Kobe University Repository : Kernel

PDF issue: 2026-11-24

# 人口動態が経済変動と成長に与える影響とその相互作用に関する理論的・実証的研究

南村，圭哉

(Degree)
博士（経済学）

(Date of Degree)
2015-03-25

(Date of Publication)
2017-03-25

(Resource Type)
doctoral thesis

(Report Number)
甲第6419号

(URL)
https://hdl.handle.net/20.500.14094/D1006419

※ 当コンテンツは神戸大学の学術成果です。無断複製・不正使用等を禁じます。著作権法で認められている範囲内で、適切にご利用ください。

博　士　論　文

平成 26 年 12 月

神戸大学大学院経済学研究科

経済学専攻

指導教員　中村　保

南村　圭哉

博　士　論　文

# 人口動態が経済変動と成長に与える影響とその相互作用に関する理論的・実証的研究

平成 26 年 12 月

神戸大学大学院経済学研究科

経済学専攻

指導教員　中村　保

南村　圭哉

# 目 次

**第 1 章　人口動態と経済変動及び経済成長：取り上げる問題　1**

**第 2 章　人口移動・出生率と地域及びマクロ経済の発展：空間経済モデルによるアプローチ　4**

2.1　はじめに . . . . . 4
2.2　モデル . . . . . 9
2.2.1　選好と需要 . . . . . 9
2.2.2　生産 . . . . . 12
2.2.3　均衡 . . . . . 13
2.2.4　集積の力：価格指数効果と自国市場効果 . . . . . 15
2.3　人口動態分析に対するモデルの拡張 . . . . . 16
2.3.1　人口動学 . . . . . 16
2.3.2　地域間の人口移動の動学 . . . . . 17
2.3.3　定常状態 . . . . . 18
2.4　数値例 . . . . . 19
2.4.1　2 地域の場合 . . . . . 19
2.4.2　人口規模と空間構造に対する経済統合の影響 . . . . . 24
2.4.3　多数地域の場合 . . . . . 28
2.5　結論 . . . . . 30

**第 3 章　死亡率の変化が経済成長及びそのプロセスに与える影響：理論と実証　31**

3.1　はじめに . . . . . 31
3.2　モデル . . . . . 34

3.2.1 生産 . . . . . 35
3.2.2 家計 . . . . . 35
3.2.3 総物的資本と総人的資本 . . . . . 37
3.2.4 一人当たり産出に対する死亡率の変化の効果 . . . . . 41
3.2.5 数値例 . . . . . 42
3.3 実証分析 . . . . . 46
3.3.1 実証の枠組みと識別 . . . . . 46
3.3.2 データ . . . . . 48
3.3.3 結果とインプリケーション . . . . . 49
3.4 結論 . . . . . 55

**第 4 章 経済と結婚率及び出生率：選好の内生的変化を考慮した分析 56**
4.1 はじめに . . . . . 56
4.2 主体 . . . . . 57
4.2.1 比較静学 . . . . . 62
4.2.2 主体の子供に対する選好 . . . . . 65
4.3 生産 . . . . . 66
4.4 動学 . . . . . 67
4.5 シミュレーション (男性の生産性 (賃金) 上昇の効果) . . . . . 70
4.6 結論 . . . . . 73

**第 5 章 得られた結論と残された課題 75**

# 第1章　人口動態と経済変動及び経済成長：取り上げる問題

Malthus (1798) が指摘したように, 人口動態は経済状態 (例えば, 所得, 商品価格また経済発展の水準) に依存すると多くの経済学者は考えてきた. また人口規模, 人口の年齢構成, 死亡率および移動による人口変化などはその経済における生産活動に影響を与える. つまり人口動態は経済活動に影響を与え, 経済活動もまた人口動態に影響を与えるのである. よって人口動態と経済との間の相互依存関係を理解することは両者を分析するに当たり非常に重要な意味を持つ. 近年, 人口動態と経済活動は劇的な変化が起きている. 例えば, 人口動態における変化には, 世界的な合計特殊出生率の低下, 平均寿命の延び (死亡率の低下), 人々の地域間移動の活発化などによる人口集中がある. また経済活動における変化には, 地域間貿易の活性化や高い経済成長が挙げられる. この博士論文においては近年大きく変化してきた人口動態と経済活動の関係について, いまだ解決されていない 3 つの問題について取り上げていく.

まず 2 章では, Goto and Minamimura (2014) におけるモデルを用いて, 人口移動・出生率と地域及びマクロ経済の発展について取り上げる. 近年, 人口規模の増加および経済統合による地域間の人や物の移動の活性化が起こっている. しかしながら経済分析の多くは, 国レベルの人口変化もしくは地域間の移動だけに焦点を当てている. それゆえ, 出生や死亡によってもたらされる人口の自然変化は移動によってもたらされる社会変化とは独立に分析されてきた. このことは現在の経済活動を考える上では不十分である. 特に, 2 章において示されるように, 各地域において出生率, 人口, また人の流出入は大きく異なっており, このような現象について説明される経済分析はあまり行われてこなかった. 2 章においては, Goto and Minamimura (2014) を用いて, 上記の

現象を説明する. 特に, 近年大きく進む経済統合が地域や経済全体の人口にどのような影響を与えるのか考察する. 2 章で明らかになるが, 人々が地域間を移動できない場合, 初期人口による地域間の違いは長期的にはなくなる. 一方で, 移動が行われる場合, 地域間のわずかな違いだけでも, 移動による人口集中が起きる. さらに, 人口が集中している地域においてはより高い実質所得を持つので, 低い出生率と正の純流入という性質を持つこととなる. これらのことが長期において地域ごとの人口変化と経済状態に大きな違いをもたらし, 現実に観察される出生率, 人口分布, 人の流出入の違いが説明されることとなる. また経済統合が, 地域間のさらなる違いを生み出すことも示す.

3 章では Minamimura and Yasui (2014) を用いて, 死亡率の変化が経済成長及びそのプロセスに与える影響について取り上げ, 死亡率の低下が一人当たり所得を増加させるかどうかを考察する. Acemoglu and Johnson (2007) は寿命の改善は人口成長には正の効果を持つが一人当たり GDP には負の効果を持つという結論を導いた. このことは, 理論的には希釈効果と呼ばれもので正当化される. 希釈効果とは人口成長が一人当たりの土地と一人当たり物的資本を減少させ, 一人当たり所得を減少させるという効果である. 一方で, 特に先進国においては, 成長のエンジンとして土地や物的資本より人的資本の重要性が増していることを示唆している (例えば, Jones and Romer (2010)) 文献がある. そこで, 物的資本蓄積が人的資本蓄積によって内生的に切り替わり, 死亡率の変化がその切り替わりの過程に影響を与える成長モデルを展開し, 理論的また実証的に, 死亡率の低下が一人当たり所得にどのように影響を与えるのかを考察する. Minamimura and Yasui (2014) は発展過程における死亡率の変化の効果を考慮に入れるために Galor and Moav (2004) のモデルを拡張している. 2 つの主な結論は (i) 死亡率の低下はこの切り替えを促進し (ii) 発展過程の段階において一人当たり所得に対する死亡率の低下の効果が異なるということである. 特にここでは, 物的資本と人的資本の間の非対称性に焦点を当てている. ここでいう非対称性とは、物的資本は生き残っている家計のメンバーに残されるが, 人的資本はもし投資者が死ぬと投資者自身に体現化されているため, 生存している家計のメンバーに持ち越すことができないという性質であり, 高い死亡率は主体に物的資本と人的資本の代替を起こさせる. このモデルにおいては, 発展段階に沿って物的資本のみが蓄積されるレジームから物的資本と人的資本の両方を蓄積するレジームに経済が切り替わる. 物的資本のみが蓄積されるレジームでは, 死亡率の低下は物的資本における希釈効果によって一人当たり所得

を低下させる. 一方, 物的資本と人的資本両方が蓄積されるレジームにおいては, 別の効果が存在する. 死亡率の低下が将来に持ち越せる人的資本量を増やし, 経済成長を促進させる. このことは, 国において一人当たり所得に対する死亡率の効果の異質性が存在することを意味し, 国の教育水準がより高ければ, 死亡率の低下が一人当たり所得を増加させやすいということである. この章の実証パートでは, Acemoglu and Johnson (2007) と同じデータと識別方法を用いて, 理論で導出された仮説の検証を行う. ただし Acemoglu and Johnson (2007) とは離れ, すべての国が同じ成長レジームであるという仮定を緩める. そのため, ここでは有限混合モデル (Finite Mixture Model (FMM)) アプローチを用いる. この手法で, 高い教育レジームにある国々と低い教育レジームにある国々における, 一人当たり所得に対する死亡率の効果が異なるかどうかを調べる. そこで理論パートから導出された死亡率の効果の異質性を支持する実証結果を示す.

4 章では, 経済と結婚率及び出生率の変化について取り上げる. 近年出生率および結婚率が先進諸国において低下傾向を示している. この章においては, この問題に対して, 経済主体の子供に対する選好の異質性を考え, 時間とともに異質なタイプのシェアが内生的に変化することによる影響を考える. そのために Gobbi (2013) において扱われているモデルに, 結婚の意思決定を導入する. これは結婚の意思決定が家計を形成する上で重要な要素であり, また結婚が子供を持つかどうかに大きな影響を与えるためである. 4 章で示されるように, より子供を持ちたい主体が多い場合においても, ある一定割合で子供をあまり持ちたがらない主体が生まれてくることにより, 経済全体の結婚率や平均出生率が低下することが示される. またシミュレーション分析によって男性の賃金率が上昇した時, 結婚がしにくくなるため結婚率が低下し, その後主体の割合が変化することにより, さらに結婚率が低下することを示す. また男性の賃金上昇によって, 結婚のしやすさが変化する場合においては結婚がしにくくなるため, 平均出生率の上昇を抑制する効果が働くことを示す.

5 章では, 得られた結論と残された課題を述べる.

# 第2章　人口移動・出生率と地域及びマクロ経済の発展：空間経済モデルによるアプローチ

## 2.1　はじめに

この章では Goto and Minamimura (2014) のモデルを用いて, 地域における人口動態と経済活動との相互依存関係を考える. 1798 年にマルサスは人口成長が土地の力によって抑制されることを指摘した[1]. それ以降, 経済学者は人口動態と経済についての多くの研究を行ってきた. 例えば, マクロ経済学では, 出生率と経済成長の間に負の関係についての研究を[2], 新経済地理学 (New Economic Geography) では人口集中についての研究が行われてきた[3]. しかしながら, 多くの場合, 国レベルの人口変化だけ (例えば, 地域間の移動を無視している) もしくは移動だけ (例えば, 出生と死亡を無視している) に焦点を当てている. それゆえ, いくつかの例外を除いて, 出生や死亡によってもたらされる人口の自然変化は, 移動によってもたらされる社会変化とは別に分析されてきた. この章においては, このギャップを埋めるため, 人口の自然変化と社会変化を考

[1]マルサスは人口成長の過程がロジスティクス曲線の形を取ることを最初に指摘した人物である. このモデルにおいては土地は扱わないが, 経済全体の人口成長の経路はロジスティクス曲線の形を取り, それが市場によってもたらされることを示す.

[2]Galor and Weil (1996) は経済成長が進むに従って女性の賃金率が上がり, 子育ての機会費用が上昇し出生率が低下することを論じている. また Becker et al. (1990) は経済成長が進むにつれて人々が人的資本により多く投資し, より少ない子供を持つことを述べている.

[3]新経済地理学における詳細は, Fujita et al. (1999) を見よ.

慮したモデルを考える[4]. マルサスの時代, 地域間における人々の移動と物の移動が難しかったことは容易に想像出来る. これは分析において移動の排除を正当化するものであるかもしれない. しかし, この分析方法は現在の経済を考える際には適切でない. 今では経済統合が進み地域間の人々と物の移動をより容易にしている. それにもかかわらず, 人口成長における経済研究の多くはこの側面を無視している. 同じように, 経済統合についての分析 (例えば, 新経済地理学) においても多くの場合, 人口成長は無視してきた. これらを考慮しないことが人口変化における経済統合の影響を不正確にしている. それゆえ, この章では経済統合と人口変化両方の関係を取り入れて調べる.

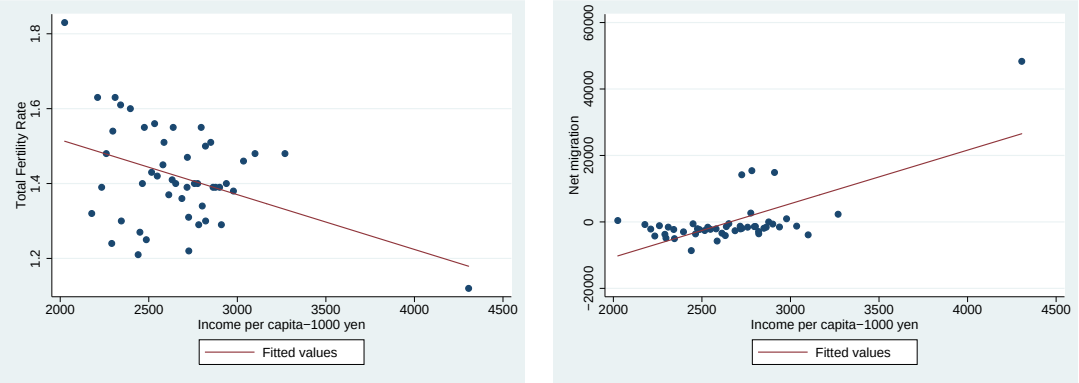
まず地域間の人口変化を描写するモデルを構築するため, 3 つの重要な現象を述べる. 最初に, 人口変化と経済状態は地域間で大きく異なっているということである. 図 2.2.1(a) は 2010 年の日本の 47 都道府県における合計特殊出生率と, 一人当たり県民所得との間の関係を描いている[5]. この図は一人当たり県民所得がより高い地域においてはより低い合計特殊出生率となる傾向があることを示している[6]. 他方で, 純流入はより一人当たり県民所得が高い地域において高くなる傾向がある (図 2.2.1(b)). このことより, より高い一人当たり県民所得は地域間の人口変化に 2 つの異なった効果をもたらすことが分かる：より低い出生率とより高い純流入である. 2 つ目の重要な現象は, 地域間の人口分布が大きく変化しているということである. 図 2.2 では 1947 年から 2010 年までの日本におけるジニ集中係数を描いている. ジニ集中係数はこの期間において上昇傾向を示している (この傾向は他国においても観察される)[7]. このトレンドは地域に渡る不平等な人口分布が時間とともに大きくなっていることを示しており, 人々がある特定の地域に集中していることを表している (例えば, 東京). 最後に, 合計特殊

[4]同じようなことは, Sato and Yamamoto (2005) と Sato (2007) によって述べられている. しかし, 彼らのモデルは市場によって調整される人口変化を描写していない.

[5]図 2.1 から図 2.3 のデータは Ministry of Health and Welfare (2014), Statistics Bureau and Communications (2013a) および Statistics Bureau and Communications (2013b) を用いている.

[6]一人当たり県民所得と合計特殊出生率の負の関係はたとえいくつかの外れ値 (例えば, 東京) を除いたとしても保持される. 図 2.2.1(b) と図 2.3 における関係性も同様である.

[7]ジニ集中係数はローレンツ曲線を用いて導かれる. ここでのローレンツ曲線は横軸に地域の総可住地面積の累積値, 縦軸に総人口の割合を取り描いたものである. 人口密度による順序ごとに地域シェアが測られている. ここでは日本の 47 都道府県を地域として用いているが, 沖縄は 1972 年までデータがないので除去されている. また 1975 年以前までは可住地面積のデータが利用できないので, 1975 年まで 1975 年のデータを可住地面積として用いている.




(a) 合計特殊出生率　　(b) 純流入

図 2.1：2010 年における日本の合計特殊出生率と純流入

出生率は地域ごとに異なるが, 国レベルでは低下しているということである. 図 2.2 は 1947 年から 2010 年までの日本の合計特殊出生率の推移を描いており, 負のトレンドを示している[8]. 特に, 合計特殊出生率の低下は人口集中とは逆のトレンドを持ち, Galor (2011) は経済発展が都市化の水準を高めることを指摘し, Schultz (1985) は都市化の進展が出生率を低下させることを指摘している.

この章におけるモデルを用いてこれらの現象を説明する. そのためにモデルには少なくとも 2 つの地域, 移動, 出生, 貿易を考える必要がある. この目的のために, ここでは (死亡は単純化のためにモデルから排除するが) 内生的な出生選択がある新経済地理学モデルを構築する. 新経済地理学モデルは人口分布と経済活動が地域の間で大きく異なっているかを説明するためのモデルである. 新経済地理学モデルでは, 実質所得はより人口が多い地域において高くなる傾向があり, 人々はより高い実質所得を得るためにそれらの地域に移動する. 図 2.3 は 2010 年の日本における人口集中と県民一人当たり所得の関係を示している. これはより人口が集中している地域ほど, より高い所得を得

[8] 1966 年に合計特殊出生率が急激に低下しているのは丙午のためである.

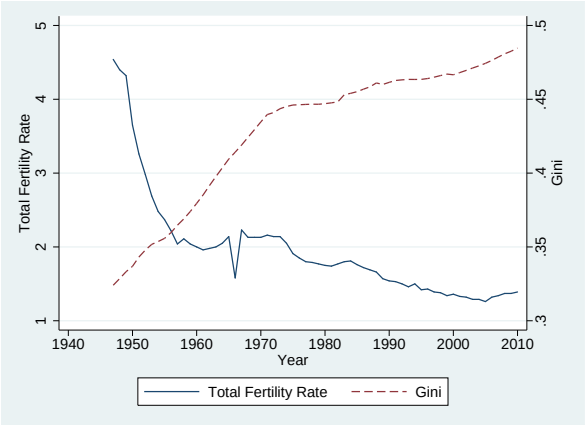



図 2.2：1947 年から 2010 年までの日本のジニ集中係数と合計特殊出生率

ているという傾向を示している．さらに, 図 2.2.1(b) に描かれているように, 純流入はより所得が高い地域において高くなる傾向がある．従って, 地域間の人口変化を描写するために新経済地理学モデルを用いることとする．また内生的な人口成長を分析するために, 親が子供の数から効用を得, 労働と子育てに時間を配分する Becker (1965) によって導入された枠組みを用いる[9]．ここでは消費財と子供の間の代替性が強い場合を考える．これにより, 実質賃金の増加は消費財の価格に比べ子供を育てる機会費用を増加させ, 出生率を低下させる．新経済地理学モデルは Dixit and Stiglitz (1977) 型の独占的競争を用いており, 人口成長は消費財のバラエティを増やし, それが実質賃金を上昇させ出生率を低下させる[10]．このメカニズムは Maruyama and Yamamoto (2010) によって提案されたが, 多数地域は考察していない．この章では Maruyama and Yamamoto (2010) のモデルを多数地域に拡張する．そこでこのモデルを用いて, 経済統合 (例えば, 地域間においてより移動がしやすいことや, より高い貿易自由度) の効果に焦点を当て

[9]内生的な出生率の選択問題については Becker and Lewis (1973), Eckstein and Wolpin (1985), Becker and Barro (1988), Barro and Becker (1989), Becker et al. (1990), Galor and Weil (1996), Shoven (2011) などを見よ．

[10]例えば, Docquier (2004) と Jones and Tertilt (2008) はアメリカにおける所得と出生率の間の負の関係を示している．Borg (1989) は韓国についても同じ関係を導いている．

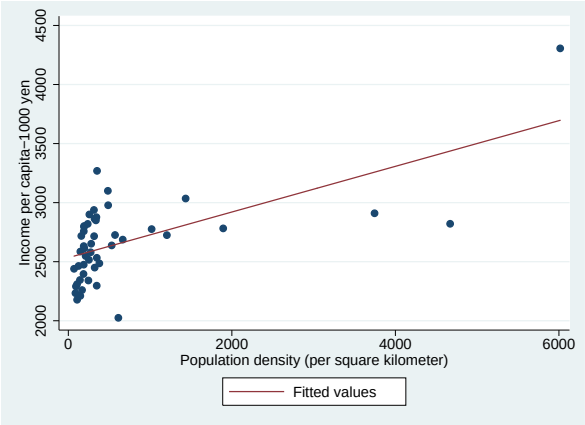



図 2.3：2010 年における日本の人口密度と一人当たり県民所得 (1000 円).

た地域における人口変化の分析を行う.

もし人々が地域間を移動できない場合, 初期人口による地域間の違いは長期的にはなくなる. この結果は先ほど述べた現象と異なることは明らかである. 他方で, 移動が認められた時, 地域間のわずかな違いだけでも, より大きな人口シェアを持つ地域においては人口集中効果があり, 移動を通じて人口シェアの違いは大きなものとなる. さらに, 人口が集中した地域においては, より高い実質所得を持ためさほど人口が集中していない地域と比べて出生率の低下と純流入の増加が起こる. それゆえ, 長期では, 地域ごとに人口変化と経済状態に違いが現れる. より移動がしやすいことや, 高い貿易自由度が人口集中をもたらし, さらなる地域間の違いを生み出す. また, 経済統合が進むと, 人口が集中している地域において, さらなる人口集中が生じ, 出生率を引き下げ, 経済全体の人口を抑制する. これらの結果は先述で確認した現象と一致し, 経済統合がそれぞれの地域と経済全体における人口変化に大きな影響を持つことを意味する.

この章は以下のように構成される. 2.2 節では, 時間と世代を除いた基本的なモデルを構築する. 2.3 節では, 人口動態の分析のために時間と世代を導入しモデル拡張する. 2.4 節では, 数値シミュレーションを行いいくつかの例を示す. 2.5 節では, 結論を述べる.

## 2.2 モデル

この節では時間と世代を考えない基本的なモデルを構築する. 地域の数が有限, $R$ である経済を考える (地域の数は $r$ によって表される). 経済は Dixit and Stiglitz (1977) に従う独占的競争によって特徴付けられる 1 つの差別化された財セクターによって成り立つ.

### 2.2.1 選好と需要

すべての個人たちは差別化された財の合成物の消費, $X$, と彼らの子供の数, $n$, から効用を得る. 彼らは合成化された差別化財と子供の数に対しては同じ選好を持ち, 効用関数は以下によって表される.

$$U = \left[\alpha X^{\rho} + (1-\alpha)n^{\rho}\right]^{\frac{1}{\rho}}, \qquad 0 < \alpha < 1 \tag{2.1}$$

ここで $\rho$ は代替パラメーター, $\sigma(\equiv 1/(1-\rho))$ は合成化された差別化財と子供の数の間の代替の弾力性を表す. $\alpha$ は差別化された財の合成物に対する選好の強さを表す. $\rho$ がゼロに近い時 (例えば, 効用関数がコブ・ダグラス型に近い時), $\alpha$ は差別化された財の合成物に対する支出シェアとなる. 合成指数 $X$ は差別化された財のバラエティの連続体に渡って定義される, 代替の弾力性が一定である関数の形を取る.

それぞれ利用可能な各財のバラエティ $\gamma$ の消費として $x(\gamma)$ を, また利用可能なバラエティの集合として $\Gamma$ を取ると, $X$ は以下によって与えられる.

$$X \equiv \left[\int_{\Gamma} x(\gamma)^{\rho_X} d\gamma\right]^{\frac{1}{\rho_X}}, \quad 0 < \rho_X < 1$$

ここで $\rho_X$ は差別化された財のバラエティに対する代替パラメーターであり, $\sigma_X(\equiv 1/(1-\rho_X))$ は任意の 2 つのバラエティ間の代替の弾力性である. より小さな $\rho_X$(例えば, より小さな $\sigma_X$) は差別化された財がさらに大きく差別化されていること, もしくは個人たちがバラエティに対してより強い選好を持っていることを意味する. 個人たち

は1単位の時間を持っておりそれを労働と子育てに配分する. Becker (1965) に従い, またほかの文献においても仮定されているように, 子供を持つために個人たちは子育てに正の一定時間 $b$ を使わなければならない. 地域 $i$ における賃金率 $w_i$ と, 地域 $j$ で作られ地域 $i$ で販売される各バラエティに対する価格 $p_{ji}(\gamma)$ が与えられた下で, 地域 $i$ における予算制約は以下のようになる.

$$\sum_{j\in R}\left(\int_{\Gamma_j} p_{ji}(\gamma)x(\gamma)d\gamma\right) \leqq w_i(1-bn), \quad i\in R$$

ここで $\Gamma_j$ は地域 $j$ において生産されたバラエティの集合である. $N_j$ によって表される $\Gamma_j$ の測度は, 地域 $j$ において生産されたバラエティの数として解釈される.

効用最大化問題を解くと, 地域 $i$ における合成指数と子供に対する個人たちの需要が以下によって与えられる.

$$X_i = X(w_i,P_i) \equiv \frac{\mu(w_i,P_i)w_i}{P_i}, \quad i\in R \tag{2.2}$$

$$n_i = n(w_i,P_i) \equiv \frac{1-\mu(w_i,P_i)}{b}, \quad i\in R \tag{2.3}$$

ここで $P_i$ は以下で定義される地域 $i$ における差別化された財に対する価格指数である.

$$P_i \equiv \left[\sum_{j\in R}\left(\int_{\Gamma_j} p_{ji}(\gamma)^{1-\sigma_X}d\gamma\right)\right]^{\frac{1}{1-\sigma_X}}, \quad i\in R \tag{2.4}$$

また $\mu(\cdot)$ は差別化された財の合成物の支出シェアであり, 以下によって与えられる.

$$\mu(w_i,P_i) \equiv \frac{\beta P_i^{1-\sigma}}{\beta P_i^{1-\sigma}+(1-\beta)(bw_i)^{1-\sigma}} = \frac{\beta}{\beta+(1-\beta)(bw_i/P_i)^{1-\sigma}}, \quad i\in R \tag{2.5}$$

ここで $\beta = \alpha^\sigma/\left(\alpha^\sigma+(1-\alpha)^\sigma\right)$. その時, 地域 $i$ における地域 $j$ において生産された各バラエティ $\gamma$ に対する個人たちの需要は以下のように書くことが出来る.

$$x_{ji}(\gamma) = x(w_i,p_{ji}(\gamma),P_i) \equiv \frac{\mu(w_i,P_i)w_i}{P_i}\left(\frac{P_i}{p_{ji}(\gamma)}\right)^{\sigma_X}, \quad \gamma\in\Gamma_j,\ j,i\in R \tag{2.6}$$

地域 $i$ の実質賃金を $\omega_i(\equiv w_i/P_i)$ として表す.

それぞれの個人たちの子供の数に対して, 実質賃金の上昇は 2 つの異なった効果を持つ. 子供は上級財であるので, 実質賃金の上昇は子供の数を増加させる (所得効果). しかし実質賃金の上昇は, 子供を持つことの機会費用も増加させる. これは子供の数を減少させる (代替効果). もし差別化された財の合成物と子供の数の代替の弾力性が 1 よりも大きければ (ここでは $\sigma > 1$), この後者の効果が前者の効果を上回るほど十分大きいので, 実質賃金の上昇は子供の数を減少させる. これは (2.3) 式と以下によって簡単に確認することが出来る.

$$\frac{\omega_i}{\mu(\omega_i, 1)} \frac{\partial \mu(\omega_i, 1)}{\partial \omega_i} = (\sigma - 1)(1 - \mu(\omega_i, 1)), \quad i \in R$$

それゆえ, 実質賃金の上昇はそれぞれの個人たちにおける子供の数を減少させる. 今後この章では, パラメーター制約 $1 < \sigma < \sigma_X$ を課す. 最初の符号制約は実質賃金の上昇が出生率を減少させることを保障し, 2 番目の符号制約は価格指数が減少した時, それぞれのバラエティに対する需要を減少させることを保証するものである. もしある水準で差別化された財の合成物が固定されている時, 価格指数の減少は他のバラエティに対する代替性があるために常に 1 つのバラエティの需要を減少させる. しかしながら, 価格指数の減少は差別化された財の合成物に対する需要も増加させるため, 一般的に, より小さな価格指数において, 1 つのバラエティに対する需要が小さくなるかどうかはわからない. ただ利用可能なバラエティの増加が価格指数を減少させることに注意すると, 2.2.2 節において示すように, 任意の活動している企業の均衡産出, $q^*$, は一定となり 1 つの企業の利潤はその産出が $q^*$ より大きくもしくは小さくなるに従って正もしくは負になる. それゆえ, ゼロ利潤条件によって特徴付けられる長期均衡の安定性のためにこの制約は重要である.

差別化された財の合成物と子供に対する需要 ((2.2) 式と (2.3) 式) を効用関数 (2.1) 式に代入すると, 最大化された効用を実質賃金の関数として表することが出来る.

$$V_i = V(\omega_i) \equiv \frac{\omega_i}{[\alpha^\sigma + (1 - \alpha)^\sigma (b\omega_i)^{1-\sigma}]^{\frac{1}{1-\sigma}}}, \quad i \in R$$

また以下の関係も簡単に導くことが出来る.

$$\frac{\omega_i}{V_i}\frac{\partial V(\omega_i)}{\partial \omega_i} = \mu(\omega_i, 1) > 0, \quad i \in R \tag{2.7}$$

2.3 節では, 個人たちはより高い効用を得ることが出来る地域に移動出来ることを仮定する. (2.7) 式の関係は, 個人たちの移動を決定するために地域間の実質賃金を比べるだけで十分であることを示している.

### 2.2.2 生産

次に, 経済の生産面を考える. 差別化された財の各バラエティ $\gamma$ は, $\gamma$ によって指数化された企業により収穫逓増の技術の下で労働だけを用い, 各企業が独占者として行動し生産される. すべての地域のすべての企業は, $f$ の固定的な投入と $a$ の限界的な投入が必要である同一の技術を用いる. その時, 任意の地域 $j$ における任意のバラエティ $\gamma \in \Gamma_j$ の産出量 $q_j(\gamma)$ に対する労働の必要投入量は $l_j(\gamma) = f + aq_j(\gamma)$ によって与えられる. 差別化された財は地域間で輸送することが出来るが輸送費が生じる. 単純化のために, 氷塊型 (iceberg form) の輸送費を仮定する：もし差別化された財の任意のバラエティ $\gamma \in \Gamma_j$ の 1 単位を地域 $j$ から地域 $i$ に輸送する時, $1/\tau_{ji}$ ($\tau_{ji} \geqq 1$, $\tau_{jj} = 1$, $\tau_{ij} = \tau_{ji}$) 単位が実際に届く[11]. 出発地から目的地に 1 単位を届けるためには $\tau_{ji}$ 単位のバラエティを送らなければならない. (2.6) 式における各バラエティに対する需要と輸送技術が与えられた下で, 地域 $j$ における企業 $\gamma$ の産出は以下と等しくなる.

$$q_j(\gamma) = \sum_{i \in R} \tau_{ji} x_{ji}(\gamma) L_i, \quad \gamma \in \Gamma_j, \ j \in R$$

ここで $L_i$ は地域 $i$ における個人たち (労働者) の数である. その時, 各地域における価格が与えられた下で, 企業 $\gamma$ の利潤は

$$\pi_j(\gamma) = \sum_{i \in R} p_{ji}(\gamma) x_{ji}(\gamma) L_i - w_j \left( f + a \sum_{i \in R} \tau_{ji} x_{ji}(\gamma) L_i \right)$$

[11] 氷塊型の輸送費は von Thünen (1826) によって導入され, Samuelson (1952) によって定式化された.

となる. 各企業 $\gamma$ は利潤を最大化するために価格, $p_{ji}(\gamma)$, を選ぶ. 各企業は以下の価格ルールを持つ.

$$p_{ji}(\gamma) = p_{ji} \equiv \frac{a}{\rho_X}\tau_{ji}w_j, \quad \gamma \in \Gamma_j,\ i,j \in R \tag{2.8}$$

これは各独占的競争企業が限界費用に渡ってマークアップを付けていることを意味する. ここでは企業の自由参入と退出があると仮定する. その時, いくつかの企業が生産を行う限り, 任意の活動を行う企業の利潤はゼロにならなければならない. (2.8) 式における価格ルールが与えられた下で, 地域 $j$ における企業 $\gamma$ の利潤は以下のようになる.

$$\pi_j(\gamma) = w_j\left[\frac{aq_j(\gamma)}{\sigma_X - 1} - f\right], \quad \gamma \in \Gamma_j,\ i,j \in R$$

それゆえ, ゼロ利潤条件より均衡産出が $q^* = (\sigma_X - 1)f/a$ となり, すべての地域で活動しているすべての企業において共通で一定となり, $l^* \equiv f + aq^* = \sigma_X f$, のように均衡労働投入もすべての活動している企業において共通で一定となる.

地域 $j$ における個人ごとの労働供給は $\mu(w_j, P_j)$ である. それゆえ, 均衡において, 地域 $j$ に位置している企業の数は以下によって与えられる.

$$N_j^* \equiv \frac{\mu(w_j, P_j)\lambda_j L}{f\sigma_X}, \quad j \in R \tag{2.9}$$

ここで $L$ は総労働者数であり, $\lambda_j$ $(\equiv L_j/L)$ は地域 $j$ における労働者シェアである.

### 2.2.3 均衡

均衡条件を表す. 最初に, 価格ルール (2.8) 式を用いて, 価格指数 (2.4) 式を以下のように書く.

$$P_i = \frac{a}{\rho_X}\left[\sum_{j\in R}\phi_{ji}N_j w_j^{1-\sigma_X}\right]^{\frac{1}{1-\sigma_X}}, \quad i \in R \tag{2.10}$$

ここで $\phi_{ji}$ $(\equiv \tau_{ji}^{1-\sigma_X} \in (0, 1])$ は地域 $j$ から地域 $i$ に対する貿易自由度の尺度であり, $\tau_{ji}$ が減少するに従って増加し貿易が完全に自由 (例えば, $\tau_{ji} = 1$) である時 1 と等し

くなる．また (2.9) 式から, 地域 $i$ の価格指数を以下のように $L$, $\boldsymbol{\phi}_i = (\phi_{1i}, \cdots, \phi_{ri})$, $\boldsymbol{\lambda} = (\lambda_1, \cdots, \lambda_r)$, $\boldsymbol{w} = (w_1, \cdots, w_r)$ と $\boldsymbol{\mu} = (\mu_1, \cdots, \mu_r)$ の関数として表すことが出来る．

$$P_i\left(L, \boldsymbol{\phi}_i, \boldsymbol{\lambda}, \boldsymbol{w}, \boldsymbol{\mu}\right) \equiv \frac{a}{\rho_X}\left[\frac{L}{f\sigma_X}\sum_{j\in R}\phi_{ji}\mu_j\lambda_j w_j^{1-\sigma_X}\right]^{\frac{1}{1-\sigma_X}}, \quad i \in R \tag{2.11}$$

ここで $\mu_j = \mu_j(w_j, P_j)$ である．次に, 企業がゼロ利潤である時, 産出量は $q^*$ と等しくなり, 地域 $i$ における任意の活動している企業は各地域の消費者に $q^*$ を割り当てることとなる．それゆえ,

$$\sum_{j\in R}\tau_{ij}x_{ij}(\gamma)L_j = q^*, \quad \gamma \in \Gamma_i,\ i \in R$$

が成立する．各バラエティにおける需要関数 (2.6) 式と価格ルール (2.8) 式を用いると, 以下の賃金式が導出される．

$$w_i = w_i^P \equiv \left(\frac{a}{\rho_X}\right)^{\frac{1-\sigma_X}{\sigma_X}}\left[\frac{1}{\sigma_X f}\sum_{j\in R}\phi_{ij}\mu_j Y_j P_j^{\sigma_X - 1}\right]^{\frac{1}{\sigma_X}}, \quad i \in R \tag{2.12}$$

ここで $Y_j = w_j L_j$ である．所得水準, 賃金率, 価格指数と輸送費が与えられた下で, $w_i^P$ は地域 $i$ において支払うことが出来る賃金率を与える．地域 $i$ における実質賃金率が $w_i^P$ より低くなった時, 地域 $i$ における企業は他の企業との競争から守られることによってレントを得ることが出来る．しかしこの場合, 企業の参入を通じて, 地域 $i$ の賃金率は $w_i^P$ に調整され長期においてレントはなくなる．ここでは $w_i^P$ のことを地域 $i$ の賃金ポテンシャル (wage potential) と呼ぶことにする．これは労働者が潜在的に得ることが出来る賃金率である．(2.12) 式に (2.11) 式を代入すると, 地域 $i$ の賃金ポテンシャルを以下のように $\boldsymbol{\phi}_1$, $\cdots$, $\boldsymbol{\phi}_r$, $\boldsymbol{\lambda}$, $\boldsymbol{w}$ と $\boldsymbol{\mu}$ の関数として書くことが出来る．

$$w_i^P(\boldsymbol{\phi}_1, \cdots, \boldsymbol{\phi}_r, \boldsymbol{\lambda}, \boldsymbol{w}, \boldsymbol{\mu}) \equiv \left[\sum_{j\in R}\frac{\phi_{ij}\mu_j\lambda_j w_j}{\sum_{k\in R}\phi_{kj}\mu_k\lambda_k(w_k)^{1-\sigma_X}}\right]^{\frac{1}{\sigma_X}}, \quad i \in R \tag{2.13}$$

均衡条件は以下によって与えられる

$$\mu_i\left(w_i^*, P_i\left(L, \boldsymbol{\phi}_i, \boldsymbol{\lambda}, \boldsymbol{w}^*, \boldsymbol{\mu}^*\right)\right) = \mu_i^*, \quad i \in R$$
$$w_i^P(\boldsymbol{\phi}_1, \cdots, \boldsymbol{\phi}_r, \boldsymbol{\lambda}, \boldsymbol{w}^*, \boldsymbol{\mu}^*) = w_i^*, \quad i \in R$$

$\boldsymbol{w}^*$ は $L$, $\boldsymbol{\phi}_1$, $\cdots$, $\boldsymbol{\phi}_r$ と $\boldsymbol{\lambda}$ の関数として表される. $\boldsymbol{w}^*$ が均衡賃金率ベクトルである時, すべての $c > 0$ に対して, $c\boldsymbol{w}^*$ も均衡賃金ベクトルとなる. そこで, 一般性を損なうことなく, $\sum_{i\in R} w_i = 1$ として賃金率を基準化する.

### 2.2.4 集積の力：価格指数効果と自国市場効果

ある特定の地域に人口集中を起こす集積の力 (agglomeration force) を考える. 他の事象を一定として, 地域 $j$ における企業のある割合が地域 $i$ に彼らの立地を変更すると仮定する. その時, 地域 $j$ における企業数の変化と地域 $i$ における企業数の変化との間の関係は $dN_j = -dN_i$ によって表される. この関係を用いて価格指数 (2.10) 式を微分すると, 以下を得ることが出来る.

$$\frac{N_i}{P_i}\frac{dP_i}{dN_i} = \frac{N_i}{\sigma_X - 1}\frac{\phi_{ji}w_j^{1-\sigma_X} - w_i^{1-\sigma_X}}{\sum_{k\in R}\phi_{ki}N_k w_k^{1-\sigma_X}} \lesseqgtr 0 \;\Leftrightarrow\; \left(\frac{w_j}{w_i}\right)^{\sigma_X - 1} \lesseqgtr \phi_{ji}, \quad i, j \in R$$

地域 $j$ から地域 $i$ に対する貿易自由度が十分低い時, 地域 $i$ の価格指数は企業の再立地によって減少する. 特に, 地域 $j$ と地域 $i$ における賃金率が同じ時, 地域 $i$ における価格指数は常に減少することとなる. これは価格指数効果 (Price Index Effect) と呼ばれる. より多くの企業がいる地域においては, 輸送費は消費量の小さな割合だけしか掛からないので, 価格指数は小さくなる.

次に, 他の事象を一定として, 地域 $j$ の所得のある割合を地域 $i$ に移すことを考える. その時, 地域 $j$ と地域 $i$ の所得水準における変化の関係は $dY_j = -dY_i$ によって表せる. この関係式を用い, (2.12) によって与えらえる $w_i^P$ を微分することで以下を得ることが出来る.

$$\frac{Y_i}{w_i^P}\frac{dw_i^P}{dY_i} = \frac{Y_i}{\sigma_X}\frac{\mu_i P_i^{\sigma_X - 1} - \phi_{ij}\mu_j P_j^{\sigma_X - 1}}{\sum_{k\in R}\phi_{ik}\mu_k Y_k P_k^{\sigma_X - 1}} \gtreqless 0 \;\Leftrightarrow\; \frac{\mu_i}{\mu_j}\left(\frac{P_i}{P_j}\right)^{\sigma_X - 1} \gtreqless \phi_{ij}, \quad i, j \in R$$

地域 $i$ から地域 $j$ に対する貿易自由度が十分低い時, 所得の移転によって地域 $i$ における賃金ポテンシャルが上昇する. もし価格指数と差別化された財の支出シェアが地域 $j$ と地域 $i$ の間で等しい時, 賃金ポテンシャルは常に上昇することとなる. これは自国市場効果 (Home Market Effect) と呼ばれる. より大きな自国市場である地域において, 賃金ポテンシャルはより大きくなり, この地域における賃金率が高くなる傾向があることを意味する. より多くの企業が存在する地域では生計費が安いので, 消費者がその地域に移動する. また, より大きな市場がある地域においては高い賃金ポテンシャルを持つので, 労働者はその地域に移動する. そのことがその地域における企業数と市場の規模を大きくする. この循環的な作用がある地域の人口集中を導く.

ここでは任意にいくつかの内生変数を一定と置いているが, これらの内生変数を一般均衡においては一定に保つことはできない. そのため価格指数効果と自国市場効果は満たされないかもしれないことに注意する必要がある[12].

## 2.3 人口動態分析に対するモデルの拡張

ここからは時間と世代をモデルに導入する. 時間は離散時間を考える. また各個人たちは 2 期間生きるとする：幼少期と壮年期. $t$ 期における地域 $i$ の壮年世代の数を $L_{i,t}$ とし, $t$ 期における壮年世代の総数を $L_t$ $(= \sum_{i \in R} L_{i,t})$ とする. 壮年期において, 個人たちは彼らが住む地域を選択し, その地域において労働を供給し, 彼らの消費量と子供の数を決めるとする.

### 2.3.1 人口動学

$t$ 期の初期において, 地域 $i$ の各壮年世代は $n_{i,t}$ 人の子供を持つ. $n_{i,t}$ は $t$ 期における地域 $i$ の出生率でもある. $n_{i,t}L_{i,t}$ が $t$ 期における地域 $i$ の子供の数である. $t$ 期における

[12] 自国市場効果が満たされるための条件は Davis (1998), Yu (2005) と Behrens et al. (2009) によって考察されている.

経済の平均出生率, $\bar{n}_t$, は以下によって与えられる.

$$\bar{n}_t \equiv \sum_{i \in R} \lambda_{i,t} n_{i,t}, \quad t \in \mathbb{N}$$

ここで $\lambda_{i,t}$ $(\equiv L_{i,t}/L_t)$ は地域 $i$ における $t$ 期の壮年世代 (労働者) のシェアである. $\bar{n}_t L_t$ 人の子供が $t+1$ 期においてその経済の壮年世代となるので, 壮年世代の総数の動学は

$$L_{t+1} = \bar{n}_t L_t = \left( \prod_{r=0}^{t} \bar{n}_r \right) L_0, \quad t \in \mathbb{N} \tag{2.14}$$

となる.

### 2.3.2 地域間の人口移動の動学

次に, 地域間の移動を考える. 労働者は彼らが居住する地域を選択した後, その地域で子供の数と消費量を選択すると仮定する. 最初に $\lambda^{pre}_{i,t+1}$ を地域 $i$ の $t+1$ 期における移動をする前の労働者シェアとして定義する.

$$\lambda^{pre}_{i,t+1} \equiv \frac{n_{i,t} L_{i,t}}{\sum_{j \in R} n_{j,t} L_{j,t}} = \frac{\lambda_{i,t} n_{i,t}}{\bar{n}_t}, \quad i \in R, \ t \in \mathbb{N} \tag{2.15}$$

Fujita et al. (1999) と同様に, 労働者はより高い実質賃金, それゆえより高い効用 ((2.7) を見よ) を得ることが出来る地域に緩やかに移動すると仮定する. この調整過程を以下によって表す.

$$\lambda_{i,t+1} - \lambda^{pre}_{i,t+1} = \nu \left( \frac{\omega_{i,t}}{\bar{\omega}_t} - 1 \right) \lambda_{i,t}, \quad i \in R, \ t \in \mathbb{N}$$

ここで $\bar{\omega}_t$ $(\equiv \sum_{i \in R} \lambda_{i,t} \omega_{i,t})$ は $t$ 期における地域間の平均実質賃金であり $\nu$ $(> 0)$ は調整パラメーターである. これ以降, $\nu$ を移動の自由度として呼ぶ. (2.15) 式を用いると, 上記の式を以下のように書き直すことが出来る[13].

$$\lambda_{i,t+1} - \lambda_{i,t} = \left( \frac{n_{i,t}}{\bar{n}_t} - 1 + \nu \left( \frac{\omega_{i,t}}{\bar{\omega}_t} - 1 \right) \right) \lambda_{i,t}, \quad i \in R, \ t \in \mathbb{N} \tag{2.16}$$

[13](2.16) 式によって与えられた動学は進化ゲーム理論 (Weibull (1995) を見よ) によって使われる複製動学と基本的には同じである. ここではこれらの動学に人口の自然変化を導入する.

また地域 $i$ における労働者数の動きは

$$L_{i,t+1} = \left( \frac{n_{i,t}}{\bar{n}_t} + \nu \left( \frac{\omega_{i,t}}{\bar{\omega}_t} - 1 \right) \right) \bar{n}_t L_{i,t}, \quad i \in R \quad t \in \mathbb{N} \tag{2.17}$$

となる.

### 2.3.3 定常状態

経済における総労働者数, $L^*$, と各地域ごとの労働者シェア, $\lambda_i^*$, の両方が

$$L_{t+1} = L_t = L^*$$
$$\lambda_{i,t+1} = \lambda_{i,t} = \lambda_i^*, \quad i \in R$$

を満たす時に定常状態であるとする. (2.14) 式と (2.16) 式から, 定常状態は $\bar{n}^* = 1$ と

$$\left( \frac{n_i^*}{\bar{n}^*} - 1 + \nu \left( \frac{\omega_i^*}{\bar{\omega}^*} - 1 \right) \right) \lambda_i^* = 0, \quad i \in R \tag{2.18}$$

が成り立つ. ここで $n_i^*$ と $\omega_i^*$ はそれぞれ. 地域 $i$ における $L^*$ と $\lambda_i^*$ に対応する出生率と実質賃金である.

一般的な新経済地理学モデルでは, どの主体も居住地を変えるインセンティブがない状態として空間均衡が定義される. つまり空間均衡では, 各地域の労働者シェア, $\lambda_i^S$, が以下によって定義されることとなる.

$$\left( \frac{\omega_i^S}{\bar{\omega}^S} - 1 \right) \leqq 0, \quad i \in R$$
$$\left( \frac{\omega_i^S}{\bar{\omega}^S} - 1 \right) \lambda_i^S = 0, \quad i \in R$$

上付きの $^S$ は空間均衡における値を表す. 各地域の労働者シェアが空間均衡にある時, 正のシェアを持つすべての地域において実質賃金が等しくなる. それゆえ, それらの地域で同一の出生率となる. (2.18) 式は空間均衡においては満たされることとなる. しか

し, ここで定義される定常状態は空間均衡でない可能性があることに注意する必要がある. もしいくつかの地域がより高い実質賃金を持つ時, 人口の流入が生じる. しかし, 実質賃金が高いため, それらの地域では出生率は低くなる. この場合, 空間均衡ではない定常状態が (2.18) 式において成り立つ可能性がある.

## 2.4 数値例

このモデルは非線形であり, 解析的な結果を得ることが難しいため, 数値シミュレーションを用いていくつかの例を示す. 分析のため, 各時点における各地域の人口における自然変化, $NC_{i,t}$, と社会変化, $SC_{i,t}$, を以下のように定義する.

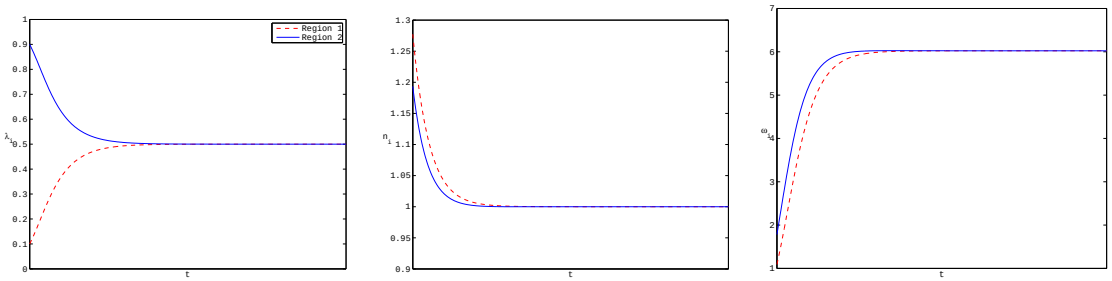
$$NC_{i,t} = (n_{i,t} - 1)L_{i,t}, \quad i \in R,\ t \in \mathbb{N}$$
$$SC_{i,t} = \nu \left( \frac{\omega_{i,t}}{\bar{\omega}_t} - 1 \right) \bar{n}_t L_{i,t} \quad i \in R,\ t \in \mathbb{N}$$

(2.17) 式から, $t$ 期における地域 $i$ の総労働者の変化, $TC_{i,t}$ ($\equiv L_{i,t+1} - L_{i,t}$), は $TC_{i,t} = NC_{i,t} + SC_{i,t}$ によって与えられる.

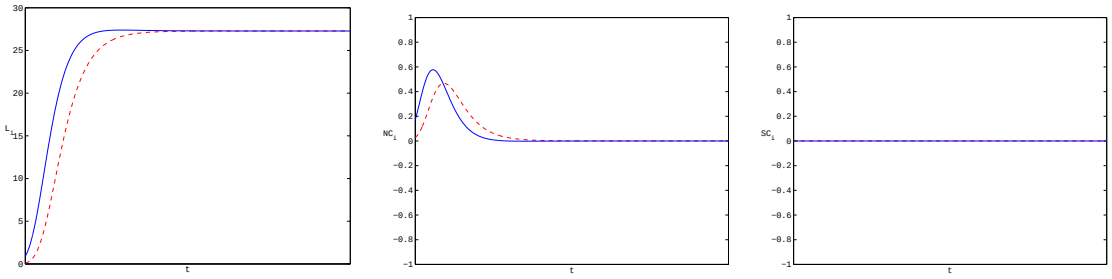
### 2.4.1 2 地域の場合

この節では, 2 地域の場合のシミュレーション結果を示す. 最初に移動がない場合を, 次に移動がある場合を示す. 図 2.4 は, 労働者が地域間を移動できない移動なしの場合の人口動態を描いている. 経済全体には, 初期において 1 単位の労働 (労働者) が存在するとする. また地域 1 の初期の労働シェアを 0.9 とする (地域 2 の初期の労働シェアは 0.1). 図 2.4 は各地域の労働者シェア ($\lambda_{i,t}$), 出生率 ($n_{i,t}$), 実質賃金 ($\omega_{i,t}$), 労働者数 ($L_{i,t}$), 自然変化 ($NC_{i,t}$) と社会変化 ($SC_{i,t}$) の動学パスを描いている.

価格指数効果と自国市場効果のため, より人口が多い地域はより高い実質賃金を持っている. 地域 1 の実質賃金は地域 2 より高くなり, 地域 1 は地域 2 と比べより低い出生率となる. それゆえ, 労働者が地域間を移動できない時, 労働者シェアは時間に渡って徐々に等しくなる (図 2.4(a)). また, 労働者数が地域 1 と地域 2 において単調に増加し,




(a) 労働者シェア　(b) 出生率　(c) 実質賃金




(d) 労働者数　(e) 自然変化　(f) 社会変化

図 2.4：移動なしの場合の人口動態

$\sigma = 1.2$, $\sigma_X = 4$, $\alpha = 0.7$, $b = 0.25$, $\phi_{12} = \phi_{21} = 0.25$, $f = 1/3$, $a = 1/3$, $\nu = 0$

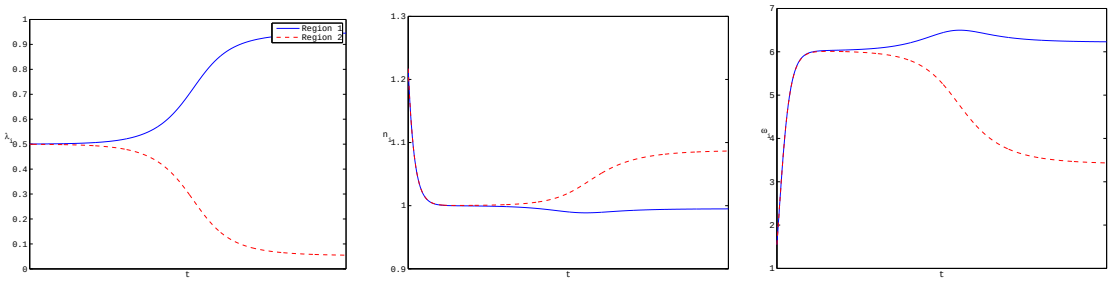
それが両地域における実質賃金を上昇させる (図 2.4(c) と図 2.4(d)). これにより時間とともに出生率が低下する (図 2.4(b)). 地域 1 と地域 2 の自然変化は初期の段階では大きくなるが, ある時点で最大となり, その後は 0 となるまで減少する (図 2.4(e)). ここでは移動がない場合を考えたので, 社会変化は常に 0 である (図 2.4(f)).

次に, 労働者が地域間を移動出来る移動ありの場合を考える. 図 2.5 は移動の自由度, $\nu$, を除いて移動なしの場合と同じパラメーターでの変数の動学パスを描いている. 移動なしの場合では, もし価格指数効果と自国市場効果が常に人口が大きい地域の実質賃金を高くしているならば, より高い賃金率ではより低い出生率となるので, より人口が大きい地域において出生率は低くなる. この場合において, 価格指数効果と自国市場効果は, 図 2.4 において示されている通り, 地域間の人口分布を均一に向かわせる. これをここでは分散力 (dispersion force) と呼ぶことにする[14]. しかし, 労働者が地域間を移動出来る場合, 上記の結果が大きく変わる. 図 2.5 において, 地域 1 の初期の労働者シェアをわずかに大きく設定する[15]. 価格指数効果と自国市場効果が地域 1 の実質賃金を地域 2 と比べて高くするので, 社会変化, $SC_{i,t}$, は地域 1 において正となり, 地域 2 においては負となる (図 2.5(f)). この集積の力は地域 1 における労働者シェアを増加させるように働く (図 2.5(a)). 一方, より高い実質賃金は出生率を低下させるので (分散力), 自然変化, $NC_{i,t}$, は地域 1 では小さく, 地域 2 では大きくなる (図 2.5(e)) 地域間の労働者シェアの差が大きい時, 集積の力と分散力がつり合い経済は定常状態となる. 定常状態において, 地域 1 の社会変化が正となっている, これはこの経済が空間均衡でないことを意味している. 特に, 定常状態において, 2 つの地域は異なった特徴を持つこととなる：地域 1 は正の自然変化と負の社会変化, 地域 2 は正の社会変化と負の自然変化.

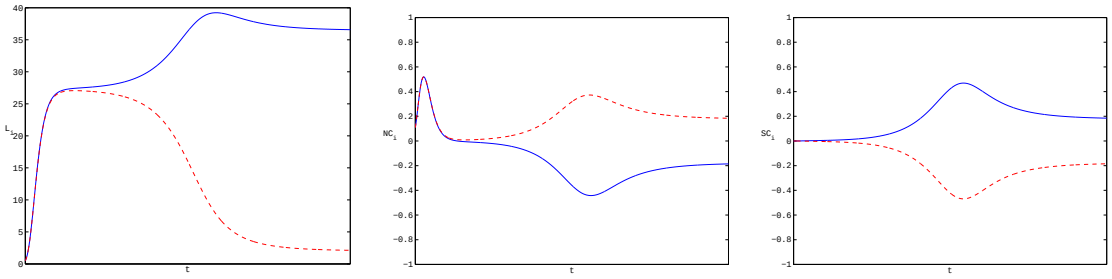
図 2.6 は 2 地域の場合の経済全体における労働者数のパスを描いている. 移動がない場合, 労働者数の動きはロジスティク曲線の形となる (図 2.6(a)). あまり労働者がいない時, 実質賃金が低いため出生率は高くなり, 人口は急激に増加する. 人口が増加するに従って, 実質賃金は増加し, 出生率が抑制される. それゆえ, 人口成長は次第に減少し経済は定常状態に到達する. 移動がある場合, 図 2.6(b) の労働者数の動きは異なった

[14]新経済地理学において, “分散力” は大きな地域から小さな地域に移動するインセンティブを与える力を表す (例えば, 混雑など). しかし, ここでは人口分布を等しくするような力を意味することにおいてその用語を用いる.

[15]$\lambda_{1,0} = 1001/2000$, $\lambda_{2,0} = 999/2000$ としている.



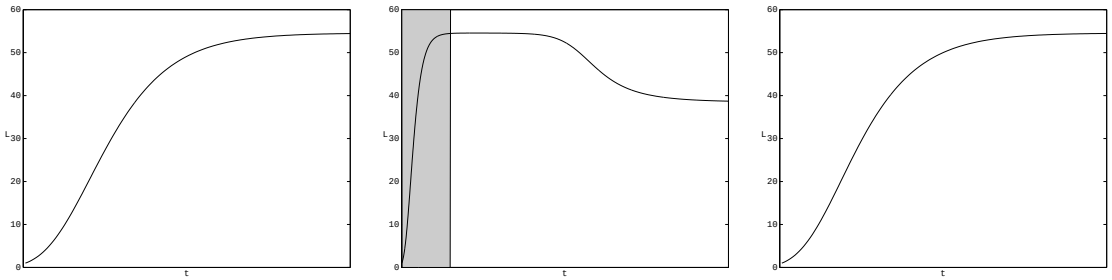

(a) 労働者シェア　(b) 出生率　(c) 実質賃金




(d) 労働者数　(e) 自然変化　(f) 社会変化

図 2.5：移動ありの場合の人口動態

$\sigma = 1.2$, $\sigma_X = 4$, $\alpha = 0.7$, $b = 0.25$, $\phi_{12} = \phi_{21} = 0.25$, $f = 1/3$, $a = 1/3$, $\nu = 0.2$




(a) 移動なしの場合　　(b) 移動ありの場合　　(c) (b) の影の部分

図 2.6：経済全体の労働者数

$\sigma = 1.2$, $\sigma_X = 4$, $\alpha = 0.7$, $b = 0.25$, $\phi_{12} = \phi_{21} = 0.25$, $f = 1/3$, $a = 1/3$ $\nu = 0.2$

ものとなる. 定常状態の前に人口は大きくなりそして減少する. 最初の段階では, 地域間の労働者シェアの違いはあまり大きくないので, 両方の地域における実質賃金はほとんど変わらない. それゆえ, 労働者の移動は少なく, 経済の人口の動きは移動がない場合とほとんど同じである. 図 2.6(b) の影の部分である図 2.6(c) は, 同じようにロジスティク曲線の形となる. しかし時間とともに, 労働者はより実質賃金が高い地域に移動し徐々にそこに集中する. これはより大きい人口を持つ地域 (地域 1) では実質賃金を増加させ, 人口が小さい地域 (地域 2) では実質賃金を減少させる. 人口が大きい地域において出生率が低くなるために, 人口成長率は負となる. たとえ地域 2 における出生率が 1 より大きいとしても, 人口の負の成長は地域 1 の負の自然変化が地域 2 の正の自然変化と打ち消しあわされるまで続くこととなる.

### 2.4.2　人口規模と空間構造に対する経済統合の影響

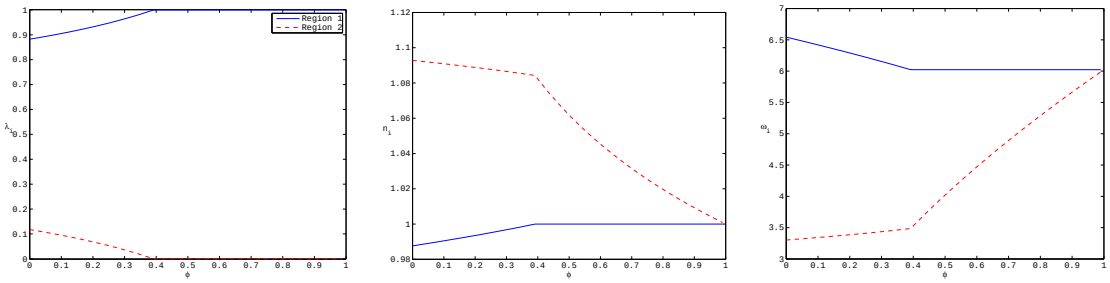
次に, 経済統合が人口規模と空間構造にどのような影響を与えるか見るために, 貿易自由度, $\phi$, と移動の自由度, $\nu$, の値によって経済がどのようになるのか示す[16].

最初に, 貿易自由度による効果を示す. 図 2.7 は各 $\phi$ に対応する定常状態を描いている. 貿易自由度の増加は地域 1 の労働者シェアを増加させる (図 2.7(a)). $\phi = 0.4$ 以上では, 経済は完全に集積する. 図 2.7(d) は労働者数を描いている. より高い貿易自由度においては, より小さい輸送費しか掛からないので, 貿易自由度の増加は実質賃金を直接増加させ, 人口が与えられた下で出生率を低下させる. それゆえ, 定常状態の総労働者数は貿易自由度が増加するに従って減少する. この総労働者数の減少が大きいため, 貿易自由度の増加が地域 1 の人口集中をもたらすにも関わらず, 労働者数は地域 1 においても減少することとなる. 総労働者数の減少は実質賃金を減少させるので, 地域 1 の定常状態における出生率は上昇する (図 2.7(b) と図 2.7(c)). さらに, 地域間の実質賃金の比 ($\omega_1/\omega_2$) は貿易自由度が増加するに従って減少し, 自然変化と社会変化の差を減少させる. また地域 2 の労働者があまり移動しなくなり社会変化は減少する. それゆえ, 定常状態の自然変化と社会変化は貿易自由度の増加に従って小さくなる (図 2.7(e) と図 2.7(f)). 完全に集積した後には, 1 つの地域のみ存在することとなり, 貿易自由度が定常状態における労働者数, 自然変化および社会変化には影響を与えなくなる.

次に, 移動の自由度, $\nu$, による効果を示す. 図 2.8(a) は労働者シェアを表している. もし移動の自由度が小さい時, 地域間において実質賃金の比が大きかったとしても労働者が移動するのは難しくなる. しかし, 出生率はより人口が多い地域において低くなる. それゆえ, 地域間の労働者の分布は, 移動がない場合と同様に, 均一に向かう. 逆に, 移動の自由度が十分大きい時, 大きな地域において正の社会変化が常に負の自然変化を上回ることとなる. これにより, 定常状態における経済は完全集積となる. 中程度である移動の自由度が与えられると, 経済は対称もしくは完全集積どちらにも収束せず, 部分集積となる. 図 2.8(c) と図 2.8(d) はそれぞれ実質賃金と労働者数を表している. 貿易自由度とは違い, 移動の自由度は実質賃金に直接影響を与えないが, 労働者の分布を変えることによって影響を与える. より大きな移動の自由度は地域 1 における

[16] ここでは労働者の初期分布とパラメーターは 2.4.1 節におけるものと同じものを用いて, それぞれの $\phi$ と $\nu$ に対応する定常状態を計算している.

より大きい人口集中を意味し, 与えられた人口の下で地域 1 の実質賃金を上昇させる. またより高い実質賃金はより低い出生率をもたらすため, 移動の自由度の上昇は地域 1 における出生率を低下させ, 定常状態における総労働者数を減少させる. 対称均衡に近い部分集積では, 移動の自由度の増加は, 直接また間接的に実質賃金の比を増加させる人口集中を通じて, 社会変化を増加させる (図 2.8(e) と 2.8(f)). 一方で, 完全集積に近い部分集積では, 移動の自由度の上昇に従って実質賃金の比が減少し, 自然変化と社会変化の地域間の差を縮める. さらに, 地域 2 の労働者は小さくなり, 地域 1 にあまり移動してこなくなるので社会変化が小さくなる. それゆえ, 移動の自由度が上昇するに従って, 自然変化と社会変化の地域間の差が初期においては増加するが空間構造が完全な集積に十分近くなると減少する. 定常状態において経済が完全集積となると, 自然変化と社会変化はゼロになる. これより経済統合が進むと, 労働者数が減少することが分かる. これは経済統合が実質賃金を直接増加させるだけでなく ($\phi$ の上昇の効果) 実質賃金を上昇させる集積を導くためである. それゆえ, ある人口が与えられた下では, 出生率を低下させ, 定常状態における総労働者数の減少をもたらす. これは自然変化もしくは社会変化のみを考慮したモデルにおいては得ることができない結論である.

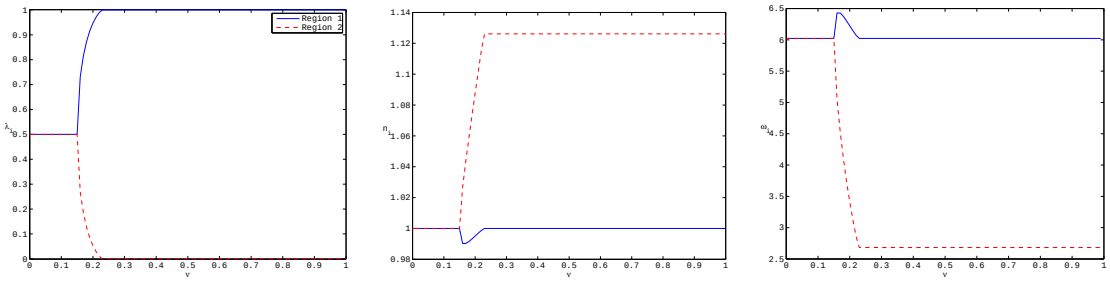



(a) 労働者シェア　(b) 出生率　(c) 実質賃金

(d) 労働者数　(e) 自然変化　(f) 社会変化

図 2.7：貿易自由度の効果

$\sigma = 1.2$, $\sigma_X = 4$, $\alpha = 0.7$, $b = 0.25$, $f = 1/3$, $a = 1/3$, $\nu = 0.2$




(a) 労働者シェア　(b) 出生率　(c) 実質賃金

(d) 労働者数　(e) 自然変化　(f) 社会変化

図 2.8：移動の自由度の効果

$\sigma = 1.2$, $\sigma_X = 4$, $\alpha = 0.7$, $b = 0.25$, $\phi_{12} = \phi_{21} = \phi = 0.25$, $f = 2/3$, $a = 1/3$

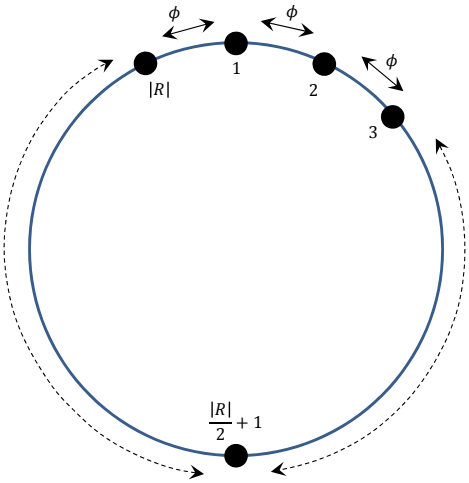



図 2.9：レーストラック経済の概念図 ($r$ は偶数)

### 2.4.3　多数地域の場合

この節では, 多数地域の場合を調べる. もし多くの地域が存在する場合, 様々な幾何構造である経済が考えられる. ここでは図 2.9 において描かれているような, レーストラック経済 (racetrack economy) の場合を考える[17]. 各地域は円周上に等間隔で並び, 輸送はもっとも近い距離の円周に沿って行われる. 円周上での等間隔の地域と氷塊型の輸送費を考えているので, 地域 $i$ と地域 $j$ の間の貿易自由度は以下のようになる.

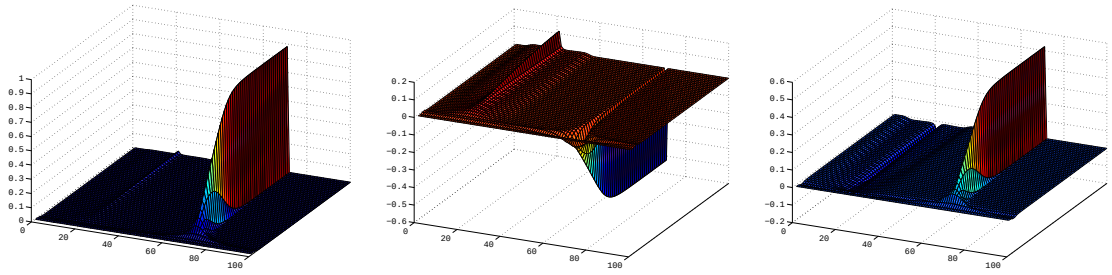
$$\phi_{ij} = \begin{cases} \phi^{|i-j|} & if\ |i-j| \leqq r/2 \\ \phi^{r-|i-j|} & if\ |i-j| > r/2 \end{cases}$$

ここで $\phi \in (0, 1]$ は一定である.

労働者の初期分布は確率的に与える. ただし, 図 2.10 において示されているように, ほとんど同じ状態からシミュレーションを始める[18]. 時間とともに, 労働者がある地域

[17] レーストラック経済は Krugman (1993) によって新経済地理学に導入された.

[18] 労働者の初期分布は, 区間 $[0.95,\ 1.05]$ から確率的に $L_i$ をドローし, そして総労働者数を 1 に基準化することによって導出されている.



(a) 労働者シェア　　(b) 自然変化　　(c) 社会変化

図 2.10：多数地域の場合

$\sigma = 1.2$, $\sigma_X = 4$, $\alpha = 0.7$, $b = 0.25$, $\phi = 0.95$, $f = 1/3$, $a = 1/3$, $\nu = 0.2$, $r = 100$

内に集中する. 図 2.10(a) はこの過程を示している. 地域は横軸に, 各地域の労働者シェアは縦軸で表される. 労働者の分布は時間とともに, 初期状態とは異なる空間構造に向かって動き, 労働者は円周上のそれぞれ反対に位置する 2 つの地域に集中するようになる.

この結果は Fujita et al. (1999) におけるものといくつか大きな違いがある. 図 2.10(c) は各地域の社会変化を描いている. 労働者は人口が小さな地域から大きな地域に移動し, もっとも大きな地域の社会変化が定常状態においても存在する. また初期において, もっとも大きな労働者数である地域が定常状態でも大きくなる傾向がある. 労働者が集中している 2 つの地域の小さい方から大きいほうへ流出している. より小さな地域が定常状態において大きな労働者シェアを持つのは自然変化が大きいからである. 図 2.10(b) は各地域の自然変化を表している. 労働者が 1 つの地域に集中すると, そこと対称的な地域においては, 大きな輸送費が生じるので実質賃金は小さくなる. このことが高い出生率を導き, 自然変化を増加させる. そのことが労働者が集中している 2 つの地域の異なった特徴をもたらす. これは Fujita et al. (1999) にはない内生的な出生選

択を考えることによって得られた結論である.

## 2.5 結論

この章はGoto and Minamimura (2014) におけるモデルを用いて, 市場経済における地域の人口変化を考察した. またこのモデルを用いて, 人口変化に対する経済統合の影響を分析した. もし労働者が地域間を移動出来るならば, 地域間の実質賃金, 自然変化, 社会変化が大きく異なることを示した. またより大きな労働シェアを持つ地域に人口集中が生じる. 人口集中が起きている地域においては, より高い実質賃金を持つこととなり, 他の地域と比べて, より低い出生率と人口流入が実現する. それゆえ, 長期的には, 人口変化と実質賃金は地域によって大きく異なることとなる. 特に, 実質賃金が異なる定常状態は空間均衡でないことを意味しており, 労働者は居住地を変えるインセンティブを持つこととなる. この結果は通常の新経済地理学モデルとは異なり現実に観察される現象と一致する. また移動の自由度が大きく, 財のトレードがより自由であれば, 人口集中を引き起こし総人口を減少させる. もし地域間において移動が可能ならば, 労働者はより高い実質賃金を獲得出来る地域に移動する. これはより高い実質賃金である地域の人口を増加させる. さらに, 輸送費が存在するので, より人口が多い地域がより高い実質賃金を持つこととなる. これらの循環的作用が特定の地域に人口集中を誘発する. より移動がしやすく財のトレードがより自由であると, より多くの人々が集まることとなる. より高い貿易自由度がより高い実質賃金をもたらし, 出生率を低下させる. それゆえ, 貿易自由度の増加は定常状態における総人口を減少させる. 一方, より移動が自由である場合, それ自身は直接的には高い実質賃金もたらさない. しかしながら, 人口集中によって, 人口が多い地域の出生率を低下させる. それゆえ, 定常状態の総人口は減少することとなる.

# 第3章　死亡率の変化が経済成長及びそのプロセスに与える影響：理論と実証

## 3.1　はじめに

この章では Minamimura and Yasui (2014) を用いて, 死亡率の低下による経済成長への効果についての分析を行う. ここで取り上げる問題は, 死亡率の低下が一人当たり所得を増加させるかどうかである. Acemoglu and Johnson (2007) の論文は, 死亡率と経済成長との内生性の問題を操作変数を用いて解決し, 以下の結果を得た：寿命の改善は人口成長には正の効果を持つが一人当たり GDP には負の効果を持つ. この結果は健康水準の改善と経済成長の間にはトレードオフがあることを意味している. 理論的には, 彼らの結果は伝統的な成長モデルにおける希釈効果で正当化することが出来る：人口成長が一人当たりの土地一人当たり物的資本を減少させ, 一人当たり所得を減少させる. 一方, 特に先進国においては, 成長のエンジンとして土地や物的資本より人的資本の重要性が増していることが示唆されている (例えば, Jones and Romer (2010)).

ここでは, 物的資本蓄積のみが行われる経済が人的資本蓄積も行われる経済に内生的に切り替わる成長モデルを用いる. このモデルでは, 死亡率の変化がその切り替わりの過程に影響与え, 理論的また実証的に, 死亡率の低下が一人当たり所得にどのように影響を与えるのか調べる. 成長の重要なエンジンが, 物的資本蓄積から人的資本蓄積に切り替わる Galor and Moav (2004) のモデルを, 発展過程における死亡率の変化の効果を考慮に入れるために拡張する. 2 つの主な結論は (i) 死亡率の低下はこの切り替えを促進し (ii) 発展過程の段階において一人当たり所得に対する死亡率の低下の効果が異

なるということである. Galor and Moav (2004) と同様に, 物的資本と人的資本の間のポートフォリオの選択を考えるが, 彼らのものとは焦点が異なる. ここでは物的資本と人的資本の間の非対称性に焦点を当てる. ここでの非対称性とは, 人的資本は投資者自身に体現化され, 生き残った個人たちの人的資本のみ収益を生み出すが, 物的資本は, 投資者が死亡した場合においても, 資産が配偶者や子孫に属し, 収益を生み出すという点を意味する. この非対称性に基づくと, 死亡率の低下は人的資本への投資のインセンティブを刺激し, 人的資本蓄積による物的資本蓄積の切り替えを促進することとなる[1]. 多くの先行研究 (例えば, De la Croix and Licandro (1999); Kalemli-Ozcan et al. (2000); Boucekkine et al. (2002, 2003); Soares (2005); Cervellati and Sunde (2005)) において死亡率の低下は人的資本投資を促進するという結果がすでに得られている. しかし先行研究のメカニズムとここで扱うモデルのメカニズムは異なる. 先行研究は物的資本投資は一度だけ収益を生み出す一方で, 主体が一度人的資本を形成すると, 彼らが健康な労働者である限り収益を生み出し続けるという人的資本の性質に焦点を当てている：高い死亡率は人的資本の投資に支払われる労働寿命を短くする. 一方で, ここでは物的資本は生存している家計のメンバーに残されるが, 人的資本は生存している家計のメンバーに持ち越すことができないという性質に焦点を当てている：より高い死亡率は主体に物的資本と人的資本の代替を起こさせる. このメカニズムは家計のメンバー, いわば, 配偶者, 兄弟姉妹, 子孫における利他性によって正当化されるだろう. 利他性の存在は多くの研究によって示されており, 成長理論でもよく用いられている (例えば, Loury (1981); Galor and Zeira (1993))[2]. このモデルでは, 発展段階に沿って物的資本のみが蓄積されるレジームから物的資本と人的資本の両方を蓄積するレジームに経済が切り替わる. 物的資本のみが蓄積されるレジームにおいて, 死亡率の低下は

[1] Galor and Moav (2004) は物的資本と人的資本の間の別の非対称性に焦点を当てている：物的資本とは対照的に, 人的資本は投資者自身に体現化されており, 人的資本投資は個人水準では収穫逓減を示す. この非対称に基づいて, 彼らは資本市場の不完全性のチャンネル通じて, 所得格差が発展過程の異なった段階において経済成長に異なった効果を持つことを示している.

[2] ここでの理論は, 男性の期待総労働時間が各年ごとの労働時間の減少と早期の退職のために減少しているという Hazan (2009) の指摘とは矛盾しないことに注意が必要である. 3.2 節において説明される通り, このモデルは意思決定の単位として結婚したカップルを念頭に展開されている. Ramey and Francis (2009) が示しているように, 女性の労働参加率の上昇により, 結婚した主体の総生涯労働時間は減少していない.

物的資本における希釈効果によって一人当たり所得を低下させる一方で, 物的資本と人的資本両方が蓄積されるレジームにおいては, 別の効果が存在する : 死亡率の低下が将来に持ち越せる人的資本量を増やし成長を促進させる. ここではこの効果を持越し効果 (carry-over effect) と呼ぶことにする. 人的資本における持越し効果は物的資本における希釈効果と反対方向に働く. このモデルでは, 人的資本が多く存在する経済において死亡率の低下による持越し効果が希釈効果を上回るので, 一人当たり GDP を増加させやすい. 一方で人的資本が少ない経済においては反対のことが起こる.

この理論から得られるインプリケーションは, 国ごとに一人当たり所得に対する死亡率の効果が異なるということである : 国の教育水準がより高ければ, 死亡率の低下が一人当たり所得を増加させやすい. この仮説を検証するため, Acemoglu and Johnson (2007) と同じデータと識別方法を用いる. ただし Acemoglu and Johnson (2007) とは異なりすべての国が同じ成長レジームであるという仮定を緩める. 有限混合モデル (Finite Mixture Model (FMM)) アプローチを用いて, 高い教育レジームにある国々と低い教育レジームにある国々において, 死亡率の効果が一人当たり所得に対して異なるかどうかを検証する[3]. この Acemoglu and Johnson (2007) の分析に対する再解釈のモチベーションは Cervellati and Sunde (2011a,b) と共通認識をもつ. Cervellati and Sunde (2011a) は, Acemoglu and Johnson (2007) のサンプルを人口動態の文献で用いられる分類基準に基づいて人口転換前の国々と人口転換後の国々に分け, 平均寿命の改善が一人当たり GDP に人口転換前の国々においては負の効果を持つが, 人口転換後の国々には正の効果を持つことを示している. Cervellati and Sunde (2011b) は事前的な分類を課さない手法である, 有限混合モデルアプローチを用いて, Cervellati and Sunde (2011a) と同じような結果を得ている. Cervellati and Sunde (2011a,b) は人口転換理論に基づき, 一人当たり所得に対する寿命の効果の決定における人口成長の役割に焦点を当てている. 一方, ここでは人的資本理論に基づき一人当たり所得に対する死亡率の効果の決定において教育の役割に焦点を当てている. 人口転換理論と人的資本理論は長期的な経済成長における文献では, 2 つの柱になると考えられており, ここの試みはその文献の自然な展開である. 実証パートでは, 教育と人口成長が一人当たり所得に対する死亡率の効果を決定するのに重要であるという結果を導く.

[3]有限混合モデルアプローチに関する詳細は Frühwirth-Schnatter (2006) を, 成長回帰に対するアプリケーションは Bloom et al. (2003), Owen et al. (2009) また Cervellati and Sunde (2011b) を見よ.

| | $t$ 世代 | $t+1$ 世代 |
|---|---|---|
| $t$ 期 | 生まれる<br>遺産を受け取る<br>資産を配分する | |
| $t+1$ 期 | 子供を持つ<br>確率 $\rho$ で生き残る<br>働く<br>労働所得と資産所得を受け取る<br>財を消費し遺産を残す | 生まれる<br><br><br><br>遺産を受け取る |

表 3.1：イベントのタイミング

この章は以下で構成させる．3.2 節では, 理論モデルを構築し, 一人当たり所得に対する死亡率の変化の効果を分析する．3.3 節では, 実証手法を用いてモデルのインプリケーションを検証する．3.4 節では, 結論を述べる．

## 3.2 モデル

最大で 2 期間, 若年期と壮年期, 生きる主体が存在する世代重複モデルを考える．ある主体は壮年期の初期に死亡し, 労働市場には参入できない．若年期において, 彼らはすべての時間を人的資本の獲得に当てる．人的資本の獲得水準は, 彼らの時間投資が教育の資本投資によって補わられると増加する．若年期の終わりに, 主体たちは彼らの親から遺産を受け取り, 貯蓄と教育投資にそれを配分する．貯蓄と教育投資はそれぞれ壮年期における資本所得と労働所得を増加させることに貢献する．彼らの壮年期において, ある主体は労働市場に入る前に死亡するが, 他の主体たちは彼らの労働の効率単位を供給し, 家計の労働所得と資本所得を彼ら自身の消費と彼らの子供に対する遺産に配分する．表 3.1 はイベントのタイミングを表したものである．

この分析の基本単位は個人たちの連続体からなる家計である．同じ世代の家計のメンバーは結合効用を最大化するために彼らの行動を共同に決定する．この仮定は夫婦

に課されていることを念頭においてある. 現実では, 結婚した夫婦は彼らの消費量と投資量の決定を共同で行っており, どちらかが死亡する場合, もう片方の生活水準についても気に掛けるだろう. 結合効用の仮定と共同の意思決定はこの現実を捉えるために用いている[4].

### 3.2.1 生産

生産はコブ・ダグラス生産技術に基づいて行われる. $t$ 期において生産された産出は以下によって与えられる

$$Y_t = AK_t^{\alpha} H_t^{1-\alpha}$$

ここで $K_t$ と $H_t$ はそれぞれ物的資本量と (効率単位で測れらている) 労働投入量であり, $A$ は技術水準, $\alpha \in (0,1)$ は所得の資本シェアである. 要素市場は競争的で物的資本は 1 期で完全に減耗する. 賃金率と物的資本に対する粗収益率は, それぞれ

$$w_t = A(1-\alpha) k_t^{\alpha} \equiv w(k_t) \tag{3.1}$$

$$R_t = A\alpha k_t^{\alpha-1} \equiv R(k_t) \tag{3.2}$$

であり $k_t \equiv K_t/H_t$ は資本労働比率である.

### 3.2.2 家計

測度が 1 である連続体の家計が存在する. 毎期, 測度が 1 の個人たちの連続体が若年メンバーとして家計に生まれる. 彼らは確率 $\rho \in (0,1)$ で生存し, 生き残った主体は壮年期に労働市場に参入する. 従って, この経済の労働人口は $\rho$ である. 同じ世代の家計のメンバーは彼らの結合効用を最大にするために彼らの行動を共同で決定する. ($t$ 期に生まれた)$t$ 世代の家計の選好は壮年期における消費, $\rho c_{t+1}^i$, と子供に対する遺産, $b_{t+1}^i$

[4] ここでの連続体の仮定は単純化のためである. もし基本単位として 2 人からなる家計を考えた時, 家計間に異質性が生じ (例えば, 両方の親が生きる, 片方の親が生きる, また両方の親が死ぬ) 解析的に解くのが難しくなる. しかしながら, ここで提示しているメカニズムの基本は, 基本単位として連続体もしくは離散のメンバーから家計が成り立っていることには依存しない.

によって特徴付けられる. 変数 $c_{t+1}^i$ と $b_{t+1}^i$ はそれぞれ生き残った壮年期のメンバーごとの消費と若年期のメンバーごとの遺産である. 1 単位の壮年期のメンバーの中から $\rho$ 単位が消費を行うまで生き残るので, 彼らの総消費は $\rho c_{t+1}^i$ となる. 一方で, 若年期のメンバーのサイズは 1 単位であるので, 彼らの総遺産は $b_{t+1}^i$ である. 選好は以下によって与えられる.

$$\gamma \ln \rho c_{t+1}^i + (1-\gamma) \ln b_{t+1}^i \tag{3.3}$$

ここで $\gamma \in (0,1)$ は消費に対する相対的なウェイトを表す. $t$ 期において, 家計 $i$ の $t$ 世代は遺産, $b_t^i$, を家計 $i$ の $t-1$ 世代から受け取り, 教育支出, $e_t^i$, と貯蓄, $s_t^i$, に配分する.

$$s_t^i + e_t^i = b_t^i$$

家計 $i$ の $t$ 世代の予算制約は以下のとおりである.

$$\rho c_{t+1}^i + b_{t+1}^i = \rho w_{t+1} h_{t+1}^i + R_{t+1} \left( b_t^i - e_t^i \right),$$

ここで $h_{t+1}^i$ は壮年期のメンバーごとの効率労働単位 (例えば, 人的資本の水準) である. 左辺は壮年期の支出で, 自身の消費と子供への遺産である. 右辺は壮年期の資産である : 1 項目と 2 項目はそれぞれ生き残った壮年期のメンバーによって獲得される賃金所得と前の期からの貯蓄による収益である.

壮年期の人的資本の水準, $h_{t+1}^i$, は $t$ 期の教育に対する実質支出, $e_t^i$, の関数である.

$$h_{t+1}^i = 1 + \mu e_t^i \tag{3.4}$$

ここで $\mu$ は教育の効率性を表す. 教育に対する投資が行われないと, 壮年期における人的資本の水準は基礎的な水準と等しくなり, それを 1 に基準化する[5]. また解析的に用いやすいため, 線形の人的資本関数を仮定する. (3.4) 式を用いると, 予算制約を以下のように書き直すことが出来る.

$$\rho c_{t+1}^i + b_{t+1}^i = \rho w_{t+1} \left( 1 + \mu e_t^i \right) + R_{t+1} \left( b_t^i - e_t^i \right) \tag{3.5}$$

[5]現実の世界では, 金銭的な費用と同様に機会費用が教育費用の大部分を構成しており (例えば, Bils and Klenow (2000)), 教育で身に付けた能力の差は教育に費やした時間の差が重要である. しかしながら, Galor and Moav (2004) に従い, すべての主体は人的資本の獲得のためにすべての時間を費やし, 物的資本投資と人的資本投資の間のポートフォリオ選択による主体間の教育に対する時間の用い方には差がないものとする.

家計 $i$ の $t$ 世代は (3.3) 式を (3.5) 式の制約の下で最大化する．この問題の解は以下によって与えられる．

$$e_t^i = \begin{cases} 0 & \text{if} \quad \rho\mu w_{t+1} < R_{t+1} \\ [0, \infty) & \text{if} \quad \rho\mu w_{t+1} = R_{t+1} \\ \infty & \text{if} \quad \rho\mu w_{t+1} > R_{t+1} \end{cases}$$

また

$$b_{t+1}^i = (1-\gamma)\left[\rho w_{t+1}\left(1+\mu e_t^i\right) + R_{t+1}\left(b_t^i - e_t^i\right)\right] \tag{3.6}$$

$\rho\mu w(\tilde{k}) = R(\tilde{k})$ を満たす資本労働比率の閾値水準, $\tilde{k}$ が存在し, その水準以下においては家計が人的資本に投資を行わない．(3.1) 式と (3.2) 式より閾値は以下のようになる．

$$\tilde{k} = \frac{\alpha}{(1-\alpha)\,\rho\mu}$$

もし次の期の資本労働比率が $\tilde{k}$ 以下であると予測すると, 主体は人的資本投資を行わず, 基礎的な水準の人的資本のみ獲得する．均衡分析に進む前に 2 つの点について述べる．最初に, 人的資本投資の最適水準は収益率に依存し, 所得の水準からは独立となる．このモデルにおいては信用制約がないので, 収益率が投資者にとっての唯一の決定要因になる．2 番目に, ($\tilde{k}$ は $\rho$ に関して減少するので) 死亡率が低下するに従って, 家計は物的資本投資よりも人的資本投資が行いやすくなる．人的資本は投資者自身に体現化されているので, 生き残ったメンバーの人的資本のみが壮年期において収益を生み出す, 一方で, 物的資本はそのような性質を持たない．それゆえ, 死亡率が低下するに従って, 人的資本投資は物的資本投資と比べてより収益が大きいものとなる．

### 3.2.3 総物的資本と総人的資本

すべての家計は初期の資本所有において同一であると仮定し, すべての $t$ 期間と家計 $i$ において $s_t^i = s_t$ と $e_t^i = e_t$ である対称均衡に焦点を当てる[6]．$t$ 世代の家計の受け

[6]ある家計が物的資本投資にまた他の家計が人的資本投資に特化し, それらの量の比率が均衡で決まると考えることも可能である．たとえそのような場合を考えたとしても, この後に得られる結果は, 家計の裁定行動によって得られる非対称な均衡の総変数は対称均衡におけるものと同じである．

取られた遺産が与えられた下で, $t$ 期における $t$ 世代の家計の最適化行動が $t+1$ 期における物的資本水準, $K_{t+1}$, と人的資本水準, $H_{t+1}$ を決定する：$K_{t+1} = s_t = b_t - e_t$ と $H_{t+1} = \rho(1+\mu e_t)$. $t+1$ 期における資本労働比率は以下のようになる.

$$k_{t+1} = \frac{b_t - e_t}{\rho(1+\mu e_t)} \tag{3.7}$$

最初に, 次の期における資本労働比率が $\tilde{k}$ 以下であると仮定する. $e_t = 0$ であるので, この場合 $k_{t+1} = b_t/\rho$ となる. 均衡で決定される資本労働比率が $b_t/\rho \leq \tilde{k}$ となる場合においてのみ家計の期待と一致し,

$$b_t \leq \frac{\alpha}{(1-\alpha)\mu} \equiv \tilde{b} \tag{3.8}$$

が成り立つ一方で, $b_t > \tilde{b}$ の場合 $e_t > 0$ となる. ここで $e_t > 0$ の場合, $k_{t+1} = \tilde{k}$ が満たされなければならないことに注意する. もし $k_{t+1} < \tilde{k}$ の時, 物的資本投資のほうが収益が大きいので, どの主体も人的資本には投資しない, それゆえ, $e_t = 0$ となる. 一方, $k_{t+1} > \tilde{k}$ の場合, 人的資本投資のほうが収益が大きいので, どの主体も物的資本には投資しない, それゆえ $k_{t+1} = 0$ となり, $k_{t+1} > \tilde{k}$ とは矛盾する. $e_t > 0$ の場合, (3.7) 式と $k_{t+1} = \tilde{k}$ を用いると, 以下を得る.

$$e_t = \frac{(1-\alpha)\mu b_t - \alpha}{\mu}$$

それゆえ, 均衡における教育投資量を $b_t$ の関数として

$$e_t = \begin{cases} 0 & \text{if} \quad b_t \leq \tilde{b} \\ \frac{(1-\alpha)\mu b_t - \alpha}{\mu} & \text{if} \quad b_t > \tilde{b} \end{cases}$$

と書くことが出来る. これはより高い生存確率, $\rho$, とより大きな遺産, $b_t$, がより大きな教育投資を引き起こすことを意味する. 遺産水準は家計レベルにおける投資の意思決定には影響を与えないが, 一般均衡効果より総水準には重要となる：より多くの資源が利用出来ると, 物的資本と人的資本の限界収益が等しくなるように人的資本投資の水準が大きくなる.

(3.1) 式, (3.2) 式, (3.6) 式, と (3.7) 式から遺産の動学が以下のように従う.

$$b_{t+1}(b_t) = \begin{cases} (1-\gamma) A\rho^{1-\alpha} b_t^{\alpha} \equiv \Psi_1(b_t) & \text{if} \quad b_t \leq \tilde{b} \\ (1-\gamma) A\alpha^{\alpha}(1-\alpha)^{1-\alpha}\mu^{-\alpha}\rho^{1-\alpha}(1+\mu b_t) \equiv \Psi_2(b_t) & \text{if} \quad b_t > \tilde{b} \end{cases} \tag{3.9}$$

これがこの経済の動学を決定する. 差分方程式 (3.9) 式は $\Psi_1(\tilde{b}) = \Psi_2(\tilde{b})$, $\Psi_1'(\tilde{b}) = \Psi_2'(b_t)$, $b_{t+1}(0) = \Psi_1(0) = 0$, $b_{t+1}'(b_t) > 0$, $b_{t+1}'(0) = \Psi_1'(0) = \infty$ を意味する. また $b_t \leq \tilde{b}$ の時, $b_{t+1}''(b_t) < 0$ となり, $b_t > \tilde{b}$ の時, $b_{t+1}''(b_t) = 0$ となる.

図 3.1 で描かれているように, 動学システムを 3 つのパターンに分類することが出来る. パターン I (図 3.1 のパネル (a)) では, 物的資本投資のみが行われる定常状態が存在する. パターン II (図 3.1 のパネル (b)) では, 物的資本投資と人的資本投資両方が行われる定常状態が存在する. パターン III (図 3.1 のパネル (c)) では, 成長経路に沿って物的資本投資と人的資本投資両方が行われ, 経済は持続的に成長する. パターン I が生じるには, $b_1^* = [(1-\gamma)A]^{\frac{1}{1-\alpha}}\rho \leq \tilde{b}$ である $b_1^*$ が $\Psi_1(\cdot)$ の不動点となる場合である. パターン III が生じるには, $\Psi_2'(b_t) = (1-\gamma)A\alpha^{\alpha}(1-\alpha)^{1-\alpha}(\rho\mu)^{1-\alpha} > 1$ が満たされる時である. これらをまとめると, この経済の動学パターンは以下のように分類される.

$$\begin{cases} \text{Pattern I} & \text{if} \quad \rho \leq \tilde{\rho}_1 \\ \text{Pattern II} & \text{if} \quad \tilde{\rho}_1 < \rho \leq \tilde{\rho}_2 \\ \text{Pattern III} & \text{if} \quad \tilde{\rho}_2 < \rho \end{cases}$$

$$\text{where } \tilde{\rho}_1 \equiv \frac{\alpha}{[(1-\gamma)A]^{\frac{1}{1-\alpha}}(1-\alpha)\mu} \text{ and } \tilde{\rho}_2 \equiv \frac{\alpha^{-\frac{\alpha}{1-\alpha}}}{[(1-\gamma)A]^{\frac{1}{1-\alpha}}(1-\alpha)\mu} \tag{3.10}$$

$\rho$ の上昇は $\Psi_1(\cdot)$ と $\Psi_2(\cdot)$ を上方にシフトさせる. 定常状態が存在する場合, 死亡率の低下は $b_t$ の定常状態の値を上昇させ, 持続的に成長する場合, $b_t$ の成長率を上昇させる. この効果は図 3.1 のパネル (d) に描かれている. 死亡率の低下は経済をより高い教育が行われるパターンに動かす. パターン I とパターン II における定常状態の遺産は

$$\begin{cases} b_1^* = [(1-\gamma)A]^{\frac{1}{1-\alpha}}\rho & \text{in Pattern I} \\ b_2^* = \frac{(1-\gamma)A\alpha^{\alpha}(1-\alpha)^{1-\alpha}\mu^{-\alpha}\rho^{1-\alpha}}{1-(1-\gamma)A\alpha^{\alpha}(1-\alpha)^{1-\alpha}\mu^{1-\alpha}\rho^{1-\alpha}} & \text{in Pattern II} \end{cases}$$

である (それぞれ $\Psi_1(\cdot)$ と $\Psi_2(\cdot)$ の不動点).

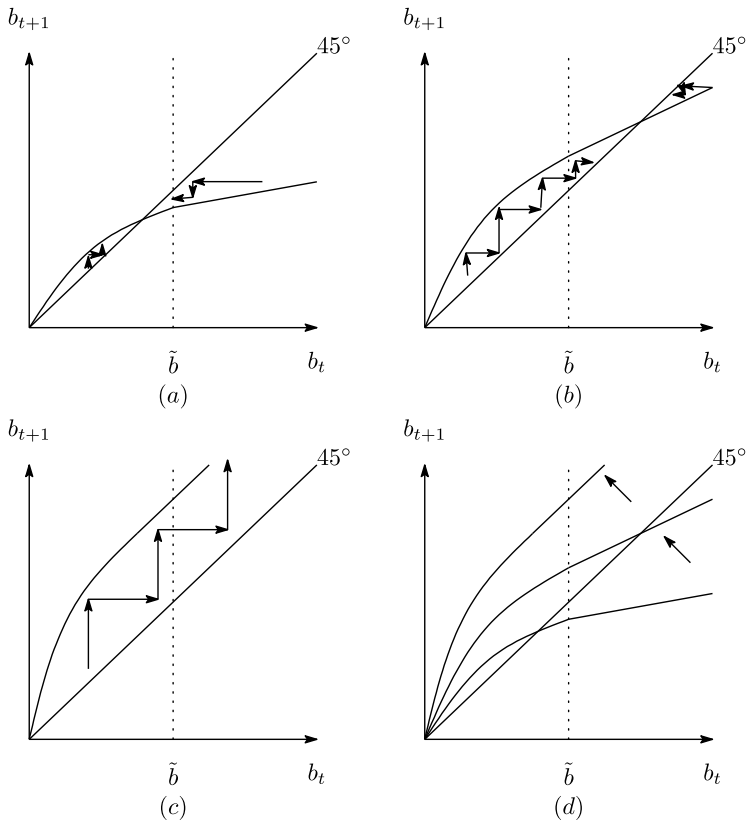

$b_{t+1}$
45°
$\tilde{b}$
$b_t$
$(a)$
$b_{t+1}$
45°
$\tilde{b}$
$b_t$
$(b)$
$b_{t+1}$
45°
$\tilde{b}$
$b_t$
$(c)$
$b_{t+1}$
45°
$\tilde{b}$
$b_t$
$(d)$

図 3.1：動学

### 3.2.4　一人当たり産出に対する死亡率の変化の効果

$b_t$ が与えられた下で, $b_{t+1}$ が $\rho$ の上昇によって増加する. $\rho$ の上昇は一人当たり産出にはどのような効果をもたらすのであろうか. ここでの分析では一人当たり産出に対する死亡率の変化の短期的な効果と長期的を区別する：短期的な効果は現在の世代の一人当たり産出に対する効果を, 長期的な効果は定常状態における一人当たり産出に対する効果を意味する.

最初に, 短期的な効果を考える. $b_t$ が与えられた下での $t+1$ 期における一人当たり産出は

$$y_{t+1} \equiv \frac{Y_{t+1}}{\rho} = \begin{cases} A\left(b_t/\rho\right)^{\alpha} & \text{if} \quad b_t \leq \tilde{b} \\ A\alpha^{\alpha}\left(1-\alpha\right)^{1-\alpha}\rho^{-\alpha}\mu^{-\alpha}\left(1+\mu b_t\right) & \text{if} \quad b_t > \tilde{b} \end{cases} \tag{3.11}$$

である. 明らかに $b_t \leq \tilde{b}$ もしくは $b_t > \tilde{b}$ に関わらず, $\partial y_{t+1}/\partial\rho < 0$ である. 短期的には死亡率の低下は一人当たり産出を減少させる. $b_t$ が与えられているので, 死亡率が低下した世代が利用出来る資産の量は変わらない. 物的資本量は変化しないが, 労働投入量は増加する. 労働の平均生産性は労働の限界生産性が逓減することによって低下し, 結果的に一人当たり産出は減少することとなる.

次に, 長期的な効果を考える. パターンIの定常状態における一人当たり産出は以下のようになる.

$$y^* \equiv \frac{Y^*}{\rho} = A^{\frac{1}{1-\alpha}}\left(1-\gamma\right)^{\frac{\alpha}{1-\alpha}}$$

これより $\partial y^*/\partial\rho = 0$ となる. 長期において, 遺産量が固定されている短期とは異なり, 死亡率の低下は労働投入を増加させ, 産出を増加させため将来世代の遺産量は増加する. この効果は人口サイズの増加による希釈効果を相殺する. パターンIIの定常状態における一人当たり産出は

$$y^* = \frac{A\alpha^{\alpha}\left(1-\alpha\right)^{1-\alpha}}{\rho^{\alpha}\mu^{\alpha} - \left(1-\gamma\right)A\alpha^{\alpha}\left(1-\alpha\right)^{1-\alpha}\rho\mu}$$

となる. これは以下を意味する.

$$\frac{\partial y^*}{\partial\rho} = -\frac{A\alpha^{\alpha+1}\left(1-\alpha\right)^{1-\alpha}\rho^{\alpha-1}\mu^{\alpha}\Omega\left(\rho\right)}{\left[\rho^{\alpha}\mu^{\alpha} - \left(1-\gamma\right)A\alpha^{\alpha}\left(1-\alpha\right)^{1-\alpha}\rho\mu\right]^2}$$

$$\text{where } \Omega(\rho) \equiv 1-(1-\gamma) A\alpha^{\alpha-1}(1-\alpha)^{1-\alpha}(\rho\mu)^{1-\alpha}$$

ただし $\Omega'(\rho)<0$ と $\Omega(\tilde{\rho}_1)=0$ に注意する. $\rho>\tilde{\rho}_1$ の場合を考えているので, $\partial y^*/\partial\rho>0$ となる. パターン III においては定常状態が存在しないので, 長期的な成長率を分析する. (3.9) 式と (3.11) 式を用いると, 一人当たり産出の成長率

$$\frac{y_{t+1}}{y_t}=\frac{1}{1+\mu b_{t-1}}+(1-\gamma) A\alpha^{\alpha}(1-\alpha)^{1-\alpha}\rho^{1-\alpha}\mu^{1-\alpha}$$

を得る. $b_t$ は持続的に成長するので, $\lim_{t\to\infty} b_{t-1}=\infty$ となる. それゆえ長期的には, この成長率は $(1-\gamma) A\alpha^{\alpha}(1-\alpha)^{1-\alpha}\rho^{1-\alpha}\mu^{1-\alpha}$ に収束する. この長期的な成長が $\rho$ の上昇によって増加することが簡単に確かめることが出来る.

これらのことをまとめると, 上記の分析から以下の予測が導ける：

1. 一人当たり産出に対する死亡率の低下の効果は不明慮である. 死亡率の低下は一人当たり物的資本を減少させる一方, 労働人口の増加と教育の促進によって総産出を増加させる. 一人当たり産出が増加するかどうかは, どちらの効果が支配的であるかに依存する.

2. 一人当たり産出に対する死亡率の低下の効果は短期より長期において正になりやすい. たとえ短期においては死亡率の低下が一人当たり産出を抑制するとしても, この短期的な減少は後の労働力の増加とより多くの資本蓄積によってもたらされる高い産出量によって補填される.

3. 国の教育水準がより高ければ, 死亡率の低下は一人当たり産出を増加させやすい. もし多くの人的資本量が労働者自身に体現化されているならば, 死亡率の低下によって持ち越せる人的資本が増加し, 物的資本の希釈効果を相殺することが出来る.

### 3.2.5 数値例

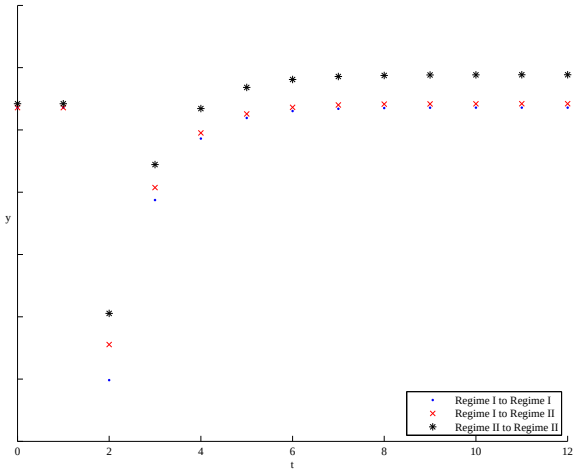
この節では数値例を示す. 生産における生産性パラメーター, $A$, と教育における効率性パラメーター、$\mu$, は 1 に設定し, 物的資本シェアの値, $\alpha$, は 1/3 と設定する. 消費

に関するパラメーター, $\gamma$, の大きさに関してはあまり知られていない. そこで, $\gamma$ を合理的な生存率でレジームスイッチが起こるように特定化する. $\gamma$ の値は $A = 1$, $\alpha = 1/3$ と $\mu = 1$ の場合に $\tilde{\rho}_1 = 0.75$ となるように選ぶ. $\tilde{\rho}_1$ はパターンIの閾値である生存率を表す ((3.10) 式). これより $\gamma = 0.2369$ が導かれる.

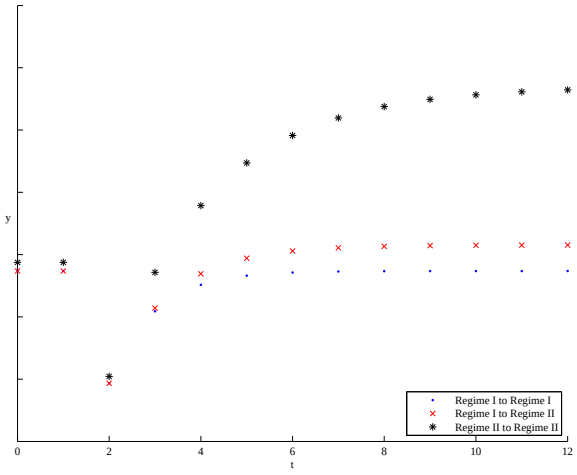
**$\rho$ の変化**　生存率, $\rho$, がある時点で永続的に上昇した場合, このモデルにおいて一人当たり産出がどのように影響受けるのかを示す. 経済は初期において $\rho = 0.6$, $\rho = 0.7$ と $\rho = 0.8$ に対応する定常状態にあるとする (それぞれ Case $1-1$, Case $1-2$, Case $1-3$ とする). $\rho$ の値がそれぞれ 0.6 から 0.7, 0.7 から 0.8, 0.8 から 0.9 に上昇するとする. $\tilde{\rho}_1$(パターンIの閾値である生存率) が 0.75 であるので, 初期の生存率が 0.6 である経済は変化前と変化後の両方においてパターンIにあり, 初期の生存率が 0.7 である経済は変化によってパターンIからパターンIIに変化し, 初期の生存率が 0.8 である経済は変化前と変化後の両方においてパターンIIにある. 図 3.2(a) はこれらのシミュレーションにおける一人当たり産出の反応を描いている. 一人当たり産出は生存率の変化後, 物的資本における希釈効果のために, 急激的に減少する. その後, 時間とともに, 一人当たり産出量はより多くの労働者による資本蓄積のために上昇し始め, Case $1-1$ においては初期の定常状態の水準まで戻り, Case $1-2$ と Case $1-3$ においては初期の水準以上の新しい定常状態に収束する.

**$\mu$ の異質性**　次に, 異なる教育システムである経済の死亡率の変化の影響を調べる. ここでは教育システムの発展を $\mu$ の上昇としてモデル化している：より高い $\mu$ はより効率的な教育システムを意味する. ここでは, 図 3.2(a) で用いた $A$, $\alpha$ また $\gamma$ と同じ値と異なった $\mu$ の値における死亡率の変化に対する産出の反応を調べる. 経済は初期において $\mu = 0.5$, $\mu = 1.5$ と $\mu = 2.5$ に対応する定常状態にあるとする (それぞれ Case $2-1$, Case $2-2$, Case $2-3$ とする). その時のパターンIの閾値である生存確率はそれぞれ, 1.5, 0.5 と 0.3 となる. $\rho$ の値が 0.4 から 0.8 に上昇したとする. $\mu = 0.5$ である経済は変化前と変化後の両方においてパターンIにあり, $\mu = 1.5$ である経済は変化によってパターンIからパターンIIに変化し, $\mu = 2.5$ である経済は変化前と変化後の両方においてパターンIIにある. 図 3.2(b) はこれらのシミュレーションにおける一人当たり産出の反応を表している. 一人当たり産出量は生存率の変化後, 物的資本における希釈効果

によって, 急激に減少する. その後, 時間とともに, 一人当たり産出量は Case $2-1$ においては初期の定常状態に戻り, Case $2-2$ と Case $2-3$ においては初期水準以上の新しい定常状態に収束する. 図 3.2(a) と図 3.2(b) はここで強調したい特徴をよく捉えている. つまり, 国の教育水準がより高ければ, 死亡率の低下が一人当たり所得を増加させやすいということである. より低い教育水準の要因 (より低い $\rho$ もしくはより低い $\mu$) に関わりなく, 生存率の増加は教育水準がより低い経済の一人当たり産出に対して負の効果を持ちやすい : 初期の下落のサイズがより大きく, その後の回復のペースがより遅く, 定常状態の水準がより低い.




(a) $\rho$ の変化




(b) $\mu$ の異質性

図 3.2：シミュレーション

## 3.3 実証分析

理論から導かれたインプリケーションとしては, 各国の一人当たり所得に対する死亡率の変化の効果の異質性である：国の教育水準がより高ければ, 死亡率の低下が一人当たり所得を上昇させやすい. ここではデータによってそれを検証する.

### 3.3.1 実証の枠組みと識別

従属変数として対数を取った一人当たり GDP(log GDP per capita) の変化を, 主な説明変数として予測された死亡率 (predicted mortality) の変化を用いる. ここでの推計は

$$\Delta \ln y_i = C + \pi \Delta m_i + u_i$$

の枠組みで行う. ここで $\Delta \ln y_i$ と $\Delta m_i$ はそれぞれ 1940 年と 1980 年の $i$ 国の対数を取った一人当たり GDP の変化と (操作されている) 予測された死亡率の変化である. Cervellati and Sunde (2011b) に従い, ここでは説明変数として, 平均寿命の変化ではなく, 予測された死亡率の変化を用いる. 負の係数である $\pi$ は死亡率の低下が成長を促進することを意味していることに注意する.

一人当たり所得に対する死亡率の因果効果を推定するため, Acemoglu and Johnson (2007) によって提唱された識別方法を用いる. 死亡率の変化に対する操作変数は 1940 年代における国際的な疫学的転換 (international epidemiological transition) による 15 の伝染病 (例えば, 結核, マラリア, 肺炎など) による死亡率の低下である[7]. この操作変数に基づく基本的な考えは以下の通りである[8]. 1940 年にはこれらの病気に対する適切な処置は存在しなかった. しかし, その後 1980 年までに国際的な疫学的転換が世界的な治療法の普及と予防を可能にした. そのため 1940 年と 1980 年の間のこれらによる死亡率の変化はそれぞれの国において外生的であった. それゆえ除外制約が満たされると仮定出来る.

[7]国際的な疫学的転換は主に 3 つの要因から成り立つ：グローバル薬と科学的なイノベーションの波, WHO と UNICEF の設立と医療知識の普及. 国際的な疫学的転換は世界の大部分, 特にあまり発展していない地域の平均寿命の劇的な改善を引き起こした.

[8]詳しくは Acemoglu and Johnson (2007) を見よ.

またすべての国が同じ成長レジームであるという仮定を緩めることで Acemoglu and Johnson (2007) から離れ, レジームにおける一人当たり所得に対する死亡率の異質的な効果を許容する. この目的のために, 有限混合アプローチを用い, 特定の成長レジームの一つに属する確率とそれぞれのレジームにおける死亡率の効果を同時に推定する. 観測値を事前にグループに分けるアプローチと比べ, このアプローチはそれぞれのレジームに国々を分けることと同時に, それぞれのレジームにおける成長回帰のパラメータを推定することが出来る. 従って, 研究者の恣意性がない, データのみから結論が導けるという利点がある. ここでは成長過程は 2 つの離散的なレジームに分けることが出来ると仮定する. 後に明らかになるが, それらを “Low” および “High” とラベル付けする. また教育水準はレジームメンバーの有意な予測変数となる：“Low” と “High” というラベルはそれぞれ低い教育レジームと高い教育レジームを意図している. ある国の確率構造は以下であるとする.

$$\begin{aligned} &f\left(\Delta \ln y|\, \Delta m; \pi^{\text{Low}}, \pi^{\text{High}}, \phi^{\text{Low}}, \phi^{\text{High}}\right) \\ &= \phi^{\text{Low}} f\left(\Delta \ln y|\, \Delta m; \pi^{\text{Low}}\right) + \phi^{\text{High}} f\left(\Delta \ln y|\, \Delta m; \pi^{\text{High}}\right) \end{aligned}$$

ここで $\phi^j$ は潜在レジーム $j$ のメンバーとなる確率であり, $f\left(\Delta \ln y|\, \Delta \ln m; \pi^j\right)$ は潜在レジーム $j$ の構成員であることを条件付けた成長率の分布である. それぞれの確率は以下のようにパラメーター化する.

$$\phi^{\text{Low}} = \frac{1}{1+\exp\left(\gamma X\right)} \quad \text{and} \quad \phi^{\text{High}} = \frac{\exp\left(\gamma X\right)}{1+\exp\left(\gamma X\right)}$$

ここで $X$ と $\gamma$ はそれぞれレジームメンバーの決定要因および高い教育レジームとなる確率に与える $X$ の効果を表す係数である. 理論パートで導かれた予測に基づいて, 共変数 $X$ は教育水準と関係がある変数を用いる. 最尤法によってモデルを推定する. 成長における誤差項は標準偏差が $\sigma^j$ である正規分布から来ていると仮定する. 対数尤度関数は

$$\ln L = \prod_{i=1}^{N} \left[\ln\left[\phi^{\text{Low}} f\left(\Delta \ln y_i|\, \Delta m_i; \pi^{\text{Low}}\right) + \phi^{\text{High}} f\left(\Delta \ln y_i|\, \Delta m_i; \pi^{\text{High}}\right)\right]\right]$$

であり,

$$f\left(\Delta \ln y_i | \, \Delta m_i; \pi^j\right) = \frac{1}{\sqrt{2\pi \left(\sigma^j\right)^2}} \exp\left[-\frac{\left(\Delta \ln y_i - \Delta m_i \pi^j\right)^2}{2\left(\sigma^j\right)^2}\right].$$

である. データは 47 カ国の観察値の長期的な差を使用し, 対数尤度関数を最大化することでパラメーターを推定する. ここでは Deb (2008) のプログラムを用いて推定を行っている.

### 3.3.2 データ

従属変数は 1940 年と 1980 年の間の対数を取った一人当たり GDP の変化を, 主な説明変数は 1940 年と 1980 年の間の予測された死亡率の変化を用いる. これらの変数は Angus (2003) と Acemoglu and Johnson (2007) におけるものである. ここでは Acemoglu and Johnson (2007) の 47 カ国の基本サンプルデータと同じものを用いる. 上記で述べたように, レジームメンバーの予測変数として教育水準を用いる. 特に, レジームメンバーの予測変数として高等教育 (tertiary education) と関係がある変数を用いる. 理論パートにおいては, 親によって与えられる教育よりも, むしろ主体たち自身の教育決定を考えているためである. それゆえ理論パートと整合性が取れるために, 高等教育に関するデータを用いるのが妥当であろう. 教育のデータは Barro and Lee (2013) のデータを彼らの定義に従って, それぞれの年齢グループにおける教育を計算し作成している.

ここでは, 人的資本理論に基づいて, 一人当たり所得への死亡率の異質な効果に対する教育の役割に焦点を当てている. 一方で, 人口転換理論に基づく, 人口成長の役割に焦点を当てた研究が存在する (Cervellati and Sunde (2011a,b)). 基本的な推定はレジームメンバーの予測変数として教育に関する変数だけを用いるが, 先述の先行研究と比較するため, レジームメンバーの予測変数として教育に関する変数と人口に関する変数の両方を用いてモデルの推定を行う. 人口変数のデータソースは Angus (2003) である. 表 3.2 は記述統計表である.

| Variables | Obs | Mean | Std. Dev. | Min | Max |
|---|---|---|---|---|---|
| Change of log GDP per capita (1940-80) | 47 | 0.884 | 0.388 | -0.086 | 1.606 |
| Change of predicted mortality (1940-1980) | 47 | -0.473 | 0.280 | -1.126 | -0.121 |
| Years of tertiary schooling : 30-39 (1950) | 47 | 0.095 | 0.124 | 0.002 | 0.604 |
| Years of tertiary schooling : 30-49 (1950) | 47 | 0.090 | 0.115 | 0.001 | 0.548 |
| Tertiary complete : 30-39 (1950) | 47 | 1.824 | 2.380 | 0.038 | 11.957 |
| Log of GDP per capita (1940) | 47 | 7.739 | 0.725 | 6.332 | 8.855 |
| Change of log population (1930-1940) | 47 | 0.130 | 0.072 | -0.015 | 0.303 |

表 3.2：記述統計量

### 3.3.3 結果とインプリケーション

表 3.2 は主要な推定結果を表している. [1] において報告されている結果は Acemoglu and Johnson (2007) において得られた結果と同じものである. すべてのサンプルで, 一人当たり所得に対する死亡率の効果は正である, それゆえ, 一人当たり所得に対する平均寿命の効果は負である.

[2] – [7] は有限混合モデルの推定を表している. [2] と [3] は, 潜在レジームのメンバー予測の共変数 $X$ として, 1950 年における 30 歳から 39 歳の人々の高等教育の平均教育年数 (years of tertiary) を用いている. レジームに国々を分類し, 正確な結果を導くため, 成長モデルの誤差項と相関しないメンバーの予測変数を用いなければならない. 1950 年における 30 歳以上の人々は, 国際的な疫学的転換の始まりには, 彼らの教育を終えている. 従って, 共変数として 1950 年における 30 歳から 39 歳の人々の高等教育の基準を用いることは妥当であろう. [2] と [3] は一人当たり所得の成長に対して, 死亡率の効果が異なる 2 つのレジームが存在することを示している：より高い教育水準である国は死亡率の低下が一人当たり所得を増加させるレジームに分類されやすく, 低い教育レジームにおいては死亡率の低下が一人当たりの所得を減少させる, これは理論と整合的な結果である.

[4] – [7] においては, レジームメンバーの予測変数として [2] と [3] とは異なる教育基準を用いて結果の頑健性を検証している. [4] と [5] の推定では, 共変数として 30 歳から 39 歳の高等教育の平均教育年数の代わりに 30 歳から 49 歳の高等教育の平均教育年数

を用いている. [6] と [7] の推定では, 共変数として高等教育の平均教育年数の代わりに高等教育を終えた人の割合を用いている. [4] – [7] の結果が示している通り, 教育の尺度の違いは, 成長に対する死亡率の効果についての結果にはほとんど影響を与えていない. 図 3.3 と図 3.4 は Acemoglu and Johnson (2007) とここでの結果との違いを直感的に表している. 図 3.3 は Acemoglu and Johnson (2007) で述べられているように, 死亡率の低下が所得を下げることを示している. 図 3.4 では, 表 3.3 の [2] と [3] における推定に基づき, "High" レジームであると推定された確率が 50%以上ある国 (Component 2) とそれ以外の国 (Component 1) の 2 つのグループに分けている. この図は, Component 2 では死亡率の低下は一人当たり所得を上昇させるが, Component 1 では一人当たり所得を減少させるという結果を示している.

教育の効果は一人当たり所得の効果を捉えているだけ, 経済発展の度合いが一人当たり所得に対する死亡率の効果の決定に重要であるのではないかと思われるかもしれない. しかし, 共変数として 1940 年における対数を取った一人当たり GDP を用いた推定においても, それがレジームメンバーの有意な予測変数でないことが導かれる (表 3.4). 表 3.4 の推定結果では, レジームメンバーの予測変数として教育による基準のみではなく人口動態による基準も用いている. 推定された結果は, 教育と人口動態の基準両方がレジームメンバーの有意な予測変数であることが示されており, 高い教育水準と低い人口成長率である国々は, 死亡率の低下が一人当たり所得を増加させるというレジームに分類されたやすいという結果が導かれた. これは教育水準が人口動態的要素の効果をコントロールした後でも, 一人当たり所得に対する死亡率の異質な効果の決定に重要な役割を持っているという仮説が支持されるということである. また推定量はどの特定化においても定量的にほぼ同一である.

| | OLS | Finite Mixture Model | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Covariate | | Years of tertiary | | | | Tertiary complete | |
| Age group | | $30-39$ | | $30-49$ | | $30-39$ | |
| Regime | | Low | High | Low | High | Low | High |
| | [1] | [2] | [3] | [4] | [5] | [6] | [7] |
| Predicted mortality change | $0.585^{***}$ | $0.574^{***}$ | $-0.525^{*}$ | $0.590^{***}$ | $-0.532$ | $0.559^{**}$ | $-0.497$ |
| | [0.147] | [0.207] | [0.315] | [0.224] | [0.332] | [0.242] | [0.330] |
| Constant | $1.160^{***}$ | $1.052^{***}$ | $1.014^{***}$ | $1.071^{***}$ | $1.007^{***}$ | $1.033^{***}$ | $1.022^{***}$ |
| | [0.069] | [0.213] | [0.081] | [0.253] | [0.080] | [0.269] | [0.087] |
| Probability of regime High | | 0.338 | | 0.324 | | 0.357 | |
| $\sigma$ | | $0.335^{***}$ | $0.163^{***}$ | $0.341^{***}$ | $0.159^{***}$ | $0.332^{**}$ | |
| | | [0.064] | [0.034] | [0.08] | [0.041] | [0.08] | [0.038] |
| Coefficient of covariate | | $-17.537^{**}$ | | $-18.879^{**}$ | | $-1.077^{**}$ | |
| | | [7.032] | | [9.329] | | [0.430] | |
| Constant | | 2.154 | | 2.286 | | 2.274 | |
| | | [1.332] | | [1.951] | | [1.525] | |
| AIC | | 42.452 | | 42.365 | | 41.37 | |
| BIC | | 57.254 | | 57.166 | | 56.172 | |
| SABIC | | 32.163 | | 32.075 | | 31.081 | |
| Number of countries | 47 | 47 | | 47 | | 47 | |

[1] は最小自乗法 (OLS) による推定結果を示している．従属変数は対数を取った一人当たり GDP の 1940 年から 1980 年の変化．説明変数は予測された死亡率の 1940 年から 1980 年の変化．[2] – [7] は 2 つの component である有限混合モデルの結果を示している．従属変数と独立変数は OLS のそれらと同じである．[2] – [7] で用いている共変数は，1950 年における高等教育の平均教育年数 (years of tertiary, age group 30-39, 30-49) と高等教育を終えた人の割合 (tertiary complete, age group 30-39) である．サンプルは Acemoglu and Johnson (2007) における基本サンプルと同じ．AIC, BIC と SABIC はそれぞれ Akaike information criteria, Bayesian information criteria, Sample Adjusted Bayesian information criteria である．カッコの中は頑健な標準誤差を表す．$***$, $**$ と $*$ はそれぞれ 1%, 5%と 10%の有意水準を表す．

表 3.3：推定結果 I

| | Finite Mixture Model | | | |
|---|---|---|---|---|
| Covariate | Years of tertiary/Log of GDP per capita | | Years of tertiary/Population Growth | |
| Age group | 30 – 39 | | 30 – 39 | |
| Regime | Low | High | Low | High |
| | [1] | [2] | [3] | [4] |
| Predicted mortality change | $0.549^{***}$ | $-0.527^{*}$ | $0.449^{***}$ | $-0.632^{**}$ |
| | [0.207] | [0.301] | [0.169] | [0.286] |
| Constant | $1.029^{***}$ | $1.017^{***}$ | $0.970^{***}$ | $1.012^{***}$ |
| | [0.135] | [0.070] | [0.137] | [0.070] |
| Probability of regime High | 0.354 | | 0.362 | |
| $\sigma$ | $0.332^{***}$ | $0.164^{***}$ | $0.335^{***}$ | $0.155^{***}$ |
| | [0.063] | [0.036] | [0.051] | [0.026] |
| Coefficient of covariate | $-13.323^{*}/-0.568$ | | $-15.454^{*}/22.896^{**}$ | |
| | [7.926]/[0.775] | | [8.473]/[10.804] | |
| Constant | 6.176 | | −0.808 | |
| | [5.722] | | [1.219] | |
| AIC | 44.111 | | 38.863 | |
| BIC | 60.762 | | 55.514 | |
| SABIC | 32.535 | | 27.287 | |
| Number of countries | 47 | | 47 | |

2 つの component である有限混合モデルの結果を示している．従属変数と説明変数は表 3.3 と同じである．コラム [1] – [2] において用いられている共変数は, 1950 年における高等教育の平均教育年数 (years of tertiary, age group 30-39) と 1940 年における対数を取った一人当たり GDP である．コラム [3] – [4] において用いられている共変数は, 1950 年における高等教育の平均教育年数 (years of tertiary, age group 30-39) と 1930 年から 1940 年における対数を取った人口の変化である．カッコの中は頑健な標準誤差を表す．$***$, $**$ と $*$ はそれぞれ 1%, 5%と 10%の有意水準を表す．

表 3.4：推定結果 II

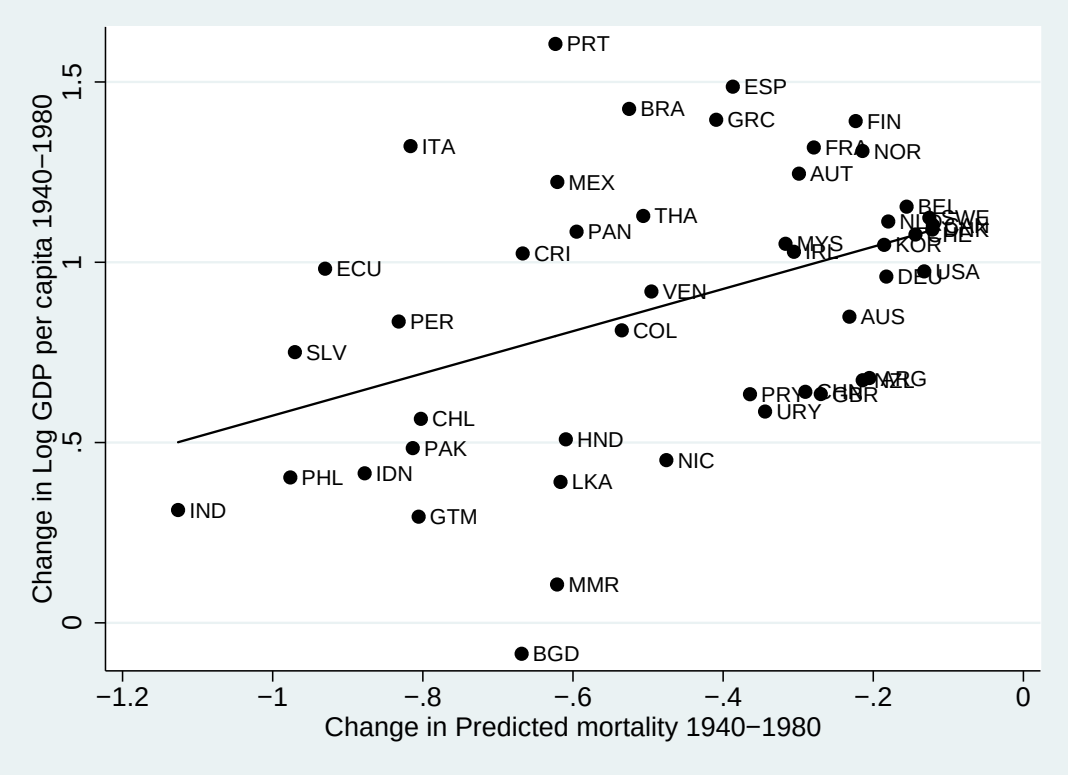



図 3.3：1940 年から 1980 年における対数を取った一人当たり GDP の変化と予測された死亡率の変化.

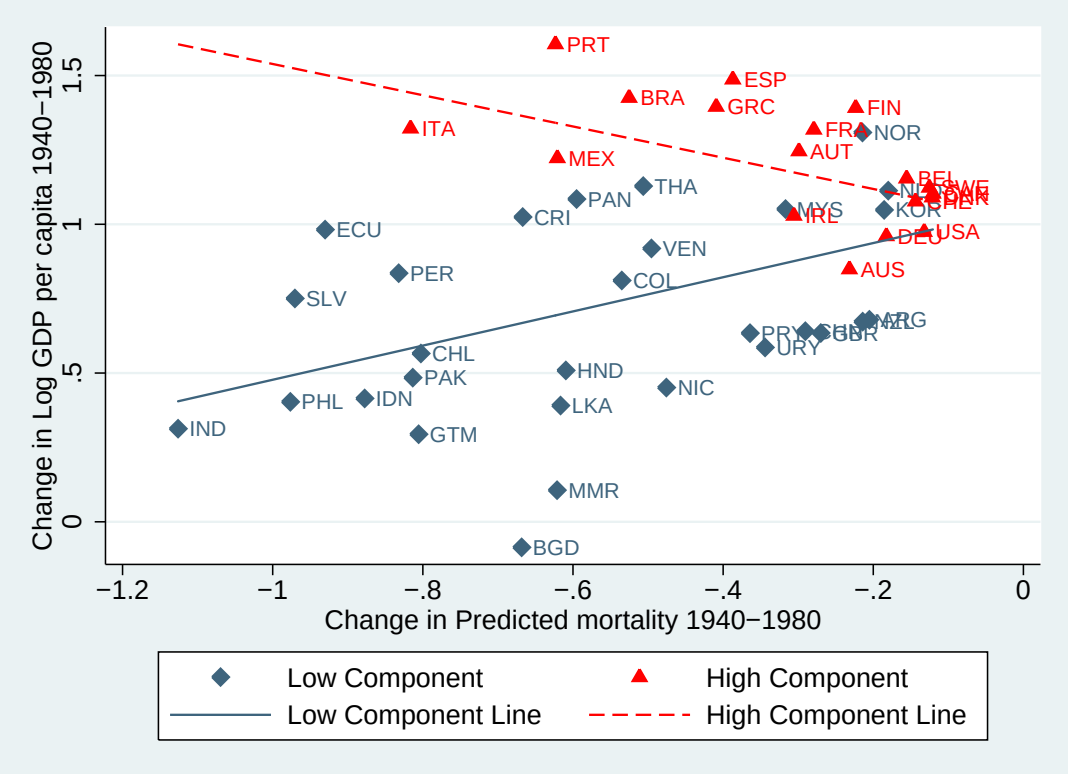



図 3.4：1940 年から 1980 年における対数を取った一人当たり GDP の変化と予測された死亡率の変化．表 3.3 の [2] と [3] の推定結果を用いている．実線と点線はそれぞれ “Low” component line と “High” component line を表している．菱形マークは “High” component であると推定された確率が 50%以上の国々を，三角形マークはそれ以下の国々を示している．

## 3.4 結論

物的資本蓄積のみが行われる経済が人的資本蓄積も行われる経済に内生的に切り替わり, 死亡率の変化がその切り替え過程に影響を与える成長理論を展開した. 理論から導かれた予測は, 国ごとの一人当たり所得に対する死亡率の異質的な効果である : 教育水準が高ければ, 死亡率の低下が一人当たり所得を増加させる. Acemoglu and Johnson (2007) の因果効果の推定への有限混合モデルアプローチによって, 理論での予測の支持を得ることが出来ることを確かめた. ここでの重要な政策的インプリケーションは, 教育システムがあまり発展していない貧しい地域において, 健康を改善する政策を導入するだけではそこの一人当たり所得を引き下げてしまうということである. 教育を促進する政策と健康を改善する政策を同時に行うことが, 貧困に苦しんでいる経済を成長のパスに乗せるために必要である.

# 第4章　経済と結婚率及び出生率：選好の内生的変化を考慮した分析

## 4.1　はじめに

合計特殊出生率が低い国々では, コーホート別出生率が低下傾向を示している (Frejka and Calot (2001)). このことは, より新しい世代の出生率の低下が起こっていることを意味する. また先進国において婚外子の割合が増加傾向にあるが, 多くの場合, 子供を持つのに結婚が伴う. 特に日本においては婚外子の割合がかなり小さく子供を産む際には結婚という形態を多くとっている. 一方, 近年, 結婚率は減少の傾向を示しており (OECD (2008)), 結婚率の低下による出生率の低下の問題も指摘されている[1]. これらから, 結婚率が出生率の決定において重要な役割を持っていることが分かる.

この章では, 結婚率や出生率の変化を分析するために, 内生的な結婚選択および出生選択を行うモデルを構築する. 特に, 主体ごとの子供に対する選好の強さが異なり, それぞれの主体ごとの人口に占める割合が時間とともに変化する Gobbi (2013) において用いられたメカニズムを用いて, 結婚率や出生率がどのように変化していくのかを考える. Gobbi (2013) は, 先進国における子供を持たない女性の問題を内生的な出生選択のモデルを用いて分析を行っている. 特に, 時間とともに子供をより多く持ちたい主体の割合が減少すると, 子供を持たない女性の割合が増加していくという結論を導いている. ここでは Gobbi (2013) のモデルに内生的な結婚選択を導入し, 子供に対する選好の異質性がある場合の 結婚率の変化を考慮し分析していく.

[1]例えば, Baudin et al. (2012) では, 結婚していない人の子供の数は, 結婚した同じような人の子供の数と比べ小さくなっていることが指摘されおり, 結婚率の低下が出生率の低下の大きな要因の一つであると述べられている.

## 4.2 主体

2 期間生きる主体が存在する世代重複モデルを考える. 経済主体はそれぞれ男性 $(M)$ と女性 $(F)$ である. それぞれの主体における能力は同一であるが, 子供に対する選好の強さは異なるとする. またそれぞれの主体は 1 単位の時間を持っており, 女性は子育てに時間費用を払わなければならないとする[2]. 1 期目の終りに結婚市場に参入し, 潜在的な結婚相手と一度だけ出会う. 男性は女性と, 女性は男性と出会う. 結婚市場で出会った相手との結婚によって, ある満足度 $S_k \in [-\underline{S}, \overline{S}]$ を得るとする. $S_k$ は分布 $f(k)$ に従うとする[3]. また結婚した主体は両方とも同じ満足度 $S_k$ を得るとする. 相手の賃金などは結婚前に観察出来るとし, 結婚した場合の満足度である $S_k$ も事前に分かるものとする. また結婚は両方の主体が同意して初めて成立するとする.

ここで結婚した場合の効用と結婚しない場合の効用をそれぞれ考えて, 結婚するかどうかの選択を行うとする. 結婚した主体 $(m)$ は平均的な消費量 $c_t^{mj}$ と子供の数 $n_t^j$ を共同に決定する. 結合効用関数は以下を仮定する.

$$U_t^{mj} = \ln c_t^{mj} + \gamma^j n_t^j + S_k$$

$\gamma^j \geq 0$ は子供を持つことへのインセンティブの強さを表しており, 結婚した主体によって異なるとする. 結婚した主体の予算制約は

$$c_t^{mj} = \frac{w_t^M}{2} + (1 - \theta n_t^j)\frac{w_t^F}{2}$$

である. ここで $\theta$ は子育てに対する時間費用であり, $w_t^M$ と $w_t^F$ はそれぞれ男性の賃金と女性の賃金である.

---

[2]現実には男性も子育てに時間を費やしており, 近年, 女性の負担割合が減少しつつあるが, Sayer et al. (2004) によると, いまだに女性の方が男性と比べて子育てに対する時間の負担が大きいことが指摘されている. そこでここでは簡単化のために, 女性のみ子育てに時間費用が掛かるとしてモデルを展開する.

[3]ここでは Fernández et al. (2005) において用いられているものと同様の結婚の満足度を導入し, 結婚をするかどうかの選択を行うようにする. ただし後に見るように, 結婚するかどうかを決める閾値となる結婚の満足度は内生的に決まる.

結婚を選択した主体の効用最大化問題より

$$\begin{cases} c_t^0 & = \frac{w_t^M + w_t^F}{2} \\ c_t^* & = \frac{\theta w_t^F}{2\gamma^j} \\ c_t^{n_{\max}} & = \frac{w_t^M}{2} \end{cases} \quad \text{and} \quad \begin{cases} n_t^0 & = 0 \\ n_t^* & = \frac{w_t^M + w_t^F}{\theta w_t^F} - \frac{1}{\gamma^j} \\ n_t^{n_{\max}} & = \frac{1}{\theta} \end{cases} \tag{4.1}$$

となる. また子供の数が $n_t^* = n_t^{n_{\max}}$ となる閾値 $\gamma^{n_{\max}} = \frac{\theta w_t^F}{w_t^M}$ が存在し, $\gamma^j \geq \gamma^{n_{\max}}$ となる $\gamma^j$ において, 最適な子供の数は $n_t^{n_{\max}}$ となる. 一方, 結婚を選択しなかった主体は自身の消費からのみ効用を得るとし, 以下の効用関数を持つとする.

$$U_t^{ui} = \ln c_t^{ui}$$

ここで $i \in \{M, F\}$ である. この主体の予算制約は

$$c_t^{ui} = w_t^i$$

である.

ここで結婚を選択し, 子供をまったく生まない場合の効用と結婚しない場合の効用を比べる. 結婚しない場合の間接効用は,

$$V_t^{ui} = \ln w_t^i$$

である. 一方で, 結婚を選択し, 子供を生まない場合の間接効用は,

$$V_t^{mj} = \ln\left(\frac{w_t^M + w_t^F}{2}\right) + S_k$$

となる. まず両者の賃金が等しい場合を考える ($w_t^M = w_t^F$). この場合においては

$$\begin{cases} V_t^{ui} \geq V_t^{mj} & \text{if} \quad S_k \leq 0 \\ V_t^{ui} < V_t^{mj} & \text{if} \quad S_k > 0 \end{cases}$$

となり, 結婚の満足度が正であれば結婚し, 結婚の満足度が負である場合は結婚しないことが分かる.

次に, 男性の賃金が高い場合を考える. つまり $w_t^M > w_t^F$ の場合である. この場合, 結婚による満足度に応じて以下の関係が導ける.

$$\begin{cases} V_t^{uM} > V_t^{uF} \geq V_t^{mj} & \text{if} \quad \ln\left(\frac{2w_t^F}{w_t^M+w_t^F}\right) \geq S_k \\ V_t^{uM} > V_t^{mj} > V_t^{uF} & \text{if} \quad \ln\left(\frac{2w_t^M}{w_t^M+w_t^F}\right) > S_k > \ln\left(\frac{2w_t^F}{w_t^M+w_t^F}\right) \\ V_t^{mj} \geq V_t^{uM} > V_t^{uF} & \text{if} \quad S_k \geq \ln\left(\frac{2w_t^M}{w_t^M+w_t^F}\right) \end{cases} \tag{4.2}$$

これより, 女性にとって結婚を選択するかどうかは $\ln\left(\frac{2w_t^F}{w_t^M+w_t^F}\right)$ が $S_k$ より大きいかどうかに依存して決まる. $w_t^M > w_t^F$ であるので, 結婚の満足度が負であったとしても, 結婚することを望む可能性がある. また男性の賃金が高ければ高いほど, 女性の賃金が低ければ低いほど, 結婚の満足度がより小さい場合においても結婚することを望むようになる. これは女性の賃金が低く, また男性の賃金が高い場合, 結婚をせずに自身の賃金のみから消費をするとあまり消費できないのに対して, 賃金が高い男性と結婚すると消費量が大きくなり, 結婚の満足度が小さい場合においても, 結婚を行ったほうが得になるからである. 一方, 女性にとって $\ln\left(\frac{2w_t^F}{w_t^M+w_t^F}\right) > S_k$ が成り立っていたとしても, 男性にとって $\ln\left(\frac{2w_t^M}{w_t^M+w_t^F}\right) > S_k$ である場合は, 男性は結婚しないことを選択する. 賃金の低い女性と結婚した場合, 男性は自身の消費量が減少してしまう. もし結婚の満足度が正であったとしても十分大きくない場合は, 自身の消費量の減少による満足度の減少を結婚による満足度の上昇によって補うことができないため結婚を選択しない. 明らかなように, 男性と女性それぞれにおいて賃金率が異なるので, 結婚を選択する満足度に違いがあり, 賃金が高い男性においてはより高い結婚の満足度でない限り, 結婚を選択しない. このモデルにおいて, 結婚は両方の主体が同意して初めて成り立つと考えているので, 上記の議論より賃金が高い男性が結婚に同意した場合, 賃金が低い女性も結婚に同意することとなる. つまり賃金が高い男性が結婚を選択した場合, 結婚が成立することとなる. 女性の賃金が男性よりも高い場合においても同様の理論が成り立つ. また $\ln\left(\frac{2w_t^h}{w_t^M+w_t^F}\right) \equiv \hat{S}$ となる $\hat{S}$ が存在する. ここで $w_t^h$ は男性もしくは女性の高い賃金を表す. この $\hat{S}$ は, 結婚しないことと結婚し子供を産まないことが無差別となる $S_k$ を表す.

次に, 結婚し子供を持つ条件を考える. 結婚し子供を持つのは, 結婚し子供を持った

時の効用が, 結婚しない場合と, 結婚し子供を持たない場合の効用よりも高い場合である. 先ほどの議論より, $S_k \leq \hat{S}$ の時は, 結婚し子供を持たないことよりも, 結婚しない方が効用は大きいので, 結婚し子供を持つのはその効用が結婚しない場合の効用より大きい場合である. 一方で, $S_k > \hat{S}$ の時は, 結婚し子供を持たないことよりも, 結婚しない方が効用が小さいので, 結婚し子供を持つためのにはその効用が結婚し子供を持たない場合の効用よりも大きい場合である. 従って, 結婚し子供を持つための条件は以下のようになる.

$$\begin{aligned} \ln\left(\frac{\theta w_t^F}{2\gamma^j}\right) + \gamma^j \left(\frac{w_t^M + w_t^F}{\theta w_t^F} - \frac{1}{\gamma^j}\right) + S_k \geq \ln w_t^h \text{ if } S_k \leq \hat{S} \text{ and } \gamma^j < \gamma^{n^{\max}} \\ \ln\left(\frac{w_t^M}{2}\right) + \gamma^j \frac{1}{\theta} + S_k \geq \ln w_t^h \text{ if } S_k \leq \hat{S} \text{ and } \gamma^j \geq \gamma^{n^{\max}} \end{aligned} \tag{4.3}$$

$$\begin{aligned} \ln\left(\frac{\theta w_t^F}{2\gamma^j}\right) + \gamma^j \left(\frac{w_t^M + w_t^F}{\theta w_t^F} - \frac{1}{\gamma^j}\right) \geq \ln\left(\frac{w_t^M + w_t^F}{2}\right) \\ \text{if } S_k > \hat{S} \text{ and } \gamma^j < \gamma^{n^{\max}} \\ \ln\left(\frac{w_t^M}{2}\right) + \gamma^j \frac{1}{\theta} \geq \ln\left(\frac{w_t^M + w_t^F}{2}\right) \\ \text{if } S_k > \hat{S} \text{ and } \gamma^j \geq \gamma^{n^{\max}} \end{aligned} \tag{4.4}$$

(4.3) 式は結婚し子供を持つ時の間接効用が結婚をしない場合の間接効用よりも大きくなる条件である. 賃金の高い主体が結婚に同意した場合は, 賃金の低い主体も結婚に同意するので, (4.3) の右辺はより高い賃金を持つ主体が結婚し子供を持つための条件となっている. (4.4) 式は, 結婚し子供を持つ時の間接効用が, 結婚し子供を持たない場合の間接効用よりも大きくなるための条件である.

ここで $\nu_{1,2}$ と $\zeta_{1,2}$ を以下のように定義する.

$$\nu_1(\gamma^j) = \begin{cases} \ln\left(\frac{\theta w_t^F}{2w_t^h \gamma^j}\right) & \text{if} \quad \gamma^j < \gamma^{n^{\max}} \\ \ln\left(\frac{w_t^M}{2w_t^h}\right) & \text{if} \quad \gamma^j \geq \gamma^{n^{\max}} \end{cases} \tag{4.5}$$

$$\zeta_1(\gamma^j) = \begin{cases} 1 - S_k - \frac{\gamma^j(w_t^M + w_t^F)}{\theta w_t^F} & \text{if} \quad \gamma^j < \gamma^{n^{\max}} \\ -S_k - \gamma^j \frac{1}{\theta} & \text{if} \quad \gamma^j \geq \gamma^{n^{\max}} \end{cases} \quad \text{where} \quad S_k \leq \hat{S} \tag{4.6}$$

$$\nu_2(\gamma^j) = \begin{cases} \ln\left[\frac{\theta w_t^F}{(w_t^M + w_t^F)\gamma^j}\right] & \text{if} \quad \gamma^j < \gamma^{n^{\max}} \\ \ln\left(\frac{w_t^M}{w_t^M + w_t^F}\right) & \text{if} \quad \gamma^j \geq \gamma^{n^{\max}} \end{cases} \tag{4.7}$$

$$\zeta_2(\gamma^j) = \begin{cases} 1 - \frac{\gamma^j(w_t^M + w_t^F)}{\theta w_t^F} & \text{if} \quad \gamma^j < \gamma^{n^{\max}} \\ -\gamma^j \frac{1}{\theta} & \text{if} \quad \gamma^j \geq \gamma^{n^{\max}} \end{cases} \tag{4.8}$$

(4.3) 式と (4.4) 式が満たされるのはそれぞれ, $\nu_1(\gamma^j) \geq \zeta_1(\gamma^j)$ と $\nu_2(\gamma^j) \geq \zeta_2(\gamma^j)$ が満たされた時である. また $w_t^h \geq \frac{w_t^M + w_t^F}{2}$ であるので, $\nu_1(\gamma^j) \leq \nu_2(\gamma^j)$, $\lim_{\gamma^j \to \gamma^{n^{\max}}-} \nu_1(\gamma^j) = \lim_{\gamma^j \to \gamma^{n^{\max}}+} \nu_1(\gamma^j)$, $\lim_{\gamma^j \to \gamma^{n^{\max}}-} \nu_2(\gamma^j) = \lim_{\gamma^j \to \gamma^{n^{\max}}+} \nu_2(\gamma^j)$,

$$\nu_1'(\gamma^j) = \nu_2'(\gamma^j) < 0 \qquad \text{if} \quad \gamma^j < \gamma^{n^{\max}} \tag{4.9}$$

$$\nu_1'(\gamma^j) = \nu_2'(\gamma^j) = 0 \qquad \text{if} \quad \gamma^j \geq \gamma^{n^{\max}} \tag{4.10}$$

$\nu_1''|_{\gamma^j < \gamma^{n^{\max}}}(\gamma^j) = \nu_2''|_{\gamma^j < \gamma^{n^{\max}}}(\gamma^j) > 0$, $\lim_{\gamma^j \to 0^+} \nu_1(\gamma^j) = \lim_{\gamma^j \to 0^+} \nu_2(\gamma^j) = +\infty$, $\lim_{\gamma^j \to +\infty} \nu_1(\gamma^j) = \lim_{\gamma^j \to +\infty} \nu_2(\gamma^j) = -\infty$. また $\zeta_1'(\gamma^j) = \zeta_2'(\gamma^j) < 0$, $\zeta_1''(\gamma^j) = \zeta_2''(\gamma^j) = 0$, $\zeta_1(0) = 1 + S_k$, $\zeta_2(0) = 1$, $\lim_{\gamma^j \to +\infty} \zeta_1(\gamma^j) = \lim_{\gamma^j \to +\infty} \zeta_2(\gamma^j) = -\infty$.

$$\nu_1(\gamma^j) = 0 \Leftrightarrow \gamma^j = \frac{\theta w_t^F}{2w_t^i} \quad \text{if} \quad \gamma^j < \gamma^{n^{\max}}$$

$$\nu_2(\gamma^j) = 0 \Leftrightarrow \gamma^j = \frac{\theta w_t^F}{w_t^M + w_t^F}$$

であり

$$\zeta_1(\gamma^j) = 0 \Leftrightarrow \gamma^j = \frac{\theta w_t^F (1 - S_k)}{w_t^M + w_t^F}$$
$$\zeta_2(\gamma^j) = 0 \Leftrightarrow \gamma^j = \frac{\theta w_t^F}{w_t^M + w_t^F}$$

である. $\nu_1(\gamma^j)$ と $\nu_2(\gamma^j)$ は $\gamma^j$ に関して $\gamma^{n^{\max}}$ までは減少し凸であり, $\zeta_1(\gamma^j)$ と $\zeta_2(\gamma^j)$ は減少するが線形であるので,

$$\lim_{\gamma^j \to \infty} (\nu_1(\gamma^j) - \zeta_1(\gamma^j)) > 0$$
$$\lim_{\gamma^j \to \infty} (\nu_2(\gamma^j) - \zeta_2(\gamma^j)) > 0$$

となり, どちらの場合においても大きな $\gamma^j$ においては結婚し子供を産むことが最適となる. また (4.1) より, $n \geq 0$ であるためには, $\gamma^j \geq \frac{\theta w_t^F}{w_t^M + w_t^F}$ でなければならない. 明らかに $\hat{\gamma} = \frac{\theta w_t^F}{w_t^M + w_t^F}$ の時は, $S_k \leq \hat{S} = \ln\left(\frac{2w_t^i}{w_t^M + w_t^F}\right)$ であるので,

$$\nu_1(\hat{\gamma}) - \zeta_1(\hat{\gamma}) = \ln\left(\frac{w_t^M + w_t^F}{2w_t^i}\right) + S_k \leq 0$$
$$\nu_2(\hat{\gamma}) - \zeta_2(\hat{\gamma}) = 0$$

となり, $S_k$ に対応する $\hat{\gamma}$ より大きな $\gamma^{S_k}$ において, $\nu_1(\gamma^{S_k}) - \zeta_1(\gamma^{S_k}) = 0$ となる $\gamma^{S_k}$ が存在する.

これより, $\hat{\gamma} \geq \gamma^j$ においては, どのような結婚の満足度の場合においても, 子供を持たないことが最適となり, $\gamma^{-\underline{S}} \geq \gamma^j > \hat{\gamma}$ においては, ある $\tilde{S}$ に対応する $\gamma^{\tilde{S}}$ より $\gamma^j$ が小さい場合, 結婚の満足度が小さい ($S_k \leq \tilde{S} < \hat{S}$) 時は結婚しないことが最適となり, 結婚の満足度が大きい ($S_k > \tilde{S}$) 時は, 結婚し子供を持つことが最適となる. また $\gamma^j \geq \gamma^{-\underline{S}}$ においては, どのような結婚の満足度の場合でも, 結婚し子供を持つことが最適となる.

### 4.2.1 比較静学

ここでは男性と女性の賃金が変化した時の子供の数と結婚のしやすさの変化を考える. 結婚することが与えられた下で, 子供の数は, (4.1) 式より, 男性の賃金が上昇する

と増加することが分かる. これは男性の賃金の上昇は, 子育てにおける機会費用を変化させず, 所得効果のみが働くためである. 次に, 女性の賃金が上昇した場合, 子供の数は (4.1) 式より減少することが分かる. 女性の賃金の上昇は, 男性の賃金の上昇とは異なり, 子育てにおける機会費用を上昇させる. 従って所得効果だけではなく代替効果が働き, ここでは代替効果が所得効果を上回っているので子供の数が減少することとなる.

次に, 結婚のしやすさの変化について考える. 結婚のしやすさの変化は, ある $\gamma^j$ が与えられた下で, 結婚をしないことと結婚し子供を産むことが無差別となる $S_k$ が賃金率の変化によってどのように変化するかを考えればよい. つまり $\nu_1 = \zeta_1$ となる $S_k$ である. 最初に男性の賃金が上昇した時の結婚のしやすさの変化を考える. 男性の賃金が女性の賃金より低く $\gamma^j < \gamma^{n^{\max}}$ である場合, 男性の賃金に関して (4.5) 式は変化せず, (4.6) 式は減少する. また $\gamma^j \geq \gamma^{n^{\max}}$ である場合, 男性の賃金に関して (4.5) 式は増加し, (4.6) 式は変化しない. これより $\nu_1 = \zeta_1$ となる $S_k$ は小さくなることが分かるので, 結婚の満足度があまり高くない場合においても 結婚しやすくなる. ここでは 2 つの効果が存在する. 1 つ目は, 男性の賃金が女性の賃金より低いため, 男性の賃金が上昇することで, 賃金が高い女性の消費量が結婚をした場合においてもあまり減少しなくなる. これにより, より低い結婚の満足度においても結婚を選択しやすくなる. 2 つ目は, $\gamma^j < \gamma^{n^{\max}}$ の場合, 男性の賃金の上昇は子供の数を増加させることとなる. 男性の賃金が増加すると子供を持つ余裕がさらに生まれるので, 子供を持つために結婚を選択しやすくなる. 以上の 2 つの効果によって, 男性の賃金が女性の賃金よりも低い場合, 男性の賃金が上昇すると結婚がしやすくなる.

次に, 男性の賃金が女性の賃金より高い場合を考える. $\gamma^j < \gamma^{n^{\max}}$ である場合, (4.5) 式は男性の賃金に関して減少し, (4.6) 式も減少が,

$$\nu_1' - \zeta_1' = -\frac{1}{w_t^M} + \frac{\gamma^j}{\theta w_t^F} < 0 \quad \text{where} \quad \gamma^j < \frac{\theta w_t^F}{w_t^M}$$

が成り立つので, $\nu_1$ のほうがより小さくなり, $\nu_1 = \zeta_1$ となる $S_k$ が大きくなる. 従って, 結婚しずらくなることが分かる. また $\gamma^j \geq \gamma^{n^{\max}}$ である場合, 男性の賃金に関して (4.5) 式と (4.6) 式は変化しないので, この主体においては結婚のしやすさが変化しないことが分かる. $\gamma^j < \gamma^{n^{\max}}$ である場合, 男性の賃金が上昇することによって, 賃金が高い男性の消費量は結婚をするとさらに減少することとなる. しかし, 男性の賃金が上昇する

と子供を持つ余裕がさらに生まれるので, 子供を持つために結婚しやすくなるという 2 つの相反する効果が出てくる. ここでは, 男性の賃金の上昇によって子供をより多く持つことでの満足度の増加よりも, 結婚した場合の自身の消費量の減少による満足度の減少が大きいため結婚しずらくなる. 次に $\gamma^j \geq \gamma^{n^{\max}}$ である場合, 子供を最大人数持っているので, 男性の賃金上昇によって子供をより多く持つことでの満足度の増加は生じない. しかし, 結婚した場合と結婚しない場合の男性の賃金の上昇による消費からの満足度の増加は両方とも同じであるので, 結婚のしやすさは変化しないこととなる.

次に, 女性の賃金が上昇した場合の結婚のしやすさの変化を考える. 初めに, 女性の賃金が男性の賃金より高い場合を考える. $\gamma^j < \gamma^{n^{\max}}$ である場合, 女性の賃金に関して (4.5) 式は変化せず, (4.6) 式は増加する. また $\gamma^j \geq \gamma^{n^{\max}}$ の場合, 女性の賃金に関して (4.5) 式は減少し, (4.6) 式は変化しないので, $\nu_1 = \zeta_1$ となる $S_k$ は大きくなることが分かる. 従って, 女性の賃金が増加した場合は結婚しにくくなることになる. これは女性の賃金が上がることにより子供を持つ機会費用が上昇し, 結婚による女性自身の消費量の減少が大きくなることで結婚しずらくなるためである.

次に, 女性の賃金が男性の賃金より低い場合を考える. $\gamma^j < \gamma^{n^{\max}}$ である場合, 女性の賃金に関して (4.5) 式は増加し, (4.6) 式も増加するが,

$$\nu_1' - \zeta_1' = \frac{1}{w_t^F}\left[\frac{\theta w_t^F - \gamma^j w_t^M}{\theta w_t^F}\right] > 0 \quad \text{where} \quad \gamma^j < \frac{\theta w_t^F}{w_t^M} \tag{4.11}$$

となるので, $\zeta_1$ のほうがより小さくなり, $\nu_1 = \zeta_1$ となる $S_k$ が小さくなり, 結婚しやすくなることが分かる. また $\gamma^j \geq \gamma^{n^{\max}}$ である場合, 女性の賃金に関して (4.5) 式と (4.6) 式は変化しないので結婚のしやすさは変わらないことが分かる. $\gamma^j < \gamma^{n^{\max}}$ である場合, 女性の賃金が上昇することで, 賃金が高い男性の消費量は結婚をしてもあまり減少しなくなり結婚しやすくなる. しかし, 女性の賃金が増加すると子供を持つ機会費用が大きくなるので, 結婚を選択しにくくなるという 2 つの相反する効果が出てくる. ここでは, 女性の賃金の上昇によって子供をあまり持てなくなるいという満足度の減少よりも, 結婚した場合の男性自身の消費量の減少が小さくなることによる満足度の減少が大きいため, 結婚しやすくなる. 次に $\gamma^j \geq \gamma^{n^{\max}}$ の場合, 子供を最大人数持っているので, 女性のの賃金上昇によって子供の数は変わない. また女性はすべての時間を子育てに費やしているため女性は賃金を得ず, 消費量は増加しないので, 結婚のしやすさは

変化しない.

### 4.2.2 主体の子供に対する選好

ここでは簡単化のために, 主体は子供に対して小さい選好パラメーター $\underline{\gamma}$ もしくは大きい選好パラメーター $\overline{\gamma}$ のどちらか 2 つのパラメーターを持っているとする. この時, 結婚した主体は 3 つの異なるタイプがあるとする.

- $(\underline{\gamma}, \underline{\gamma})$ : $j = 1,\ \underline{\gamma} < \hat{\gamma}$,
- $(\overline{\gamma}, \underline{\gamma})$ : $j = 2,\ \tilde{\gamma} \equiv \frac{\overline{\gamma}+\underline{\gamma}}{2} \geq \hat{\gamma},\ \overline{n} = \frac{w_t^M + w_t^F}{\theta w_t^F} - \frac{2}{\overline{\gamma}+\underline{\gamma}}$,
- $(\overline{\gamma}, \overline{\gamma})$ : $j = 3,\ \min\{\gamma^{-\underline{S}},\ \gamma^{n^{\max}}\} > \overline{\gamma},\ \overline{\overline{n}} = \frac{w_t^M + w_t^F}{\theta w_t^F} - \frac{1}{\overline{\gamma}}$.

ここでの $\hat{\gamma}$ は $n = 0$ となる $\hat{\gamma} = \frac{\theta w_t^F}{w_t^M + w_t^F}$ である. また $\overline{\gamma}$ は $\gamma^{-\underline{S}}$ と $\gamma^{n^{\max}}$ よりも小さいものとする. これは結婚の満足度が十分小さい時, 子供に対する高い選好を持っていたとしても結婚をしないことと, 最大人数の子供を持つほど子供に対する選好が高くないということをそれぞれ意味している. $t$ 期における総人口 $P_t$ は, 子供に対して高い選好を持つ $\overline{P_t}$ と低い選好を持つ $\underline{P_t}$ の合計であるとする $(\overline{P_t} + \underline{P_t} = P_t)$. それぞれの選好を持つ個人たちがランダムにマッチするとする. これより結婚率は以下のようになる.

$$\begin{aligned}\text{Marriage rate} = &\int_{\tilde{S}'}^{\overline{S}} f(k) \left( \frac{\overline{P_t}}{\overline{P_t} + \underline{P_t}} \right)^2 dk + \int_{\tilde{S}}^{\overline{S}} f(k) \frac{2\overline{P_t}\underline{P_t}}{\left(\overline{P_t} + \underline{P_t}\right)^2} dk \\ &+ \int_{\hat{S}}^{\overline{S}} f(k) \left( \frac{\underline{P_t}}{\overline{P_t} + \underline{P_t}} \right)^2 dk \end{aligned} \tag{4.12}$$

また未婚率は

$$\begin{aligned}\text{Unmarriage rate} = &\int_{-\underline{S}}^{\tilde{S}'} f(k) \left( \frac{\overline{P_t}}{\overline{P_t} + \underline{P_t}} \right)^2 dk + \int_{-\underline{S}}^{\tilde{S}} f(k) \frac{2\overline{P_t}\underline{P_t}}{\left(\overline{P_t} + \underline{P_t}\right)^2} dk \\ &+ \int_{-\underline{S}}^{\hat{S}} f(k) \left( \frac{\underline{P_t}}{\overline{P_t} + \underline{P_t}} \right)^2 dk \end{aligned} \tag{4.13}$$

であり, 結婚し子供を持たない割合は

$$\text{Childless} = \int_{\hat{S}}^{\overline{S}} f(k) \left( \frac{\underline{P_t}}{\overline{P_t} + \underline{P_t}} \right)^2 dk \tag{4.14}$$

となる. 先述の議論より, $\tilde{S}' < \tilde{S} < \hat{S}$ が成り立つことが分かる. つまり, より子供を持ちたいというインセンティブが強い主体ほど結婚の満足度が低い場合においても, 結婚することを選択する.

## 4.3 生産

次に生産を考える. 代表的な競争企業が最終財 $Y_t$ を生産するとする. 生産は男性の労働 $L_t^M$ と女性の労働 $L_t^F$(それぞれ時間単位) を用いて行われる. 生産関数は以下を仮定する.

$$F(L_t^M, L_t^F) = Y_t = A^M L_t^M + A^F L_t^F$$

ここで $A^M$ と $A^F$ はそれぞれの生産性を表す. 女性の労働 $L_t^F$ は未婚女性の労働 $L_t^{F1}$, $\overline{n}_t$ を持つ女性の労働 $L_t^{F2}$ と $\overline{\overline{n}}_t$ を持つ女性の労働 $L_t^{F3}$ の合計である.

企業の利潤最大化問題は

$$\max_{L_t^M, L_t^{F1}, L_t^{F2}, L_t^{F3}} \quad \pi_t = F(L_t^M, L_t^{F1}, L_t^{F2}, L_t^{F3}) - w_t^M L_t^M - w_t^F (L_t^{F1} + L_t^{F2} + L_t^{F3})$$

である. 利潤最大化の一階条件と要素市場の均衡より, 男性と女性の賃金はそれぞれ

$$w_t^M = A^M \tag{4.15}$$

$$w_t^F = A^F \tag{4.16}$$

となる. $t$ 期の総人口 $P_t$ は半分が男性, $P_t^M$, 半分が女性, $P_t^F$ で構成されているとし, それぞれの労働供給は以下のようになる. 男性は

$$L_t^M = \frac{\overline{P_t} + \underline{P_t}}{2}$$

となり, 女性は

$$
\begin{aligned}
L_t^{F1} &= \int_{\underline{S}}^{\tilde{S}'} f(k)\frac{\overline{P_t}^2}{2(\underline{P_t}+\overline{P_t})}dk + \int_{-\underline{S}}^{\tilde{S}} f(k)\frac{\overline{P_t}\underline{P_t}}{2(\overline{P_t}+\underline{P_t})}dk + \frac{\underline{P_t}^2}{2(\overline{P_t}+\underline{P_t})},\\
L_t^{F2} &= \int_{\tilde{S}}^{\overline{S}} f(k)\frac{\overline{P_t}\underline{P_t}}{2(\underline{P_t}+\overline{P_t})}(1-\theta\overline{n}_t)dk,\\
L_t^{F3} &= \int_{\tilde{S}'}^{\overline{S}} f(k)\frac{\overline{P_t}^2}{2(\underline{P_t}+\overline{P_t})}(1-\theta\overline{\overline{n}}_t)dk
\end{aligned}
$$

となる.

## 4.4 動学

次に, 人口グループの動学分析を行う. 簡単化のために, $(\overline{\gamma},\overline{\gamma})$ のグループが $\overline{\gamma}$ の子供を持つ確率を $a$, $(\overline{\gamma},\underline{\gamma})$ のグループが $\overline{\gamma}$ の子供を持つ確率を $b$ とする. ここでは $a>b$ の場合を考える[4] それぞれのグループの動学は以下によって与えられる[5].

$$
\begin{aligned}
\overline{P_{t+1}} =& 2a\int_{\tilde{S}'}^{\overline{S}} f(k)\overline{\overline{n}}\left(\frac{\overline{P_t}}{\overline{\overline{P_t}+\underline{P_t}}}\right)^2\frac{\overline{P_t}+\underline{P_t}}{2}dk\\
&+2b\int_{\tilde{S}}^{\overline{S}} f(k)\overline{n}\frac{2\overline{P_t}\underline{P_t}}{\left(\overline{P_t}+\underline{P_t}\right)^2}\frac{\overline{P_t}+\underline{P_t}}{2}dk
\end{aligned}
$$

$$
\begin{aligned}
\underline{P_{t+1}} =& 2(1-a)\int_{\tilde{S}'}^{\overline{S}} f(k)\overline{\overline{n}}\left(\frac{\overline{P_t}}{\overline{\overline{P_t}+\underline{P_t}}}\right)^2\frac{\overline{P_t}+\underline{P_t}}{2}dk\\
&+2(1-b)\int_{\tilde{S}}^{\overline{S}} f(k)\overline{n}\frac{2\overline{P_t}\underline{P_t}}{\left(\overline{P_t}+\underline{P_t}\right)^2}\frac{\overline{P_t}+\underline{P_t}}{2}dk
\end{aligned}
$$

[4] これは親が同じタイプであれば, そのタイプになる確率が異なるグループの場合よりも高いことを意味している.

[5] $n_t$ は賃金が一定になるので, $t$ には依存しないが, 主体のタイプ $\gamma$ には依存する.

$z_t = \frac{\overline{P_t}}{\underline{P_t}}$ とし, それぞれの比をとると,

$$z_{t+1} = \frac{a\displaystyle\int_{\tilde{S}'}^{\overline{S}} f(k)\overline{\overline{n}} z_t dk + 2b\int_{\tilde{S}}^{\overline{S}} f(k)\overline{n}dk}{(1-a)\displaystyle\int_{\tilde{S}'}^{\overline{S}} f(k)\overline{\overline{n}} z_t dk + 2(1-b)\int_{\tilde{S}}^{\overline{S}} f(k)\overline{n}dk} \equiv \phi(z_t) \tag{4.17}$$

となり, $z_t$ の動学として表すことが出来る. 未婚率は (4.13) 式より

$$\xi_t = \frac{\displaystyle\int_{-\underline{S}}^{\tilde{S}'} f(k)z_t^2 dk + 2\int_{-\underline{S}}^{\tilde{S}} f(k)z_t dk + \int_{-\underline{S}}^{\hat{S}} f(k)dk}{(z_t+1)^2} \tag{4.18}$$

となり, 結婚率は $1-\xi_t$ となる. また結婚し子供を持たない割合は (4.14) 式より

$$\chi_t = \frac{\displaystyle\int_{\hat{S}}^{\overline{S}} f(k)dk}{(z_t+1)^2} \tag{4.19}$$

となる. この経済の平均出生率は

$$n_t = \frac{\displaystyle\int_{\tilde{S}'}^{\overline{S}} f(k)z_t^2\overline{\overline{n}}dk + 2\int_{\tilde{S}}^{\overline{S}} f(k)z_t\overline{n}dk}{(1+z_t)^2} \tag{4.20}$$

となる.

$z_{t+1} = z_t = \cdots \equiv z^*$, つまり $z_t = \frac{\overline{P_t}}{\underline{P_t}}$ が時間に渡って一定である時に定常状態であるとする. $\phi(z_t)$ の性質は, $\phi'(z_t) > 0$, $\phi''(z_t) < 0$ であり, 仮定より,

$$\lim_{z_t\to\infty}\phi(z_t) = \frac{a}{1-a} > \lim_{z_t\to 0}\phi(z_t) = \frac{b}{1-b} \tag{4.21}$$

であるので, 大域的に安定な唯一の定常状態が存在し $z^* \geq 0$ より, それは以下ようになる.

$$z^* = \frac{-2C_1 + \sqrt{C_1^2 + C_2}}{(1-a)\displaystyle\int_{\tilde{S}'}^{\overline{S}} f(k)\overline{\overline{n}}dk} \tag{4.22}$$

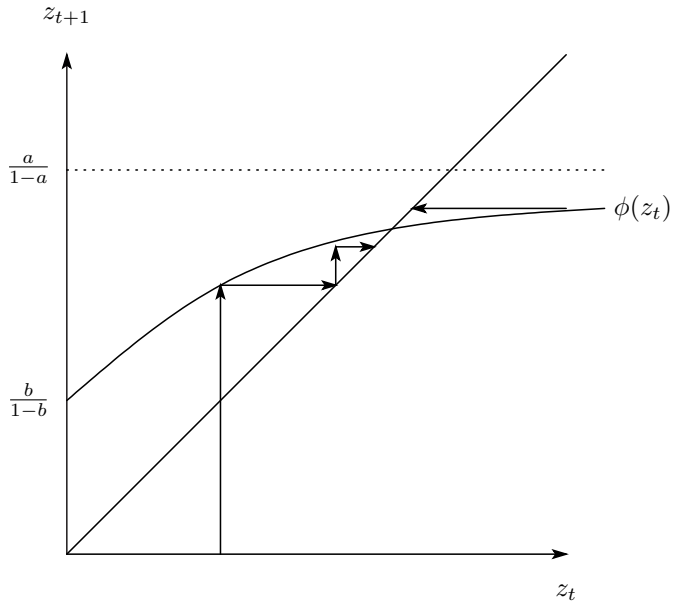



図 4.1：人口グループの比 $(z_t)$ の動学

ここで

$$C_1 \equiv (1-b)\int_{\tilde{S}}^{\overline{S}} f(k)\overline{n}dk - \left(\frac{1}{2}\right)a\int_{\tilde{S}'}^{\overline{S}} \overline{\overline{n}}f(k)dk,$$
$$C_2 \equiv 2(1-a)b\int_{\tilde{S}'}^{\overline{S}} f(k)\overline{\overline{n}}dk\int_{\tilde{S}}^{\overline{S}} f(k)\overline{n}dk$$

である.

図 4.1 から分かるように, 初期時点の経済が定常状態よりも左にある場合, $z_0 < z^*$, 初期時点において $\underline{\gamma}$ である主体の割合が定常状態における割合よりも大きいことを意味する. この場合, 定常状態に向かうにつれて, $\underline{\gamma}$ である主体の割合は減少していき, $\overline{\gamma}$ である主体の割合が増加していく. これによって経済における $z_t$ は時間とともに上昇していく. (4.18) 式より明らかなように, $z_t$ が時間とともに上昇した場合, 経済におけ

る未婚率は減少 (結婚率は上昇) していく. また結婚し子供を持たない割合も (4.19) 式より減少していくことが分かる. これは時間とともに子供をより持ちたいと思う主体が増えることを意味する. これにより, 結婚率が上昇し, 結婚し子供を持たない割合は減少していく.

次に, 初期時点の経済が定常状態よりも左にある場合, $z_0 > z^*$, これは初期時点において $\overline{\gamma}$ である主体の割合が定常状態における割合より大きいことを意味する. この場合, 定常状態に向かうにつれて, $\overline{\gamma}$ である主体の割合は減少し, $\underline{\gamma}$ である主体の割合は増加していく. これは $\overline{\gamma}$ である主体のほうが子供を多く残す一方で, ある $1-a$ の割合で $\overline{\gamma}$ の親から $\underline{\gamma}$ の子供が生まれてくるため, 時間とともに $\underline{\gamma}$ である主体の割合が増えるためである. これによって経済における $z_t$ は時間とともに減少していくこととなる. (4.18) 式と (4.19) 式より, 経済における未婚率は上昇 (結婚率は減少) していき, 結婚し子供を持たない割合も増加していくこととなる.

## 4.5 シミュレーション (男性の生産性 (賃金) 上昇の効果)

ここでは男性の生産性が $A^M$ から $A^{M'}$ に上昇した場合の経済全体における結婚率, 出生率がどのように変化するかを考える. また男性の生産性はどちらの場合も女性の生産性より高い場合を考える. つまり $A^{M'} > A^M > A^F$ である. 男性の生産性が上昇したので, (4.15) 式より, 賃金率が上昇する. これより (4.1) 式から, 子供の数が増加することが分かる. タイプ 2 ($\overline{\gamma}$) とタイプ 3 ($\tilde{\gamma}$) のそれぞれの出生率は $\overline{n}'$ と $\overline{\overline{n}}'$ のように大きくなる.

一方で, 賃金率が変化することによって結婚し子供を持つかどうかの閾値である $\tilde{S}'$, $\tilde{S}$, および子供は持たないが結婚だけするかどうかの閾値である $\hat{S}$ も変化する. 4.2.1 節において扱ったように, 男性の賃金が女性の賃金より高い時, 男性の賃金が上昇すると, 閾値となる $\tilde{S}'$, $\tilde{S}$ と $\hat{S}$ が大きくなるので, より結婚の満足度が大きい場合でないと, 結婚しずらくなる. これより未婚率である $\xi_t$ は (4.18) 式より短期的には増加することが分かる. また結婚率である $1-\xi_t$ は短期的には減少する. また結婚し子供を持たない割合は (4.19) 式より短期的には増加する.

賃金率の変化は子供の数だけではなく結婚し子供を持つかどうかの閾値である $\tilde{S}'$, $\tilde{S}$

| $w_t^F$ | $w_t^M$ | $w_t^{M'}$ | $\theta$ | $a$ | $b$ | $\gamma_1$ | $\gamma_2$ | $\gamma_3$ | $-\underline{S}$ | $\overline{S}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 50 | 75 | 100 | 0.1 | 0.7 | 0.5 | $\frac{0.8\theta w_t^F}{w_t^M+w_t^F} < \hat{\gamma}$ | $\frac{\gamma_1+\gamma_3}{2}$ | $\frac{1.3\theta w_t^F}{w_t^M+w_t^F}$ | $-0.5$ | 0.5 |

表 4.1：パラメーター

と $\hat{S}$ も変化させるので, 解析的に定常状態の $z^*$ がどうなるかを求めるのは難しい. そこでシミュレーションによって結婚率と出生率がどう変化するのかを考える. まず結婚の満足度の分布に関しては一様分布に従っていると仮定する. またそれぞれのパラメーターに関しては表 4.1 のように設定する.

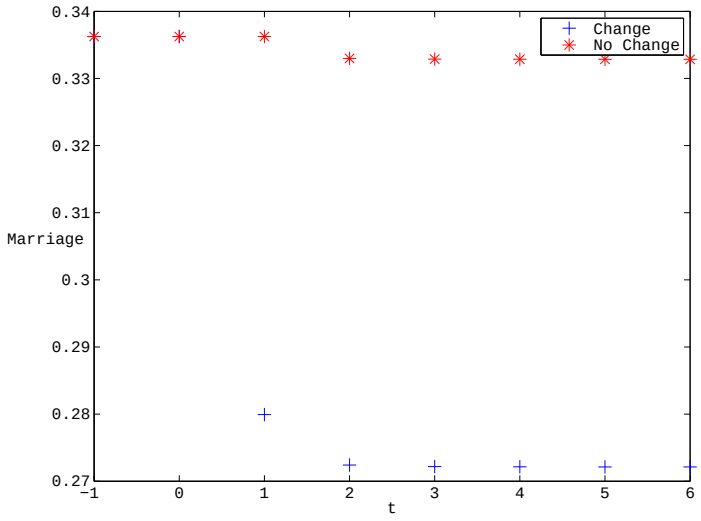



図 4.2：結婚率の動き

男性の賃金が変化する前の経済は定常状態にあるとする. 1 期目において男性の賃金が上昇したとする. この時の結婚率と平均出生率のシミュレーション結果が図 4.2 と図 4.3 に示されている. ここで Change と No Change はそれぞれ賃金率の変化によって, 結婚をするかどうかの閾値である $\tilde{S}'$, $\tilde{S}$ と $\hat{S}$ が変化した場合と, 仮想的に $\tilde{S}'$, $\tilde{S}$ と $\hat{S}$ が変化しない場合の値をそれぞれ表している.

図 4.2 で示されているように, Change においては賃金率の上昇後すぐに結婚率が減少する. これは先ほど述べたように, $z_t$ が固定された下で, 閾値となる $\tilde{S}'$, $\tilde{S}$, $\hat{S}$ が変化し, それらが減少する短期的な結婚率の低下を反映している. 一方で, No Change においては仮想的に賃金率が変化しても $\tilde{S}'$, $\tilde{S}$, $\hat{S}$ が変化しない場合を考えているので, 賃金率が上昇した時には結婚率は変化しない. しかしどちらの場合でも, 時間とともに結婚率が減少し始める. これは賃金率の上昇により, 各主体の子供の数が増加する. 次の期には, 子供に対する選好が強い $\overline{\gamma}$ の主体は $\underline{\gamma}$ の主体と比べ, あまり多く生まれてこなくなる. これより, 経済における $\overline{\gamma}$ である主体の割合が減少し, 子供に対する選好が強い主体どうしのマッチが起こりづらくなり, 結婚率が低下する. さらに No Change と

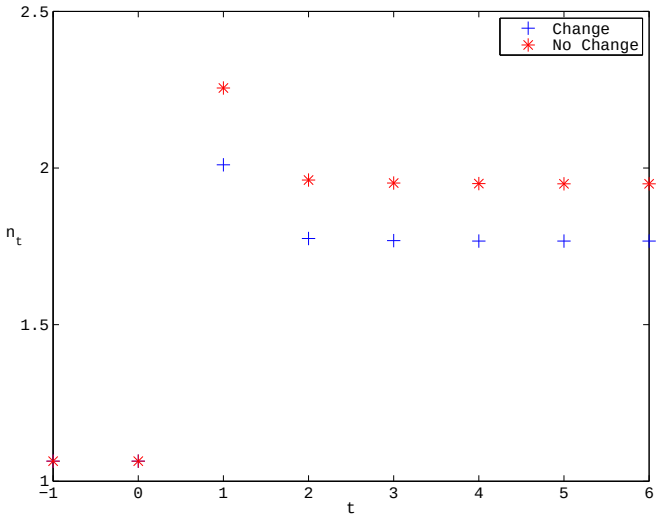



図 4.3：平均出生率の動き

比べて Change では $\bar{\gamma}$ の主体の割合はあまり減少しないが, 結婚のしやすさが大きく低下しているため, 結婚率が大きく減少する.

次に, 平均出生率の動きを表している図 4.3 を見てみる. 男性の賃金が上昇しているので, 結婚した主体の子供の数は増加する. しかしながら, Change の場合, 子供を持つ主体の結婚の閾値である $\tilde{S}'$ と $\tilde{S}$ が変化し, 結婚しにくくなるため, No Change の場合と比べて平均出生率の上昇は抑えられる. また時間が経つにつれて, 経済における子供に対する選好が強い主体よりも, 子供に対する選好が強くない主体の割合が増えていくので, 平均出生率は時間とともに減少していく.

## 4.6 結論

本章では内生的な結婚選択と出生選択があるモデルを展開した. 特に, 子供に対する選好の強さの異質性がある下では, それぞれの主体のタイプのシェアが時間とともに変化し, それにより結婚率や平均出生率などが変化することを説明した. 初期時点の経

済において, より子供を持ちたい主体が多い場合においても, ある一定割合で子供をあまり持ちたがらない主体が生まれてくることにより, 経済全体の結婚率や平均出生率が低下することを示した. またシミュレーションによって, 男性の賃金率が上昇した時, 結婚のしやすさが変化した場合と変化しない場合における結婚率と平均出生率の推移を調べた. 結婚率は, 結婚がしにくくなるため低下し, その後主体の割合が変化することにより, さらに低下することを示した. また男性の賃金上昇によって, 平均出生率は上昇することとなるが, 結婚のしやすさが変化しない場合と比べて, 結婚がしにくくなるため, 出生率を抑制する効果が働くことが分かった.

# 第5章　得られた結論と残された課題

この博士論文では人口動態と経済活動の関係について論じた.

2 章では, Goto and Minamimura (2014) におけるモデルを用いて, 人口移動・出生率と地域及びマクロ経済の発展について考えた. ここでの結論は, 労働者が地域間を移動出来るならば, 初期においてわずかな違いしかない場合においても, 地域間の実質賃金, 自然変化, 社会変化の違いは大きくなるということである. また初期において, より大きな人口シェアである地域に人々が集中することになる. 人口集中を起こしているため, より高い実質賃金を持つこととなり, 他の地域と比べて, 出生率が低くなり人口流入が起きる. 長期的には, 人口変化と実質賃金は地域によって大きく異なることとなる. 特に, 長期においても実質賃金が異なるこの定常状態は空間均衡ではないことを意味し, それゆえ, 労働者は居住地を変えるインセンティブを持つこととなる. この結果は通常の新経済地理学モデルとは異なり現実に観察される現象と一致する.

また移動がしやすいことと財のトレードがより自由であることは, 人口集中を引き起こし総人口を減少させることを示した. もし地域間の移動が可能ならば, 労働者はより高い実質賃金を獲得出来る地域に移動する. これはより高い実質賃金である地域の人口を増加させる. さらに, 輸送費の存在により, より人口が多い地域においてより高い実質賃金を導く. これらの循環的作用が特定の地域に人口を集中させることを誘発する. より移動がしやすいまた財のトレードがより自由であるとより多くの人々が集まる. より高い貿易自由度はより高い実質賃金を意味し, 人口が与えられた下で, 出生率を低下させる. それゆえ, 貿易自由度の上昇は定常状態における総人口を減少させる. 一方, より移動が自由である場合, それ自身は直接的にはより高い実質賃金を意味しない. しかし, 人口の集中によって, より人口が多い地域における出生率を減少させる. それゆえ, 定常状態では, 総人口は減少することとなる.

この論文では, 都市化の費用 (例えば, 家賃など) は考慮しなかった. しかし, この費用は人々が居住地と子供の数を決定するための重要な要素の一つである. またここでは簡単化のため 2 世代のみから成る OLG モデルを展開しており, 人口構成に関する問題についてはあまり考えなかった. 人口構成も経済活動においては重要であり, その間の相互依存関係も重要なトピックの一つである.

3 章では, Minamimura and Yasui (2014) を用いて, 死亡率の変化が経済成長及びそのプロセスに与える影響について考えた. そこでは, 物的資本蓄積のみが行われる経済から人的資本蓄積も行われる経済に内生的に切り替わるモデルを用いて, 死亡率の変化がその切り替え過程に影響を与える成長理論を展開した. 理論から導かれた仮説は国の間で一人当たり所得対する死亡率の異質的な効果である: より国の教育水準が高ければ, 死亡率の低下が一人当たり所得を増加させる. Acemoglu and Johnson (2007) のデータに有限混合モデルアプローチを用いることによって, 理論から導いた仮説を支持する結果が得られた.

4 章では, 経済と結婚率及び出生率の変化について取り上げた. この章では内生的な結婚選択と出生選択があるモデルを展開した. 特に, 子供に対する選好の強さの異質性がある下で, それぞれの主体のタイプのシェアが時間とともに変化し, それにより結婚率や平均出生率などが変化していくことを説明した. 初期時点の経済において, より子供を持ちたい主体が多い場合でも, ある一定割合で子供をあまり持ちたがらない主体が生まれてくることにより, 経済全体の結婚率や平均出生率が低下することを示した. またシミュレーションによって, 男性の賃金率が上昇した時, 結婚のしやすさが変化した場合と, 変化しない場合における結婚率と平均出生率の推移を調べた. 結婚率においては結婚がしにくくなるため結婚率が落ち込み, その後主体の割合が変化することにより, さらに結婚率が低下することを示した. また男性の賃金の上昇によって, 平均出生率は上昇することとなるが, 結婚のしやすさが変化する場合, 結婚のしやすさが変化しない場合と比べて, 結婚がしにくくなるため, 出生率が抑制される効果が働くことが分かった.

この章における家計の問題では, 家計内分業については考慮しなかった. 結婚を行う 1 つの重要な要素として, 家計内分業が考えられる. 近年, 経済の発展とともに家計内分業の役割が薄れてきているということも指摘されている. またここでは家計を形成した主体は, 協力してある結合した効用を最大化するように行動することを考えた. し

かし家計内においての所得配分問題における交渉も結婚や子供を産むに当たって重要な問題である. さらに, 自身のタイプに合う結婚相手を探すサーチ活動などの問題も単純化のためここでは扱わなかった. 現実においては, 結婚相手を探すサーチ活動も行われており, サーチがうまくいった人が結婚を行っていると考えることも出来る.

最後に, 人口動態と経済活動は今後も大きく変わっていくだろう. 人口動態と経済活動との関係についての更なる研究が, 両者を理解するに当たって必要不可欠なものとなるであろう.

# 参考文献

**Acemoglu, Daron and Johnson, Simon**. (2007). 'Diseases and Development: The Effect of Life Expectancy on Economic Growth', *Journal of Political Economy* 115(6), 925.

**Angus, Maddison**. (2003), *The World Economy: Historical Statistics.*, Paris: OECD, Development Centre.

**Barro, Robert J and Becker, Gary S**. (1989). 'Fertility choice in a model of economic growth', *Econometrica: journal of the Econometric Society* pp. 481–501.

**Barro, Robert J and Lee, Jong-Wha**. (2013). 'A new data set of educational attainment in the world, 1950–2010', *Journal of development economics* 104, 184–198.

**Baudin, Thomas, de la Croix, David and Gobbi, Paula**. (2012). 'DINKs, DEWKs & Co. Marriage, Fertility and Childlessness in the United States', *Université catholique de Louvain, Institut de Recherches Economiques et Sociales (IRES)* .

**Becker, Gary S**. (1965). 'A Theory of the Allocation of Time', *The economic journal* pp. 493–517.

**Becker, Gary S and Barro, Robert J**. (1988). 'A Reformulation of the Economic Theory of Fertility', *The Quarterly Journal of Economics* 103(1), 1–25.

**Becker, Gary S and Lewis, Gregg H**. (1973). 'On the Interaction between the Quantity and Quality of Children', *Journal of Political Economy* 81(2), S279–88.

**Becker, Gary S, Murphy, Kevin M and Tamura, Robert F**. (1990). 'Economic growth, human capital and population growth', *Journal of Political Economy* 98(5), S12–S137.

**Behrens, Kristian, Lamorgese, Andrea R, Ottaviano, Gianmarco IP and Tabuchi, Takatoshi**. (2009). 'Beyond the home market effect: Market size and specialization in a multi-country world', *Journal of International Economics* 79(2), 259–265.

**Bils, Mark and Klenow, Peter J**. (2000). 'Does schooling cause growth?', *American economic review* pp. 1160–1183.

**Bloom, David E, Canning, David and Sevilla, Jaypee**. (2003). 'Geography and poverty traps', *Journal of Economic Growth* 8(4), 355–378.

**Borg, Mary OM**. (1989). 'The income-fertility relationship: Effect of the net price of a child', *Demography* 26(2), 301–310.

**Boucekkine, Raouf, Croix, David de la and Licandro, Omar**. (2003). 'Early Mortality Declines at the Dawn of Modern Growth', *The Scandinavian Journal of Economics* 105(3), 401–418.

**Boucekkine, Raouf, De la Croix, David and Licandro, Omar**. (2002). 'Vintage human capital, demographic trends, and endogenous growth', *Journal of Economic Theory* 104(2), 340–375.

**Cervellati, Matteo and Sunde, Uwe**. (2005). 'Human capital formation, life expectancy, and the process of development', *American Economic Review* pp. 1653–1672.

**Cervellati, Matteo and Sunde, Uwe**. (2011a). 'Life expectancy and economic growth: the role of the demographic transition', *Journal of Economic Growth* 16(2), 99–133.

**Cervellati, Matteo and Sunde, Uwe**. (2011b). 'Disease and development: The role of life expectancy reconsidered', *Economics Letters* 113(3), 269–272.

**Davis, Donald R**. (1998). 'The Home Market, Trade, and Industrial Structure', *American Economic Review* 88(5), 1264–76.

**Deb, Partha**. (2008), Finite Mixture Models, Summer north american stata users' group meetings 2008, Stata Users Group.

**De la Croix, David and Licandro, Omar**. (1999). 'Life expectancy and endogenous growth', *Economics Letters* 65(2), 255–263.

**Dixit, Avinash K and Stiglitz, Joseph E**. (1977). 'Monopolistic competition and optimum product diversity', *The American Economic Review* pp. 297–308.

**Docquier, Frédéric**. (2004). 'Income Distribution, Non-convexities and the Fertility–Income Relationship', *Economica* 71(282), 261–273.

**Eckstein, Zvi and Wolpin, Kenneth I**. (1985). 'Endogenous fertility and optimal population size', *Journal of Public Economics* 27(1), 93–106.

**Fernández, Raquel, Guner, Nezih and Knowles, John**. (2005). 'Love and Money: A Theoretical and Empirical Analysis of Household Sorting and Inequality', *The Quarterly Journal of Economics* 120(1), 273–344.

**Frejka, Tomas and Calot, Gérard**. (2001). 'Cohort Reproductive Patterns in Low-Fertility Countries', *Population and Development Review* 27(1), 103–132.

**Frühwirth-Schnatter, Sylvia**. (2006), *Finite Mixture and Markov Switching Models: Modeling and Applications to Random Processes*, Springer.

**Fujita, Masahisa, Krugman, Paul R and Venables, Anthony J**. (1999), 'The spatial economy'.

**Galor, Oded**. (2011), *Unified growth theory*, Princeton University Press.

**Galor, Oded and Moav, Omer**. (2004). 'From physical to human capital accumulation: Inequality and the process of development', *The Review of Economic Studies* 71(4), 1001–1026.

**Galor, Oded and Weil, David N**. (1996). 'The gender gap fertility and growth.', *American Economic Review* 86(3), 374–87.

**Galor, Oded and Zeira, Joseph**. (1993). 'Income distribution and macroeconomics', *The review of economic studies* 60(1), 35–52.

**Gobbi, Paula E**. (2013). 'A model of voluntary childlessness', *Journal of Population Economics* 26(3), 963–982.

**Goto, Hiroshi and Minamimura, Keiya**. (2014). 'Fertility, Regional Demographics, and Economic Integration', *Graduate School of Economics Kobe University. Discussion Paper, No.1405* (No.1405).

**Hazan, Moshe**. (2009). 'Longevity and lifetime labor supply: Evidence and implications', *Econometrica* 77(6), 1829–1863.

**Jones, Charles I and Romer, Paul M**. (2010). 'The New Kaldor Facts: Ideas, Institutions, Population, and Human Capital', *American economic journal. Macroeconomics* 2(1), 224–245.

**Jones, Larry E and Tertilt, Michele**. (2008), *An economic history of fertility in the United States: 1826–1960*, Vol. 1, Emerald Group Publishing Limited.

**Kalemli-Ozcan, Sebnem, Ryder, Harl E and Weil, David N**. (2000). 'Mortality decline, human capital investment, and economic growth', *Journal of Development Economics* 62(1), 1–23.

**Krugman, Paul R**. (1993). 'On the number and location of cities', *European Economic Review* 37(2), 293–298.

**Loury, Glenn C**. (1981). 'Intergenerational transfers and the distribution of earnings', *Econometrica: Journal of the Econometric Society* pp. 843–867.

**Malthus, Thomas R**. (1798), *An essay on the principle of population*, J. Johnson, in St. Paul ' s Church-Yard, London.

**Maruyama, Akiko and Yamamoto, Kazuhiro**. (2010). 'Variety expansion and fertility rates', *Journal of Population Economics* 23(1), 57–71.

**Minamimura, Keiya and Yasui, Daishin**. (2014). 'From Physical to Human Capital Accumulation: Effects of Mortality Changes', *Mimeo* .

**Ministry of Health, Labour and Welfare**. (2014), 'Vital Statistics'.

**OECD**. (2008), 'Society at a Glance 2009: OECD Social Indicators'.

**Owen, Ann L, Videras, Julio and Davis, Lewis**. (2009). 'Do all countries follow the same growth process?', *Journal of Economic Growth* 14(4), 265–286.

**Ramey, Valerie A and Francis, Neville**. (2009). 'A Century of Work and Leisure', *American Economic Journal: Macroeconomics* pp. 189–224.

**Samuelson, Paul A**. (1952). 'The transfer problem and transport costs: the terms of trade when impediments are absent', *The Economic Journal* pp. 278–304.

**Sato, Yasuhiro**. (2007). 'Economic geography, fertility and migration', *Journal of Urban Economics* 61(2), 372–387.

**Sato, Yasuhiro and Yamamoto, Kazuhiro**. (2005). 'Population concentration, urbanization, and demographic transition', *Journal of Urban Economics* 58(1), 45–61.

**Sayer, Liana C, Bianchi, Suzanne M and Robinson, John P**. (2004). 'Are Parents Investing Less in Children? Trends in Mothers ' and Fathers ' Time with Children1', *American journal of sociology* 110(1), 1–43.

**Schultz, Paul T**. (1985). 'Changing world prices, women's wages, and the fertility transition: Sweden, 1860-1910', *The Journal of Political Economy* pp. 1126–1154.

**Shoven, John B**. (2011), *Demography and the Economy*, University of Chicago Press.

**Soares, Rodrigo R**. (2005). 'Mortality reductions, educational attainment, and fertility choice', *American Economic Review* pp. 580–601.

**Statistics Bureau, Ministry of Internal Affairs and Communications, Japan**. (2013a), 'Social Indicators by Prefecture'.

**Statistics Bureau, Ministry of Internal Affairs and Communications, Japan**. (2013b), 'Japan Statistical Yearbook 2014'.

**von Thünen, Johann H**. (1826). 'Der isolierte Staat in Beziehung auf Nationalökonomie und Landwirtschaft', *Gustav Fischer, Stuttgart (reprinted 1966)* .

**Weibull, Jörgen W**. (1995). 'Evolutionary game theory, 1995', *Massachusetts Institute of Technology* .

**Yu, Zhihao**. (2005). 'Trade, market size, and industrial structure: revisiting the home-market effect', *Canadian Journal of Economics/Revue canadienne d'économique* 38(1), 255–272.

# 謝辞

本研究に関して終始ご指導ご鞭撻を頂きました神戸大学経済学研究科中村保教授, 松林洋一教授, 安井大真准教授に心から感謝致します.

中村保教授には, 博士前期課程からの 5 年間, 不出来な私を終始暖かく, また経済学的考えを深くご指導頂きました. 松林洋一教授には, データの取り扱いや実証研究に関する考え方などを非常に明瞭にご指導頂きました. 安井大真准教授には博士論文の第 3 章の共同論文を含め, 多大なご尽力を頂きました. 神戸大学経済経営研究所後藤啓助教には本博士論文の第 2 章の共同論文執筆に当たり, 熱心な議論をして頂きました. 京都文教大学研究生の佐藤志穂さんには, この論文の入念な校閲をして頂きました. 神戸大学に在籍した 5 年間のうちに関わったゼミ生の皆様, 先輩, 同輩や後輩には研究のみならず院生生活において多くの助力を頂きました. この場を借りてお礼を申し上げます. そして最後に, 博士後期課程まで進学することに理解し, 支え頂いた家族に深く感謝致します.