$$\frac{\dot{K}_S}{K_S} = \frac{pY_S}{K_S} - \frac{1}{1-\gamma}\frac{C_S^N}{K_S}, \tag{11}$$

$$\frac{\dot{C}_N^N}{C_N^N} = (1-\mu-\beta)\frac{X_N}{K_N} - \rho_N + n_N, \tag{12}$$

$$\frac{\dot{C}_S^N}{C_S^N} = (1-a-b)\frac{pY_S}{K_S} - \rho_S + n_S. \tag{13}$$

—各変数のBGP成長率—

BGPでは各変数が一定率で成長する. (10)–(13) 式を用いてBGP成長率を計算していく.

両国の資本ストック成長率は等しく, つぎのようになる.

$$g^*_{K_N} = g^*_{K_S} = \phi n_N + \psi n_S, \tag{14}$$

where $\phi \equiv \dfrac{\mu}{\beta(a+b)+(\mu-\theta)} > 0,\ \psi \equiv \dfrac{\beta a}{\beta(a+b)+(\mu-\theta)} > 0.$

両国の人口成長率に関して増加.

交易条件変化率はつぎのようになる.

$$g_p^* = \delta n_N + \varepsilon n_S, \tag{15}$$

$$\text{where } \delta \equiv \frac{\mu(a+b)}{\beta(a+b)+(\mu-\theta)} > 0,\ \ \varepsilon \equiv -\frac{a(\mu-\theta)}{\beta(a+b)+(\mu-\theta)} < 0. \tag{16}$$

これより, 以下の命題が得られる.

■ 命題1

BGPにおける交易条件変化率は正にも負にもなりうる. いずれにせよ, 交易条件は変化しつづける. さらに, 北(南)の人口成長率の上昇は, 南(北)の交易条件変化率を改善する.

両国の実質国民所得成長率と実質消費成長率は等しく, つぎのようになる.

$$g^*_{\mathrm{NI},N} = g^*_{\mathrm{NI},S} = g^*_{C_N} = g^*_{C_S} = \underbrace{\frac{\mu[1-\gamma(a+b)]}{\beta(a+b)+(\mu-\theta)}}_{+} n_N + \underbrace{\frac{a[\beta+\gamma(\mu-\theta)]}{\beta(a+b)+(\mu-\theta)}}_{+} n_S, \tag{17}$$

両国の人口成長率に関して増加.

実質値を求める際, 消費者物価指数 $p_C = \gamma^{-\gamma}(1-\gamma)^{-(1-\gamma)}p^{\gamma}$ でデフレートしている.

各国の構造が異なっていても経済成長率が等しくなるという結果は, 先述した Acemoglu and Ventura (2002), Felbermayr (2007) と同様.

—1 人当たり実質所得成長率—

両国の経済成長率が等しいということは, 各国の人口成長率の違いが各国の 1 人当たり実質所得成長率に反映されるということ.

$$g^*_{y_N} = \frac{\theta - (a+b)(\beta + \gamma\mu)}{\underbrace{\beta(a+b) + (\mu - \theta)}_{+/-}}\, n_N + \frac{a[\beta + \gamma(\mu - \theta)]}{\underbrace{\beta(a+b) + (\mu - \theta)}_{+}}\, n_S, \tag{18}$$

$$g^*_{y_S} = \frac{\mu[1 - \gamma(a+b)]}{\underbrace{\beta(a+b) + (\mu - \theta)}_{+}}\, n_N - \frac{(\mu - \theta)(1 - a\gamma) + \beta b}{\underbrace{\beta(a+b) + (\mu - \theta)}_{+}}\, n_S. \tag{19}$$

$n_N < n_S$ ならば, $g^*_{y_N} > g^*_{y_S}$ が成立.

(18) 式と (19) 式より, 以下の命題が得られる.

■ 命題2

北の１人当たり実質所得成長率は, (i) 正にも負にもなりうる, (ii) 北の人口成長率に関して増加にも減少にもなりうる, (iii) 南の人口成長率に関して増加, (iv) 北の人口成長率がゼロでも正になりうる.

■ 命題3

南の１人当たり実質所得成長率は, (i) 正にも負にもなりうる, (ii) 南の人口成長率に関して減少, (iii) 北の人口成長率に関して増加, (iv) 南の人口成長率がゼロでも正になりうる.

生産面で不利な国であっても, 交易条件効果を通じて, 持続的な経済成長を達成可能という結果は, Felbermayr (2007), Álvarez-Albelo and Perera-Tallo (2008, RIE) と同様.

$g_p^* > 0$となる条件は,

$$\frac{n_N}{n_S} > \underbrace{\frac{a(\mu - \theta)}{\mu(a+b)}}_{\geq 0}. \tag{20}$$

$g_{y_S}^* > 0$となる条件は,

$$\frac{n_N}{n_S} > \underbrace{\frac{(\mu - \theta)(1 - a\gamma) + \beta b}{\mu[1 - \gamma(a+b)]}}_{>0}. \tag{21}$$

(21) の右辺は(20) の右辺より大きい $\Longrightarrow$ $g_p^* > 0$ は$g_{y_N}^* > 0$の必要条件.

相対的な人口成長n_N/n_S の大きさが重要. 現実では, n_S は低下しているが, n_Nがそれ以上に低下すると, n_N/n_S は低下するので, 南の経済発展にとっては障害となる.

—7 つのケース—

Table 1: g_p^*, $g_{y_N}^*$, $g_{y_S}^*$, $\partial g_{y_N}^*/\partial n_N$ の組み合わせ

	g_p^*	$g_{y_N}^*$	$g_{y_S}^*$	$\partial g_{y_N}^*/\partial n_N$
Case 1	$+$	$+$	$+$	$+$
Case 2	$+$	$+$	$+$	$-$
Case 3	$+$	$+$	$-$	$+$
Case 4	$+$	$+$	$-$	$-$
Case 5	$+$	$-$	$-$	$-$
Case 6	$-$	$+$	$-$	$+$
Case 7	$-$	$+$	$-$	$-$

$g_p^* \gtrless 0$, $g_{y_N}^* \gtrless 0$, $g_{y_S}^* \gtrless 0$, $\partial g_{y_N}^*/\partial n_N \gtrless 0$ となるので, $2^4 = 16$ 通りが考えられるが, 実際には7通りがありうる.

—移行動学の分析—

パラメータ変化前の定常状態から変化後の定常状態への移行動学を数値シミュレーションにより分析する. 相対所得y_S/y_N, 1人当たり実質所得成長率g_{y_i}, 交易条件$p \equiv p_S/p_N$, これらの動学について調べる.

以下の4つのシナリオのうちシナリオ2と4を取り上げる.
シナリオ**1** : 南のk_Sが定常状態の半分の値から出発した場合.
シナリオ**2** : 両国の人口成長率がともに10分の1になった場合.
シナリオ**3** : 北のTFP水準が1.5倍になった場合.
シナリオ**4** : 南のTFP水準が1.5倍になった場合.
さらに, Table 1のCase 1を分析する.

$$A_N = 1,\ A_S = 1,\ \mu = 0.5,\ \beta = 0.25,\ \theta = 0.3,\ a = 0.4,\ b = 0.2,$$

$$n_N = 0.02,\ n_S = 0.03,\ \rho_N = 0.03,\ \rho_S = 0.04,\ \gamma = 0.4.$$

Scale-adjusted 変数の設定: $\pi \equiv p/(L_N^{\delta}L_S^{\varepsilon})$, $k_N \equiv K_N/(L_N^{\phi}L_S^{\psi})$, $k_S \equiv K_S/(L_N^{\phi}L_S^{\psi})$, $c_N^N \equiv C_N^N/(L_N^{\phi}L_S^{\psi})$, $c_S^N \equiv C_S^N/(L_N^{\phi}L_S^{\psi})$.

$$\dot{k}_N = k_N\left[A_N(1-\beta)\beta^{\frac{\beta}{1-\beta}}\pi^{-\frac{\beta}{1-\beta}}k_N^{\frac{\theta-\mu}{1-\beta}} - \frac{1}{1-\gamma}\frac{c_N^N}{k_N} - \phi n_N - \psi n_S\right], \tag{22}$$

$$\dot{k}_S = k_S\left[A_S\pi k_S^{-a-b} - \frac{1}{1-\gamma}\frac{c_S^N}{k_S} - \phi n_N - \psi n_S\right], \tag{23}$$

$$\dot{c}_N^N = c_N^N\left[A_N(1-\mu-\beta)\beta^{\frac{\beta}{1-\beta}}\pi^{-\frac{\beta}{1-\beta}}k_N^{\frac{\theta-\mu}{1-\beta}} - \rho_N - \phi n_N - \psi n_S + n_N\right], \tag{24}$$

$$\dot{c}_S^N = c_S^N\left[A_S(1-a-b)\pi k_S^{-a-b} - \rho_S - \phi n_N - \psi n_S + n_S\right], \tag{25}$$

$$A_S\pi k_S^{1-a-b} - \frac{\gamma}{1-\gamma}(c_N^N + c_S^N) = A_N\beta^{\frac{1}{1-\beta}}\pi^{-\frac{\beta}{1-\beta}}k_N^{\frac{1-\beta+\theta-\mu}{1-\beta}} \Longrightarrow \pi = \pi(\underset{+}{k_N}, \underset{-}{k_S}, \underset{+}{c_N^N}, \underset{+}{c_S^N}), \tag{26}$$

—シナリオ 2—

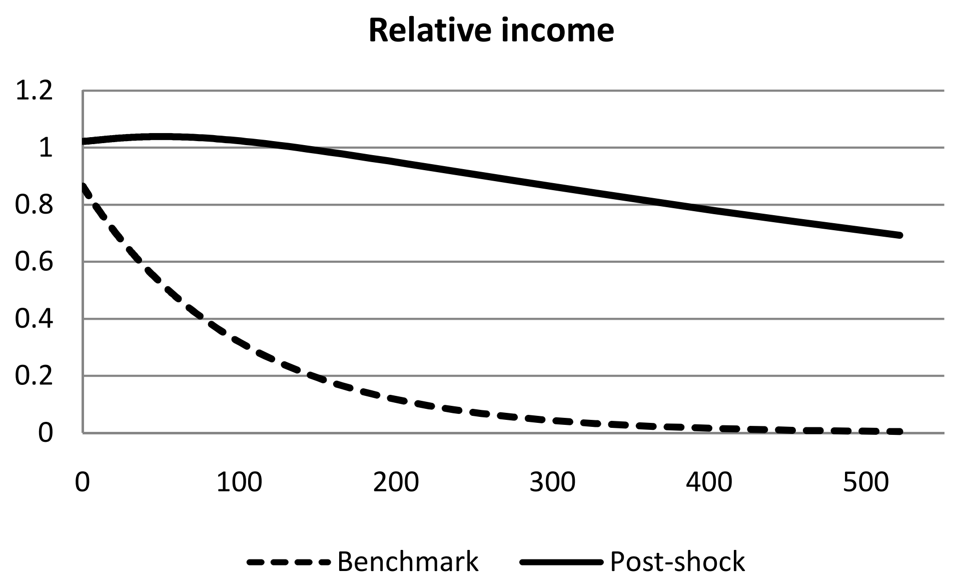

Figure 5: 人口成長率の低下

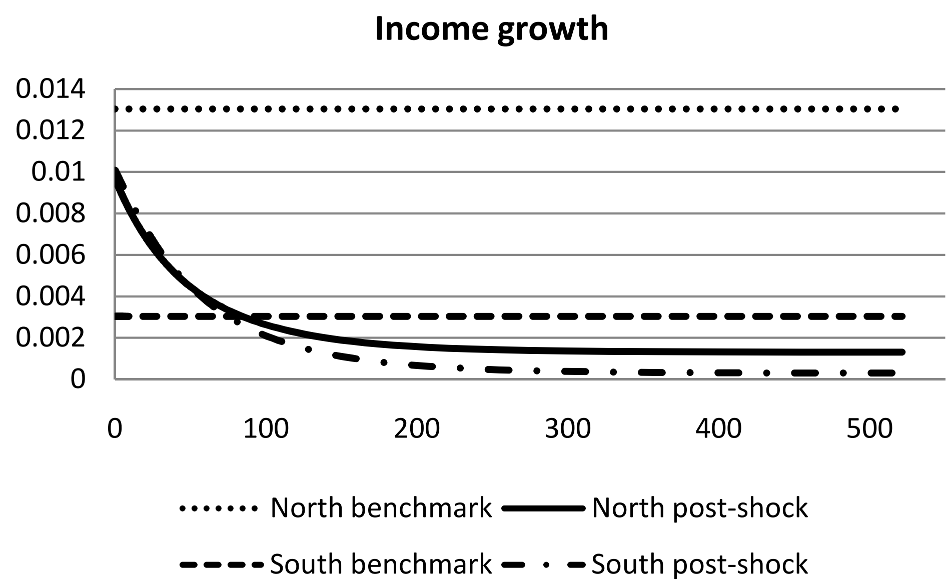

Figure 6: 人口成長率の低下

両国の人口成長率がともに10分の1になるので, 相対所得のBGP成長率はベンチマークと同じになる. しかし, 相対所得の低下はかなり緩やかになる. この意味で, 北の人口成長率が低下していても, 南の人口成長率が低下することは, 2国間の所得格差縮小に貢献する.

—シナリオ4—

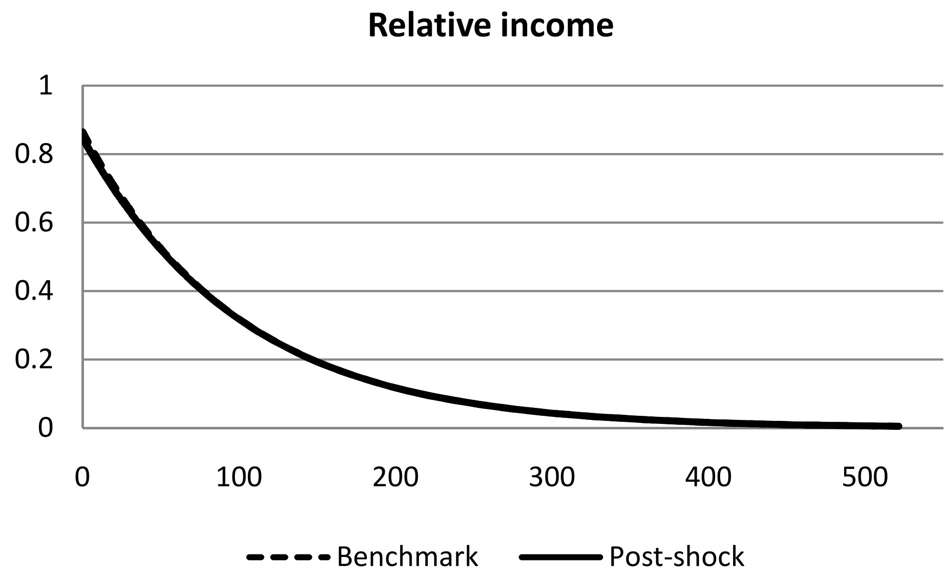

Figure 7: 南のTFPの上昇

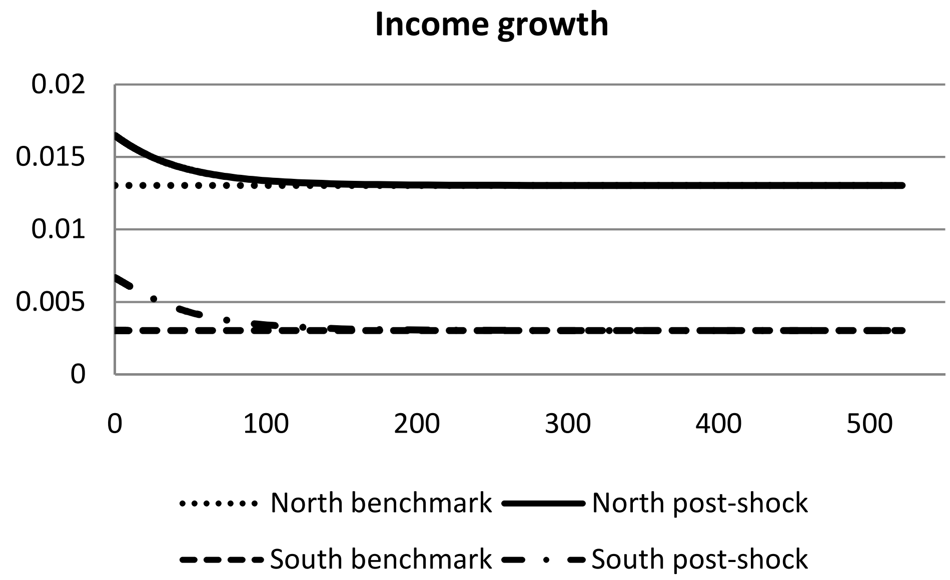

Figure 8: 南のTFPの上昇

相対所得は若干低下する. 所得水準自体は, 両国ともベンチマークより時間を通じて増大する. 南の交易条件は時間を通じて悪化する.

北で技術進歩が生じても同様. ただし, 交易条件は改善.

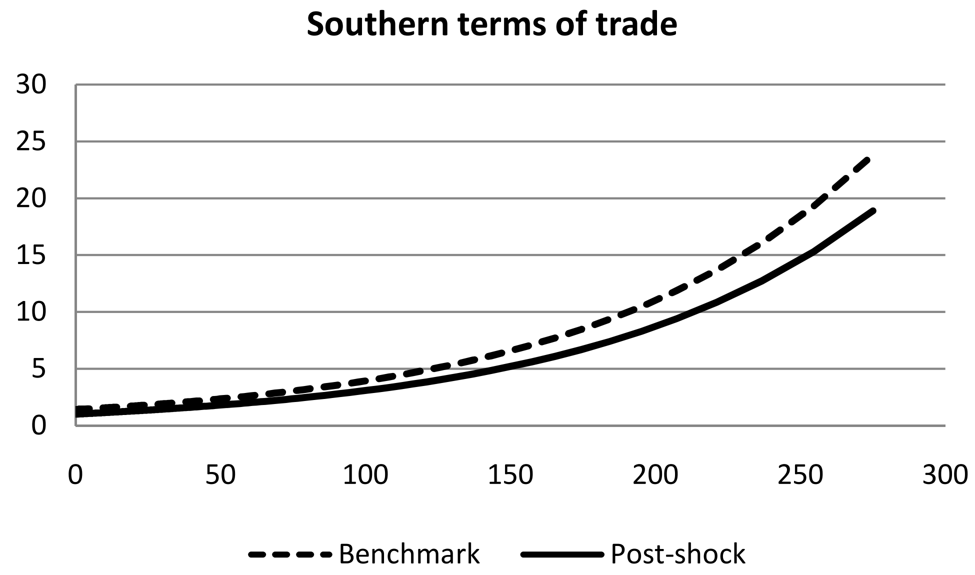

Figure 9: 南のTFPの上昇

—結論—

- 南の交易条件が改善しつづけるならば, たとえ南の生産技術が規模に関して収穫逓減であっても, 南の1人当たり所得成長率はプラスになりうる.

- 南において人口成長率と1人当たり所得成長率の関係は負に, 北においては正にも負にもなるので, すべての国をひとまとめにした実証分析の結果があいまいになるのは当然だろう.

- 南の1人当たり所得成長率がプラスになっても, それは北の成長率より低いので, 南は北にキャッチ・アップすることができず, 不均等発展は依然として消えない.