経済成長と景気循環に関する研究

Four Essays on Economic Growth and Business Cycles

古川　雄一

Yuichi Furukawa

横浜国立大学　国際社会科学研究科

2005年9月

要旨

この論文は経済成長，景気循環，および経済発展に関する 4 つの論文からなる．

最初の論文―内生的成長，非決定性，および景気循環―は，イノベーションがすべてのセクターにおいて使用されるまでには一定の時間が必要とされるというアイディアに注目することによって，無限期間生存する消費者による内生的成長モデルを構築し，均衡経路の大域的非決定性が発生する可能性を明らかにする．

モデルは 2 つの仮定によって，標準的な中間財のヴァラエティの増大をともなう内生的成長モデルと区別される．1 つは，イノベーションがすべてのセクターにおいて使用されるまでには一定の時間が必要とされるというアイディア (技術波及のタイムラグ) を明示的に勘案し，最新の技術水準にアクセス可能な生産者と既存の技術水準にのみアクセス可能な生産者が共存する経済を考えた点である．この仮定によって，3 つのセクターのうち 2 つのセクターの間に，すなわち，R&D セクターと最新セクターの間に補完性が発生する可能性が生まれる．もう 1 つの仮定は，技術独占者が短期的な独占利潤のみを享受できる，というものである．これは，知的所有権の保護の不完全性を意味することに他ならない．

このような内生的成長モデルのマイナーチェンジによって，モデルは移行動学を持ち，均衡経路の非決定性発生の要因が 2 つ存在する．1 つは，動学システムの初期値が一意に決定されない．第 2 に，完全予見均衡経路が複数存在することによる大域的非決定性が発生する可能性を指摘する．このことは，経済主体の期待形成に依存して，景気循環をともなう持続的成長の可能性を説明している．

第 2 の論文―プロダクト―プロセスイノベーション，および経済成長―は，世代重複成長モデルに 2 つのイノベーションを導入することによって，プロダクトイノベーションとプロセスイノベーションの通時的な関係を分析する．プロダクトイノベーションを消費財のヴァラエティの拡張と，プロセスイノベーションを中間財の質の改善とみなすことによって，2 つのイノベーションが循環する持続的成長の発生を確認する．

このモデルのキーとなる仮定は，R&D セクターの技術に関するものである．標準的なモデルでは，R&D 企業はある期間に投資を行うと次の期間にイノベーションに成功するが，このモデルでは，投資を複数期間にまたがって行うとイノベーションに成功すると仮定する．この仮定は，イノベーションは複数段階のプロセスをへて成功にいたる，というアイディアを反映したものに他ならない．

このような仮定の下では，この経済には利子率の水準に依存して 3 つの領域が存在する，それぞれ，プロダクトイノベーションに特化する領域，不完全特化する領域，プロセスイノベーションに特化する領域である．さらに，利子率は時間を通じて振動するので，経済は，プロダクトイノベーションとプロセスイノベー

ションの循環をともないながら成長する．

第３の論文ーインフォーマルセクター，都市化，および経済成長ーは，発展途上国における経済成長と都市化の関係に，インフォーマルセクターがどのような影響を及ぼすのかを明らかにする．そのために，インフォーマルセクターの住人が，一定の確率で企業家になる才能を有することを仮定する．既存研究では，このような企業家をきわめて単純な形でしか導入されていなかったが，このモデルでは，より詳細に，それぞれがヨーマン型の企業家として，差別化された中間財を供給するような，効用最大化主体として導入するだろう．

モデルは，初期の生産性のある範囲が存在して，そこに属する点からスタートすると，生産性が時間を通じて低下し続けることを指摘する．このような貧困の罠に陥っている経済は，時間を通じて，すべての主体の厚生の悪化，都市インフォーマルセクターの拡大による都市部の拡大，および都市失業率の上昇を同時に経験する．また，発展の成熟段階においては，恒久的な景気循環が発生する可能性があることを明らかにする．

最後の論文ーインフォーマルセクターと工業化ーは，インフォーマルセクター内の小規模企業家の存在を導入した工業化モデルを構築し，インフォーマルセクターと工業化の関係を分析する．そこでは，利潤を追い求める技術導入企業によって工業化の水準が内生的に決定され，インフォーマルセクターの生産性は，小規模企業のサイズによって決定される．

この経済では，差別化された中間財の間の，また差別化されたインフォーマルセクター企業家の間の代替の弾力性の水準によって，複数均衡が発生する可能性を指摘する．均衡が一意に存在するケースでは，フォーマル，インフォーマル間の代替が十分高いとき，工業化企業が必要とするスタートアップコストが小さくなるとき，工業化の水準が低くなることを明らかする．このとき，スタートアップコストを大きくするといった，工業化セクターの参入障壁を高めるような政策が工業化促進に対して有効である．また，各個人がインフォーマルセクターに移住した際に事業機会を持つ確率を高める政策とフォーマルセクターへの移住規制政策も，同様に有効である．

謝辞

この論文を執筆するに際しては，多くの先生方からご指導を頂きました．心よりの感謝を申し上げます．特に，責任指導教官である秋山太郎教授は，横浜国立大学国際社会科学研究科博士課程前期および後期の 5 年間に渡って，常に丁寧な御指導をして下さいました．本研究は，先生から頂いた御指導に多くを負っています．また，慶應義塾大学経済学部における，ゼミナールの指導教官であった矢野誠教授には，ゼミ活動を通じて，経済学のエッセンスをご指導頂き，そこで学んだことは，本研究の重要な一部を成しています．指導教官である國府田桂一教授と塩路悦朗助教授には，いくつかの報告において，また個別にも，適切なコメントや御指導を頂きました．心よりの感謝を申し上げます.

1 章の論文に関しては，2005 年度日本経済学会春季大会 (京都産業大学) と横浜国立大学の近経研究会における報告の際に，2 章の論文に関しては，2003 年度日本経済学会春季大会 (大分大学)，横浜国立大学の近経研究会，および慶應義塾大学でのセミナーにおける報告の際に，3 章の論文に関しては，2005 年度日本経済学会秋季大会 (中央大学) における報告の際に，討論者の方々をはじめ，多くの方から，有益なコメントを頂いたことを，感謝申し上げます.

また，横浜国立大学博士課程前期においてともに勉強した友人にも，この場を借りて，感謝致します．さらに，一橋大学博士課程の小森谷徳純氏には，多くの精神的な励ましを頂きました．心より感謝致します.

最後に，本研究を執筆中に，日々の生活を支えてくれた妻，誠子と 2 人の子供達，重人と知優に感謝し，そして，私の研究活動をさまざまな側面から支えてくれた父と母に，感謝の意を込めて，また 2 人の健康を願いつつ，この博士論文を捧げたいと思います.

目次

図表目次

序文

この論文は経済成長と景気循環に関する 4 つの論文からなる．最初の 2 つは経済成長と景気循環の関係を取り扱っており，残りの 2 つは発展途上国におけるインフォーマルセクターの工業化に与える影響に関する論文である．

第 1 の論文－内生的成長，非決定性，および景気循環－は無限期間生存する消費者を伴う標準的な内生的成長モデルに，イノベーションとその広範囲にわたる利用の間のタイムラグを導入した．論文の目的は，次のような問いに対する 1 つの回答を提示することにある．景気循環は，ただ単に確率的なショックによって引き起こされるだけなのか，一時的な生産性ショックが引き金になるのか，それとも，短期の景気循環と長期的成長の間には，本質的な関連が存在するのだろうか．

本研究は，このような問いに答えるべく，長期的成長と短期的な景気循環の間の関係を明らかにするため，内生的成長モデルにおいて均衡経路の大域的非決定性を分析した．具体的には，無限期間生きる消費者をともなう Romer (1990), Grossman and Helpman (1991, Ch. 3.2) タイプの内生的成長モデルを構築し，それに若干の修正を加えた．このモデルと既存研究におけるそれとの本質的な相違点は，(1) Matsuyama(1999) と同様にイノベーターが 1 期間のみ独占利潤を享受する点と，(2) 最新技術 (High-Tech) セクターと既存技術 (Low-Tech) セクターが存在すること，および，それらの間の代替性を認めた点のみである．

このような若干の修正によって，モデルの動学的性質は大幅に変更される．完全予見均衡経路の非決定性を発生させる要因が 2 つ存在する．1 つは，モデルより導出された 1 変数の動学システムが安定的で，かつ，その変数は非先決変数なので，このシステムの初期値は一意に決定されない．このとき，少なくても，定常均衡の近傍でサンスポット現象が発生し，期待に起因する不確実性や期待の変化に応じて，景気循環をともなう経済成長が達成される可能性がある．

第 2 に，著者はこちらの方をより重要視しているのだが，あるパラメータの範囲においては，通常の後方動学が関数でなく対応によって与えられるので，大域的に完全予見均衡経路が複数存在するという非決定性が発生し，経済主体の期待に依存して，恒久的な景気循環と持続的成長を同時に経験する．いいかえると，初期において，経済が恒常成長経路に安定的に収束する，という予想がなされればそうなるし，成長循環的な経路が予想されれば，その予想が自己実現する (自己実現的な成長循環現象)．また，初期の成長率によっては，ゼロ成長均衡に留まるという意味においての低成長の罠に陥る可能性もある．経済に効率単位で測った労働力が十分に存在すれば，任意の初期値について，唯一の持続的成長均衡に

単調に収束する．

第 2 の論文－プロダクトイノベーション，プロセスイノベーション，および経済成長－は，2 期間生きる主体をともなう世代重複成長モデルに，2 つのイノベーションを導入し，それらの通時的な関係を明らかにするものである．本論文の目的は，イノベーションによる成長モデルを構築して，プロダクト－プロセスイノベーションの相互作用やダイナミクスを分析することにある．

このような視点は，経済学においてはあまり見ることが出来ないが，経営学の分野においては盛んに研究されており，Utterback and Abernathy (1975)，Abernathy (1978) に端を発するプロダクト－プロセスイノベーションの分析が挙げられる．そこでは，プロダクトイノベーションが活発に行われる時期には，高いプロセスイノベーション水準は望めず，急速なプロセスイノベーションが発生している段階では，プロダクトイノベーションはほとんど行われない，という主張がなされている．しかしながら，理論的な分析はされていない．

本研究の主要な貢献は，以下の 3 点である．(a) この経済では，異時点間の賃金比率で調整された利子率の水準に依存して，3 つの領域が存在する．利子率が低い水準では，プロダクトイノベーションに完全特化する．反対に利子率が高い水準では，プロセスイノベーションに完全特化する．その中間の水準では，イノベーションはどちらにも特化しない (不完全特化)．次に，(b) 賃金単位で調整された利子率が時間を通じて振動するという結果が得られた．これは，生産セクターと R&D セクターの間の生産要素移動の奪い合いにより，発生することが示された．最後に，以上 2 つの結果より，(c) 過去の労働が集約的なプロダクトイノベーションと現在の労働が集約的なプロセスイノベーションの間には，一方が盛んであると，もう一方は相対的に盛んではないという関係が存在し，時間を通じて交互に活発になる事がわかった．

第 3 の論文－インフォーマルセクター，都市化，および経済成長－は，発展途上国における経済成長と都市化の関係に，インフォーマルセクターがどのような影響を及ぼすのかを明らかにする．そのために，インフォーマルセクターの住人が，一定の確率で企業家になる才能を有することを仮定した．

インフォーマルセクター内に企業家の存在を認めた研究としては，下川 (1998, 1999) が重要である．下川 (1998, 1999) 以前の既存研究では，インフォーマルセクターの住人を，明示的または暗黙のうちに，失業者と等しく扱われてきたが，

下川はインフォーマルセクター内部の特徴を明示的に捉えるために，小規模事業者の存在を導入した．しかし，下川モデルにおいては，インフォーマル内の企業家をきわめて単純な形でしか導入されていなかった．この点を修正し，このモデルでは，より詳細にインフォーマル小規模事業者たちを，それぞれがヨーマン型の企業家として差別化された中間財を供給するような，効用最大化主体とみなした．また，技術進歩は，人的資本蓄積によって達成されるとし，人的資本は都市部フォーマルセクターにおいてのみ蓄積されると仮定した．

初期の生産性のある範囲が存在して，そこに属する点からスタートすると，生産性が時間を通じて低下し続けることが指摘された．このような貧困の罠に陥っている経済は，時間を通じて，すべての主体の厚生の悪化，都市インフォーマルセクターの拡大による都市部の拡大，および都市失業率の上昇を同時に経験する(成長なき都市化現象)．このとき，インフォーマルセクターの厚生は時間を通じて悪化し続けているにもかかわらず，インフォーマルセクターへの人口移動が継続される．また，発展の成熟段階においては，恒久的な景気循環が発生する可能性があることを明らかにした．

この結果は，データと一定の整合性を有すると考えられる．なぜなら，多くの発展途上国，特にアフリカ諸国，においては景気停滞や景気後退を，インフォーマルセクターの拡大や都市化と共に経験しているからである．この現象は，しばしば，成長なき都市化と呼称される事もあるが，経済理論的な分析を加えた研究は見当たらない．本研究の貢献は，インフォーマルセクター内の企業家とフォーマルセクター内の人的資本蓄積に注目することによって，この現象の背後にあるメカニズムの説明を試みたところにある．

最後の論文ーインフォーマルセクターと工業化ーは，インフォーマルセクター内の小規模企業家の存在を導入した静学的な工業化モデルを構築し，インフォーマルセクターと工業化の関係を分析した．そこでは，都市部では工業財が，農村部では農業財が生産されており，工業技術の生産性は，フォーマルセクターとインフォーマルセクターの生産性に依存する．フォーマルセクターの生産性は，利潤を追い求める技術導入企業によって工業化の水準が内生的に決定され，インフォーマルセクターの生産性は，小規模企業のサイズによって決定される．

この経済では，差別化された中間財の間の，また差別化されたインフォーマルセクター企業家の間の代替の弾力性の水準によって，複数均衡が発生する可能性がある．均衡が一意に存在するケースでは，フォーマル，インフォーマル間の代替が十分高いとき，工業化企業が必要とするスタートアップコストが小さくなる

とき，工業化の水準が低くなる．このとき，スタートアップコストを大きくするといった，工業化セクターの参入障壁を高めるような政策が工業化促進に対して有効である．また，各個人がインフォーマルセクターに移住した際に事業機会を持つ確率を高める政策とフォーマルセクターへの移住規制政策も，同様に有効である．技術導入を積極的に支援するという通常考えられている工業化政策が，無効であるばかりでなく，工業化に対して悪影響を及ぼす可能性があり，技術導入セクターの参入規制が工業化政策として機能する可能性がある，という結果はある意味において逆説的であり，途上国の政策設計に関して，一定の示唆をもたらすものである．

関連研究

[1] ABERNATHY, W. J. (1978), *The Productivity Dilemma*, The Johns Hopkins University Press.

[2] GROSSMAN, G. and HELPMAN, E. (1991), *Innovation and Growth in the Global Economy*, MIT Press.

[3] MATSUYAMA, K. (1999), “Growing through Cycles”, *Econometrica*, **67(2)**, 335-347.

[4] ROMER, P. (1990), “Endogenous Technological Change”, *Journal of Political Economy*, **98(5)**, part II, S71-S102.

[5] UTTERBACK, J. M. and ABERNATHY, W. J. (1975), “A Dynamic Model of Process and Product Innovation”, *OMEGA, The International Journal of Management Science*, **3**, 639-656.

[6] 下川雅嗣 (1998), 「都市インフォーマルセクターでの事業機会と農村都市間労働移動 (フィリピン経済のケーススタディ)」,『アジア経済』, **39(6)**, 23-42.

[7] 下川雅嗣 (1999), 「小規模事業部門としての発展途上国都市インフォーマルセクター」，博士論文，横浜国立大学.

第 1 章
内生的成長，非決定性，および景気循環

要旨

無限期間生きる代表的消費者をともなう，R&D にもとづく内生的成長モデルを構築し，内生的な経済成長と，均衡経路の大域的非決定性による短期的な景気循環の関係を分析する．そこでは，イノベーションがすべてのセクターにおいて使用されるまでには一定の時間が必要とされ，したがって，最新技術を使用するセクターと既存技術を使用するセクターが存在する．

本研究では次の事実が明らかにされる．知識のスピルオーヴァーを仮定した，財のヴァラエティが拡張する内生的成長モデルにもかかわらず，この経済は移行動学を持ち，非決定性を生み出す要因が 2 つ存在する．第 1 に，モデルから導出される動学システムの初期値が一意に決定されない．したがって，定常均衡の近傍でサンスポット現象が発生し，期待にのみ起因する不確実性によって景気循環をともなう経済成長が達成され可能性がある．第 2 に，パラメーターの範囲に依存して，通常の後方動学における完全予見均衡経路の大域的非決定性に直面する．このとき，経済主体の期待の不確実性に依存して，景気循環を伴う成長が，恒久的に達成される可能性がある．また，別の領域においては，初期の成長率が十分低い水準であるとき，経済がゼロ成長均衡に留まるという意味においての低開発の罠に陥る可能性がある．R&D セクターのスタートアップコストが十分小さい時，経済は，単調に持続的成長均衡に収束するケースに属する．

1　イントロダクション

景気循環は，ただ単に確率的なショックによって引き起こされるだけなのか，一時的な生産性ショックが引き金になるのか，それとも，短期の景気循環と長期的成長の間には，本質的な関連が存在するのだろうか．景気循環と経済成長を分析する研究は，それぞれ，異なる文脈にそって蓄積されてきた．しかし，内生的成

長理論における最近の文献は，イノベーションのような長期的な成長を決定する要因が，同時に，景気循環を生み出す可能性を指摘している．

この研究は，バラエティ成長モデルを構築し，完全予見均衡経路の非決定性とそれによって発生する自己実現的な成長循環現象を説明した[1]．中心的な仮定は，イノベーションとその広範囲にわたる利用の間に，一定のタイムラグが存在する，ということである．このことは，2 つのセクター，ハイテクセクターとロウテクセクター，が存在することを意味している．いずれのセクターも差別化されたバラエティを使用して生産を行うが，最新のバラエティを投入するのはハイテクセクターのみである．このことは，イノベーションの増大は，短期的にはハイテクセクターのみの生産性を改善するので，ハイテク財の相対的な需要を拡大させることを示唆している．拡大された需要は，より多くのイノベーションを呼び込むことになる．このイノベーションとハイテクセクターの間の補完性が，非決定性を発生させる上で，重要な役割を果たす.

この仮定のもとでは，バラエティ成長モデルは，完全予見均衡経路の複数性をもつようになる．より詳しく，モデルより導き出された，1 変数のシステムにおいて，通常の後方動学が関数ではなく対応で与えられる．このことは，期待に関する非決定性を意味しており，この経済は自己実現的な成長循環現象を経験する．安定的な経路が予想されれば，経済は安定的に恒常成長経路に収束するが，振動的な経路が予想されれば，経済は振動しながら成長する．また，R&D 活動のスタートアップコストが十分小さい時は，このような非決定性が発生しないことを示した.

無限期間生きる消費者をともなう内生的成長モデルの枠組みで，成長と景気循環の関係を明らかにしようとする試みがいくつかなされてきた．Francois and Lloyd-Ellis(2003) は，財の質の改善を伴う内生的成長モデルに，CRRA クラスの効用関数と財の保存手段の存在を導入し[2]，無限期間生きる消費者モデルの枠組みにおいて，成長と景気循環を同時に説明することに成功した．Francois and Shi(1999) は，Grossman and Helpman(1991) に外生的なイミテーションを導入し，利子率を外生的にすることにより，成長と変動の問題を分析し， Freeman et al.(1999) はイノベーションの time to build に注目し，景気循環のモデルを構築した．少し本研究とはなれるが，Bencivenga and Smith(1998) は地方ー都市間の人口移動の動学的性質と経済成長の関係を，世代重複モデルによって説明した．そこでは，均衡経路の非決定性とサイクルが出現する．本研究と結果においては似通っているが,

[1]バラエティ成長モデルは，内生的成長モデルのなかの，最も重要なモデルのひとつである．内生的成長モデルについては，Lucas(1988), Romer(1986, 1990), Grossman and Helpman(1991), Aghion and Howitt(1992) などを参照せよ.

[2]Grossman and Helpman(1991) は，対数効用を仮定し，異時点間の代替の弾力性は 1 であった.

モデルの枠組みや研究のモチベーションはまったく異なる．Matsuyama(1999) は，貯蓄率を外生的にしたうえで，バラエティモデルに資本蓄積を導入した．このモデルでは，成長のエンジンが 2 つあり，資本蓄積のみによって成長するレジームと，イノベーションと資本蓄積によって成長するレジームの 2 つが存在する．経済は，それらの間を行き来しつつ，成長循環現象を経験する。

本研究は，さらにもう 1 つの非決定性をもっている．ジャンプ可能な変数に関する 1 次のダイナミックシステムが，大域的に安定的なので，横断性条件が完全予見均衡経路の初期値を決定しない．Benhabib and Farmer(1993) と Boldrin and Rustichini(1993) に端を発する研究は，社会的な収穫逓増の仮定の下，幅広いクラスの内生的成長モデルが，均衡経路の初期値に関する局所的非決定性持ちうることを示してきた．このように局所的に非決定的な均衡の近傍においては，サンスポット現象が発生し，純粋に期待に関する不確実性や期待の変化によって，経済が循環することは良く知られている．

この論文の構成は，以下に従う．第 2 章ではモデルの枠組みが提示される．第 3 章は，動学的均衡と経済の動学の導出にさかれる．第 4 章では，非決定性と景気循環を伴う経済成長や低成長の罠の出現について分析される，第 5 章は結論に割かれる．

2　モデル

Romer(1990)，Grossman and Helpman(1991, Ch. 3.2) による財の種類の拡張をともなう内生的成長モデルを利用する．そこでは，財のヴァラエティが，イノベーターによる発明により内生的に増加する．しかし，われわれのモデルは以下の 2 点について，Grossman and Helpman(1991, Ch. 3.2) と異なる．まず，知的所有権保護の不完全性により，(1) 技術独占者のもつパテントの有効期間は 1 期間であるとした[3]．よって，イノベーションによる独占利潤は，開発に成功した期においてのみ，発生する．より重要な設定は，イノベーションがすべてのセクターにおいて使用されるまでには一定の時間が必要とされるというアイディア (技術波及のタイムラグ) に注目し，(2)2 つの中間財セクター，最新技術 (High-Tech) セクターと既存技術 (Low-Tech) セクターが存在する点である．この仮定は，イノベーターによって新しく開発された技術 (差別化されたマシン) が，ただちに経済全体で使用されるのではなく，(Low-Tech セクターを含む) すべてのセクターにおいて使用されるためには，1 期間必要であることを意味する．最新技術へのアクセスの有無においてのみ，High-Tech セクターと Low-Tech セクターの生産技術は非対称的

[3] この仮定は，例えば Matsuyama(1999) において見られる．

である．したがって，High-Tech セクターのみが，独占的価格設定に直面することになる．

時間は離散的で，ゼロから無限大まで拡張する．経済は，サイズ N の無限期間生存する消費者，競争的な消費財企業と 2 種類の中間財企業，および無数に存在するイノベーターからなる．各消費者は同質的で，毎期，1 単位の労働を保有しており，それを非弾力的に供給するものとする．資本蓄積は存在せず，本源的な生産要素は労働のみである．

2.1　無限期間生きる消費者

代表的消費者は，異時点間の予算制約下で生涯効用を最大化するので，次の問題に直面している．

$$\max_{\{C_t\}_{t=0}^{\infty},\{A_t\}_{t=1}^{\infty}} \quad \sum_{t=0}^{\infty}\beta^t \ln C_t, \tag{1}$$

$$\text{subject to} \quad A_{t+1}+C_t=(1+r_t)A_t+w_tN, \tag{2}$$

ここで，C_t は t 期の消費財の需要量，A_t は $t-1$ 期から t 期にかけての資産保有，r_t は $t-1$ 期から t 期にかけての利子率，w_t は t 期の賃金，β は消費者の時間選好率である．消費財をニュメレールとする．これより，均衡においては，次のオイラー方程式と横断性条件が成立していなくてはいけない

$$\frac{C_{t+1}}{C_t}=\beta(1+r_{t+1}),\forall t\geq 0, \tag{3}$$

$$\lim_{T\to\infty}\beta^T\frac{A_{T+1}}{C_T}=0. \tag{4}$$

需要サイドの設定は，中間財のヴァラエティの増加による内生的成長モデルである Romer(1990)，Grossman and Helpman(1991, Ch. 3.2)，Ciccone and Matsuyama(1996) 等とまったく同じである．

2.2　消費財生産者

消費財企業は，2 種類の中間財を使用することによって，生産を行う．1 つは High-Tech 技術，もう 1 つは Low-Tech 技術によって生産される．消費財企業にとって，それらは代替財であり，その代替の弾力性は一定で，$\varepsilon\in(1,\infty)$ とする．それぞれの投入量を，Y_t^H，Y_t^L で表すことにすると，代替の弾力性一定の生産技術は次の生産関数

$$C_t=\left[\theta\left(Y_t^L\right)^{\frac{\varepsilon-1}{\varepsilon}}+(1-\theta)\left(Y_t^H\right)^{\frac{\varepsilon-1}{\varepsilon}}\right]^{\frac{\varepsilon}{\varepsilon-1}}, \tag{5}$$

によって表すことができる．ここで，$\theta \in (0,1)$ は各中間財のシェアに影響を与えるパラメーターである．この経済には資本蓄積は存在しないので，消費財は，すべて消費されることに注意せよ．消費財セクターは競争的であるとし，費用最小化の一階の条件より，

$$\frac{P_t^H Y_t^H}{P_t^L Y_t^L} = \left(\frac{\theta}{1-\theta}\right)^{-\varepsilon} \left(\frac{P_t^H}{P_t^L}\right)^{1-\varepsilon}, \tag{6}$$

ここで，P_t^H と P_t^L は，それぞれ，High-Tech，Low-Tech 中間財の価格であるとする．いま，総支出に占める，Low-Tech 中間財購入額 $P_t^L Y_t^L$ のシェアを $\alpha_t \equiv \frac{P_t^L Y_t^L}{C_t}$ と定義すると，生産関数の一次同次性と (6) 式を利用することにより，

$$\alpha_t = \alpha\left(P_t^{1-\varepsilon}\right) \equiv \frac{1}{1+\left(\frac{\theta}{1-\theta}\right)^{-\varepsilon} P_t^{1-\varepsilon}}, \tag{7}$$

という表記を得る．ここで，$P_t \equiv P_t^H / P_t^L$．Ciccone and Matsuyama(1996) と同様に，この変数が，これ以降の分析において重要となる．

2.3　中間財生産者

2 種類の中間財が存在し，それぞれ，High-Tech，Low-Tech 技術を利用し，差別化されたマシンを投入することによって生産されている．経済には差別化されたマシンが連続的に存在し，そのインデックスを j とする．t 期において，n_t 種類のマシンが利用可能であるとする．Romer(1990) に従って，利用可能なマシンのサイズは，独占利潤を求める R&D 活動によって拡大していくとする．

本研究における High-Tech—Low-Tech セクター間の違いは，1 つには，既に記述されている通り，代替の弾力性が ε となるように，生産物が差別化されている点である．

もう 1 つの違いは，投入するマシンのサイズが異なることによって，High-Tech セクターの方が，Low-Tech セクターと比べて，労働の平均生産性が高いことである．High-Tech セクターでは，今期までに開発されているすべてのマシン (サイズ n_t) を利用して生産することができる．一方，Low-Tech セクターは，前期までに開発されているマシン (サイズ n_{t-1}) のみを利用する．マシンを生産工程と読み替えると，n は分業の進行による生産性の水準であると解釈可能である．この解釈に基づくと，High-Tech—Low-Tech 間の違いについて，次のような解釈も可能である．High-Tech セクターは，最新のアイディアをとりいれて，生産工程の分業化が十分進んでいるが，Low-Tech セクターでは，今期追加されたアイディアの分だけ，生産工程の効率化が進んでいないので，High-Tech セクターは Low-Tech セクターに比べて，より高い生産性を発揮できる，いずれの解釈を採用するにせ

よ，この設定の下だと，High-Tech セクターを相対的に労働の生産性が高いセクターとして定義することができる．

以上のアイディアを反映するために，それぞれの生産技術を，

$$Y_t^L = \left[\int_0^{n_{t-1}} y_t^L(j)^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} dj\right]^{\frac{\sigma}{\sigma-1}}, \tag{8}$$

$$Y_t^H = \left[\int_0^{n_t} y_t^H(j)^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} dj\right]^{\frac{\sigma}{\sigma-1}}, \tag{9}$$

と特定化する．ここで，$y_t^L(j)$ は t 期において Low-Tech セクターが購入するマシン j の (あるいは，生産工程 j における労働の投入量) 投入量，$y_t^H(j)$ は t 期において High-Tech セクターが購入するマシン j の (あるいは，生産工程 j における労働の) 投入量，および $\sigma \in (1,\infty)$ は同じタイプのマシンの間の代替の弾力性を表す．これ以降の分析において，2 つの解釈のうちどちらが採用されるかによって，論文の結論は左右されないが，分析対象によって使い分けられることがある．

利潤最大化の 1 階の条件より，各 j 需要関数は，

$$y_t^L(j) = P_t^L Y_t^L \left(P_t^L\right)^{\sigma-1} p_t(j)^{-\sigma}, j \in [0, n_{t-1}], \tag{10}$$

$$y_t^H(j) = P_t^H Y_t^H \left(P_t^H\right)^{\sigma-1} p_t(j)^{-\sigma}, j \in (0, n_t], \tag{11}$$

である．ここで，$p_t(j), j \in [0,n_t]$ はマシン j の価格 (あるいは，生産工程 j における労働の価格) であるとする．均衡においては，中間財価格と各マシンの価格の間に次の関係が成立している．

$$P_t^L = \left[\int_0^{n_{t-1}} p_t(j)^{1-\sigma} dj\right]^{\frac{1}{1-\sigma}}, \tag{12}$$

$$P_t^H = \left[\int_0^{n_t} p_t(j)^{1-\sigma} dj\right]^{\frac{1}{1-\sigma}}, \tag{13}$$

である．既存のマシン $j \in [0, n_{t-1}]$ に対する総需要は $y_t^L(j) + y_t^H(j)$，新規のマシン $j \in [n_{t-1}, n_t]$ に対しては $y_t^H(j)$ であるが，いずれせよ，需要の価格弾力性は $\sigma > 1$ であることに注意する必要がある．

2.4 差別化されたマシン

各セクター j の構造は以下の通りである．発明に対する知的所有権が有効なのは 1 期間のみである．したがって，技術独占者は，次の期には無数の参入に直面するので，発明当期の利潤 (temporary profit) のみを享受する[4].

[4] この仮定は，例えば，Matsuyama(1999) において見られる．

したがって t 期においては，セクター $j \in [0, n_{t-1}]$ は競争的に，$j \in (n_{t-1}, n_t]$ は独占的に供給される．すべてのセクターは，1 単位の労働から 1 単位のマシンが生産されるという技術 (one-for-one technology) を保有する．いま，技術独占者 $j \in (n_{t-1}, n_t]$ が直面する市場需要関数は (11) 式なので，需要の価格弾力性が σ である．マシン生産の限界費用は w_t なので，各セクターの価格は，

$$p_t(j) = w_t, j \in [0, n_{t-1}], \tag{14}$$

$$p_t(j) = \frac{\sigma w_t}{\sigma - 1}, j \in (n_{t-1}, n_t], \tag{15}$$

となる．

2.5　イノベーション

潜在的に無数のイノベーターが存在し，各々1 単位の新しい差別化されたマシンを開発する能力を有するとする．$t-1$ 期に a^{RD}/n_{t-1} 単位の労働を投入することによって，差別化された中間財セクターに自由に参入することができ，t 期に 1 単位の新しいマシンを発明する[5]．いいかえると，R&D 企業は，$t-1$ 期にスタートアップコスト，$w_{t-1}a^{RD}/n_{t-1}$ を株式発行によってファイナンスし，t 期に新しいアイディアを発明し，短期的な独占利潤を享受する[6]．ここで，知的所有権の不完全性により，独占者は開発に成功した期間のみ独占利潤を享受可能であると仮定しているので，$t-1$ 期に R&D 投資を行い t 期に発明に成功するイノベーターの，$t-1$ 期の時点で評価した総価値 V_t とすると，

$$V_t = \frac{\pi_t}{1 + r_t}, \tag{16}$$

である．ただし，π_t は，最新マシンを供給するセクター $j \in [n_{t-1}, n_t]$ で発生する独占利潤を表す．この式は，$t-1$ 期における資産選択を考えた時，V_t を債券にまわした時に t 期に発生する利益，$r_t V_t$ と，イノベーターが発行する株式を購入した時の利益，$\pi_t - V_t$ が等しいことを意味する．1 期間しか独占利潤を得られない

[5] Ciccone and Matsuyama(1996, p. 41) の脚注において指摘されているように，R&D 企業のスタートアップコストが最終財のアウトプットで支払われるならば，最終財セクターにおけるいかなる代替が存在しない，基本的な Romer モデルにおいても低開発の罠は発生する．Ciccone and Matsuyama(1996) や本研究は，R&D セクターが労働集約的であるという仮定をおくことによって，低開発の罠の発生に関して，それとは別のメカニズムを強調している．それは，Ciccone-Matsuyama モデルにおいては差別化された中間財と労働の代替を認めることであり，このモデルにおいては技術波及のタイムラグによる High-Tech，Low-Tech セクター間の代替を認めることである．

[6] ここで，持続的成長の分析を可能にするために，知識のスピルオーバーを仮定した knowledge-driven specification を採用していることに注意せよ．詳しくは，Rivera-Batizs and Romer(1991) をみよ．

ので，1 期経過するとその株式の価値はゼロになり，キャピタルゲインは $-V_t$ である．

マシン生産の限界費用は w_t であったので，

$$\pi_t = \frac{w_t}{\sigma-1}\hat{y}_t^H, \tag{17}$$

である．ここで，$y_t^H(j) = \hat{y}_t^H, \forall j \in (n_{t-1}, t]$ である．

3　均衡

次の 2 つの均衡条件によって，この経済の均衡は記述される．

$$V_t \leq \frac{a^{RD} w_{t-1}}{n_{t-1}},\ (n_t - n_{t-1})\left(V_t - \frac{a^{RD} w_{t-1}}{n_{t-1}}\right) = 0, \tag{18}$$

$$N = (n_{t+1} - n_t)\frac{a^{RD}}{n_t} + n_{t-1}(y_t^L + y_t^H) + (n_t - n_{t-1})\hat{y}_t^H. \tag{19}$$

ここで，$y_t^L(j) = y_t^L, \forall j \in [0, n_{t-1}]$，$y_t^H(j) = y_t^H, \forall j \in [0, n_{t-1}]$ である．(18) 式は R&D 市場への自由参入から生じる非負利潤条件で，次の事実を記述するものである．もし，$V_t < a^{RD} w_{t-1}/n_{t-1}$ ならば，差別化された中間財セクターに新たに参入するイノベーターは存在せず，$n_t = n_{t-1}$ である．一方，正のイノベーションが発生しているなら ($n_t > n_{t-1}$)，利得が正であってはさらなる参入が生じるので均衡においては，利潤はゼロに，すなわち $V_t = a^{RD} w_{t-1}/n_{t-1}$ が成立していなくてはいけない．

(19) 式は労働市場の需給均衡条件である．t 期の労働需要は，$t+1$ 期の発明のために投入される分，Low-Tech セクターによって使用される分，および，High-Tech セクターによって使用される分からなる．一方，労働供給は N で一定である．

まず，(14)(15) 式を (12)(13) 式に代入すると，High-Tech 財と Low-Tech 財の価格，

$$P_t^L = w_t n_{t-1}^{\frac{1}{1-\sigma}}, \tag{20}$$

$$P_t^H = w_t n_{t-1}^{\frac{1}{1-\sigma}} (1 + \hat{\sigma} g_t)^{\frac{1}{1-\sigma}}, \tag{21}$$

をえる．ここで，$\hat{\sigma} \equiv \left(\frac{\sigma}{\sigma-1}\right)^{1-\sigma}$．次の補題は，均衡を分析する際に重要な役割を果たす関数 α の形状に関するものである．

補題 1 *Low-Tech* 中間財のシェア，α はヴァラエティの成長率に関する関数で，次の関係を満たす．

$$\alpha_t = \alpha(g_t) = \frac{\hat{\theta}}{\hat{\theta} + (1 + \hat{\sigma} g_t)^{\lambda}}. \tag{22}$$

ここで，$g_t \equiv \frac{n_t - n_{t-1}}{n_{t-1}}$，$\hat{\theta} \equiv \left(\frac{\theta}{1-\theta}\right)^{\varepsilon}$，$\lambda \equiv \frac{\varepsilon-1}{\sigma-1}$．この関数に関して次の性質が成立する．*(1)*$\alpha(g_t)$ は厳密な減少関数である，$\alpha' < 0$．*(2)*$\alpha(0) = \hat{\theta}/(1+\hat{\theta})$．*(3)*$\alpha(+\infty) = 0$．

証明

補論をみよ．||

補題 1 は，イノベーションが多く起こるほど High-Tech セクターのシェアが上昇することを示している．High-Tech と Low-Tech の間の代替の弾力性が大きいほど，λ が大きくなり，イノベーション水準が上昇した際の，Low-Tech セクターから High-Tech セクターへのシフトがより大きくなる．

次に，差別化されたマシンの需要関数を求める．(10)(11) 式，(20)(21) 式，および $\alpha_t C_t = P_t^O Y_t^O$，$(1-\alpha_t)C_t = P_t^N Y_t^N$ より，

$$y_t^L = \frac{\alpha(g_t)C_t}{w_t n_{t-1}}, \tag{23}$$

$$y_t^H = \frac{[1-\alpha(g_t)]C_t}{n_{t-1}w_t(1+\hat{\sigma}g_t)}, \tag{24}$$

$$\hat{y}_t^H = \left(\frac{\sigma-1}{\sigma}\right)^{\sigma} \frac{[1-\alpha(g_t)]C_t}{n_{t-1}w_t(1+\hat{\sigma}g_t)}. \tag{25}$$

これと，(17) 式より，利潤関数を得る．

$$\pi_t = \frac{(\sigma-1)^{\sigma-1}}{\sigma^{\sigma}} \frac{[1-\alpha(g_t)]C_t}{n_{t-1}(1+\hat{\sigma}g_t)}. \tag{26}$$

以上，オイラー方程式 (3) 式，非負利潤条件 (18) 式，労働市場の需給均衡条件 (19) 式，マシンの供給量 (23)(24)(25) 式，利潤関数 (26) 式，および (22) と Lemma 1 によって，この経済の均衡は完全に記述される．

非負利潤条件 (18) 式と利潤関数 (26) 式より，$g_t > 0$ ならば，

$$\frac{(\sigma-1)^{\sigma-1}}{\sigma^{\sigma}} \frac{[1-\alpha(g_t)]C_t}{n_{t-1}(1+\hat{\sigma}g_t)} = \frac{a^{RD}w_{t-1}(1+r_t)}{n_{t-1}},$$

である．オイラー方程式 (3) より，$(1+r_t) = C_t/(\beta C_{t-1})$ なので，

$$\frac{C_{t-1}}{w_{t-1}} = \frac{\sigma^{\sigma}}{(\sigma-1)^{\sigma-1}} \frac{a^{RD}(1+\hat{\sigma}g_t)}{\beta\,[1-\alpha(g_t)]}. \tag{27}$$

労働市場の需給均衡条件 (19) 式に，(23)(24)(25) 式を代入すると，

$$N = a^{RD}g_{t+1} + \frac{C_t}{w_t}L(g_t), \tag{28}$$

$$L(g_t) \equiv \alpha(g_t) + [1-\alpha(g_t)] \frac{1+\left(\frac{\sigma}{\sigma-1}\right)^{-\sigma} g_t}{1+\hat{\sigma}g_t}. \tag{29}$$

これの両辺に w_t をかけると，

$$w_t N = a^{RD} w_t g_{t+1} + \alpha(g_t)C_t + (1-\alpha(g_t))C_t \left[1 - \frac{(\sigma-1)^{\sigma-1}}{\sigma^\sigma}\frac{g_t}{1+\hat{\sigma}g_t}\right],$$

である．$(n_{t+1}-n_t)V_{t+1} = a^{RD}w_t g_{t+1}$ および $(n_t - n_{t-1})\pi_t = \frac{(\sigma-1)^{\sigma-1}}{\sigma^\sigma}\frac{g_t[1-\alpha(g_t)]C_t}{1+\hat{\sigma}g_t}$ より，次の the national income account を得る．

$$(n_{t+1}-n_t)V_{t+1} + C_t = (n_t - n_{t-1})\pi_t + w_t N. \tag{30}$$

これと消費者の予算制約 (2) 式より，資産市場の需給均衡が容易に確認される，$A_t = (n_t - n_{t-1})V_t = \frac{(n_t-n_{t-1})\pi_t}{1+r_t}$.

最後に，(28) 式に (27) 式を代入すると，

$$\delta(g_{t+1}) = L(g_t), \tag{31}$$

$$\delta(g_{t+1}) \equiv \frac{\beta(\sigma-1)^{\sigma-1}}{a^{RD}\sigma^\sigma}\frac{(N-a^{RD}g_{t+1})(1+\hat{\sigma}g_{t+1})^{\lambda-1}}{\hat{\theta}+(1+\hat{\sigma}g_{t+1})^\lambda}, \tag{32}$$

が導出される．動学経路は，(31) 式にしたがうので，その性質を知るためには関数 $L(g)$，$\delta(g)$ の形状と横断性条件 (4) 式を分析しなくてはならない．

補題 2 ($L(g)$ の形状) すべての $g \geq 0$ について，関数 $L(g)$ は減少関数である，$L'(g) \leq 0$．また，$L(0) = 1$，$L(+\infty) = \frac{\sigma-1}{\sigma}$.

補題 3 ($\delta(g)$ の形状) $\delta(0) = \frac{N}{\eta}$，$\eta \equiv \frac{\sigma^\sigma a^{RD}}{(\sigma-1)^{\sigma-1}\beta}(1+\hat{\theta})$.

すべての $g > 0$ に関して，もし，$\frac{N}{a^{RD}} \leq \frac{1+\hat{\theta}}{\hat{\sigma}\left[\hat{\theta}(\lambda-1)-1\right]}$ ならばその時に限り，$\delta' < 0$ である．一方，$\frac{N}{a^{RD}} > \frac{1+\hat{\theta}}{\hat{\sigma}\left[\hat{\theta}(\lambda-1)-1\right]}$ ならばその時に限り，$\delta'(g) \geq 0, \forall g \in [0,\hat{g}]$，$\delta'(g) < 0, \forall g \in (\hat{g}, +\infty)$ をみたす $\hat{g} > 0$ が存在する．ここで，$\hat{g}$ は，δ に最大値を与える点である．

また，$\delta(0) > L(0)$ であるための必要十分条件は $N > \eta$ である．

証明

補論をみよ．||

これらの補題は，(1)$L(g)$ が減少関数であることと，(2)N/a^{RD} が十分大きいのならば，ヴァラエティの成長率が低い領域においては，δ は増加関数になることを意味している．したがって，あるパラメーターの範囲においては，ある g_t に対して，それと整合的な動学経路 g_{t+1} が 2 つ存在し，均衡経路の非決定性が存在す

ることは明らかである．このケースを含めた動学分析は，次の章で詳しく分析される．

これまでは，暗に $g_{t+1} > 0$ のケースを仮定して議論を進めてきたが，$g_{t+1} = 0$ に関する分析も必要である．

補題 4 g_t が $\delta(0) < L(g_t)$ をみたす時，$g_{t+1} = 0$ は g_t に対応する均衡経路の *1* つである．

ここで，$\delta(0) < L(g), \forall g \in [0, \bar{\bar{g}}]$ をみたす $\bar{\bar{g}}$ を定義すると，$N \geq \eta$ ならば，このような $\bar{\bar{g}}$ は存在しない ($g_{t+1} = 0$ と整合的な g_t の範囲は存在しない)．$N < \eta$ ならば，このような $\bar{\bar{g}} > 0$ が存在する ($g_{t+1} = 0$ と整合的な g_t の範囲が存在する)．

証明

補論をみよ．||

これは，経済がゼロ成長均衡に留まり続ける可能性があることを意味している．Ciccone and Matsuyama(1996) は，Grossman and Helpman(1991, Ch. 3.2) に差別化された中間財と労働の間の代替を導入することによって，初期における技術水準が低すぎると経済が低開発の罠に陥る可能性の存在や，複数定常均衡，複数均衡経路の存在を分析している．しかし，このモデルは景気循環をともなう成長については説明できなかった．

最後に，横断性条件がみたされるために必要な条件を導出する．

補題 5 すべての t について g_t が上に有界ならば，横断性条件はみたされる．

証明

補論をみよ．||

以上の補題を利用して，動学的均衡の特徴を明らかにする．そこでは，均衡経路の非決定性，景気循環，低開発の罠の発生が示される．

4　結果

前章の補題は，この経済が動学的な不安定性を内包している可能性を示唆していた．どのようなパラメーターのときに，経済は大域的非決定性によるサイクルを伴いながら持続的成長を達成するのか．また，その非決定性の性質はどのような

ものなのか．経済を安定的な成長経路にのせるためには，なにが重要なのか．このような問いに対して，本研究はひとつの答えを提示することができる．さらには，ゼロ成長均衡にジャンプしてしまう初期値の領域が存在するという意味での低開発の罠が存在するような (低開発の罠)，また，任意の初期値について長期的にはゼロ成長均衡に収束してしまうようなパラメーターの範囲の存在も確認される．

4.1 均衡経路の非決定性

この経済には，均衡経路の非決定性をもたらす 2 つの要因が存在する．1 つは，通常の後方動学 (backward dynamics, BD) において[7]，1 つの g_t に対して，複数の完全予見均衡経路，g_{t+1} が存在するケースが存在することである．したがって，この場合，完全予見均衡経路は大域的に非決定的である．詳細に関しては後のセクションで分析されるが，BD においては，経済のファンダメンタルズからは均衡経路が一意に決定されず，どのような経路が選択されるかは経済主体の期待に依存してしまう．

もう 1 つには，状態変数の初期値，n_{-1} が与えられた時に，(29)(31)(32) 式で与えられる動学システムの初期値，g_0 が一意に決定されないという意味の非決定性が存在する．消費財企業の利潤最大化条件 (価格と限界費用の一致) より，$g_t = g(w_t/n_{t-1}^{\frac{1}{\sigma-1}})$ という関係が導出される．$g' > 0, 0 = g(\theta^{\frac{\varepsilon}{\varepsilon-1}})$ であることも容易に確認できる．後で詳しく見るように，横断性条件をみたす経路は無数に存在するので，ある初期値 n_{-1} に対して，賃金 w_0 が自由にジャンプすることによって，後方動学における初期値 g_0(または $w_0/n_{-1}^{\frac{1}{\sigma-1}}$) は非決定的になる．この初期値に関する非決定性は，Benhabib and Farmer(1994) に端を発する均衡経路の非決定性に関する動学的研究における議論と類似している[8]．このタイプの研究では，モデルから導き出された動学システムを，ある定常均衡の近傍において線形近似したシステムが，与えられた初期値の数より多い数の安定根を持っている，局所的非決定性のケースが議論される．このとき，定常均衡の近傍でサンスポット現象が発生し，期待の変化に依存して景気循環が発生する可能性がある．

本研究では，1 次元の動学システムに対して初期値は与えられておらず，定常均衡は安定的なので，横断性条件から初期値は一意に決定されない．

[7]数学における定義と経済学者がしばしば用いる定義は，まったく逆であることに注意．本論文では，経済学の伝統に従い，BD の解を現在から将来に向かっての軌道であるとし，前方動学 (forward dynamics) の解を将来から現在に向かっての軌道であるとする．

[8]本研究と最も近い動学をもつモデルとしては，Bencivenga and Smith(1998) がある．彼らは，失業をともなう世代重複モデルを構築し，都市部の失業と地方−都市間の人口移動の動学的な関係を分析した．そこで，このモデルと同様に，2 種類の非決定性をともなう動学システムが導き出された．

第 2 の，初期値の非決定性に関しては，イノベーションがすべてのセクターにおいて使用されるまでには一定の時間が必要とされるという，技術波及のタイムラグを仮定せずに，知識のスピルオーヴァを仮定した Romer(1990)，Grossman and Helpman(1991, Ch. 3.2) モデルに，知的所有権の不完全性を導入するだけで，その発生を確認することができる．このケースの分析は，補論にて行われる．しかしながら，本研究においてわれわれは，技術波及のタイムラグの存在に最も興味があるので，これを仮定せずとも発生する初期値の非決定性，およびそれに付随する定常均衡の近傍におけるサンスポット現象については，これ以上深く立ち入らない．

これ以降，第 1 の大域的非決定性にのみ注目するために，初期値の非決定性を無視する．そこで，次の仮定をおくことにする．

仮定 1 *0* 期に直面する状態変数の水準 $n{-}1$ だけでなく，過去の水準，n_{-2} も初期値として与える．

これは，モデルから導かれた動学システムに，その初期値を外生的に与えることに，他ならない．

次のサブセクションからは，初期の成長率を与えることによって，通常の BD を分析する．BD においては，パラメーターの値に依存して，次の 4 つのケースが存在することが確認される．

1. 安定的成長のケース (a unique stable equilibrium with growth, EG)
2. 安定的ゼロ成長のケース (a unique stable equilibrium with no growth, ENG)
3. 非決定性を伴う成長循環ケース (growing through cycles by indeterminacy, GCI)
4. 非決定性と低開発の罠を伴うケース (indeterminacy and underdevelopment traps, UDT)

初めの 2 つは均衡経路の非決定性が存在しないケースで，残りの 2 つにおいては非決定性が存在する．

4.2　均衡経路が一意であるケース

(32) 式における $\delta(g_{t+1})$ が単調な減少関数である時，すなわち，$\frac{N}{a^{RD}} \leq \frac{1+\hat{\theta}}{\hat{\sigma}\left[\hat{\theta}(\lambda-1)-1\right]}$ の時，均衡経路は一意に決定される．なぜなら，任意の $g_t \geq 0$ に対して，$N > \eta$ ならば $\delta(0) > L(0)$ なので，δ の単調減少性，(31) 式，(32) 式，および $L(g_t)$ の減

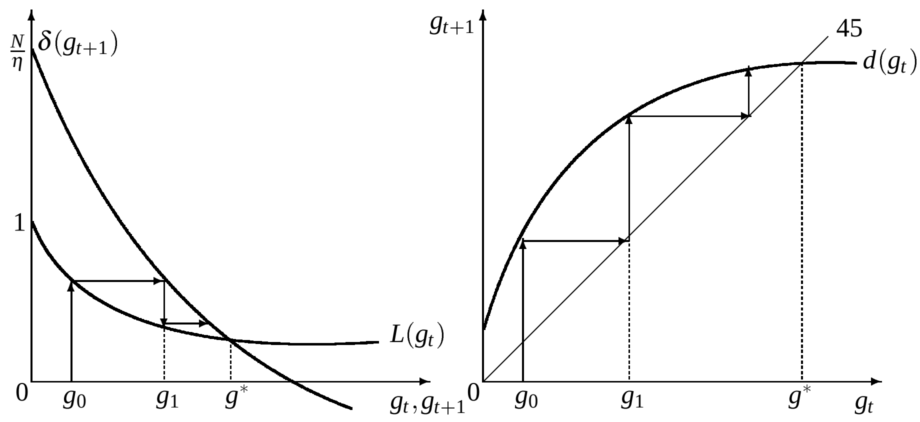


Figure 1(a) Figure 1(b)

図 1: ケース EG：$N > \eta$

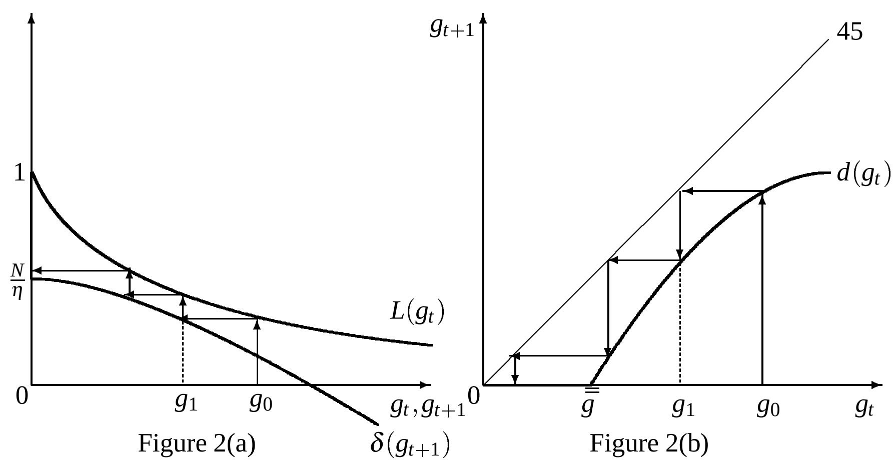


Figure 2(a) Figure 2(b)

図 2: ケース ENG：$N \leq \eta$, $\hat{\theta}(\lambda - 1) - 1 \leq \frac{\beta\eta}{\sigma N}$

少性 (補題 2) より，$g_{t+1} > 0$ は一意であるし，$N \leq \eta$ ならば，$\delta(0) = N/\eta \leq L(g_t)$ をみたす g_t については (すなわち，$g_t \in [0, \bar{\bar{g}}]$)，$g_{t+1}$ は一意にゼロになり (補題 4)，$g_t \in (\bar{\bar{g}}, \infty)$ については，δ の減少性と (31) 式，$\delta(g_{t+1}) = L(g_t)$ より一意に決まるからである．

いま，g_t と g_{t+1} は一対一に対応するので，その関係を関数で表すことができる，$g_{t+1} = d(g_t)$．δ，L の連続性より，関数 d も連続的である．また，δ' と L' の符号が同じであることより，$d' > 0$ である．ここで，$N > \eta$ のときを安定的成長均衡のケース (EG) と，$N \leq \eta$ のときを安定的ゼロ成長のケース (ENG) と呼ぶことにする．これらのケースは，Fig.1，Fig.2 に描かれている．これらのグラフの形状は，補題 1-4 より明らかである．

ケース EG($N > \eta$) においては，$1 = L(0) < \delta(g)$ をみたす g は正の値をとるので，$d(0) > 0$．また，図 1(a) に描かれているように，$L' < 0, L(0) = 1, L(+\infty) > 0, \delta' < 0, \delta(0) > 1$, かつ十分大きな g については，$\delta(g) < 0$ となるので，明らかに，厳密に正の成長率を持つ定常均衡が一意に存在する．一方，ケース ENG($N < \eta$) においては，$\forall g_t \in [0, \bar{\bar{g}}]$ について $g_{t+1} = 0$ なので，$d(g_t) = 0, \forall g_t \in [0, \bar{\bar{g}}]$．このケースにおいては，成長率がゼロである定常均衡は必ず存在する．さらに，$d(g_t) < g_t, \forall g_t$ ならばそのゼロ成長均衡は一意である．一方，そうでないならば，定常均衡は複数存在する．図 2 には前者の場合が描かれている[9]．

また，ケース EG においては，動学は大域的に安定である．グラフィカルな分析により，これは明らかである．一方，ENG においては，ゼロ成長均衡が存在し，動学システムは大域的に安定である．

以上の結果をまとめると，

命題 1 (均衡経路の非決定性を伴わないケース，EG と ENG) 関数 δ が単調な減少関数であるとき，任意の g_t に対して，g_{t+1} は一意に決定され，均衡経路の非決定性は存在しない．また，$\forall g_t$, $d' > 0$ である．

$N > \eta$ ならば，持続的成長を達成する定常均衡，g^* が一意に存在し，大域的に安定である (ケース EG).

$N \leq \eta$ ならば，ゼロ成長を達成する定常均衡が必ず存在し，それが一意であるのなら，大域的に安定である (ケース ENG).

これらのケースでは，非決定性が存在しないので，景気循環は発生しない．この命題の含意は，図 1，2 においてしめされているように，どのような g_0 からスタートしても，ケース EG においては持続的成長均衡 g^* に収束するが，ケース

[9] われわれは数多くの数値例を計算した．その際に，後者のような例を見つけることができなかった．しかし，この複数定常均衡の存在を解析的には排除できていない．そのような理由より，これ以降の議論においては，前者のみを分析の対象にする．

ENG においては成長率ゼロの均衡に単調に収束する，ということである．ここで，g^* は $g^* = d(g^*)$ をみたす．

次に，δ が単調減少関数ではない時，すなわち one-peaked な形状 (逆 U 字型) の時を分析する．このとき，均衡経路の一意性は失われ，経済が非決定性に直面する可能性が出現する．これ以降の分析のために，$\max_y \delta(y) = \delta(\hat{g}) \equiv \bar{\delta} = L(\bar{g})$ をみたす $\bar{g}$ を導入する．δ は one-peaked なので，$\bar{\delta}$ は最大値である．

4.3　均衡経路が非決定的であるケース

$\delta(g_{t+1})$ が one-peaked な形状をもち，かつ $N \leq \eta$ の場合を分析する[10]．

$\bar{g}$ が存在しない時，すなわち，$\bar{\delta} > 1$ の時は，図 3 に描かれている．グラフの形状は，補題 1-4 より明らかである．このケースを，非決定性をともなう成長循環ケース (GCI) と呼ぶことにする．ここでは，$\forall g_t \in [0,\bar{\bar{g}}]$ については，それと整合的な均衡経路が 3 つ存在する．1 つは $g_{t+1} = 0$ である．これは，補題 4 より明白である．残りの 2 つは，(31) 式，$\delta(g_{t+1}) = L(g_t)$ によって決定される．これより，ある g_t に対して，さらに，それと整合的な $g_{t+1} > 0$ が 2 つ存在することは，図 3 より明らかである．したがって，動学は関数ではなく，対応で与えられる．ここでは，分析を円滑にするために，ある $g_t \in [0,\bar{\bar{g}}]$ と整合的な 2 つの動学経路について，相対的に大きな g_{t+1} をもたらす g_t と g_{t+1} の関係を関数 $\bar{\bar{d}}(g_t)$ で，小さな g_{t+1} をもたらす関係を関数 $\bar{d}(g_t)$ で表すことにすると，Fig.3 より，明らかに $\bar{d'} < 0$，$\bar{\bar{d'}} > 0$．また，定常状態値，g_L^*, g_H^* を，$\bar{d}(g_L^*) = g_L^*$，$\bar{\bar{d}}(g_H^*) = g_H^*$ をみたすものと定義する．

一方，$g_t \in (\bar{\bar{g}},+\infty)$ については，均衡経路は一意に決定される．その動学は，上で定義された関数 $g_{t+1} = \bar{\bar{d}}(g_t)$ によって決定される．L，δ の連続性により，$\bar{d}$，$\bar{\bar{d}}$ も連続関数であることを示すことができる．

それに対して，$\bar{g}$ が存在する場合は，ケース GCI とは若干異なる．図 4 はこのケースについて描かれたものである．ケース GCI では，$g_t \in [0,\bar{\bar{g}}]$ について整合的な均衡経路が 3 つ存在したが，ここでは，$g_t \in [\bar{g},\bar{\bar{g}}]$ についてケース GCI と同様の均衡経路の非決定性が存在する．一方，補題 1-4 より，$[0,\bar{g}]$ においては，$g_{t+1} = 0$ が唯一の均衡経路である．したがって，この領域から経済がスタートすれば，この経済は決して成長しない．その意味において，領域 $[0,\bar{g}]$ は trapping region であり，このケースには低成長の罠が存在する．そこで，このケースを非決定性と低開発の罠をともなうケース (UDT) と呼ぶことにする[11]．

[10] $N > \eta$ ならば，δ が one-peaked であっても，図 1(a) におけるグラフィカルな分析より，$\delta(x) \in [L(+\infty), L(0)]$ をみたす x については，$\delta(x)' < 0$ になるので，常にケース EG になる．

[11] ケース UDT においては，$\bar{d},\bar{\bar{d}}$ は $[\bar{g},+\infty)$ において連続的である．

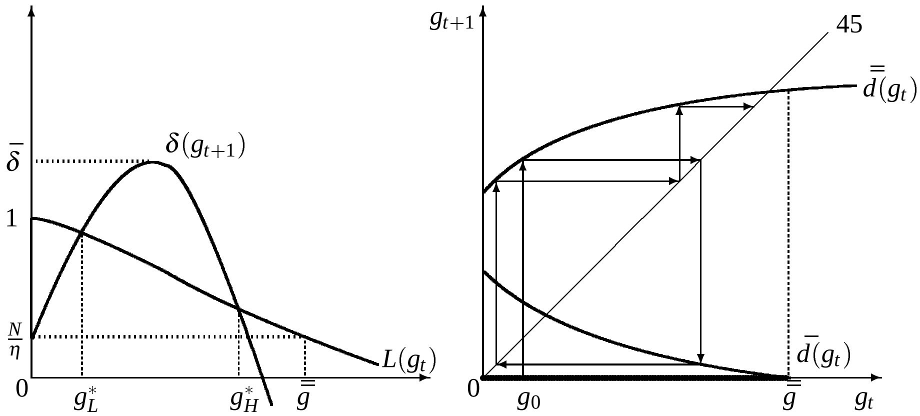


Figure 3(a) Figure 3(b)

図 3: ケース GCI： $N \leq \eta$, $\hat{\theta}(\lambda - 1) - 1 > \frac{\beta\eta}{\sigma N}$, $\delta(\bar{g}) > 1$

これらのケース，GCI と UDT に関する結果をまとめると，

命題 2 (非決定性をともなう均衡) 関数 $\delta(g_{t+1})$ が *one-peaked* な形状を持つ時，$N > \eta$ ならば経済はケース *EG* になる．

一方，$N \leq \eta$ ならば，$\bar{\delta} \geq (<) 1$ の時，ケース *GCI(UDT)* になる．いずれにおいても，通常の後方動学における均衡経路の非決定性が存在する．

特にケース *GCI* においては，任意の $g_t \in [0, \bar{\bar{g}}]$ について，g_t と整合的な g_{t+1} が *3* つ存在し，それぞれ，0，$\bar{d}(g_t)$，$\bar{\bar{d}}(g)$ である．

ケース *UDT* では，任意の $g_t \in [\bar{g}, \bar{\bar{g}}]$ について，整合的な g_{t+1} が *3* つ存在する．また，低成長の罠に陥る *trapping region*，$[0, \bar{g}]$ が存在する点において，ケース *GCI* と異なる．

これらのケースの定常均衡の近傍における局所安定性について，次の事実が成立している．

命題 3 $\bar{\bar{d}}'(g_H^*) \in (0, 1)$.

証明

補論をみよ．||

この命題は常に高い方の均衡経路が選択されれば，経済はより高い成長をもたらす定常均衡 g_H^* に収束することを示している．

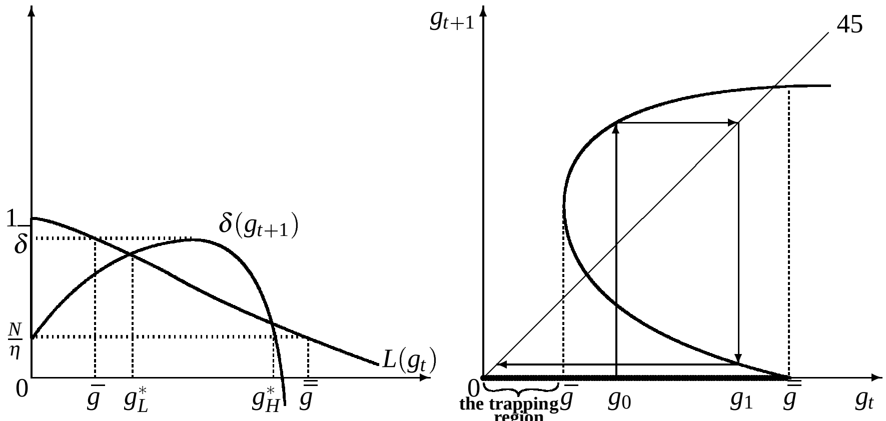


図 4: ケース UDT： $N \leq \eta$, $\hat{\theta}(\lambda - 1) - 1 > \frac{\beta\eta}{\sigma N}$, $\delta(\bar{g}) \in (L(\bar{g}, 1))$

ケース GCI，UDT では，経済のファンダメンタルな要因からは均衡経路が一意に決定しない[12]．特に，ケース GCI では，消費者や R&D 企業の期待や予想の変動によっては，どのような $g_0 \geq 0$ からスタートとしても，内生的かつ恒久的な景気循環をともなう持続的成長が発生する．たとえ経済が，$g_L^* = \bar{\bar{d}}(g_L^*)$，$g_H^* = \bar{\bar{d}}(g_H^*)$ をみたすような g_L^*，g_H^* に到達したとしても，期待や予想の変化が発生すれば，ただちにそこから離脱して，ふたたび成長循環現象が発生するかもしれない．以上より，ケース GCI は，この経済が，内生的な景気循環と持続的成長が同時に発生するメカニズムを内包していることをしめしている．この結果は，例えば企業家のアニマル・スピリットのような，経済主体の期待や心理が，経済の安定的な成長にとって，重要な役割を担っていることを示唆している．期待によっては，経済がまったく成長しない状況が続くかもしれないし，安定的な持続的成長を達成するかもしれないし，永続的な景気循環が起こるかもしれない．

高い水準の持続的成長を遂げる均衡 d_H^* は安定的なので，経済主体の期待をターゲットにした政策が有効に機能し，つねに高い水準をもたらす動学経路が選ばれていれば，経済は安定的成長を達成可能である．しかし，そのようにして，高成長をともなう定常均衡に到達しても，政策の失敗等により期待が変化をとげれば，それが一時的な変化であっても，経済成長率は大きく下落することになる．

[12] このような，均衡動学が関数でなくて対応で与えられる結果は，純粋交換世代重複モデルにおいて，所得効果が相対的に強い場合によく見られる．Azariadis(1981,1993)，Benhabib and Day(1982), Grandmont(1985) をみよ．また，Bencivenga and Smith(1998) は，地方一都市間の人口移動と都市失業の関係を，逆選択をともなう世代重複によって分析し，その均衡動学が対応で与えられることを示した．

期待のコントロールが長期的に不安定なものになれば，図 3 で描かれているような景気循環が再び発生する．このような意味において，ケース GCI においては，常に経済が変動する可能性が存在する．

一方，ケース UDT はケース GCI が内包する不安定性に加えて，Ciccone and Matsuyama(1996) などが分析した，動学的枠組みにおける低開発の罠が存在する．今期の成長率が十分低い値 ($g_t \leq \bar{g}$) ならば，経済はそれ以降まったく成長しない．$(\bar{g}, \bar{\bar{g}}]$ に属する成長率からスタートすると，GCI と同様の非決定性に直面し，景気循環をともないつつ成長するかもしれない．既存研究による指摘と同様に，初期値に依存してその後の経済の動学経路がまったく異なる．図 4 に描かれているように，初期の成長率が十分低くて，一度低開発の罠に陥ると，パラメーターの変化がない限り，その経済は決して成長しないことがわかる．

しかし，このモデルでは動学システムの初期値，g_0 が非決定的なので，状態変数であるヴァラエティのサイズ，n_t は低開発の罠に影響を持たないことに注意しなければならない．Ciccone and Matsuyama(1996) などにおいては，技術水準が低い国がその低い水準に留まり続ける，といういみでの罠が存在したが，この論文は，技術水準の程度にかかわらず，今期の成長率が低すぎると低開発の罠に陥る可能性があることを示唆している．

これらのケースのサイクルの性質をより明らかにするために，周期 3 のサイクルの存在を確認することができる．

命題 4 ケース *GCI* において，$g_H^* < \bar{\bar{g}}$ ならば，周期 3 のサイクルが存在する．

ケース *UDT* において，$g_H^* < \bar{\bar{g}}$ かつ $\bar{g} < \bar{d}(g_H^*)$ ならば，周期 3 のサイクルが存在する．

証明

補論をみよ．||

どちらのケースにおいても，任意の周期のサイクルの存在を証明することは難しくない[13]．また次の例においては，周期 3 のサイクルが発生する．

例 1 (ケース GCI における周期 3 サイクル) ある経済のパラメーターの値を，$\beta = 0.6$，$\varepsilon = 4$，$\theta = 0.6$，$\sigma = 2$，$a^{RD} = 1$，および $N = 25$ とセットする．その時，数

[13]周期 3 のサイクルが存在すれば，任意の周期のサイクルが存在する事実は良く知られている．例えば，Azariadis(1993)，Devaney(1989, p.60) 等をみよ．また周期 3 のサイクル均衡が存在する時，Li と Yorke の意味でのカオス的変動を経験する初期値の集合が存在して，それが uncountable であることも知られている (Azariadis(1993, p. 106))．

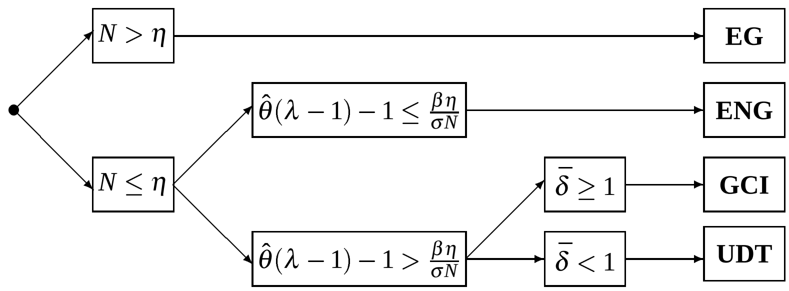


図 5: 各ケースにおけるパラメーターの関係

値計算により，次の *2* つの事実がわかる．第 *1* に，$\hat{\theta}(\lambda-1)-1 > \frac{\beta\eta}{\sigma N}$ かつ $\bar{\delta} > 1$ となるので，この経済はケース *GCI* にいる．第 *2* に，$g_H^* < N/a^{RD} < \bar{\bar{g}}$. したがって，この経済には，任意の周期の周期軌道が存在する．

われわれは，多くの数値例を計算した．その際，この例のほかにも，周期 3 サイクルが発生するパラメーターの範囲を見つけることはさほど難しくなかった．その経験から，β や N がある程度小さく，ε が適度に大きい時に，この種の例を見つけやすかったことは指摘する価値があるだろう．

以上の分析によって指摘された諸問題，成長率ゼロへの収束，経済の恒久的な不安定性，および低開発の罠の存在を解決するためには，各パラメーターの値を変化させるような政策が必要である．では，どのパラメーターをどの方向に変化させるべきなのか．この疑問に答えるために，補題 1-4，命題 1,2 を利用し，パラメーターの範囲と各ケースの関係をまとめたものが，図 5 である．

明らかに，この経済が達成可能な成長率の上限，$\frac{N}{a^{RD}}$ が十分大きいほど，また，β が十分大きいほど，N/η が上昇し，ケース EG になりやすい．さらに $N < \eta$ のとき，図 5 を利用すると簡単に，次の事実を示すことができる．

命題 5 $N < \eta$ の時，$\theta \in (1, \frac{1}{1+e})$ ならば，または $\varepsilon \in (1, \frac{\sigma^{\sigma-1}a^{RD}}{N(\sigma-1)^{\sigma-2}} + \sigma)$ ならば，経済必ずケース *ENG* に陥る．

一方，$\varepsilon \in (\frac{\sigma^{\sigma-1}a^{RD}}{N(\sigma-1)^{\sigma-2}} + \sigma, +\infty)$ ならば，十分大きな $\tilde{\theta} > 0.5$ が存在し，任意の $\theta > \tilde{\theta}$ について，ケース *GCI* か *UDT* になる．

証明

補論をみよ．||

この命題は，われわれは θ や ε の水準が後方動学にどのような影響を与えるのかを知るのに，役立つであろう[14]．この命題を応用して，N/a^{RD}，θ，ε の関係と，経済がどのケースにいるかを説明したものが図 6 である．ここで，そのほかのパラメータは一定であるとしている．

より高い労働生産性をもつ High-Tech セクターの消費財セクターにおける貢献度が低いとき ($\theta > \tilde{\theta}$)，非決定性が発生する $\beta N/a^{RD}$ と ε の組み合わせが必ず存在する．$\theta < \frac{1}{1+e}$ のときは，非決定性は発生しない．ここで，2 つの経済，経済 A と経済 B を考えよう．経済 A と B の違いは R&D セクターにおける労働生産性 (または，スタートアップコスト) と時間選好率で，共通点は High-Tech，Low-Tech セクター間の代替の程度が非常に高いことである．ここで，$\varepsilon > \frac{\sigma^{\sigma-1}a^{RD}}{N(\sigma-1)^{\sigma-2}} + \sigma$ をみたしているとする．

$\theta < \frac{1}{1+e}$ の時は，経済 A の成長はいずれとまってしまう．一方，経済 B は，安定的に持続的成長均衡に収束していく．

いま，θ に永続的な正のショックが発生し，非決定性が発生する領域が存在するレジームへ移行したとすると，経済 A も B も景気循環を伴いながら成長するケースに移行する．経済 A にとっては，このショックは，不安定性は伴うもののゼロ成長からの脱却を可能にする意味において，ポジティブな効果を持つといえる．経済 B にとっては，不安定性と低開発の罠の存在により，このショックはネガティブな意味を持ちうる．このように，ε の高水準が与える影響が，まったく逆に作用している点は興味深い．θ が上昇したとき，R&D セクターの生産性が低い (スタートアップコストが大きい) 経済では ε は高い方がよいし，逆に高い経済では ε は低い方が望ましい．θ や ε を政策変数と考える時は，十分注意を払う必要があることを示唆している．

本研究の政策的含意は，命題 1-5 より明らかである．すなわち，大域的非決定性をともなう景気循環を経験しているとき (ケース GCI)，または低開発の罠に陥り成長していない時 (ケース ENG，UDT)，経済を安定的かつ持続的な経済成長のレジームにシフトさせるには，2 つの政策が有効である．1 つは，R&D 企業のスタートアップコストまたは労働生産性 (a^{RD})，時間選好率 (β)，Low-Tech セクターの生産性 (θ) などの経済のファンダメンタルな要因を変化させ，ケース EG に移行させることである (命題 1,5, 図 5)．もう 1 つは，非ファンダメンタルな要因である経済主体の期待形成に影響を与え，常によりよい均衡経路が選択されるようにすることである[15](命題 2,3)．ただし，低開発の罠に陥っている時を除いて

[14] $\theta > 0.5$ でなくても非決定性が発生するという事実は指摘する価値がある．例えば，$\theta = 0.5$ の時，ε を十分大きくとれば，非決定性が生じるケースになることを示すことができる．補論内，命題 5 の証明を見よ．

[15] $g_{t+1} = \overline{\overline{d}}(g_t)$ が安定的であったことに注意.

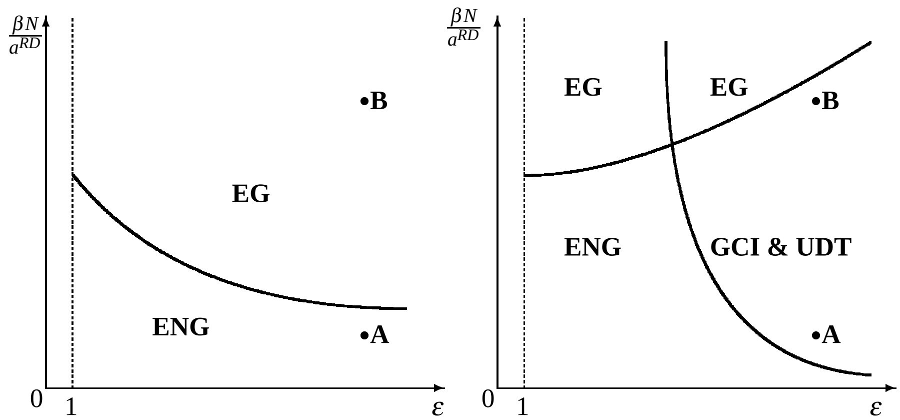


Figure 6(a): $\theta < \frac{1}{1+e} < 0.5$　　Figure 6(b): $\theta > \tilde{\theta}$

図 6: 比較動学，$\varepsilon \in (\frac{\sigma^{\sigma-1}a^{RD}}{N(\sigma-1)^{\sigma-2}} + \sigma, +\infty)$

は，これらの安定化を目指す政策が厚生の面で望ましいかどうかは，厳密には分析されていないことに注意しなくてはいけない．

5　結論

本研究は，無限期間生きる消費者をともなう Grossman and Helpman(1991, Ch. 3.2) に，イノベーションがすべてのセクターにおいて使用されるまでには一定の時間が必要とされるというアイディア (技術波及のタイムラグ) を明示的に導入するために，2 つの代替的なセクター，最新技術 (High-Tech)，既存技術 (Low-Tech) セクターの存在を認めた．そうすることによって，深刻な低開発の罠や，均衡経路の非決定性による景気循環をともなう経済成長が発生するメカニズムを内生的に説明した．

このような若干の修正を加えた Grossman and Helpman(1991, Ch. 3.2) モデルの帰結は，次の通りである．知識のスピルオーヴァを課した内生的成長モデルにもかかわらず，この経済は移行動学を持ちうる．移行動学は，2 つの意味で非決定的である．第 1 に，初期値が一意に決定されない．したがって，定常均衡の近傍においてサンスポット現象が発生し，期待の変化に応じて成長循環現象が見られる可能性がある．第 2 に，複数の完全予見均衡経路が存在し，大域的な均衡経路の非決定性が発生しうる．R&D セクターの生産性で測った労働量が十分に大きい時 (R&D 企業のスタートアップコストが小さい時)，また時間選好率が十分に大きい時，持続的成長均衡に経済が単調に収束していくレジームになりやすい．し

かし，それらの値が十分には高くないケースでは，各パラメーターの値ー2 つのセクターの間の代替の弾力性や，それらの生産性ーに依存して，低開発の罠が発生するケースや，均衡経路の非決定性が発生するケースが存在する．特に，後者のケースにおいては，経済主体の期待次第では景気循環をともなう内生的成長が発生する．

補論

補題 1 の証明

(20)(21) 式より，$P_t = (1+\hat{\sigma}g_t)^{\frac{1}{1-\sigma}}$ なので，これを (7) 式に代入すると，(22) 式が導出される．

$\alpha' < 0$ は，$\alpha' = -\frac{\lambda\hat{\sigma}}{\hat{\theta}}\left(\frac{\theta}{1-\theta}\right)^{-\varepsilon}(1+\hat{\sigma}g_t)^{\lambda-1}\alpha(g_t)^2$ より明らか．||

補題 2 の証明

$$L'(g) = \frac{(\sigma-1)^{\sigma}}{\sigma^{\sigma}}\frac{1}{(1+\hat{\sigma}g)^2}\left[\alpha(g) - 1 - \frac{\hat{\sigma}\lambda}{\hat{\theta}}g(1+\hat{\sigma}g)^{\lambda}\alpha(g)^2\right],$$

である．$L' > 0$ とすると，$-\frac{\hat{\sigma}\lambda}{\hat{\theta}}g_t\alpha(g_t)(1+\hat{\sigma}g_t)^{\lambda} > 0$ となり矛盾．したがって，$L'(g) \leq 0$．残された題意の証明は明らかである．||

補題 3 の証明

$$\delta'(g) = \delta_1(g)\delta_2(g)$$

である．ここで，$\delta_1(g) \equiv \frac{(1+\hat{\sigma}g)^{\lambda-2}}{\left[\hat{\theta}+(1+\hat{\sigma}g)^{\lambda}\right]^2}$，$\delta_2(g) \equiv \hat{\theta}\left[(\hat{\sigma}N(\lambda-1) - a^{RD}) - \hat{\sigma}\lambda a^{RD}g\right] - (1+\hat{\sigma}g)^{\lambda}(a^{RD}+N\hat{\sigma})$ である．$\delta_2' > 0$ は，$\delta(g)$ が右上がりになるための必要十分条件である．これより，

$$\hat{\theta}(N\hat{\sigma}(\lambda-1) - a^{RD}) > \hat{\theta}\hat{\sigma}\lambda a^{RD}g + (a^{RD}+N\hat{\sigma})(1+\sigma g)^{\lambda}.$$

である．この式の右辺が増加関数で，$g = 0$ のとき $a^{RD}+N\hat{\sigma}$ の値をとることは明らかである．したがって，$\hat{\theta}\left[N\hat{\sigma}(\lambda-1) - a^{RD}\right] > a^{RD}+N\hat{\sigma}$ は δ が右上がりになる領域を持つための必要十分条件である．右辺は増加的なので，十分大きな g については右辺が左辺を上回り，$\delta' < 0$ になる．||

補題 4 の証明

$g_{t+1}=0$ ならば，R&D 企業の t 期における価値は非正になっているはずである．また，これが負であれば，$g_{t+1}=0$．よって，$g_{t+1}=0$ ならば，$\frac{C_t}{w_t} \leq \frac{\sigma^{\sigma} a^{RD}}{(\sigma-1)^{\sigma-1}\beta}\frac{1+\hat{\sigma} g_{t+1}}{a-\alpha(g_{t+1})}$．これを労働市場の需給均衡条件に，$g_{t+1}=0$ として，代入して整理すると，$\delta(0) \leq L(g_t)$．

$\delta(0)=N/\eta$，$L(0)=1$ であったので，$N/\eta > (\leq) 1$ ならば $g_{t+1}=0$ と整合的な g_t は存在しない (する)．||

補題 5 の証明

横断性条件は，

$$\lim_{T\to+\infty}\beta^T\frac{A_{T+1}}{C_T}=0$$

である．資産市場の均衡条件を代入し，g の上限を Z でかくとすると，

$$\lim_{T\to+\infty}\beta^T\frac{A_{T+1}}{C_T}=\lim_{T\to+\infty}\beta^{T+1}\frac{g_{T+1}[1-\alpha(g_{T+1})]}{1+\hat{\sigma} g_{T+1}} \leq \lim_{T\to+\infty}\beta^{T+1}Z[1-\alpha(Z)]=0.$$

$0 \leq \lim_{T\to+\infty}\beta^T\frac{A_{T+1}}{C_T}$ は明らかなので，g に上限が存在すれば横断性条件は満たされる．||

命題 3 の証明

図 3(a)，図 4(a) におけるグラフィカルな分析より，$L'(g_L^*)$ と $\delta'(g_L^*)$ の符号が異なるので，振動的である．一方，g_H^* において，$\delta', L' < 0$，かつ δ が L を上から下に交わるので，安定的である．||

命題 4 の証明

ケース GCI において．$H(g_0) \equiv \bar{d}\left\{\bar{\bar{d}}\left[\bar{\bar{d}}(g_0)\right]\right\}-g_0$ とする．$H(g_0)=0$ となる g_0 が存在すれば，周期 3 のサイクルが存在する．ただちに，H は連続で，$H'(g_0)<0$ をみたすことがわかる．いま，任意の $g_0 \in [0, g_L^*]$ をとる．すると，

$$0<\bar{d}\left\{\bar{\bar{d}}\left[\bar{\bar{d}}(g_L^*)\right]\right\}<\bar{d}\left\{\bar{\bar{d}}\left[\bar{\bar{d}}(0)\right]\right\}<g_L^*.$$

よって，$H(0)>0$，$H(g_L^*)<0$ であることがわかる．以上より $H(g_0)=0$ は解を持つ．

ケース UDT において．初期値の範囲を，$(\bar{g}, g_L^*)$ とする．仮定が成立していれば，$\bar{d}\left\{\bar{\bar{d}}\left[\bar{\bar{d}}(g_0)\right]\right\}>\bar{g}$ である．よって，上と同様の証明が可能である．||

命題 5 の証明

仮定より $N<\eta$ なので，δ が one-peaked でなければ必ず ENG である．したがって，

$$\zeta_L(\theta,\varepsilon) \equiv \hat{\theta}(\lambda-1)-1<\frac{\sigma^{\sigma-1}a^{RD}}{N(\sigma-1)^{\sigma-1}}(1+\hat{\theta}) \equiv \zeta_R(\theta,\varepsilon),$$

であれば必ずケース ENG．$\theta < 0.5$ について考える．すると明らかに，

$$\zeta_L(\theta,\sigma) < 0,$$
$$\partial\zeta_L/\partial\varepsilon \begin{cases} \leq 0 & , \text{if } \theta \in (0, \frac{1}{1+e^{\frac{1}{\varepsilon-1}}}] \\ > 0 & , \text{if } \theta \in (\frac{1}{1+e^{\frac{1}{\varepsilon-1}}}, 0.5) \end{cases}.$$

$\varepsilon = \sigma$ のときは，ζ_L の傾きは正であるが，ε が十分大きくなると $\frac{1}{1+e^{\frac{1}{\varepsilon-1}}}$ が θ より大きくなり，ζ_L の傾きは負になる．そのクリティカルな ε の値を $\bar{\varepsilon}$ で表すとすると，$\theta = 1/(1+e^{\frac{1}{\varepsilon-1}})$ より，$\bar{\varepsilon} = \sigma - \left(1/\ln\frac{\theta}{1-\theta}\right)$．これを ζ_L に代入すると，$\theta < 0.5$ のときの，ε に関する ζ_L の最大値を得る，

$$\zeta_L^{max} = -\left(\frac{\theta}{1-\theta}\right)^{\sigma-\left(1/\ln\frac{\theta}{1-\theta}\right)} \frac{1/\ln\frac{\theta}{1-\theta}}{\sigma-1} - 1.$$

いま，$\zeta_L^{max} < 0 < \zeta_R$ ならば，必ずケース ENG である (関数 δ は単調な減少関数)．これより，$N < \eta$ と $\theta < \frac{1}{1+e} < 0.5$ は，ケース ENG であることの十分条件を与える．これは命題の前半の主張の証明である．

次に，後半の証明を行う．$\theta > 0.5$ について考える．このとき，任意の $\theta > 0.5$ について ζ_L は ε に関する増加関数である．しかし，ζ_R も ε に関する増加関数であるので，これだけでは明らかなことは言えない．ここでもし，$\zeta_L > \zeta_R$ ならば関数 δ は one-peaked な形状を持ち，均衡経路の非決定性が発生する．この不等式を整理すると，$\varepsilon > \frac{\sigma^{\sigma-1}a^{RD}}{N(\sigma-1)^{\sigma-2}} + \sigma$ であるとき，

$$(*) \quad \left(\frac{\theta}{1-\theta}\right)^{\varepsilon} > \frac{\sigma^{\sigma-1}a^{RD} + N(\sigma-1)^{\sigma-1}}{(\varepsilon-\sigma)(\sigma-1)^{\sigma-2}N - (\sigma-1)\sigma^{\sigma-1}a^{RD}}.$$

θ を十分大きくとればこの不等式は成立する．いま，η は ε に関して増加的なので，仮定，$N < \eta$ を壊す心配はないことに注意せよ．以上より，$\varepsilon > \frac{\sigma^{\sigma-1}a^{RD}}{N(\sigma-1)^{\sigma-2}} + \sigma$ ならば，$\theta > \tilde{\theta}$ となるように十分大きな θ をとれば，δ は one-peaked な形状を持つ．ここで，$\tilde{\theta} > 0.5$ は，$(*)$ 式が等号でみたされるような θ の値である．右辺は正なので，これはかならず存在する．

また，脚注 15 において指摘したように，$\theta = 0.5$ の時，$(*)$ 式の左辺と η は ε に依存せず，$(*)$ 式の右辺は減少的なので，ε を十分大きくとれば，非決定性を伴うレジームに移行する．

最後に，$\varepsilon \leq \frac{\sigma^{\sigma-1}a^{RD}}{N(\sigma-1)^{\sigma-2}} + \sigma$ のときは，$(*)$ 式の不等号は必ずみたされない．これは，θ の値に依存せず，経済が ENG に陥るための十分条件である．||

Grossman and Helpman(1991, Ch. 3.2) に知的所有権の不完全性を導入

本文で指摘したとおり，動学システムの初期値に関する非決定性は，イノベーションがすべてのセクターにおいて使用されるまでには一定の時間が必要とされるというアイディア (技術波及のタイムラグ) を仮定せずとも，パテントの有効期間を 1 期間と仮定すれば発生する．

要求 1 標準的な，知識のスピルオーヴァをともなう *Grossman and Helpman(1991, Ch. 3.2)* に，次の仮定を導入するだけで，動学システムは安定的になり，初期値が一意に決定されない．したがって，定常均衡の近傍においてサンスポット現象が発生し，期待の変化に応じて成長循環現象が見られるかもしれない．

仮定 独占者の所有するパテントの有効期間が *1* 期間である．

証明

モデルを次の点について変更する．Grossman and Helpman(1991, Ch. 3.2) に従い，消費財の生産関数を，

$$C_t = \left[\int_0^{n_t} x_t(j)^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} dj\right]^{\frac{\sigma}{\sigma-1}},$$

とする[16]．技術波及のタイムラグは存在しない．

これにより，各マシンの需要関数は,

$$x_t(j) = \begin{cases} x_t^c = \frac{C_t}{w_t n_{t-1}(1+\hat{\sigma}g_t)} & ,\text{if } \ j \in [0, n_{t-1}] \\ x_t^m = \frac{\left(\frac{\sigma}{\sigma-1}\right)^{-\sigma} C_t}{w_t n_{t-1}(1+\hat{\sigma}g_t)} & ,\text{if } \ j \in [n_{t-1}, n_t] \end{cases}.$$

また，消費財の需給均衡または利潤最大化条件より,

$$w_t = [n_{t-1}(1+\hat{\sigma}g_t)]^{\frac{1}{\sigma-1}},$$

も確認できる．R&D セクターへの自由参入と労働市場の需給均衡条件より,

$$\frac{C_t}{w_t} \begin{cases} = \frac{a^{RD}\sigma^\sigma}{\beta(\sigma-1)^{\sigma-1}}(1+\hat{\sigma}g_{t+1}) & ,\text{if } \ g_{t+1} > 0 \\ \leq \frac{a^{RD}\sigma^\sigma}{\beta(\sigma-1)^{\sigma-1}} & ,\text{if } \ g_{t+1} = 0 \end{cases},$$

$$N = (n_t - n_{t-1})x_t^m + n_{t-1}x_t^c + a^{RD}g_{t+1}.$$

[16]Romer(1990) では，Grossman and Helpman(1991, Ch. 3.2) とは異なり，コブーダグラス型の生産関数，$L^\rho \int_0^n x(j)^{1-\rho} dj$, $\rho \in (0,1)$ が採用されていたが，この設定の下でも，同様の結果を示すことができる．

これをまとめると，動学方程式

$$g_{t+1} = \max\left[\frac{N - \eta f(g_t)}{a^{RD} + \hat{\sigma}\eta f(g_t)},\ 0\right], \tag{33}$$

が導出される．ここで，

$$f(g) = \frac{1 + \left(\frac{\sigma}{\sigma-1}\right)^{-\sigma} g_t}{1 + \hat{\sigma} g_t}, \tag{34}$$

$$\eta = \frac{a^{RD}\sigma^{\sigma}}{\beta(\sigma-1)^{\sigma-1}}. \tag{35}$$

明らかに，$f' < 0,\ f'' > 0$ である．これより，

$$g'_{t+1} = \max\left[\frac{-\eta(a^{RD} + \hat{\sigma}N) f'(g_t)}{(a^{RD} + \hat{\sigma}\eta f(g_t))^2},\ 0\right] \geq 0,$$

$$g''_{t+1} \leq 0.$$

定常均衡を g^* で表すと，$N > \eta$ ならば，

$$g^* = \frac{N - \eta}{a^{RD} + \eta\left(\frac{\sigma}{\sigma-1}\right)^{-\sigma}},$$

が与えられる．$N \leq \eta$ ならば，$g^* = 0$ である．いずれにせよ，一意であることに注意する必要がある．

結果 1 $N > \eta$ ならば，ユニークな定常均衡，$g^* > 0$ が存在し，大域的に安定的である．

$N \leq \eta$ ならば，ユニークな定常均衡，$g_0^* = 0$ が存在し，大域的に安定である．

これは，ある g_0 が与えられた時，$N \leq \eta$ ならば，大域的な低開発の罠があり，そうでないときは単調に持続的成長均衡に収束することを説明している．

ここで，n_{-1} は与えられているが，$g_0 = (w_0^{\sigma-1}/n_{-1} - 1)\hat{\sigma}^{-1}$ より，g_0 は一意に決定されない．ところが，上の結果より，定常均衡は大域的に安定なので，横断性条件を満たす均衡経路は無数に存在する．よって，初期値 g_0 は非決定的となる．||

関連研究

[1] AGHION, P. and HOWITT, P. (1992), “A Model of Growth through Creative Destruction”, *Econometrica* **60**, 323-351.

[2] AZARIADIS, C. (1981), "Self-Fulfilling Prophecies", *Journal of Economic Theory*, **25**, 308-06.

[3] AZARIADIS, C. (1993), *Intertemporal Macroeconomics*, Cambridge, Blackwell.

[4] BENCIVENGA, V. R. and SMITH, B. D. (1997), "Unemployment Migration, and Growth", *Journal of Political Economy*, **105** (3), 582-608.

[5] BENHABIB, J. and DAY, R. H. (1982), "A Characterization of Erratic Dynamics in the Overlappinf Generations Model", *Journal of Economic Dynamics and Control*, **4**, 37-55.

[6] BENHABIB, L. and FARMER, R. E. (1994), "Indeterminacy and Growth", *Journal of Economic Theory*, **63**, 19-41.

[7] BOLDRIN, M. and RUSTICHINI, A. (1994), "Indeterminacy of Equilibria in Models with Infinitely-Lived Agents and External Effects", *Econometrica*, **62**, 323-342.

[8] BOLDRIN, M., NISHIMURA, K., SHIGOKA, T. and YANO, M. (2001), "Chaotic Equilibrium Dynamics in Endogenous Growth Models", *Journal of Economic Theory*, **96**, 97-132.

[9] CICCONE, A. and MATSUYAMA, K. (1996), "Start-up Costs and Pecuniary Externarities as Barriers to Economic Development", *Journal of Development Economics*, **49**, 33-59.

[10] CICCONE, A. and MATSUYAMA, K. (1999), "Efficiency and Equilibrium with Dynamic Increasing Aggregate Returns due to Demand Complementarities", *Econometrica*, **67** (3), 499-525.

[11] DEVANEY, R. L. (1989), *An Introduction to Chaotic Dynamical Systems*, 2d ed. New York, Addison-Wesley.

[12] GRANDMONT, J. M. (1885), "On the Endogenous Competitive Business Cycles", *Econometrica*, **53**, 995-1045.

[13] GROSSMAN, G. and HELPMAN, E. (1991), *Innovation and Growth in the Global Economy*, Cambridge, MIT Press.

[14] FRANCOIS, P. and LLOYD-ELLIS, H. (2003), "Animal Spirits Through Creative Destruction", *American Economic Review*, **93** (3), 530-550.

[15] FRANCOIS, P. and SHI, S. (1999), "Innovation, Growth, and Welfare-Improving Cycles", *Journal of Econmic Theory*, **85**(2), 226-57.

[16] FREEMAN, S, HONG, D. P. and PELED, D. (1999), "Endogenous Cycles and Growth with Individual Technological Developments", *Review of Economic Dynamics*, **2** (2), 403-32.

[17] HELPMAN, E. (1993), "Innovation, Imitation, and Intellectual Property Rights", *Econometrica*, **61** (6), 1247-80.

[18] LUCAS, Jr., R. E., (1988), "On the Mechanics of Economic Development", *Journal of Monetary Economics* **22**, 3-42.

[19] MATSUYAMA, K. (1999), "Growing through Cycles", *Econometrica*, **67** (2), 335-347.

[20] RIVERA-BATIZ, L. and ROMER, P. (1991), "Economic Integration and Endogenous Growth", *Quarterly Journal of Economics*, **106** (2), 531-555.

[21] ROMER, P. (1986), "Increasing Returns and Long-Run Growth", *Journal of Political Economy*, **94** (5), 1002-1037.

[22] ROMER, P. (1990), "Endogenous Technological Change", *Journal of Political Economy*, **98** (5), part II, S71-S102.

第2章
プロダクト—プロセスイノベーションと経済成長

要旨

イノベーションによる内生的成長モデルを構築して，2 種類の成長のエンジン，プロダクト—プロセスイノベーションの時間を通じた変化と経済成長の関係を分析した．

本論文の主要な貢献は，以下の 3 点である．(a) この経済では，利子率の水準に依存して，3 つの領域が存在し，利子率が低い水準では，プロダクトイノベーションに完全特化して，反対に利子率が高い水準では，プロセスイノベーションに完全特化する，その中間の水準では，いずれにも特化しない (不完全特化)．次に，(b) 利子率は，時間を通じて振動する．最後に，(c) プロダクトイノベーションとプロセスイノベーションの間には，一方が活発であるときはもう一方は相対的に活発ではない，という関係が存在し，経済はプロダクト—プロセスイノベーションのサイクルを伴いながら成長する．

1 イントロダクション

80 年代後半に生まれた新しい成長理論，内生的成長理論は，いまやマクロ経済学の主要な分野の 1 つである．80 年代後半から 90 年代を通じて，盛んに研究が蓄積された内生的成長理論は，それまでの新古典派成長理論のような外生的な技術進歩を仮定することなしに，外部性によって規模に関する収穫逓減を取り除き，持続的成長の仕組みを説明してきた．その中でもとりわけ，イノベーションに注目したモデルは盛んに研究されている．このタイプの研究は，大きく 2 つにわけることができる．1 つは，R&D 活動によって財のデザインが開発され，そのヴァラエティが増加するという技術進歩をともなうモデルであり[1]．もう 1 つは，財の

[1] Romer(1990)，Grosman and Helpman(1991) などによるものである．

ヴァラエティを一定とし，財の質の改善による効率性の上昇をともなうモデルである[2].

本論文の目的は，イノベーションによる成長モデルを構築して，プロダクトープロセスイノベーションの相互作用やダイナミクスを分析することにある.

既存の成長モデルでは，1 種類のイノベーションと経済成長のメカニズムが，さまざまな角度から分析されている．しかしながら，2 種類のイノベーションを同時に取り扱う研究は少なからず存在するが，[3]プロダクトープロセスイノベーションのダイナミクスを，成長論の文脈で分析した研究は見当たらない．加えて，多くの研究は定常均衡上の分析がメインで，移行動学に関する分析が不足していた．本研究はこのような点に着目して，イノベーションによる成長モデルの立場から，プロセスープロダクトイノベーションがともに存在するモデルを構築して，その動学経路を分析するものである.

このような視点は，経済学においてはあまり見ることが出来ないが，経営学の分野においては盛んに研究されており，Utterback and Abernathy(1975)，Abernathy(1978) に端を発する，プロダクトープロセスイノベーションの分析が挙げられる．そこでは，プロダクトイノベーションが活発に行われる時期には，高いプロセスイノベーション水準は望めず，急速なプロセスイノベーションが発生している段階では，プロダクトイノベーションはほとんど行われない，という主張がなされている.

このアイディアの経済学の立場からの分析は数少ないが，最近になって，新しい産業組織論の立場から分析しようとする研究もでてきた．これは，Bonanno and Haworth(1998)，Rosenkranz(2003) を発端とする．かれらは，競争の intensity が，企業のプロダクトープロセスイノベーションの選択に与える役割を分析している.

本論文の視点を明らかにするために，より形式的に述べると，プロダクトイノベーションは，新しい消費財のブループリントの発明，プロセスイノベーションは，消費財生産のプロセスの効率化であると考えた．これらを，Romer(1990) 等の消費財のヴァラエティの増加をもたらす技術進歩と，Grossman and Helpman(1991) 等の中間財の質を改善する (消費財生産のコストを改善する) 技術進歩として定式化した.

さらに，イノベーションに成功するためには，多期間にわたって労働をインプットをしなくてはいけないとし，その要素集約度がプロダクトープロセスイノベーションの間で異なると仮定した[4]．実際，イノベーション活動は，多段階の

[2]Aghion and Howitt(1998)，Grossman and Helpman(1991) などによるモデルである.

[3]たとえば，Young (1998), Jones (1999), Li (2001) などを見よ.

[4]イノベーション間の要素集約度の違いは，2 種類のイノベーションのうち，一方は過去の投入を

プロセスからなり，1 回の投入のみによってなされるというよりは，多段階かつ複数回の投入によって行われ，多期間にわたる事が多い[5].

我々は次の 3 つの主要な結論を得た．(a) この経済では，利子率の水準に依存して，3 つの領域が存在し，利子率が低い水準では，プロダクトイノベーションに完全特化し，反対に利子率が高い水準ではプロセスイノベーションに完全特化する，その中間の水準では，イノベーションはどちらにも特化しない (不完全特化)．(b) 利子率が，時間を通じて振動する．この背後には，生産部門と R&D 部門の労働の奪い合いが存在する[6]．(c) プロダクトイノベーションとプロセスイノベーションは交互に活発になることが示された．これは，背後のロジックは異なるが，Abernathy(1978) による生産性ジレンマを裏付ける結果である．

複数の R&D を明示的に取り扱っている成長モデルの中で，非対称的なイノベーションを導入しているという点で，秋山 (2002) は本研究と近い．秋山 (2002) は，R&D 活動を研究と開発の 2 段階に分けることによって，技術進歩セクターが多段階であること注目している．そこでは，イノベーションは，研究に成功するとすぐさま，生産性を上昇させるものではなく，開発活動によって，はじめて生産部門の効率を高める．Helpman and Trajtenberg(1994) も，2 つの異なる技術，複数の GPTs(General Purpose Technologies) と各 GPTs とそれぞれ補完的な中間財を考えた．

以下の構成は，セクション 2 で分析の基本となるモデルを構築する．セクション 3 では，プロダクトープロセスイノベーションの動学経路の分析をおこなう．セクション 4 は，結論に割かれる．

2　モデル

2.1　選好

離散時間で，各世代が 2 期間生きる世代重複モデルを考える．t 期においては，t 期に生まれた世代 t と，$t-1$ 期に生まれた $t-1$ 世代が存在する．各世代の人口のサイズを 1 と基準化する．世代 t は，若年期に $w_t h_Y$，老年期に $w_{t+1} h_O$ の賃金所得を得る．ここで，w_t は，t 期の賃金，h_Y は若年期の労働投入，h_O は老年期の労働投入である．労働投入は非弾力的であり，パラメーターとして扱われる．そ

集約的に行い，一方は現在に近い期の投入を集約的行うことを意味する

[5] この多期間にわたるインプットに注目する考え方は，迂回生産や利子率に関するオーストリア学派のベームバベルクなどによる過去の研究と似通っている．

[6] Eicher(1996) は，ハイテクとロウテクセクターの間の取り合による相対賃金のサイクルが説明した．

して，消費は若年期と老年期のどちらにおいても行い，その世代 t の消費のインデックスをそれぞれ，C_t^y，C_{t+1}^o であるとする．世代 t の効用を，

$$U_t = \mu \ln C_t^y + (1-\mu)\ln C_{t+1}^o, \tag{1}$$

と特定化する．ここで，各期における消費インデックスは，消費者が，最終消費財のヴァラエティ，多様性を好むということを反映しているとする．

本論文では，消費財セクターにおいて，プロダクトイノベーションとプロセスイノベーションがともに存在する経済を分析する．それぞれ，新しい消費財のブループリントの発明と消費財生産のプロセスの効率化であると定義する．よりフォーマルには，プロダクトイノベーションを，Romer(1990)，Grossman and Helpman(1991) による，消費財の利用可能なヴァラエティの集合を広げるような技術進歩として，として定義する．これが，プロダクトイノベーションであることは明らかであろう．プロセスイノベーションについては，後の章で定義される．

消費者の選好は，無限にある消費財のヴァラエティすべてに及ぶが，各期においては，この生産物の集合の部分集合のみが利用可能な消費財の集合であるとする．t 期において利用可能なヴァラエティの集合を，特に $[0,V_t]$ と表し，CES 型消費財インデックスを考え，

$$C_t^y = \left[\int_0^{V_t} x_t^t(j)^\alpha dj\right]^{\frac{1}{\alpha}},\ C_t^o = \left[\int_0^{V_{t+1}} x_{t+1}^t(j)^\alpha dj\right]^{\frac{1}{\alpha}},$$

とする．ここで α は，$0<\alpha<1$，$x_t^t(j)$ は世代 t の若年期における，x_{t+1}^t は老年期における消費財 j の消費量であるとする．世代 t は，予算制約式 $E_t^t + S_t = w_t h_Y$，$E_{t+1}^t = R_{t+1}S_t + w_{t+1}h_O$ の下で，効用関数，(1) 式を最大化する．ここで，E_t^t は世代 t の若年期における支出，E_{t+1}^t は老年期における支出とし，S_t は世代 t による貯蓄であるとする．また，R_{t+1} は t 期から $t+1$ 期にかけての利子率である..

支出を一定の制約下での消費インデックス最大化の 1 階の条件より，

$$x_t(j) = \frac{E_t p_t(j)^{-\frac{1}{1-\alpha}}}{\int_0^{V_t} p_t(j)^{-\frac{\alpha}{1-\alpha}} dj}. \tag{2}$$

ここで，$x_t(j) = x_t^t(j) + x_t^{t-1}$ とする．これは，t 期おける，j 最終財の総需要関数である．各消費財の需要の価格弾力性は $\frac{1}{1-\alpha}$ で，一定であることに注意する必要がある．

さらに，異時点間の最大化の条件より，貯蓄関数，

$$\tilde{S}_t = (1-\mu)h_Y - \frac{1}{\tilde{R}_{t+1}}\mu h_O. \tag{3}$$

ここで，$\tilde{S}_t = \frac{S_t}{w_t}$，$\tilde{R}_{t+1} = \frac{w_t}{w_{t+1}} R_{t+1}$ とする．以下において，特に必要と思われるとき以外は，この異時点間賃金比率で測った利子率を，単に利子率と呼ぶことにする．

2.2 技術

2.2.1 最終財セクター

つぎは，モデルの生産サイドを構築する．我々は 2 セクターの経済を考えており，最初に，消費財セクターについて考えよう．上で述べたとおり，この経済では，プロダクトイノベーションとプロセスイノベーションともにが行われている．我々は，プロダクトイノベーションを，新しい消費財のブループリントの発明による，利用可能な消費財のヴァラエティの増加をともなう水平的な技術進歩とした．

t 期に利用可能なヴァラエティの集合は，$[0, V_t]$ であった．消費財生産者は，すでに開発されている利用可能な消費財を，各中間財を唯一の生産要素としてインプットし，生産している．ここで，中間財は，消費財とは異なってそのヴァラエティは一定であり，$[0, 1]$ において，無数に存在するとする．

いま，消費財セクターの生産物一単位あたりの費用を c で表すことにする．また，知的所有権の保護の不完全性を仮定し，パテントの有効期間を一期間であるとする．したがって，今期開発された消費財のみ，独占的に供給される．すなわち，消費財の需要関数 (2) に直面して，独占価格をつけることが出来る．一方，前期までに開発された消費財の市場は，パテントが有効でなくなっているので，完全競争的である．需要の価格弾力性が $\frac{1}{1-\alpha}$ であることを利用すると，今期開発された消費財の独占価格は，$\frac{c}{\alpha}$ となり，既存の財の価格は c と等しい．これらの事実と，(2) より，今期開発された各消費財の需要は，

$$\hat{x}_t = \frac{\alpha^{\frac{1}{1-\alpha}}}{V_{t-1}\left[1+\alpha^{\frac{\alpha}{1-\alpha}}\frac{\Delta V_t}{V_{t-1}}\right]}\left(\frac{E_t}{c}\right). \tag{4}$$

ここで，$\Delta V_t = V_t - V_{t-1}$ である．前期までに開発された各財の需要は，

$$x_t = \frac{1}{V_{t-1}\left[1+\alpha^{\frac{\alpha}{1-\alpha}}\frac{\Delta V_t}{V_{t-1}}\right]}\left(\frac{E_t}{c}\right), \tag{5}$$

である．ここで，消費財を一単位開発することによって得られる利益は，今期開発された消費財一種類あたりの独占利潤 $(\frac{c}{\alpha} - c)\hat{x}_t$ と等しいので，

$$\Pi_{t,F} = \frac{(1-\alpha)\alpha^{\frac{\alpha}{1-\alpha}}E_t}{V_{t-1}\left[1+\alpha^{\frac{\alpha}{1-\alpha}}\frac{\Delta V_t}{V_{t-1}}\right]}, \tag{6}$$

を得る．この式は，今期多くの財が開発されると，ΔV_t が大きいと，新しい消費財一種類あたりの独占利潤は小さくなることを意味している．

2.2.2 中間財セクター

我々は次に，中間財セクターの構造を記述する．消費財生産者は，連続的に存在する 1 単位の中間財のコンティニュームを使用して生産に従事しているとした．いま，中間財の各産業のインデックスは ω であるとすると，$\omega \in [0,1]$ である．しかし，消費財のヴァラエティとは異なり，一定であった．

すでに述べたとおり，この経済では，複数の 2 つの異なるイノベーションが存在しており，プロダクトイノベーションのほかに，プロセスイノベーションが行われているとする．消費財セクターにおけるプロセスイノベーションは，消費財生産プロセスの効率化である．よりフォーマルに，本論文において，プロセスイノベーションを，Grossman and Helpman(1991) 等による，中間財の質 (もしくは，生産性) を改善する技術進歩として定義することにする．このような垂直的モデルにおいて，中間財の質 (もしくは，生産性) が改善されると，消費財企業は，同じ産出水準をより少ない中間財投入によって実現できるようになる．よって，中間財の質の改善は，消費財企業の生産プロセス，コストの改善であり，消費財セクターのプロセスイノベーションをみなすべきであろう[7]．

このタイプの R&D に成功しても，一期間だけそのパテントの権利を有することができると仮定する[8]．$q_m(\omega)$ を，中間財 ω における，m 回 R&D に成功したときの (m 代目の) クオリティを表すとし．$q_m(\omega) = \lambda q_{m-1}(\omega), \lambda > 1$ とする．λ はプロセスイノベーションの生産性を捉えるパラメーターである．

[7]Grossman and Helpman(1991) 等は，中間財の質を改善するイノベーションを，プロダクトイノベーションであると考えている．たしかに，中間財セクターからみれば，その質の改善は，まさにより高い質の製品 (プロダクト) をイノヴェートすることと同じであり，プロダクトイノベーションと考えるのが自然である．しかし，本論文では，消費財セクターのプロダクト—プロセスイノベーションをかんがえているので，中間財の質の改善は，消費財生産のプロセスの効率化をもたらすので，消費財セクターのプロセスイノベーションとして定義する．

[8]いま，イノベーションの成果は一期間すぎると，すべての人にとって利用可能となる，と仮定しているので，今期イノベーションが起こらなかった産業はすべて，前期の最高水準，一世代前のクオリティの財を生産することができる．これは仮定より，今期イノヴェートされた中間財のクオリティの $\frac{1}{\lambda}$ のクオリティである．

また，この仮定の下だと，中間財のクオリティが 2 ステップ以上はなれることはないことに注意する必要がある．この経済ではいつも，新たにイノヴェートされたクオリティの中間財を生産する産業と，一世代古いクオリティの中間財を生産する今期イノベーションに成功しなかった産業の 2 種類のみが存在する．

ここで，t 期における消費財セクター j の生産関数を，

$$X_j = exp\left[\int_0^1 \ln \sum_{m=0}^{M(\omega,t)} q_m(\omega) z_m(\omega) d\omega\right], \tag{7}$$

とする．ここで，$z_m(\omega)$ は m 回イノベーションに成功した ω 中間財の投入量であるとし，$M(\omega,t)$ は，t 期までに ω 産業で生じたイノベーションの回数であるとする．この生産関数によれば，財のクオリティが λ 倍になるということは，同じ中間財投入水準で，λ 倍のアウトプットが得られるということである．技術進歩は，消費財企業が同じ産出水準をより少ない投入によって行うことを可能にしているという点において，プロセスイノベーションであると解釈できる．

この生産関数の下だと，消費財生産者は，各 ω について，すでに開発されたすべてのクオリティの中で，価格／クオリティが最小になるもののみを購入することになる[9]．

ここで，$s(\omega)$ を中間財 ω の価格であるとし，各消費財企業 j の費用最小化問題を考えると，単位費用は，$c \equiv exp\left[\int_0^1 \ln \frac{s(\omega)}{q(\omega)} d\omega\right]$ となる．また，各 ω への制約付きの要素需要は，$z_{j,t}(\omega) = exp\left[\int_0^1 \ln \frac{s(\omega)}{q(\omega)} d\omega\right]\left[\frac{X_j}{s(\omega)}\right]$ である．ここで，需要の価格弾力性が 1 になっていることに注意する必要がある．

次に，我々は中間財の生産技術に関して，生産の技術を知っていれば労働一単位で，一単位の中間財が生産できるものとする．Ω_t を t 期にイノベーションに成功した ω の集合であるとする．

Grossman and Helpman(1991) に従い，ブランド $\omega \in \Omega_t$ ついて，ベルトラン型の寡占の価格競争を考えると，(価格／質) が最小になる世代の財のみが購入されるので，また直面する需要の価格弾力性が 1 であることより価格は高いほど望ましいので，$s_t(\omega) = \lambda w_t \quad if \quad \omega \in \Omega_t$ である．$\omega \notin \Omega_t$ については，パテントの有効期限が 1 期間であるという仮定より，競争的価格設定がなされることに注意せよ，$s_t(\omega) = w_t \quad if \quad \omega \notin \Omega_t$．各中間財 ω への需要は，

$$z_{j,t}(\omega) = \frac{c_t X_j}{\lambda w_t} \qquad if \quad \omega \in \Omega_t, \tag{8}$$

$$z_{j,t}(\omega) = \frac{c_t X_j}{w_t} \qquad if \quad \omega \notin \Omega_t, \tag{9}$$

となる．ここで，$[0,1]$ のうちで，$\omega \in \Omega_t$ である ω の割合は θ_t であるとする．

いま，各 ω の利潤を $\Pi_I(\omega)$ とかくとすると，イノベーションに成功した各 $\omega \in \Omega_t$ がそれぞれ獲得する利潤は，最終財セクターの総産出量，$X_t \equiv \int_0^{V_t} x_t(j) dj$

[9] どの ω に関しても，$z_0, \cdots, z_{M(\omega,t)}$ が完全代替的であることに注意．

が，(4) と (5) より，

$$X_t = \frac{1+\alpha^{\frac{1}{1-\alpha}}\frac{\Delta V_t}{V_{t-1}}}{1+\alpha^{\frac{\alpha}{1-\alpha}}\frac{\Delta V_t}{V_{t-1}}}\left[\frac{E_t}{c_t}\right], \tag{10}$$

であることを利用すると，

$$\Pi_I(\omega \mid \omega \in \Omega_t) = \frac{\lambda-1}{\lambda}\frac{1+\alpha^{\frac{1}{1-\alpha}}\frac{\Delta V_t}{V_{t-1}}}{1+\alpha^{\frac{\alpha}{1-\alpha}}\frac{\Delta V_t}{V_{t-1}}}E_t, \tag{11}$$

である．以下においては，$\omega \in \Omega_t$ のみが分析の対象となるので，表記の複雑さを避けるため，$\Pi_I(\omega \mid \omega \in \Omega_t) = \Pi_I$ と書くことにする．また，$\delta \equiv \frac{\lambda-1}{\lambda}$ とする．

2.3 R&D セクター

各期において無数のイノベーターが存在し，それぞれ，労働投入を行うと，1 単位のイノベーションに成功する能力を有している．イノベーターは無数にいるので，経済全体のイノベーション水準，g,θ は所与として，行動する．t 期において，1 単位のプロダクト，プロセスイノベーションに成功するための技術を，それぞれ，次のように定式化する[10]．労働投入量の決定は，$t-1$ 期においてすべてなされると仮定する．

$$1 = a_F \min[\beta L^F_{t-1,t}, L^F_{t,t}]V_{t-1},$$
$$1 = a_I \min[\gamma L^I_{t-1,t}, L^I_{t,t}].$$

ここで，a_F, a_I は，それぞれ，R&D セクターにおける，労働の生産性のパラメター，$L_{s,s+1}$ は $s+1$ 期のイノベーションに投資される s 期の労働であるとする．また，$0<\beta$，$0<\gamma$ であるとする．後の議論のために，消費財のヴァラエティの成長率を，$g_t \equiv \frac{\Delta V_t}{V_{t-1}}$ と書くことにする．

本研究のキーは R&D セクター設定であり，その特徴はこの生産関数と図 1 に要約されている．2 種類の R&D 企業が存在し，それぞれ，2 期間からなる生産期間の各期において投資を行い，それぞれ，異なる異時点間労働の要素集約度をもつ．その結果イノベーションに成功する[11]．ここでは，$\beta<\gamma$ と仮定する[12]．本

[10]プロダクトイノベーションの生産関数は，既存の財のストックについて一次同次であり，知識の外部性が仮定されていることに注意.

[11]労働投入の決定は，生産期間の最初の期にすべてなされるとする.

[12]要素集約度の違いを，R&D 活動の速度の違いとして解釈することも可能である．もっとも極端な例，$g_t = a_F L_{t-1,t}$，$\theta_t = a_I L^I_{t,t}$ を考えるとわかりやすい．プロダクトイノベーションの方が，開発するのに時間がかかり，速度が遅いと解釈可能である.

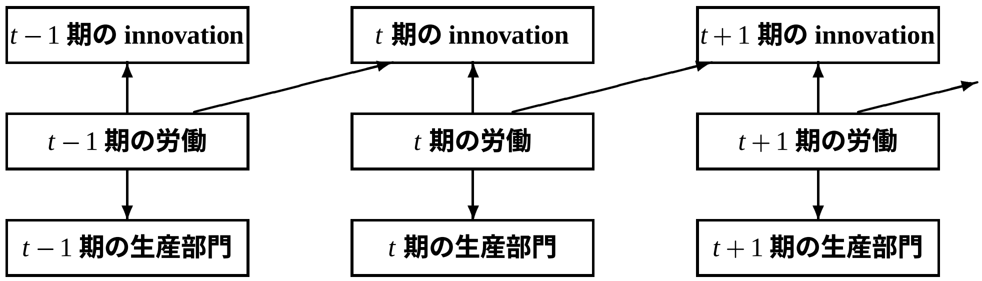


図 1: R&D 技術と異時点間における労働投入

研究の結論にとって，これらの値が異なることが重要なのであり，その大小関係は本質的な影響を与えない．

この設定は，現実のイノベーション活動のある側面を反映しているといえる．現実には，ある期間になされた一回の投資が直接イノベーションを生み出すというよりは，最初に投資してから発明に至るまでには，長い期間またなくてはいけなかったり，多段階のプロセスが存在したりすることが多い．例えば，非常に早い時期から大量の投資を行って，より多くの投資を長い期間熟成させることによって，首尾よくイノベーションに成功するケースや，何年かにわたって，毎年まんべんなく投資を行うことによって，イノベーションの成功にたどり着くというケースもあるだろう．また，現在に近い時点で重点的に投資して，イノベーションに成功することもあるだろう[13]．

この経済には，2 つのイノベーションが存在するので，次の 3 つの領域を考えることができる．(1) プロダクトイノベーションに完全特化する領域 (領域 A)，(2) プロセスイノベーションに完全特化する領域 (領域 C)，そして (3) 不完全特化する領域 (領域 B) である[14]．

各領域における均衡を分析する．まず，これ以降において，2 つの仮定を置く．利子率に関して[15]，

$$\tilde{R}_t \geq \frac{\mu h_O}{(1-\mu)h_Y} \equiv \underline{\mathrm{R}}, \forall t, \tag{12}$$

[13] この考え方は，ある面において，ベーム・バヴェルクやヴィクゼルなどの迂回生産の概念をイノベーション活動に適応したものであるといえるだろう．

[14] イノベーションの構造はアウトプットが 2 つ，かつ生産要素が 2 つという構造なので，基本的に国際貿易のモデルと同じ構造である．

[15] 負の貯蓄 (または，負の投資) が存在しないことを保証する．

が，パラメーターに関して[16]，

$$a_I\gamma(1-\mu)h_Y \leq 1 \tag{13}$$

が成立していると仮定する．

次に，均衡におけるゼロ利潤条件を考える．まず，各 R&D セクターの単位費用関数は，

$$C_t^F = \frac{1}{a_F\beta V_{t-1}}[w_{t-1}+\beta\frac{w_t}{R_t}], \tag{14}$$

$$C_t^I = \frac{1}{a_I\gamma}[w_{t-1}+\gamma\frac{w_t}{R_t}], \tag{15}$$

であった．C_t^F，C_t^I はそれぞれ，$t-1$ 期の時点で評価された，t 期のプロダクト，プロセスイノベーションセクターの単位費用である．

R&D セクターへの，自由参入を仮定すると，以下のゼロ利潤 (正確には，非正利潤）条件が成立していなくては行けない．$\frac{\Pi_F}{R_t}-C_t^F \leq 0$，$\frac{\Pi_I}{R_t}-C_t^I \leq 0$.

この不等式が拘束的であるなら，利潤ゼロの水準で，R&D 活動は行われるだろう．しかし，不等号が厳密に成り立っていれば，利潤は負になるので，R&D 活動は行われない．これを整理すると，均衡（ゼロ利潤）条件

$$\frac{(1-\alpha)\alpha^{\frac{\alpha}{1-\alpha}}}{1+\alpha^{\frac{\alpha}{1-\alpha}}\frac{\Delta V_t}{V_{t-1}}}(\frac{E_t}{w_t}) \leq \frac{1}{a_F\beta}[\tilde{R}_t+\beta], \tag{16}$$

$$\delta\frac{1+\alpha^{\frac{1}{1-\alpha}}\frac{\Delta V_t}{V_{t-1}}}{1+\alpha^{\frac{\alpha}{1-\alpha}}\frac{\Delta V_t}{V_{t-1}}}(\frac{E_t}{w_t}) \leq \frac{1}{a_I\gamma}[\tilde{R}_t+\gamma], \tag{17}$$

を得る．均衡においては，自由参入の仮定により，正の利潤が生じることはないので，この 2 つの均衡条件が成立していなくてはいけない．

ここで，この均衡条件が拘束的か，そうでないかによって，3 つの領域を特徴付けることができる．

(16) 式のみが等号で成立 $\Longrightarrow$ プロダクトイノベーションのみ起こるパターン：領域 A

(16) 式と (17) 式がともに等号で成立 $\Longrightarrow$ 両方とも起こるパターン：領域 B

(17) のみが等号で成立 $\Longrightarrow$ プロセスイノベーションのみ起こるパターン：領域 C

議論を円滑にするために，(16)(17) 式を，$B_F \leq \tilde{C}_F$，$B_I \leq \tilde{C}_I$ と書くとする．ここで，$B_F \equiv \frac{(1-\alpha)\alpha^{\frac{\alpha}{1-\alpha}}}{1+\alpha^{\frac{\alpha}{1-\alpha}}\frac{\Delta V_t}{V_{t-1}}}(\frac{E_t}{w_t}), B_I \equiv \delta\frac{1+\alpha^{\frac{1}{1-\alpha}}\frac{\Delta V_t}{V_{t-1}}}{1+\alpha^{\frac{\alpha}{1-\alpha}}\frac{\Delta V_t}{V_{t-1}}}(\frac{E_t}{w_t}), \tilde{C}_F \equiv \frac{1}{a_F\beta}[\tilde{R}_t+\beta], \tilde{C}_I \equiv \frac{1}{a_I\gamma}[\tilde{R}_t+\gamma]$

[16] $\theta \leq 1$ を保証する．

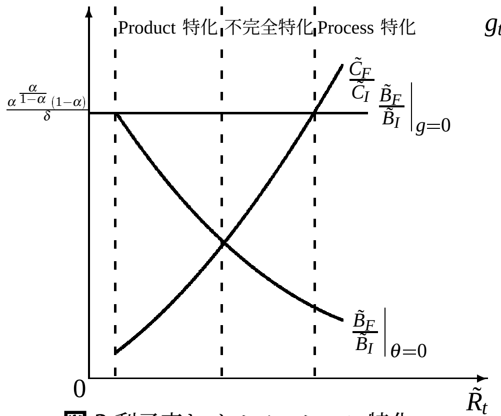


図 2 利子率とイノベーション特化

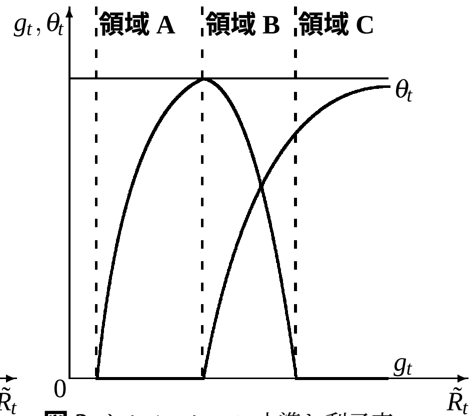


図 3 イノベーション水準と利子率

である．プロダクトイノベーションに完全特化する領域 A では，$\frac{B_F}{B_I}\Big|_{\theta=0} > \frac{\tilde{C}_F}{\tilde{C}_I}$ となり，プロセスイノベーションに完全特化する領域 C では，$\frac{B_F}{B_I}\Big|_{g=0} < \frac{\tilde{C}_F}{\tilde{C}_I}$ となり，不完全特化の領域 B では，$\frac{B_F}{B_I} = \frac{\tilde{C}_F}{\tilde{C}_I}$ となる[17]．

(16)(17) 式より，利子率の水準が領域を決定することがわかる．それぞれ，$\frac{B_F}{B_I}$ は利子率に関して減少関数，$\frac{\tilde{C}_F}{\tilde{C}_I}$ は増加関数である．これは，図 2 に描かれている[18]．

図 2 に描かれているとおり，利子率が最も低い水準において $\frac{B_F}{B_I}\Big|_{\theta=0} > \frac{\tilde{C}_F}{\tilde{C}_I}$ が成立していて，プロダクトイノベーションのみが行われるパターンが実現する (領域 A)．一方，高い利子率の水準においては，$\frac{B_F}{B_I}\Big|_{g=0} < \frac{\tilde{C}_F}{\tilde{C}_I}$ であるので，プロセスイノベーションのみが起こるパターンが実現する (領域 C)．この 2 つの領域では，どちらかの R&D に完全に特化するパターンが実現している．それに対して，中間の領域では，適当な利子率の下で，$\frac{B_F}{B_I} = \frac{\tilde{C}_F}{\tilde{C}_I}$ が成立し得るので，2 種類のイノベーションがともに行われるパターンが実現し (領域 B)，この経済の技術進歩セクターは，どちらのイノベーションにも特化しない．

[17] どちらのイノベーションも行われないということは，仮定 (12) のもとでは，均衡においては起こりえない．

この経済では，$\underline{\mathrm{R}} < \tilde{R}$ となる，すべての $\tilde{R}$ においては，正の貯蓄がなされる．このことは，財市場の均衡により，正の投資を意味する．したがって，$\underline{\mathrm{R}} < \tilde{R}$ となる領域では，イノベーションがどちらも行われないということは，ない．

[18] $\frac{B_F}{B_I}\Big|_{\tilde{R}_t=\underline{R}} = \frac{B_F}{B_I}\Big|_{g=0} = \frac{(1-\alpha)\alpha^{\frac{\alpha}{1-\alpha}}}{\delta} > \frac{\tilde{C}_F}{\tilde{C}_I}\Big|_{\tilde{R}_t=\underline{R}}$ であれば，上で特徴付けた 3 つの領域が完全に存在する．$\underline{R}$ を代入して，整理すると，$\frac{a_I(\frac{\mu h_O}{\beta(1-\mu)h_Y}+1)}{a_F(\frac{\mu h_O}{\gamma(1-\mu)h_Y}+1)} < \frac{(1-\alpha)\alpha^{\frac{\alpha}{1-\alpha}}}{\delta}$ を得る．これは，領域が 3 つに分かれるための条件で，以下，これを仮定する．

領域 A：プロダクトイノベーションに特化する領域

この領域においては，$B_F = \tilde{C}_F$，$B_I < \tilde{C}_I$，$\theta = 0$ が成り立っている．

また，財市場の均衡により，貯蓄と投資が一致していなくてはいけない．この経済において，$t-1$ 期から t 期にかけての投資は 2 つしかなく，それはプロダクトイノベーションへの投資 $w_{t-1}L^F_{t-1,t}$ とプロセスイノベーションへの投資 $w_{t-1}L^I_{t-1,t}$ である．したがって，$\tilde{S}_{t-1} = \frac{g_t}{a_F\beta}$ を得る．これより，

$$g_t = a_F\beta[(1-\mu)h_Y - \frac{\mu}{\tilde{R}_t}h_O], \tag{18}$$

となる．ヴァラエティの成長率は，利子率の増加関数である．

領域 B：2 種類のイノベーションがともに起こる不完全特化の領域

2 つの R&D が両方とも行われているということは，(16)(17) がともに等号で成立していなくてはいけないので，

$$g^B_t = [\frac{(1-\alpha)\alpha^{\frac{\alpha}{1-\alpha}}a_F\beta(\tilde{R}_t+\gamma)}{\delta a_I\gamma(\tilde{R}_t+\beta)} - 1]\alpha^{\frac{1}{\alpha-1}}. \tag{19}$$

ここで，g^B_t は，領域 B におけるヴァラエティの成長率であるとする．

前と同様に，財市場の均衡の条件を用いると，$\tilde{S}_{t-1} = \frac{g_t}{a_F\beta} + \frac{\theta_t}{a_I\gamma}$．これより，

$$\theta^B_t = a_I\gamma[(1-\mu)h_Y - \frac{\mu h_O}{\tilde{R}_t} - \frac{\alpha^{\frac{1}{\alpha-1}}}{a_F\beta}[\frac{a_F\beta(1-\alpha)\alpha^{\frac{\alpha}{1-\alpha}}(\tilde{R}_t+\gamma)}{a_I\gamma\delta(\tilde{R}_t+\beta)} - 1]]. \tag{20}$$

$\beta < \gamma$ より，ヴァラエティの成長率は利子率の減少関数であり，中間財の技術革新の起こる率は利子率の増加関数であることがわかる．

領域 C：プロセスイノベーションに特化する領域

この領域では，$g_t = 0$ かつ，$\frac{B_F}{B_I} < \frac{\tilde{C}_F}{\tilde{C}_I}$ である．貯蓄と投資の関係より，

$$\theta_t = a_I\gamma[(1-\mu)h_Y - \frac{\mu h_O}{\tilde{R}_t}], \tag{21}$$

が導出される．これは，利子率に関する増加関数である[19]．

以上のことをまとめると，

[19] この事実は，仮定 $\gamma > \beta$ に依存している．しかし，本研究は，プロダクト—プロセスイノベーションと利子率の関係ではなく，その動学的性質に興味があるので，この仮定は論文の結果に本質的な影響を持たない．

この仮定は，t 期の R&D に関して，プロダクトイノベーションは $t-1$ 期の労働をより必要とし，プロセスイノベーションはは t 期の労働をより必要とする，ということを意味する．ここで，利子率が低いと，t 期の労働に比べて，$t-1$ 期の労働価格が相対的に安くなる．したがって，利子率が十分に低い水準であるなら，t 期の労働をより必要とするプロセスイノベーションは，費用面で相対的に不利になり，行われなくなるだろう．逆ならば，$t-1$ 期の労働をより必要とするプロダクトイノベーションが，行われなくなるだろう．このような理由の下で，この経済には利子率の水準によって，3

命題 1 $\beta < \gamma$ かつこの経済では，利子率の水準に応じて，次の *3* つの領域が存在する．図 *2* にから，以下の性質を満たしていることがわかる．

領域 A 利子率が十分に低いならば，経済はプロダクトイノベーションに特化する．

領域 B 利子率が中間の水準においては，どちらの *R&D* も行われることになり，不完全特化となる．

領域 C 利子率が十分高いならば，経済はプロセスイノベーションに特化する．

イノベーション水準 *2* つのイノベーション水準は，図 *3* に描かれている．プロダクトイノベーションの水準ー消費財ヴァラエティの成長率は *(18)(19)* 式に，プロセスイノベーションの水準ー質の改善に成功する中間財セクターの割合は *(20)(21)* 式に従う．

2.4　労働市場の需給均衡条件

最後に，労働市場の市場均衡を考えることによって，モデルを閉じることにする．t 期の労働需要，すなわち t 期に投入される労働は，t 期のプロダクトープロセスイノベーションに投入される分 $(L^F_{t,t}, L^I_{t,t})$ と，$t+1$ 期のプロダクトープロセスイノベーションに投入される分 $(L^F_{t,t+1}, L^I_{t,t+1})$，そして中間財セクターにおいて生産に投入される分からなる．t の労働供給は，$h_Y + h_O$ である．

いま，t 期のイノベーションに投入される分は，$\frac{g_t}{a_F}, \frac{\theta_t}{a_I}$ である．また，$t+1$ 期のイノベーションに投入される分は，財市場の均衡より，$\tilde{S}_t$ である．

中間財生産に投入される労働は，中間財の総産出に等しい．中間財の総産出は，$\theta_t \frac{c_t X_t}{\lambda w_t} + (1-\theta_t)\frac{c_t X_t}{w_t} = X_t \frac{c}{w_t}(1-\delta\theta_t)$ であり，(10) を代入することにより，$(1-\delta\theta_t)\frac{1+\alpha^{\frac{1}{1-\alpha}} g_t}{1+\alpha^{\frac{\alpha}{1-\alpha}} g_t}\left(\frac{E_t}{w_t}\right)$ である．以上より，次の労働市場の需給均衡条件を得る．

$$h_Y + h_O = \frac{g_t}{a_F} + \frac{\theta_t}{a_I} + \left[(1-\mu)h_Y - \frac{\mu}{\tilde{R}_{t+1}} h_O\right] + (1-\delta\theta_t)\frac{1+\alpha^{\frac{1}{1-\alpha}} g_t}{1+\alpha^{\frac{\alpha}{1-\alpha}} g_t}\left(\frac{E_t}{w_t}\right). \quad (22)$$

これは $\tilde{R}_t$ に関する一階定差方程式である．

つの領域が存在する．

しかし，唯一の例外は領域 A である．プロダクトイノベーション水準は，利子率の増加関数であった．この領域では，プロダクトイノベーションのみが行われており，貯蓄がすべてプロダクトイノベーションの投資に使われることによって発生する．高い利子率は，プロダクトイノベーションを費用面で不利にするが，一方で高い貯蓄をもたらし，プロダクトイノベーションへの投資をそのまま増加させる．領域 A では，貯蓄増による正の効果が費用面の負の効果をドミネイトし，高い利子率が，プロダクトイノベーション水準に正の効果をもつ．

3　均衡動学

労働市場の需給均衡条件を利用して，経済の動学的性質を分析する．

領域 A のダイナミクス

ここでは，技術革新はプロダクトイノベーションに特化しているので，$\theta_t = 0$ である．その水準は，利用可能な消費財のヴァラエティの増加率のみによって表され，(18) である．これらの事実と労働市場の需給均衡条件式より，つぎの領域 A の動学方程式を得る．

$$[1-(1+\beta)(1-\mu)]h_Y + h_O = \frac{1+\alpha^{\frac{1}{1-\alpha}} g_t}{a_F \beta(1-\alpha)\alpha^{\frac{\alpha}{1-\alpha}}}(\tilde{R}_t + \beta) - \mu h_O (\frac{\beta}{\tilde{R}_t} + \frac{1}{\tilde{R}_{t+1}}) . \quad (23)$$

消費財ヴァラエティの増加率 g_t が賃金で調整した利子率に関する増加関数であったことを思い出すと，利子率は，時間を通じて振動的であることがわかる．

領域 B のダイナミクス

この領域では，2 つのイノベーションがともにが行われる．イノベーション水準，(19)(20) と労働市場の需給均衡式により，つぎの領域 B における動学を得る．

$$\tilde{R}_{t+1} = \frac{\mu h_O}{B\tilde{R}_t - A}. \quad (24)$$

ここで，$A \equiv \mu h_Y + (1-\mu)h_O - \frac{1}{\delta a_I}\left(a + \frac{1+\alpha}{\alpha}\gamma\right)$ $B \equiv \frac{\alpha - \alpha\gamma\delta a_I(1-\mu)h_Y + \gamma(1+\alpha)}{\alpha\gamma\delta a_I}$ である．領域 B においても，利子率が時間を通じて振動的である．なぜなら，$B > 0$ が仮定 (13) によって保証されるからである．

領域 C のダイナミクス

プロダクトイノベーションは行われないので，$g_t = 0$．(21) と労働市場の条件より，動学方程式

$$\tilde{R}_{t+1} = \frac{\mu h_O}{(B - \frac{1-\alpha}{\alpha\delta a_I})\tilde{R}_t - A + \frac{(1+\alpha)\gamma}{\alpha\delta a_I}} , \quad (25)$$

を得る．この式が右下がりになるための必要十分条件は，$B - \frac{1-\alpha}{\alpha\delta a_I} > 0$ であるが，この条件は仮定 (13) 式により常に成立する．したがって，この領域においても，利子率は時間を通じて振動的に動く事がわかる．

これまでの事実をまとめると，すべての領域でダイナミクスは振動的する．したがって，プロダクトープロセスイノベーションは，時間を通じて交互に活発になる．その収束する時間径路は，図 4 に示されている．この図に示されているように，4 つの典型的なケースが考えられる．領域 A に定常均衡が存在するケース，

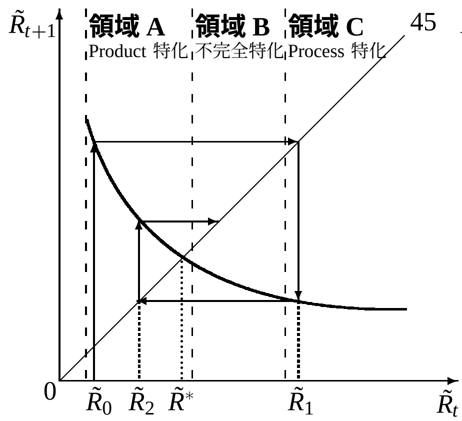


図 4a 領域 A に収束する動学経路

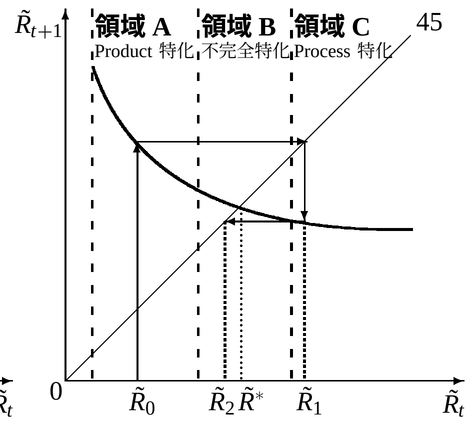


図 4b 領域 B に収束する動学経路

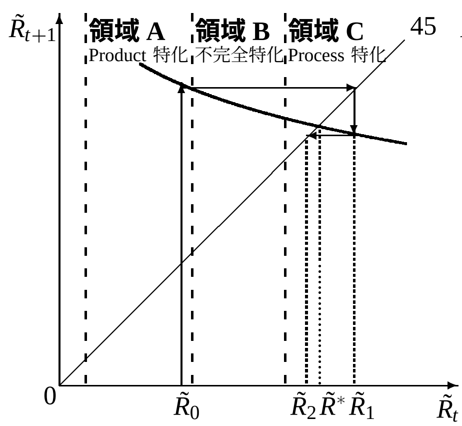


図 4c 領域 C に収束する動学経路

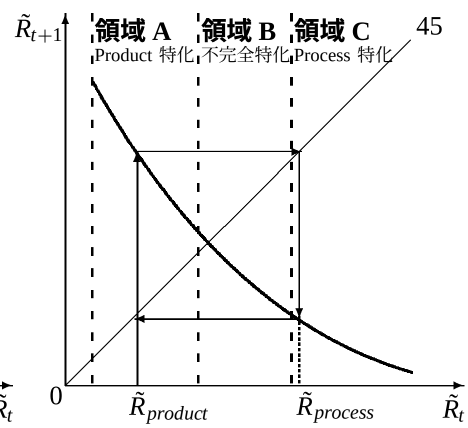


図 4d プロダクトープロセスの 2 期間サイクル

領域 B にあるケース，領域 C にあるケースと，周期サイクルが存在するケースが考えられる．

図 5 からもわかるように，どちらかのイノベーションに特化する領域が，交互におこるケースや[20]，図 4d にあるような 2 期間サイクル均衡のケースも考えることができる．いずれにせよ，プロダクトープロセスイノベーションは，時間を通じて交互に盛んになることがわかる．

もし，安定性を仮定すれば経済は，図 4a-c のように，2 つの *R&D* が交互に盛んになりながら，均衡に収束していく．

[20]収束経路を分析する際は，$A < \frac{(1+\alpha)\gamma}{\alpha\delta a_I}$ を仮定する．これは領域 B と領域 C における，均衡の回りにおける安定性を保証する必要十分条件である．

ここで，サイクルの背後に起こっている現象について簡単に言及する．前期から今期にかけての利子率が高いということは，今期のイノベーションに使用された投資は大きく，今期投入された労働量も多い．前期の貯蓄の高水準が，今期の消費量を押し上げ，結果生産に投入される労働量も多くなる．したがって，来期のイノベーションに投入される労働量は相対的に少なくなっており，これは来期への投資の収益率である利子率の低水準を意味する．

以上のことをまとめると，

命題 2 この経済の動学は，*(23)(24)(25)* の *3* 式によって，完全に記述される．これにより，経済のどの領域においても，利子率 $\tilde{R}_t$ の動学経路は振動的で，プロダクトープロセスイノベーションは，時間を通じて交互に活発になる．

利子率の典型的な時間径路は，図 *4a-d* に描かれており，プロダクトープロセスイノベーションが交互に盛んになりながら，*(4a)* 領域 A 内の均衡に収束する，*(4b)* 領域 B 内の均衡に収束する，*(4c)* 領域 C 内の均衡に収束する，が考えられる．

この結果は，プロダクトープロセスイノベーションが交互に活発になることが示された点において，重要である．なぜなら，経営学において指摘されてきた生産性のジレンマ (Abernathy(1978)) のアイディアを，経済学の立場からサポートしているからである．Abernathy やその周辺の研究は，事例分析においてこのイノベーションサイクルの存在を指摘していたが，理論的分析はされてこなかった．本研究の貢献は，そのギャップを埋めたことにある．

4　結論

本研究は，プロダクトープロセスイノベーションの時間を通じた推移を，内生的成長モデルを使って分析した．中心的な仮定は，イノベーション活動は，多期間にわたる投資によって行われる，というものである．

その結果，プロダクトープロセスイノベーションのサイクルの存在が明らかにされた．すなわち，プロダクトープロセスイノベーションは交互に活発になる．これは，経営学の立場から指摘されてきた生産性ジレンマの，経済理論的裏づけとして，意味がある．イノベーションサイクルに関する理論的研究は欠如しており，本研究は，そのギャップを埋めることに貢献した．

関連研究

[1] ABERNATHY, W. J. (1978), *The Productivity Dilemma*, The Johns Hopkins University Press.

[2] AGHION, P. and HOWITT, P. (1998), *Endogenous Growth Theory*, Cambridge, MA, MIT Press.

[3] BONANNO, G. and HAWORTH, B. (1998), "Intensity of Competition and the Choice Between Product and Process Innovation," *International Journal of Industrial Organization*, **16**, 495-510.

[4] EICHER, T. S. (1996), "Interaction between Enodogenous Human Capital and Technological Change," *Review od Economic Studies*, **63** (1), 127-144.

[5] GROSSMAN, G. M. and HELPMAN, E. (1991), *Innovations and Growth in the Global Economy*, Cambridge, Mass, MIT Press.

[6] HELPMANN, E. and TRAJTENBERG, M. (1994), "A Time to Sow and a Time to Reap: Growth Based on General Perpose Technologies," NBER Working Paper No.4854

[7] JONES, C. I. (1999), "Growth with or without Scale Effect?" *American Economic Review Papers and Proceedings*, **89**, 139-144.

[8] LI, C. -W. (2001), "Endogenous Vs. Semi-Endogenous Growth in a Two-R&D-Sector Model," *Economic Journal*, **110**, C109-C122.

[9] ROMER, P. M. (1990), "Endogenous Technological Change," *Journal of Political Economy*, **98** (5), S71-S102.

[10] ROSENKRANZ, S. (2003), "Simultaneous Choice of Process and Product Innovation When Consumers Have a Preference for Product Variety," *Journal of Economic Behavior and Organization*, **50** (2), 183-201.

[11] UTTERBACK,J. M. and ABERNATHY, W. J. (1975), "A Dynamic Model of Process and Product innovation," *OMEGA, The International Journal of Management Science*, **3** (6), 639-656.

[12] YOUNG, A. (1998), "Growth without Scale Effect," *Journal of Political Economy*, **106**, 41-63.

[13] 秋山太郎 (2002), 「研究，開発，および経済成長」，2003 年度日本経済学会秋季大会報告論文.

第3章
インフォーマルセクター，都市化，および経済成長[1]

要旨

本研究は，発展途上国における経済成長と都市化の関係を明らかにするために，都市インフォーマルセクターをともなう動学的な 2 地域小国開放経済モデルを構築する．そこでは，インフォーマルセクター内において，少数の企業家が存在し，それぞれが差別化された中間財を独占的に供給する．生産性は，人的資本に依存し，それは都市部フォーマルセクターにおいてのみ蓄積される．

経済には，生産性の初期値に関してある範囲が存在して，そこに属する点からスタートすると，生産性が時間を通じて低下し続ける．このような罠に陥っている時，時間を通じて，すべての主体の厚生が悪化し，都市失業率は上昇し，加えてインフォーマルセクターの拡大による都市化が進行する．

また，フォーマルセクターとインフォーマルセクターの間の代替の弾力性が十分低い時，発展の成熟段階においては，動学システムは振動的な軌道を持つ．あるパラメーターの下では，恒久的な景気循環が発生する．

1　イントロダクション

歴史を通して，一人当たり GDP の高水準は，必ず都市化を伴って実現される[2]．図 1[3] からわかるように，所得水準が高い先進国は，6 割以上の高い都市化率を達成している．しかしながら，都市化は，必ずしも一人当たり GDP の高水準によって付随されているわけではない．図 1 の左上方に位置する国々は，発展途上国であると同時に，高い都市化率に直面している国でもある．これらの国々は，発展途上にもかかわらず過剰な都市化に見舞われており，このような現象は，しばしば，“成長なき都市化 (urbanization without growth)” と呼ばれる[4]．

---

[1]本研究を完成させるにあたり，國府田桂一教授から，参考文献に関する助言を頂いたことに，感謝の意を表明したい．

[2]本論文では，都市化を，総人口に対する都市部人口の割合の増加として定義している．

[3]データは，World Bank の World development indigators，2004 を利用．

[4]この問題を明示的に扱った経済学の文献はほとんど見当たらないが，Fay and Opal(2000) は，成長なき都市化についてのケーススタディーを行った数少ない研究の 1 つである．

一方で，経済成長を十分に達成していない途上国が，急激な都市化を経験している．他方で，先進国は経済成長に伴われた都市化を経験している．本研究の目的は，これらの国々の間の違いを明らかにし，都市化と経済成長の関係を決定する要因を分析することにある．そのために，発展途上国の都市化の背後にある都市インフォーマルセクターの拡大に注目した．

都市インフォーマルセクターと都市化に関する既存研究は，Todaro(1969)，Harris and Todaro(1970) に端を発するが，インフォーマルセクターを，ただ単に，フォーマルセクターで職を得られなかった失業者の集まりとみなしている．しかし，Sethuraman(1981)，下川 (1998) 等によって指摘されているように，都市インフォーマルセクター内部には，フォーマルセクターより高い賃金を得ている小規模経営の企業家が存在する．このインフォーマル企業家の存在は，下川 (1998) によって，明示的に地方ー都市間人口移動モデルに導入された[5]. 下川 (1998) においては，各企業家が一定量のインフォーマルセクター生産財を生産すると仮定されていたが，本論文ではインフォーマル企業家の行動をより詳細に捕捉するために，企業家が，それぞれ，自身の労働のみを生産要素として投入することによって，差別化されたサービスを供給し，その供給量は企業家の効用を最大化するように決定されるとした．この設定は，インフォーマルセクターにおける小規模企業家達が独占的競争に従事することを意味する[6]．また，最近の内生的成長モデルの貢献に従い，技術水準は人的資本に依存しており，人的資本蓄積は都市部フォーマルにおいてのみなされるものと仮定した．

このような設定の下，われわれの得た結論は次のようなものである．経済には，生産性の初期値に関してある範囲が存在して，そこに属する点からスタートすると，生産性が時間を通じて低下し続ける．いいかえると，初期の技術水準が低すぎる国は，時間を通じて技術水準が後退し続ける．このような罠に陥っている時，すべての主体の厚生の悪化を伴いつつ，インフォーマルセクターの拡大を通じて，最終的には，都市化が進行する．罠にはまっていない経済については，フォーマルセクターとインフォーマルセクターの間の代替の弾力性が十分低い時，発展の成熟段階においては，経済は振動する．あるパラメーターの下では，恒久的な景気循環が発生する．

成長と都市化の関係を分析した研究は希少であるが，例えば，Bertinelli and Black(2004) がある．われわれのモデルの動学的な側面はこの研究に拠っている．

[5]Sethuraman(1981) は，都市インフォーマルセクターでの事業の特徴について，低い参入障壁，現地資源の利用，小規模経営，労働集約的な低い技術水準，就業者の公的教育期間が少ない、公的規制が及ばない，などを挙げている．

[6]独占的競争に関しては，Matsuyama(1995) をみよ．

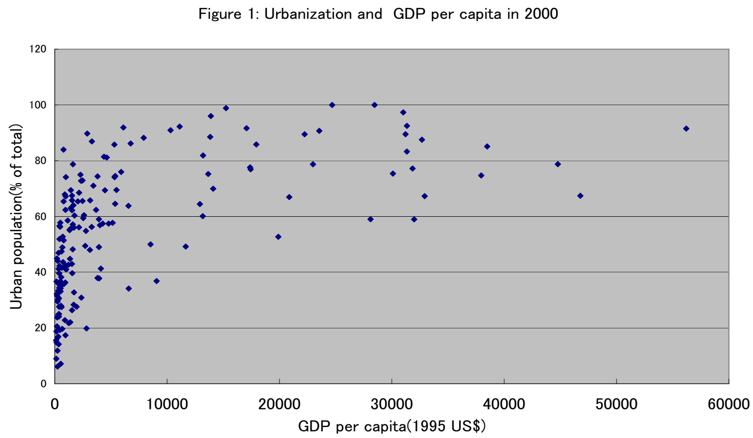


図 1: 一人当たり GDP と都市化

彼らは，多くの内生的成長モデルに従い[7]，人的資本の蓄積によって経済成長が達成される経済を考え，都市化と教育投資の正の関係に注目し，都市化が人的資本の増加を引き起こし，経済成長を促進する可能性を指摘した．そこでは，低開発の罠が存在し，初期の知識水準によっては，経済が決して成長しない可能性があることが明らかになった．しかしながら，このモデルにはインフォーマルセクター，都市失業は存在せず，成長と都市化の正の関係のみが説明されている．この点において，本研究の目的とは大きく異なる．

この後の構成は，以下に従う．本章の残りの部分は若干の関連文献について言及する．第 2 章において，基本モデルを提示する．第 3 章では静学的均衡を分析し，第 4 章において人的資本蓄積による生産性の成長を導入する．最後に，第 4 章は結論に割かれる．

[7]Galor and Tsiddon(1997) をみよ．より一般的な内生的成長モデルの文献は，Lucas(1988), Romer(1990), Young(1993) をみよ．

1.1　関連研究

発展途上国の二重経済モデルの先駆的研究である Lewis(1954) においては，途上国における農工関係と，先進国のそれとを区別するために，都市と地方の間の労働市場の違いが強調されていた．そこでは，地方労働市場の供給曲線は水平であると仮定された，すなわち，地方においては，unlimited な労働が，外生的な最低生存水準の賃金率によって，供給されていると仮定した．本研究は簡単化のため，農村部の描写に関しては Lewis モデルに従い，農村人口に依存せず，一定の賃金を得られると仮定した．

それとは対照的に，Harris-Todaro モデルでは，都市部の労働需要を一定であると仮定している．より詳しく，制度等によって都市部の賃金が外生的に与えられているので，都市部の就業者数は労働の限界生産性がそれに等しくなるところで決定され，一定である．したがって，このモデルは失業の存在を認める構造を持っている．実際，Harris-Todaro モデルでは，都市部に移住するもののうち，就業できなかったものを失業者であると定義し，彼らの集合をインフォーマルセクターと定義した．

Harris-Todaro モデルにおけるインフォーマルセクターの構造はいたって単純であり，発展途上国におけるインフォーマルセクターの実情を反映しているとはいいがたい．本研究はこの点を改善するために，Lewis モデルに明示的にインフォーマルセクターを導入し，さらに，下川 (1999) が指摘しているようなインフォーマルセクター内の高所得企業家の存在を認めた．

本研究の目的は，地方ー都市間の人口移動と経済成長の関係に光を当てることであるが，Lewis(1954) や Harris and Todaro(1970)，またそれに続く Guputa(1993)，下川 (1999)，Chaudhuri(2000) 等における分析は静学的なものであるので，この問題については，十分には明らかにされていない．しかし，最近になって，人口移動と都市失業の問題を動学的に分析する研究がおこなわれつつある．Bencivenga and Smith(1998) は，Harri-Todaro モデルを動学化した．より詳しく，労働者のタレントが私的情報であるために賃金の下方硬直性が存在する世代重複モデルを構築し，動学的な Harris-Todaro モデルを分析し，均衡経路の非決定性が発生する可能性を指摘した．Bertinelli and Black(2004) は，都市部に外部性が存在する動学的なフレームワークにおいて，人口移動を分析している．かれらは，本研究と同様に，途上国における低開発の罠の可能性を示唆しているが，低開発の罠に関する文献については，Rosenstein-Rodan(1943) のアイディアを厳密にモデル化した Murphy, Shleifer and Vishny(1989) が重要である．無数の消費財が存在し，それぞれ，2 つの技術によって生産可能であるとされた．非工業的技術 (収穫一定) と独占的な工業技術 (収穫逓増) である．かれらのモデルでは，独占的競争が行わ

れていることからセクター間の補完性が存在し，工業化するセクターが増加する (減少する) ほど，独占企業による配当により所得が増加し (減少し)，工業的独占企業の利潤が大きくなる (小さくなる)．よって，独占的的工業企業の参入を，さらに加速 (減速) する効果がある，というような demand spillover により，低開発の罠が発生しうることが指摘されている[8]．また，Rodriguez-Clare(1996) は，需要のスピルオーヴァが存在する独占的競争モデルを構築し，消費財の生産要素が比較的近距離で入手可能な場合には，生産要素を生産する技術における労働の分業の程度が，低水準のままに留まってしまうような可能性があることを指摘した．そこでは，要素生産における分業の水準が，国内の需要によって制限されてしまう．最も最近の研究としては，Murata(2002) が挙げられる．Murata(2002) は，独占的競争をともなう静学的な二重経済モデル構築した．そこで，低開発の罠が発生する可能性について，既存研究を十分に踏まえた，詳細な分析をおこなった．Murata(2002) は，このようなモデルにおいて発生する低開発の罠を 2 種類に分類した，1 つは supply-driven traps，もう 1 つは demand-driven traps である．前者は，動学的なフレイムワークにおいて，Ciccone and Matsuyama(1996, 1999) によって分析されている．そこでは，労働と合成中間財の間の代替の弾力性と各中間財の間の代替の弾力性の大小によって，中間財のヴァラエティ(もしくは，その生産要素の投資財部門) に関して動学的収穫逓増 (動学的非凸性) が発生することを明らかにした．後者は，Fafchamps and Helms(1996) が重要である．かれらは，エンゲルの法則に注目し，消費者の農業財需要に対する所得弾力性の大きさと，低成長の罠を発生との関係を分析した．Murata(2002) は，二部門 (二重) 経済における低開発の罠を以上のように分類し，静学的フレイムワークを構築し，それらを統一的に分析した．

2　モデル

時間は離散的で，ゼロから無限大に向かって拡大する．経済は，2 地域—3 部門からなり，唯一の消費財，フォーマルセクターによる中間生産物，およびインフォーマルサービスが存在する．より正確には，地方 (または，農村) と都市部の 2 地域が存在し，都市部はフォーマルセクターとインフォーマルセクターの 2 セクターからなる．インフォーマルセクターには 2 つのタイプの労働者が存在し，それぞれ，差別化された中間財を生産する企業家と生活最低水準の所得を得る者である．

[8]Murphy, Shleifer, and Vishny(1989) は，すべてのセクターが非工業的な収穫一定技術を選択してしまうといった状況を低開発の罠の一種であるとみなした．

本論文においては，後者のことを失業者と定義することにする[9]．各セクターは，次の 3 点において異なる．地方，都市ともに唯一の消費財の生産が行われているが，(1) その技術に関して異なる．次に，(2) 労働供給の仕組みにおいて異なる．インフォーマルセクターにおいてのみ，自身の労働供給量を決定することができる．そのほかのセクターにおいては 1 単位の労働を非弾力的に供給する．さらに，(3) フォーマルセクタで雇用を得るためには，非分割的な教育コストを支払い，人的資本を蓄積しなくてはいけない．

各期において，サイズ N の同質的な消費者が生まれ，1 期間のみ生きる．N は十分大きな値であると仮定する．期初において場所に関するを決定し，その後，その場所に存在するセクターにて労働を供給し所得を得て，財を購入する．地域の決定の際，彼らは人口移動裁定に参加する，すなわち，各地域の期待効用を勘案して，労働を供給する地域を決定する．選好は，消費と労働供給に依存する．

発展途上国が分析対象である点を鑑み，小国開放経済を仮定する．この経済には資本，信用は存在しない．唯一の消費財に対する国際市場が存在し，国際価格 $\bar{P}$ で，自由に売買することが可能である．簡単化のため，$\bar{P}$ は時間を通じて一定であるとする．これ以降の議論において，特に混乱が生じない限り，時間のインデックスを省略することにする．また，フォーマルセクターの中間生産物とインフォーマルサービスについては，国家間の移動は不可能であると仮定する．それらに関する国際市場は存在せず，価格は内生的に決定される．

各消費者の効用関数は，次のよう特定化する．

$$U^j = Y^j - \kappa^j l^j. \tag{1}$$

ここで，$j = R, F, I, IU$ でそれぞれ地方，都市フォーマル，都市インフォーマル企業家，インフォーマル失業者のインデックスであるとする．U^j，Y^j，κ^j，および l^j を，それぞれ，セクター j の効用水準，消費量，労働の限界不効用の水準，および労働供給量であるとする．地方セクターと都市フォーマルセクターにおいては，労働は非弾力的に 1 単位供給されるので，$l^R = l^F = 1$ である．

2.1　地方セクター

地方の生産技術は，

$$\hat{Y}^R = \delta AR, \tag{2}$$

で与えられるとする．A は都市フォーマルセクターの生産性で，この経済の技術水準を表している．$\delta \in (0,1)$ は都市一地方間の生産性のギャップを捉えるパラメー

[9] この経済においては，失業者のみが生産活動に従事していないことに注意する必要がある．

ターである．$\hat{Y}^R$ は地方で生産される消費財の量であるとし，R は地方で投入される労働の量であるとする．したがって，R は地方の人口に他ならない．これより，地方における賃金は，$w^R = \delta A\bar{P}$ である．w^R は地方の賃金である．

地方の消費者は，労働を 1 単位非弾力的に供給した後，消費財を購入する．(1) 式より，効用関数は $U^R = Y^R - \kappa^R$ である．予算制約式は $w^R = \bar{P}Y^R$ なので，地方に住む消費者の間接効用は

$$U^R = \delta A - \kappa^R, \tag{3}$$

である．

これ以降の分析において，$\kappa^R = 0$ と仮定する．これは，都市部の人々のみが，労働から不効用を被ることを意味する．κ^j を都市部特有の外部性を捉えるパラメーターであるとみなせば，この仮定は自然である．都市部特有の外部性としては，混雑効果，犯罪，公害などがよく議論される．混雑や公害がひどく，犯罪が多発しているしている地域で労働を供給する方が，そうでない地域でするよりも，より大きな不効用を被ると考えるのは妥当であろう．モデルでは，同時に，都市部フォーマルセクター特有の正の外部性として，教育による技術進歩を導入するが，これは後のセクションで述べられるだろう．

2.2　都市セクター

都市部においては，フォーマルセクターとインフォーマルセクターにおいて生産された中間財が投入され，消費財が生産されている．それらの間の代替の弾力性を一定であるとすると，消費財企業の生産関数は，

$$\hat{Y}^U = \left[\theta\left(X^F\right)^{\frac{\varepsilon-1}{\varepsilon}} + (1-\theta)\left(X^I\right)^{\frac{\varepsilon-1}{\varepsilon}}\right]^{\frac{\varepsilon}{\varepsilon-1}}, \tag{4}$$

となる．ここで，A はフォーマルセクター中間財の生産性，X^F はフォーマルセクターによって生産される中間財の投入量，X^I はインフォーマル中間財の投入量であるとする．ε はフォーマルとインフォーマルの間の代替の弾力性で，$\varepsilon > 1$ と仮定する．また，$\theta \in (0,1)$ はフォーマルセクターのシェアに影響を与えるパラメーターである．

フォーマル中間財の価格とインフォーマル中間財の価格を，それぞれ，Q^F, Q^I で表すとすると，一階の条件より，

$$X^I = \left(\frac{(1-\theta)Q^F}{\theta Q^I}\right)^{\varepsilon} X^F, \tag{5}$$

をえる．また，均衡においては，限界費用と価格が等しくなくてはいけないので，

$$\theta^{\varepsilon}\left(Q^{F}\right)^{1-\varepsilon}+(1-\theta)^{\varepsilon}\left(Q^{I}\right)^{1-\varepsilon}=\bar{P}^{1-\varepsilon}. \tag{6}$$

2.2.1　都市フォーマルセクター

既に述べたとおり，都市部にはフォーマルセクターとインフォーマルセクターが存在し，それぞれにおいて，代替的な中間財が生産されている．一方で，フォーマルセクターを選択した個人は，教育コスト，$\bar{P}T$ を支払い人的資本を蓄積した後，1 単位の労働を非弾力的に供給する．人的資本は，都市フォーマルにおいてのみ蓄積される．他方で，インフォーマルセクターへの移動を選択した個人は，まず，確率ショックを受け，確率 $\lambda \in (0,1)$ で小規模経営による企業家になる才能をもつ．これ以降，このインフォーマル企業家のことをヨーマン型企業家と呼ぶことにする．才能を有する者は，それぞれ，自身の労働を投入し，one-for-one 技術で差別化された中間財を供給し，独占利潤を得る．それ以外の個人は，単に，最低生存レベルの所得 $\bar{w}=0$ を受け取る．確率は個人に依存せず，十分大きな数の個人が存在するので，経済全体では不確実性は存在しない．すなわち，インフォーマル企業家の人口は λI である．

これらの間の本質的な差異は 2 つある．第 1 に，フォーマルセクターは競争的であるのに対し，インフォーマルセクターでは独占的競争が行われている点があげられる．第 2 に，労働供給の仕方において非対称的である．インフォーマルセクターにおいては，ヨーマン型企業家として振舞う者も最低生存水準の所得を稼ぐ者も，消費から得られる限界効用と生産からこうむる限界不効用が一致するように労働供給量を決定する．一方，都市フォーマルセクターと地方セクター内の労働供給は非弾力的である．この非対称性は，労働供給量の決定に関しては，フォーマルセクターの労働者よりも，インフォーマルセクターの住人のほうがより自由であるというアイディアを反映したものに他ならない．これは，現実のある側面を捉えている．フォーマルセクターの労働者の労働時間は，自身の労働からこうむる不効用とは別に，企業内部の人間関係などの制約によって下に有界であるだろうし，法律や制度などの理由によって上に有界でもある．これに対して，公的規制が及ばず，しばしば家族によるなされる小規模経営によって生産活動が行われているインフォーマルセクターにおいては，そのような環境による制約はもはやない．したがって，インフォーマル企業家は，あたかもヨーマンのように，自分の労働からこうむる不効用のみを勘案して，労働供給量を決定する．われわれの設定は，このような現状を簡単化したものである．第 3 に，都市フォーマルの労働者は人的資本であり，就業するためには教育コスト，$\bar{P}T$ を支払わなくては

ならないという意味における参入障壁が存在するのに対して，インフォーマルセクターには，そのような障壁は存在しないが，一定の確率で低所得者になってしまうリスクが存在する．

フォーマルセクターの生産関数を，

$$X^F = AF, \tag{7}$$

と特定化する．ここで，F はフォーマルセクターの労働投入量，すなわち人口であるとする．これを地方の生産関数と比べると，δ が 1 に近づくほど，地方の技術は都市フォーマルの技術に近づくことがわかる．これより，均衡においては，

$$Q^F = \frac{w_F}{A}, \tag{8}$$

が成立していなくてはいけない．

(1) 式と $l^F = 1$ より，都市部フォーマルセクターの間接効用は，

$$U^F = \frac{w^F - \bar{P}T}{P} - \kappa^F, \tag{9}$$

となる．ここで，w_F はフォーマルセクターにおける賃金である．教育コスト $\bar{P}T$，労働から被る不効用 κ^F の値が大きいほど，都市部住人の効用は小さくなる．

2.2.2　都市インフォーマルセクター

前述のように，インフォーマルセクターに移動する労働者は，まず，確率ショックを受け，λ の確率で差別化さらた中間財を供給できる企業家になる才能を有し，$1-\lambda$ の確率で生存最低水準の所得 $\bar{w} = 0$ を受け取る．

ヨーマン企業家が供給する中間財の合成は，各企業家のインデックスを $\omega \in [0, \lambda I]$ とし，

$$X^I = \left[\int_0^{\lambda I} x(\omega)^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} d\omega\right]^{\frac{\sigma}{\sigma-1}}, \tag{10}$$

であるとする．各 ω 間の代替の弾力性は一定で，$\sigma > 1$ であるする．各ヨーマン型企業家が，それぞれ，差別化された中間財を供給するので，インフォーマル中間財のヴァラエティは λI であることは明らかである．$x(\omega)$ は企業家 ω が供給するインフォーマル中間財の量である．この背後に，インフォーマルセクターは現地資源を利用した低い生産技術を有している点を鑑み[10]，インフォーマルセクターの生産性は，都市フォーマルセクターの生産性，A から直接には影響を受けない

[10] Sethuraman(1981)，下川 (1999) をみよ．

ことが仮定されていることに注意する必要がある．これは，地方の生産性に関する設定と対照的で，インフォーマルセクターのみが経済成長からの直接的な孤立に直面しているといえる．ただし，間接的には影響をうけるので，次のセクションで示されるように，均衡においては，インフォーマルセクターに移住する時の期待間接効用は A に関して増加的になる．

これより，需要関数

$$x(\omega)=X^I\left(\frac{Q^I}{q(\omega)}\right)^{\sigma}, \tag{11}$$

となる．$q(\omega)$ は企業家 ω が生産する中間財の価格である．ここで，

$$Q^I=\left[\int_0^{\lambda I}q(\omega)^{1-\sigma}d\omega\right]^{\frac{1}{1-\sigma}},$$

も成立している．この需要関数を所与として，各インフォーマルセクター企業家は，限界収入と限界不効用が一致する水準で生産を行う．より正確には，次の問題に直面する．

$$\max_{q(\omega),x(\omega)} \quad U^I(\omega)=Y^I(\omega)-\kappa^I l^I(\omega), \tag{12}$$

$$\text{s.t.} \quad q(\omega)x(\omega)=\bar{P}Y^I(\omega), \tag{13}$$

$$x(\omega)=l^I(\omega), \tag{14}$$

$$x(\omega)=X^I\left(\frac{Q_I}{q(\omega)}\right)^{\sigma}.$$

$Y^I(\omega)$ は企業家 ω が購入する消費財の量である．この問題の解は，$q(\omega)=\frac{\sigma\kappa^I\bar{P}}{\sigma-1}$ であるので，

$$Q^I=\frac{\sigma\kappa^I\bar{P}}{\sigma-1}(\lambda I)^{\frac{1}{1-\sigma}}. \tag{15}$$

これより，このヨーマン型企業家の間接効用関数は，

$$U^I=\frac{\kappa^I X^I(\lambda I)^{\frac{\sigma}{1-\sigma}}}{\sigma-1}, \tag{16}$$

となる．

一方，最低生存所得を受け取るタイプは，$\omega\in[\lambda I,1]$ によってインデックスされ，次の問題に直面する．

$$\max_{l^{IU}(\omega)} \quad U^{IU}(\omega)=Y^{IU}(\omega)-\kappa^{IU}l^{IU}(\omega),$$

$$\text{s.t.} \quad \bar{P}Y^{IU}=\bar{w},$$

$$\bar{w}=0.$$

これより直ちに，$l^{IU}=0$ が最適なので，

$$U^{IU}=0, \tag{17}$$

である．人口サイズは，明らかに $(1-\lambda)I$ である．

3　静学的均衡

以上で，静学的な均衡条件はすべて導出された．本章では，静学的均衡における都市のサイズを求める．

まず，(5) 式，(8) 式，および (15) 式を，$X^F=AF$ に注意しつつ，(16) 式に代入すると，

$$U^I=\left(\frac{\sigma-1}{\kappa^I A}\right)^{\varepsilon-1}\left[\frac{w^F(1-\theta)(\sigma-1)}{\sigma\theta P}\right]^{\varepsilon}(\lambda I)^{\frac{\varepsilon-\sigma}{\sigma-1}}F. \tag{18}$$

インフォーマルセクター内のヨーマン企業家の効用は，フォーマルセクターの人口に関して増加的である．一方，インフォーマルセクターの人口に関しては，パラメーターに依存する．$\varepsilon>\sigma$ のときは，インフォーマルの人口に関してさえも増加的になるのは明らかである．Ciccone and Matsuyama(1996, 1999) が指摘している通り，$\varepsilon>\sigma$ の時は各 ω の間が Hicks-Allen の意味で補完的になっている．したがって，ヨーマン企業家同士が補完的であるとき，インフォーマルセクターの人口増加は，各インフォーマル企業家に対する需要の増加を引き起こし，インフォーマル企業家の効用を改善する．

一方，都市フォーマルセクターの労働者の効用を求めるために，(6) 式を w^F について解き，(9) 式に代入する．

$$U^F=A\theta^{\frac{\varepsilon}{\varepsilon-1}}\left[1-(1-\theta)^{\varepsilon}\left(\frac{\sigma\kappa^I}{\sigma-1}\right)^{1-\varepsilon}(\lambda I)^{\frac{\varepsilon-1}{\sigma-1}}\right]^{\frac{1}{1-\varepsilon}}-(T+\kappa^F). \tag{19}$$

この経済の静学的均衡 (R,F,I) は，それぞれの間接効用関数 (3)(17)(16)(9) 式，人口移動均衡条件 (the migration arbitrage condition, the MA condition)

$$U^R=U^F=\lambda U^I+(1-\lambda)U^{IU}, \tag{20}$$

および労働市場需給均衡条件，$R=N-(F+I)$ によって完全に記述される．

補題 1 (静学的均衡) すべての $t\geq 0$ について，静学的均衡 (R,F,I) は次の方程式

によって与えられる，

$$F = F(A) \equiv \frac{\delta\sigma^{\sigma}(\hat{\kappa}^I)^{\sigma-1}}{\lambda}\left[\theta f(A)\right]^{\varepsilon}\left[1-\theta^{\varepsilon} f(A)^{\varepsilon-1}\right]^{\frac{\sigma-\varepsilon}{\varepsilon-1}}, \tag{21}$$

$$I = I(A) \equiv \frac{(\sigma\hat{\kappa}^I)^{\sigma-1}}{\lambda}\left[1-\theta^{\varepsilon} f(A)^{\varepsilon-1}\right]^{\frac{\sigma-1}{\varepsilon-1}}, \tag{22}$$

$$R = N - (F+I), \tag{23}$$

$$f(A) \equiv \frac{A}{\delta A + T + \kappa^F}. \tag{24}$$

ここで，$\hat{\kappa}^I \equiv \kappa^I / \left[(\sigma-1)(1-\theta)^{\varepsilon/(\varepsilon-1)}\right]$ である．

証明

補論 A. をみよ．||

この補題から，静学的均衡がパレート効率的ではないことを示すことは容易である．いま，静学的な社会計画者が，均衡水準の人口から，地方の人口を減らして，その分を都市部フォーマルに移住させたとする．その時，地方の効用 $U^R = \delta A$ とインフォーマルセクター内失業者の効用 $U^{UI} = 0$ は不変である．フォーマルセクターの効用も (19) 式より不変である．(18) 式より，インフォーマル内のヨーマン企業家の効用のみ変化し，それは増加することがわかる．したがって，これはパレート改善である．これは，市場均衡における都市の規模は，必ず，過小になっていることを示唆している．これは，都市部に存在するフォーマル－インフォーマル間の補完性，正の外部性に対して各個人が与える影響を考慮せずに，人口移動に関する決定を行うからである．都市経済学においてよく仮定される都市部の混雑外部性が存在するケースとは，対照的である．

4　経済成長と人的資本蓄積

最近の研究においてよく見られるように[11]，人的資本蓄積によって技術進歩が発生すると仮定する．この経済の人的資本蓄積は，都市フォーマルにおいてのみなされるので，より詳しく，次のように定式化する，

$$A_{t+1} = d(A_t) \equiv \max\left[F_t, \gamma A_t\right]. \tag{25}$$

[11] Eicher(1996)，Galor and Tsiddon(1997)，Bertinelli and Black(2004) をみよ．Eicher(1996) は教育の副産物として技術進歩を捉えている．本論文の技術進歩セクターに関する定式化は，本質的に Bertinelli and Black(2004) と同じである．

ここで，$\gamma \in (0,1)$ は知識の減耗率であるとする[12]．

ここで，次の仮定をおき，MA 条件の成立を保証することにする．

仮定 1 $\delta > \theta^{\frac{\varepsilon}{\varepsilon-1}}$

これより，$f(A)$ に関して次の補題が成立する．

補題 2 任意の $A \geq 0$ について，$f(A)$ は増加関数であり，かつ，$f(0)=0$，$f(+\infty)=\delta^{-1}$，$f'(0)=(T+\kappa^F)^{-1}$，$f'(+\infty)=0$ をみたす．さらに仮定 *1* の下では，任意の $A \geq 0$ について，$\theta^{\varepsilon} f(A)^{\varepsilon-1} \in [0,1)$ である．

証明

補論 B. をみよ．||

この補題は，仮定 1 の下では，任意の $A \geq 0$ について (21)(22) 式が定義可能であることを意味する．この仮定をはずせば，十分大きな A については，MA 条件が等号で成立することはなく，MA 条件が不等号で成立するような端点解を分析しなくてはいけない．このとき，経済が完全に都市化 (または非都市化) してしまい，地方 (または都市部) は存在しなくなる．同時に，この仮定は，静学的な複数均衡の発生を排除するが，本論文の主張を変更するものではなく，本論文の興味から離れたトピックに関するいくつかの事実を無視することを可能にするものである．もちろん，完全都市化のケースのような端点解のケースを分析することも重要であるが，ここでは仮定 1 の下，前章で得た内点解のみを分析の対象とする．

補題 3 関数，$F(A)$ の性質について次の事実が成立している．

$$F'(A)\begin{cases} >0 & , if\ \varepsilon > \sigma\frac{\theta^{\varepsilon}}{\delta^{\varepsilon-1}} \\ \begin{cases} >0 & , if\ A \in [0,\hat{A}) \\ \leq 0 & , if\ A \in [\hat{A},+\infty) \end{cases} & , if\ \varepsilon < \sigma\frac{\theta^{\varepsilon}}{\delta^{\varepsilon-1}} \end{cases},$$

$$F'(0)=0,$$

$$F'(+\infty)=0,$$

$$F(0)=0,$$

$$F(+\infty) \in [0,B),\ \exists B < +\infty,$$

ここで，$\hat{A} \equiv (T+\kappa^F)/\left[(\sigma\theta^{\varepsilon}/\varepsilon)^{\frac{1}{\varepsilon-1}} - \delta\right]$ である．

[12] Bertinalle and Black(2004) と異なり，知識の減耗を仮定していることに注意せよ．知識は，物的資本とは異なり，使用によって減耗することはないが，時間が過ぎて世代が入れかわることによって，部分的に忘却されたり，伝達に失敗したり，時代遅れになったりすることはあるだろう．

証明

補論 C. をみよ．||

(25) 式と補題 3 より，均衡経路は ε，σ，$\delta^{\varepsilon}/\theta^{\varepsilon-1} \in (0,1)$ の水準に大きく依存している．経済発展のプロセスに関して 3 つのシナリオが考えられる[13]．

命題 1 (3 つのシナリオ)

(a) 大域的な低開発の罠 任意の初期値 A_0 について，経済は持続的な後退を経験する．その際，すべての主体の厚生は悪化し，最終的に都市化し続ける．

(b) 低開発の罠と安定的成長 経済が成長と定常状態への安定的な収束を経験する初期値の範囲が，少なくとも *1* つは存在する，$A_0 \in (A_B^*, A_G^*)$．その際，すべての主体の厚生は改善し続ける．同時に，持続的な後退を経験する初期値の範囲も存在する，$A_0 \in (0, A_B^*)$．その際，すべての主体の厚生は悪化し，最終的に都市化し続ける．

(c) 低開発の罠と景気循環 経済が後退，厚生の悪化，都市化を同時に経験する初期値の範囲が存在する，$A_0 \in (0, A_B^*)$．$A_t \in [\hat{A}, +\infty)$ に景気循環を経験する．

証明

補論 D. をみよ．||

命題 1 より，ただちに次の系を得る．

系 1 いずれのシナリオにおいても，初期の技術水準が十分低ければ，経済は後退，すべての主体の厚生悪化，および都市化を同時に経験する．

命題 1 が提示する 3 つのシナリオは，それぞれ，図 2, 3, 4 に描かれている．シナリオ (a) は極端なケースである．(25) 式を下方にシフトさせるようなパラメーターの変化の効果が十分大きい時，経済はシナリオ (a) に陥る．明らかに，都市インフォーマルセクターを活気付けるような政策をとるとき，動学方程式の下方シフトに直面する．すなわち，インフォーマルセクター内で事業機会得る確率を

[13]補題 3 は，$\varepsilon > \theta^{\varepsilon}/\delta^{\varepsilon-1}$ のとき，$F(A)$ が 45 度線と偶数回交わることのみを意味している．しかし，数値計算によって，4 回以上交わるケースを発見することはできなかった．このことを考慮し，本論文では交わらないケースと 2 回交わるケースのみを取り上げるが，4 回以上交わるケースが存在しても，本論文の主張は変更されない．

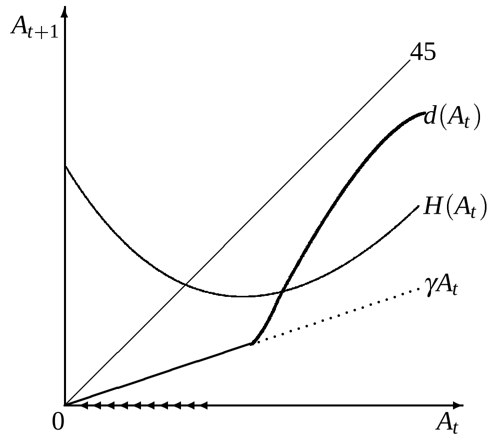


図 2: 大域的な低開発の罠 (Case a)

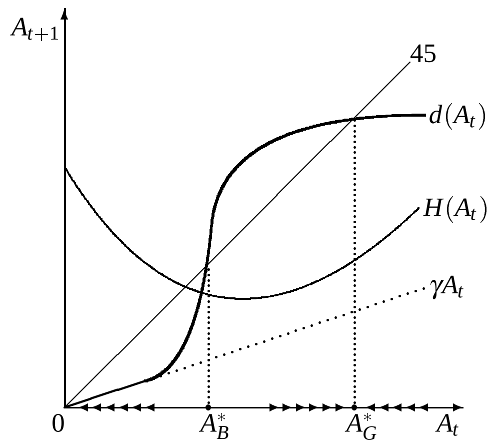


図 3: 安定的な定常状態 (Case b)

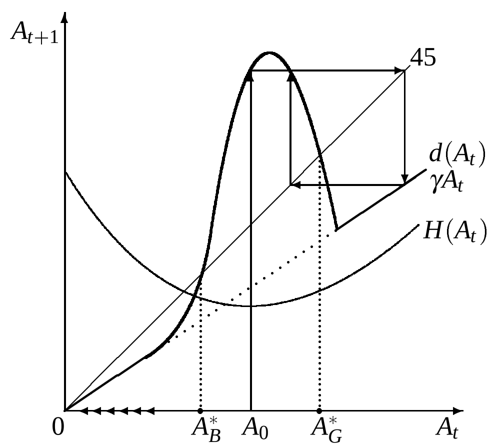


図 4: 景気循環 (Case c)

高めること (λ の上昇) や労働環境の改善 (κ^I の下降) を誘導する政策はシナリオ (a) を導く．また，人的資本蓄積のコストを高める (教育費 T に対する課税等) 政策も同様である．

一方，逆の政策を取れば，シナリオ (b) と (c) に経済を誘導できる．すなわち，インフォーマルセクタの環境が悪い時，また教育費が小さい時，経済成長の可能性が発生する．ここで，シナリオ (b) と (c) を分けるのは，ε と $\sigma\theta^{\varepsilon}/\delta^{\varepsilon-1}$ の値の大小関係である．ε が相対的に大きい時は，$F(A)$ が単調増加関数で $F'(+\infty)=0$ なので，安定的な定常均衡をもち，小さい時は $F(A)$ が逆 U 字型になるので振動的な定常均衡を持つ可能性がある．シナリオ (c) において経済が成長する経路に乗っているとき，発展の初期段階においては安定的に成長するが，ひとたび A が $\hat{A}$ を超えると，すなわち発展の成熟段階においては経済は景気循環を経験する．特に均衡が局所不安定の場合，経済は恒久的な景気循環に見舞われることになる．次の例は，恒久的な景気循環が発生するケースである．

例 1 (恒久的な景気循環) パラメーターの値を次のようにセットする．$\gamma=0.7, \delta=0.8, \varepsilon=1.3, \theta=0.7, \kappa^F=0.01, \kappa^I=0.02, \lambda=0.3, \sigma=8, T=11$．これは，$\theta^{\varepsilon}/\delta^{\varepsilon-1}\simeq 0.6725<1$ より仮定 *1* をみたす．また，$\varepsilon<\sigma\theta^{\varepsilon}/\delta^{\varepsilon-1}$ をみたすので，$F(A)$ は *one-peaked* になり，シナリオ *(a)* または *(c)* に対応する．さらに，$F(\hat{A})>\hat{A}$ を満たすのに十分な程，λ, T は小さく，κ は大きいので，シナリオ *(c)* であることは明らかである．数値計算より均衡はどちらも局所不安定であることが確認できるので，このとき経済は，恒久的な景気循環を体験することになる．図 *4* は，初期値を $A_0=1$ としたときの $t=100$ までの動学経路を，数値計算によって描いたものである．

系 1 は，インフォーマルセクターを抱える発展途上国が，深刻な問題に直面する可能性の存在を示唆するものである．なぜなら，いずれのシナリオにおいても，低開発の罠に陥る初期値の領域が存在するからである．このとき，命題 1 が指摘している通り，生産性は低下し，すべての個人の厚生は悪化し，かつ人口は都市部へ集中し続ける．この都市化をより詳しく見ると，(21)(22)(23) 式より，地方と都市フォーマルの住人が，インフォーマルセクターへ移動することによって都市化が進行していることがわかる．この結果は，多くの発展途上国において見られる，特に Sub-Saharan Africa において顕著である “成長なき都市化”問題を説明していると考えられる．図 6 はこのような罠に陥った国々における，人口比率，失業率，各主体の厚生の時間を通じた動きを表している[14]．

[14]失業率を μ で表すことにする．その定義は，$\mu\equiv(1-\lambda)I/(F+I)$ で与えられるとする．生産活動に従事していない人々を失業者とみなす，という仮定が反映されている．(21)(22) 式より，明らかに，μ は A に関する減少関数である．

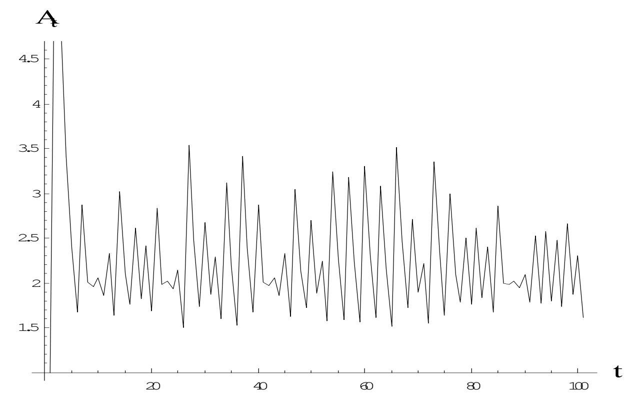


図 5: 持続的な循環の一例

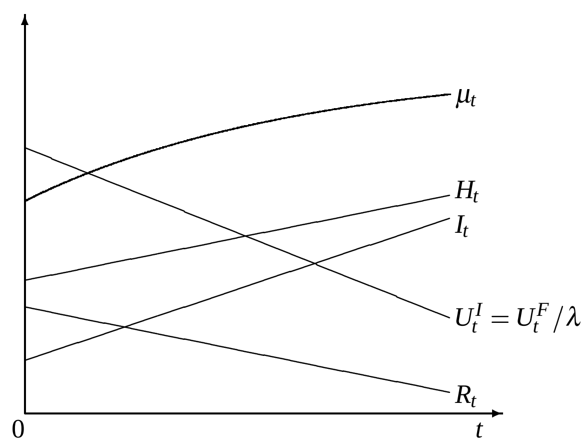


図 6: 罠に陥っている経済の動学経路

結果 1 罠に陥った経済においては，図 *6* に描かれているように，インフォーマルセクター内の個人の厚生が悪化し続けているのにもかかわらず，地方とフォーマルセクターからインフォーマルセクターへの人口移動が持続している．また，その結果失業率も悪化している．この経済には，初期の生産性の水準によっては，厚生が悪化するにもかかわらずインフォーマルセクターに個人が集中するメカニズムを内包している．これは，実際の発展途上国が直面している都市の肥大化 *(*図 *1* の左上に位置する国々*)* の一因を説明しているものと考えられる．

一方で，初期の生産性が十分高く，かつケース *(b)* にいる経済は，パラメーターの値に依存して，先進諸国がかつて経験したような，都市化をともなう経済成長を経験する．その様子は図 *3* に描かれている．

本研究は，さらに，この問題に直面している国々において，すべての国民の厚生が日増しに悪化し続けていることを示唆しており，この問題への対処の必要性を提案している．(21)(25) 式によると，インフォーマルセクター内の企業家を規制したり，労働環境を悪化させたり，地方と都市間の生産性ギャップを小さくしたりするような政策が，経済成長の促進にとって有効である．しかし，ε が相対的に小さい時は，成長経路が振動的になることも明らかになっているので，その点も考慮に入れるべきであろう．

5　結論

多くの発展途上国において，肥大する都市部，特に都市部インフォーマルセクターの拡大の問題は深刻である．本論文は，経済成長を達成してない途上国が，持続的な都市化，インフォーマルセクターの拡大を経験している背景にあるメカニズムを明らかにすることを目的とした．

モデルは，2 つの地域と 3 つのセクターからなる．キーとなる設定は，インフォーマルセクター内に少数の小規模経営の企業家が存在する点と，彼らが差別化された中間財を自身の労働から生産する能力を有する，というものである．この仮定の下で，われわれは次の結果を得た．

(1) 低開発の罠がパラメーターに関係なく存在する．より詳しく，経済には，生産性の初期値に関してある範囲が存在して，そこに属する点からスタートすると，生産性が時間を通じて低下し続ける．このような罠に陥っている時，時間を通じて，すべての主体の厚生が悪化し，都市失業率は上昇し，加えてインフォーマルセクターの拡大による都市化が進行する．ここで，罠に陥った経済では，(2) インフォーマルセクターの個人の厚生が悪化し続けているのにもかかわらず，地

方とフォーマルセクターからインフォーマルセクターのへの人口移動 (および，それによって引き起こされ都市化) が持続している．

また，フォーマルセクターとインフォーマルセクターの間の代替の弾力性が十分低い時，発展の成熟段階においては，(3) 動学システムは振動的な軌道を持つ．あるパラメーターの下では，恒久的な景気循環が発生する．

補論

A. 補題 1 の証明

MA 条件 (20) 式より，$U^F = U^R$．これに，(3) 式と (9) 式を代入すると，(22) 式が導出される．$\lambda U^I + (1-\lambda)U^{IU} = U^R$ に，(3)(17)(16) 式を代入し，$w^F/\bar{P} = \delta A + T + \kappa^F$ であることに注意すると，(21) 式が導出される．(23) 式は，労働市場需給均衡条件より明らかである．ここで，十分大きな N を仮定しているので，$F + I < N$ が常に成立していることに注意せよ．||

B. 補題 2 の証明

$f'(A) = (T+\kappa^F)/(\delta A + T + \kappa^F)^2$ より，明らか．||

C. 補題 3 の証明

(21) 式より，$\eta = \left[\kappa^I / \left((\sigma-1)(1-\theta)^{\frac{\varepsilon}{\varepsilon-1}}\right)\right]^{\sigma-1}$ とすると，

$$F'(A) = \frac{\delta\sigma^\sigma\eta}{\lambda} f(A)^{\varepsilon-1} f'(A) \left[1-\theta^\varepsilon f(A)^{\varepsilon-1}\right]^{\frac{\sigma-2\varepsilon-1}{\varepsilon-1}} \left[\varepsilon - \theta^\varepsilon f(A)^{\varepsilon-1}\sigma\right].$$

補題 2 より，任意の $A \geq 0$ について，$f > 0$，$f' > 0$ かつ $1-\theta^\varepsilon f(A)^{\varepsilon-1} > 0$．よって，$\varepsilon > \sigma\theta^\varepsilon f(A)^{\varepsilon-1}$ のとき F は増加関数である．$A = 0$ のときは明らかに $f' > 0$．f は増加関数なので，$\lim_{A\to+\infty} \varepsilon - \sigma\theta^\varepsilon f(A)^{\varepsilon-1} > 0$ ならば任意の $A \geq 0$ について増加的である．そうでない時，F が one-peaked になることは明らかである．

$f'(0) = (T+\kappa^F)^{-1}$，$f(0) = 0$ より $F'(0) = 0$．$f'(+\infty) = 0$，$f(+\infty)$ より $F'(+\infty) = 0$．||

D. 命題 1 の証明

(25) 式と補題 3 より，3 つのケースが存在することは明らか．

各主体の効用は，MA 条件 (20) 式より，地方と都市フォーマルにおいては δA である．インフォーマル内のヨーマン企業家の効用は，$\delta A/\lambda$ で，失業者の効用は 0 である．したがって，技術水準 A と各主体の効用は正の関係がある．

都市化の程度は，$(F+I)/N$ で与えられる．(21)(22) 式より，

$$\frac{F+I}{\eta N} = H(A) \equiv \left[1-\theta^\varepsilon f(A)^{\varepsilon-1} + \delta\sigma^\sigma \left[\theta f(A)\right]^\varepsilon \left[1-\theta^\varepsilon f(A)^{\varepsilon-1}\right]^{\frac{\sigma-1}{\varepsilon-1}-1}\right],$$

と表すことができる．ここで，$H(0)=1$，$H(+\infty)\in(0,C)$, $C<+\infty$ を確認できる．簡単な微分の作業により次式を得る．

$$
\begin{aligned}
H'(A) &= \theta^{\varepsilon} f'(A) f(A)^{\varepsilon-1}\left[1-\theta^{\varepsilon} f(A)^{\varepsilon-1}\right]^{\frac{\sigma-\varepsilon}{\varepsilon-1}} \bar{H}(A),\\
\bar{H}(A) &= \delta\sigma^{\sigma}\varepsilon - \frac{\sigma-1}{f(A)} - \frac{\delta\sigma^{\sigma}(\sigma-\varepsilon)}{\theta^{-\varepsilon} f(A)^{1-\varepsilon}-1}.
\end{aligned}
$$

これと補題 2 より，$\bar{H}(A)<(\geq)0$ ならば $H(A)<(\geq)0$ である．いま，十分 0 に近い $\tilde{A}>0$ が存在して，$\forall A\in(0,\tilde{A})$, $H'(A)<0$ をみたすことを示すことができる．実際，$A\to 0$ のとき，$-(\sigma-1)/f(A)$ は $-\infty$ に近づき，常に負の値をとる．一方，$\delta\sigma^{\sigma}(\sigma-\varepsilon)/\left[\theta^{-\varepsilon} f(A)^{1-\varepsilon}-1\right]$ はゼロに近づく．よって，十分ゼロに近い値をとれば，$\bar{H}(A)$ は負になる．したがって，経済が持続的に後退 (A がゼロに収束) している時は，最終的には必ず $H'<0$ となり，都市化と後退を同時に経験するに至る．$\|$

関連研究

[1] BENCIVENGA, V. R. and SMITH, B. D. (1997), “Unemployment, Migration, and Growth”, *Journal of Political Economy*, **105** (3), 582-608.

[2] BERTINELLI, L. and BLACK, D. (2004), “Urbanization and Growth”, *Journal of Urban Economics*, **56**, 80-96.

[3] CHAUDHURI, S. (2000), “Rural-Urban Migration, the Informal Sector, Urban Unemployment, and Development Plicies: A Theoretical Analysis”, *Review of Development Economics*, **4** (3), 353-364.

[4] CICCONE, A. and MATSUYAMA, K. (1996), “Start-up Costs and Pecuniary Externarities as Barriers to Economic Development”, *Journal of Development Economics*, **49**, 33-59.

[5] CICCONE, A. and MATSUYAMA, K. (1999), “Efficiency and Equilibrium with Dynamic Increasing Aggregate Returns due to Demand Complementarities”, *Econometrica*, **67** (3), 499-525.

[6] FAFCHAMPS, M. and HELMS, B. (1996), “Local Demand, Investment Multipliers, and Indeustrialization: Theory and Application to the Guatemalan Highlands”, *Journal of Development Economics*, **49**, 61-92.

[7] FAY, M. and OPAL, C. (2000), "Urbanization without Growth; A not so uncommon Phenomenon", *Working Papers – Macroeconomics and Growth. Stabilization, monetary/fiscal policy*, World Bank.

[8] GALOR, O. and TSIDDON, D. (1997), "The Distribution of Human Capital and Economic Growth", *Journal of Economic Growth*, **2**, 93-124.

[9] GUPTA, M. R. (1993), "Rural-Urban Migration, Informal Sector and Development Policies: A Theoretical Analysis", *Journal of Development Economics*, **41**, 137-151.

[10] HARRIS, J. R. and TODARO, M. (1970), "Migration, Unemployment and Development: A Two-Sector Analysis", *American Economic Review*, **60**, 126-142.

[11] LEWIS, W. A. (1954), "Economic Development with Unlimited Supplies of Labour", *Manchester School*, **28**, 139-191.

[12] LUCAS, R. (1988), "On the Mehcanics of Economic Development", *Journal of Monetary Economics*, **22**, 3-42.

[13] MATSUYAMA, K. (1995), "Complementarities and Cumulative Process in Models of Monopolistic Competition", *Journal of Economic Literature*, **33**, 701-729.

[14] MATSUYAMA, K. (1999), "Growing through Cycles", *Econometrica*, **67(2)**, 335-347

[15] MURATA, Y. (2002), "Rural-Urban Interdependence and Industrialization", *Journal of Development Economics*, **68**, 1-34.

[16] MURPHY, K. M., SHLEIFER, A. and VISHNY, R. W. (1989), "Industrialization and the Big Push", *Journal of Political Economy*, **97** (5), 1003-1027.

[17] RODRIGUEZ-CLARE, A. (1996), "The Division of Labor and Economic Development", *Journal of Development Economics*, **49**, 3-32.

[18] ROMER, P. (1990), "Endogenous Technological Change", *Journal of Political Economy*, **98** (2), S71-S102.

[19] ROSENSTEIN-RODAN, P. (1943), "Problems of Industrilization of Eastern and Southeastern Europe", *Economic Journal*, **53**, 202-211.

[20] SETHURAMAN, S. V. (1981), *The Urban Informal Sector in Developing Countries*, International Labour Office, Geneva.

[21] TODARO, M. (1969), "A Model of Labour, Migration and Urban Unemployment in Less-Developed Countries", *American Economic Review*, **59**, 138-48.

[22] YOUNG, A. (1993), "Invention and Bounded Learning by Doing", *Journal of Political Economy*, **101**, 443-472.

[23] 下川雅嗣 (1998), 「都市インフォーマルセクターでの事業機会と農村都市間労働移動 (フィリピン経済のケーススタディ)」,『アジア経済』, **39** (6), 23-42.

第4章
インフォーマルセクターと工業化

要旨

この研究は，発展途上国におけるインフォーマルセクターと工業化の関係を分析するために，小国開放，工業化モデルを構築する．そこでは，利潤を追い求める技術導入企業によって工業化の水準が内生的に決定され，インフォーマルセクター内には少数の小規模企業が存在する．

この経済では，差別化された中間財の間の，また差別化されたインフォーマルセクター企業家の間の代替の弾力性の水準によって，複数均衡が発生する可能性を指摘する．均衡が一意に存在するケースでは，フォーマル，インフォーマル間の代替が十分高いとき，工業化企業が必要とするスタートアップコストが小さくなるとき，工業化の水準が低くなることを明らかする．このとき，スタートアップコストを大きくするといった，工業化セクターの参入障壁を高めるような政策が工業化促進に対して有効である．また，各個人がインフォーマルセクターに移住した際に事業機会を持つ確率を高める政策とフォーマルセクターへの移住規制政策も，同様に有効である．

1　イントロダクション

現在，工業化を遂げていない発展途上国の多くは，都市部インフォーマルセクターの拡大を経験している．この，工業化なき都市化は，発展途上国における深刻な問題の 1 つであろう．では，インフォーマルセクターの存在が工業化に与える影響はどのようなものであろうか．過大なインフォーマルセクターを抱える国々にとって，効率的な工業化政策はどのようにデザインされるべきなのだろうか．または，インフォーマルセクターは，工業化に対して一切の影響を与えないのだろうか．

これらの疑問に答えるべく，われわれはインフォーマルセクターを明示的に導入した工業化モデルを構築した．本研究のキーは，第 1 に，インフォーマルセクターの構造に焦点を当て，インフォーマルセクター内に少数の企業家の存在を認めた点である，第 2 に，Romer(1990) などの内生的成長理論と同様に，差別化された中間財のタイプを知識であるとみなし，これが拡大することを工業化であると考えた．独占利潤を追求する技術導入企業が無数に存在し，それらは一定のスタートアップコストを払うことによって，自由に，差別化された中間財セクターへ参入することができる．

このような設定の下で，次の事実を明らかにした．フォーマル，インフォーマルセクターの間の弾力性とフォーマルセクター内の差別化されたインプットの間の弾力性とのギャップ，インフォーマル企業家間の弾力性とのギャップ，これらが同符号である時，均衡は一意に存在する．しかし，異符号である時，複数均衡の可能性が浮上する．均衡の一意性を仮定したとき，フォーマル，インフォーマル間の代替の程度が十分高いならば，技術導入のスタートアップコストが低下したとき，工業化の水準が後退する．このとき，技術導入 (工業化) セクターへの参入を規制するためにスタートアップコストを大きくする政策，各個人がインフォーマルセクターに移住した際に事業機会を持つ確率を高める政策，およびフォーマルセクターへの移住規制政策が，工業化促進の観点から有効である．逆のケースにおいては，技術導入セクターへの参入促進，インフォーマルセクター内での事業機会の制限，および教育費補助政策が，工業化を促進する．

関連研究に関して，本研究から 2 つの系譜をたどることが可能であろう．1 つは，都市部インフォーマルセクターと地方ー都市間の人口移動に関する研究で，Todaro(1969)，Harris and Todaro(1970) に端を発する．彼らのモデルでは，都市部の賃金が一定で，労働者は，都市部の高い賃金を求めて人口移動するが，そこで職を得られるものは限られており，残りはインフォーマルセクターの住民 (失業者) となる．人口移動は，農村部の限界生産性の価値 (賃金) と都市部の期待利得が均衡するまで行われることになる．このようなフォーマルセクターの高賃金に起因する人口移動は，途上国の現実を十分に反映しているだろう．しかし，インフォーマルセクターは，フォーマルセクターでの就業に失敗した労働者が，最低生存水準 (a subsistence level) の所得を得る場所として描かれており，極端に単純化されていた．下川 (1999) は，この点の改善を試みた数少ない理論的研究の 1 つである．しかし，そこでのインフォーマルセクター企業家は，一定量の中間財を供給する主体としてのみ描かれており，インフォーマル企業家の最適化行動の記述としては不十分であったかもしれない．そこで，このモデルでは，インフォーマルセクター内の少数の企業家はそれぞれ差別化されたインフォーマル中間財を，限界効用と限界不効用が一致するレベルで供給すると考えた．

第 2 には，独占的競争を取り入れた工業化モデルとしての側面である．Murphy, Shleifer, and Vishny(1989) は工業化モデルを構築し，複数均衡と低開発の罠の可能性を指摘した．そこでは，セクター間の補完性にともなって総需要のスピルオーヴァが存在し，すべてのセクターで工業技術が採用される均衡と非工業技術が採用される均衡が存在し，後者の均衡が選択された状態を低開発の罠であるとみなした．

また，最近になって，Murata(2002) は，独占的競争をともなう静学的な二重経

済モデル構築した．そこで，低開発の罠が発生する可能性について，既存研究を十分に踏まえた，詳細な分析をおこなった．Murata(2002) は，このようなモデルにおいて発生する低開発の罠を 2 種類に分類した，1 つは supply-driven traps，もう 1 つは demand-driven traps である．前者は，動学的なフレイムワークにおいて，Ciccone and Matsuyama(1996, 1999) によって分析されている．そこでは，労働と合成中間財の間の代替の弾力性と各中間財の間の代替の弾力性の大小によって，中間財のヴァラエティ(もしくは，その生産要素の投資財部門) に関して動学的収穫逓増 (動学的非凸性) が発生することを明らかにした．後者については，Fafchamps and Helms(1996) が重要である．かれらは，エンゲルの法則に注目し，消費者の農業財需要に対する所得弾力性の大きさと，低成長の罠を発生との関係を分析した．Murata(2002) は，二部門 (二重) 経済における低開発の罠を以上のように分類し，静学的フレイムワークを構築し，それらを統一的に分析した．

以下の構成について，第 2 章ではモデルが提示され，第 3 章は均衡分析に割かれる．第 4 章は，追加的な仮定の下でより詳細な比較静学を行う．最後に，第 5 章は結論が述べられる．

2　モデル

経済は，2 地域，4 部門からなる．より正確には，農村と都市部の 2 地域が存在し，都市部はフォーマル中間財セクター，インフォーマル中間財セクター，および技術導入セクターの 3 セクターからなる．技術導入セクターはフォーマル中間財セクターのサブセクターであると考える．したがって，そこでの就業者は同じ賃金を受け取り，フォーマルセクターの人口には，サブセクターである技術導入セクターの労働者も含まれる．

インフォーマルセクターには 2 つのタイプの労働者が存在し，それぞれ，差別化された中間財を生産する企業家と生活最低水準の所得を得る失業者である．各セクターは，次の 2 点において異なる．第 1 に，生産される財の種類が異なる，農村では農業財が，都市部では工業財が生産される．第 2 に，労働供給の仕組みにおいて異なる．インフォーマルセクターにおいてのみ，自身の労働供給量を決定することができる．そのほかのセクターにおいては 1 単位の労働を非弾力的に供給する．

サイズ N の経済主体が存在し，最初に労働を供給する地域を決定し，その後，労働を供給し，農業財と工業財を購入する．地域の決定の際，彼らは人口移動裁定に参加する，すなわち，各地域の期待効用を勘案して，労働を供給する地域を決定する．

発展途上国が主な分析対象である点を鑑み，小国開放経済を仮定する．この経済には資本，信用は存在しない．農業製品と工業製品に対する国際市場が存在し，それぞれ，国際価格 P_A, P_M で，自由に売買することが可能である．また，都市部で生産される中間財に関しては，国家間の移動ができないものとする．

各消費者の効用関数は，次のよう特定化する．

$$U^j = (Y_A^j)^\alpha (Y_M^j)^{1-\alpha} - \kappa^j l^j.$$

ここで，$j = R, F, I, IU$ でそれぞれ農村 (地方) セクター，都市フォーマル，都市インフォーマル企業家，インフォーマル失業者のインデックスであるとする．U^j，Y_A^j，Y_M^j，κ^j，および l^j を，それぞれ，セクター j の効用水準，農業製品の消費量，工業製品の消費量，労働の限界不効用の水準，および労働供給量であるとする．地方セクターと都市フォーマルセクターにおいては，労働は非弾力的に 1 単位供給されるので，$l^R = l^F = 1$ である．簡単化のため，$\kappa^j = \kappa, \forall j$ とするが，この仮定をはずしても結果は変わらないことを示すことは容易である．各地域における所得を m^j で表すと，効用関数を，

$$U^j = \frac{\hat{\alpha}}{P} m^j - \kappa^j l^j, \tag{1}$$

と書くことができる．ここで，$P_A / P_M = 1$ となるように基準化したうえで，$P \equiv P_A = P_M$ としている．また，$\hat{\alpha} \equiv \alpha^\alpha (1-\alpha)^{1-\alpha}$ である．

2.1 農業セクター

農村では，農業財が生産されており，その技術は次の生産関数で与えられる，

$$\hat{Y}_A = AR, \tag{2}$$

で与えられるとする．A は農村の生産性，$\hat{Y}_A$ は農業財の生産量である．R は地方で投入される労働の量であるとする．したがって，R は地方の人口に他ならない．これより，地方における賃金は，$w^R = AP$ である．w^R は地方の賃金である．

地方の消費者は，労働を 1 単位非弾力的に供給した後，財を購入する．(1) 式より，効用関数は $U^R = \frac{\hat{\alpha}}{P} w^R - \kappa$ である．地方に住む消費者の間接効用は

$$U^R = \hat{\alpha} A - \kappa, \tag{3}$$

である．

2.2　都市部工業セクター

都市部においては，フォーマルセクターとインフォーマルセクターにおいて生産された中間財が投入され，工業財が生産されている．いずれのセクターの生産性も内生的に決定されるが，次の 2 点において異なると仮定する．1 つは，生産性決定のメカニズムである．フォーマルセクターにおいては，差別化された生産工程のヴァラエティがフォーマルセクター内の技術導入企業によって開発されるので，フォーマルセクターの生産性は，独占利潤を追い求める技術導入企業の活動によって，内生的に決定される．一方で，インフォーマルセクターにおいては，一部の労働者がそれぞれ小規模企業家として振る舞い，差別化された中間財を自身の労働のみを使用して生産する．このような企業化をヨーマン型企業家とここでは呼ぶことにする．したがって，インフォーマル中間財セクターの生産性は，そのようなヨーマン企業家のサイズに依存するだろう．

もう 1 つの差異は，労働供給量決定の仕方である．フォーマルセクターの労働者は，あるフォーマル中間財セクターで，1 単位の労働を非弾力的に供給するのに対して，インフォーマルセクターの労働者は 2 つのタイプに分かれる．1 つは差別化された中間財を生産する企業家で，もう 1 つは最低生存水準の所得を受け取る主体である．後者は，経済の生産活動には影響を持たない．一方で，前者になるものはヨーマン型企業家として振舞う，すなわち，消費から得られる限界効用と生産からこうむる限界不効用が一致するように労働供給量を決定する．この設定は，労働供給量の決定に関しては，フォーマルセクターの労働者よりも，インフォーマルセクターの住人のほうがより自由であるというアイディアを反映したものに他ならない．これは，現実のある側面を捉えている．フォーマルセクターの労働者の労働時間は，自身の労働からこうむる不効用とは別に，企業内部の人間関係などの制約によって下に有界であるだろうし，法律や制度などの理由によって上に有界でもある．これに対して，小規模経営，しばしば家族による経営によって生産活動が行われているインフォーマルセクターにおいては，そのような制約はもはやない．したがって，インフォーマル企業家は，あたかもヨーマンのように，自分の労働からこうむる不効用のみを勘案して，労働供給量を決定する．われわれの仮定は，このような現状を簡単化したものである．

いま，フォーマルセクターとインフォーマルセクターの間の代替の弾力性を一定であるとすると，工業財生産の技術は，

$$\hat{Y}_M = \left[\theta (X^F)^{\frac{\varepsilon-1}{\varepsilon}} + (1-\theta)(X^I)^{\frac{\varepsilon-1}{\varepsilon}}\right]^{\frac{\varepsilon}{\varepsilon-1}}, \tag{4}$$

と表すことが可能である．ここで，$\theta \in (0,1)$ はフォーマルセクターとインフォーマルセクターの生産性の比率，X^F はフォーマル中間財の投入量，X^I はインフォー

マル中間財の投入量であるとする．$\varepsilon > 1$ はフォーマルとインフォーマルの間の代替の弾力性である．

フォーマル中間財の価格とインフォーマル中間財の価格を，それぞれ，Q_F, Q_I で表すとすると，一階の条件より，

$$X^I = \left(\frac{1-\theta}{\theta}\right)^{\varepsilon} \left(\frac{Q^F}{Q^I}\right)^{\varepsilon} X^F, \tag{5}$$

をえる．また，均衡においては，限界費用と価格が等しくなくてはいけないので，

$$\theta^{\varepsilon}(Q^F)^{1-\varepsilon} + (1-\theta)^{\varepsilon}(Q^I)^{1-\varepsilon} = P^{1-\varepsilon}. \tag{6}$$

2.2.1　都市フォーマルセクター

フォーマルセクターにおいては，j をインデックスとする差別化された生産工程の合成によって，中間財が生産されている．無数に存在する技術導入企業は，スタートアップコストとして b 単位の労働投入を行えば，新たな生産工程をこの発展途上国に導入し，独占利潤を手に入れることが可能である．したがって，各生産工程 j における価格設定は独占的で，その独占利潤とスタートアップコストが一致するように，利用可能な生産工程のサイズは決定される．技術導入セクターはフォーマルセクターの一部なので，フォーマル中間財生産に従事する者も技術導入セクターに雇われる者も同じ賃金，w^F を受け取り，フォーマルセクターの総労働供給を F で表すとすると，F は両者における就業者数の合計である．

その生産工程のサイズを n とし，代替の弾力性一定の技術を仮定すると，

$$X^F = \left[\int_0^n x^F(j)^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} dj\right]^{\frac{\sigma}{\sigma-1}}. \tag{7}$$

$\sigma > 1$ は生産工程の間の代替の弾力性，$x^F(j)$ は生産工程 j における労働投入量である．n の水準は，工業財セクターのフォーマルセクターにおける生産性を意味しているので，これを工業化の水準とみなして問題はないだろう．(7) 式より，各技術独占者が直面する需要関数は，

$$x^F(j) = X^F \left(\frac{Q^F}{q^F(j)}\right)^{\sigma},$$
$$Q^F = \left[\int_0^n q^F(j)^{1-\sigma} dj\right]^{\frac{1}{1-\sigma}},$$

で与えられる．$q^F(j)$ は工程 j の価格である．ここで，需要の価格弾力性は σ であることに注意せよ．

各生産工程 $j \in [0,n]$ について，1 単位の労働投入が 1 単位の $x^F(j)$ を生み出すという技術を仮定すると，

$$Q^F = \frac{\sigma w^F}{\sigma - 1} n^{\frac{1}{1-\sigma}}, \tag{8}$$

である．これより，$x^F(j) = X^F n^{\frac{\sigma}{1-\sigma}}$ なので，

$$\pi(j) = \frac{w^F x^F(j)}{\sigma - 1} = \frac{w^F X^F n^{\frac{\sigma}{1-\sigma}}}{\sigma - 1},$$

である．いま，技術導入のスタートアップコストは bw^F なので，自由参入によるゼロ利潤条件は，

$$n = \left[\frac{X^F}{b(\sigma - 1)}\right]^{\frac{\sigma-1}{\sigma}}, \tag{9}$$

で与えられる．

フォーマルセクター全体の労働需要は $n(x^F + b)$ なので，(9) 式を利用すると，次の 2 式が導出される．

$$X^F = (\sigma - 1)\left(\frac{F}{b^{\frac{1}{\sigma}}\sigma}\right)^{\frac{\sigma}{\sigma-1}}, \tag{10}$$

$$n = \frac{F}{b\sigma}. \tag{11}$$

これは，フォーマルセクターの人口と工業化の水準は正の関係があり，技術導入セクターのスタートアップコスト，b が小さいほど，直接的には，技術導入が進み，工業化が促進されることを示している．しかし，フォーマルセクターのサイズ，F を通じた間接的な効果の存在によって，最終的に小さいスタートアップコストがどのような効果を持つのかは，不明である．この点を明らかにすることは本研究の重要な目的の 1 つである．

最後に，フォーマルセクターで労働を供給するためには，教育費用として，一定のコスト，Pe を支払わなくてはいけないと仮定すると，フォーマルセクターの間接効用は，

$$U^F = \frac{\hat{\alpha}}{P}(w^F - Pe) - \kappa, \tag{12}$$

である．ここで，教育費用は工業財と農業財によって支払われると仮定している．

2.2.2 都市インフォーマルセクター

インフォーマルセクターに移動することを決定する労働者は，まず，確率ショックを受ける．λ の確率で差別化中間財を生産できる企業家になる才能を有し，$1-\lambda$

の確率で生存最低水準の所得 $\underline{w} = 0$ を受け取るとする．インフォーマルセクターの人口を I と書くことにする．この企業家が供給する中間財の合成は，各企業家のインデックスを $\omega \in [0, \lambda I]$ とし，

$$X^I = \left[\int_0^{\lambda I} x^I(\omega)^{\frac{\rho-1}{\rho}} d\omega \right]^{\frac{\rho}{\rho-1}}, \tag{13}$$

であるとする．各 ω 間の代替の弾力性は一定で，$\rho > 1$ であるする．各ヨーマン型企業家が，それぞれ，差別化された中間財を供給するので，インフォーマル中間財のヴァラエティは λI であることは明らかである．$x^I(\omega)$ は企業家 ω が供給するインフォーマル中間財の量である．この式は，生産性の決定メカニズムが，フォーマルセクターとは異なることを意味している．フォーマル中間財セクターの生産性は，独占利潤を追い求める技術導入企業の参入によって決定されていたが，インフォーマル中間財セクターの生産性は，インフォーマルセクターのサイズに依存している．

(13) 式より，需要関数

$$x^I(\omega) = X^I \left(\frac{Q^I}{q^I(\omega)} \right)^{\rho}, \tag{14}$$

が導出される．$q^I(\omega)$ は企業家 ω が生産する中間財の価格である．ここで，$(Q^I)^{1-\rho} = \int_0^{\lambda I} q^I(\omega)^{1-\rho} d\omega$ も成立している．この需要関数を所与として，各インフォーマルセクター企業家はヨーマンとして，限界効用と限界不効用が一致する水準で労働供給を行う．より正確には，(1) 式より，次の問題に直面する．ω に関する対称性より，ω を省略すると，

$$\begin{aligned}
\max_{l^I, x^I} \quad & U^I = \frac{\hat{\alpha}}{P} m^I - \kappa l^I, \\
\text{s.t.} \quad & q^I x^I = m^I, \\
& x^I = l^I, \\
& x^I = X^I \left(\frac{Q^I}{q^I(\omega)} \right)^{\rho},
\end{aligned}$$

1 単位の労働供給が 1 単位の中間財を生み出す，という技術が仮定されている．農村セクター，都市インフォーマルセクターの労働者は労働供給が $l = 1$ と一定であったのに対して，ここでの小規模企業家は，労働供給量を自由に選択することができるのが反映されていることに注意する必要がある．この問題の解は次の通

りである．

$$q^I = \frac{P\kappa\rho}{\hat{\alpha}(\rho-1)}, \tag{15}$$

$$Q^I = \frac{P\kappa\rho}{\hat{\alpha}(\rho-1)}(\lambda I)^{\frac{1}{1-\rho}}. \tag{16}$$

以上より，このヨーマン企業家の間接効用関数は,

$$U^I = \frac{\kappa X^I(\lambda I)^{\frac{\rho}{1-\rho}}}{\rho-1}, \tag{17}$$

となる．これより，インフォーマルセクターの規模が大きくなると，インフォーマル企業家の効用水準が低下することがわかる．

インフォーマルセクターの残りの部分に関しても，記述する必要がある．インフォーマルセクターに移動した主体は，$1-\lambda$ の確率で最低生存水準，$\bar{w}$ の所得をかろうじて受け取る主体になる．本研究においては，彼らのことを失業者として定義する．いま，$\bar{w}$ は外生的に与えられており，彼らの労働供給量に依存しない．したがって，$l^{IU}=0$ が最適な水準である．いま，簡単化のため，$\bar{w}=0$ と基準化すると，失業者の効用はゼロになる，$U^{IU}=0$.

2.3 均衡

前のセクションでは，各セクターの労働者の行動を特徴付けた．ここでは，そこで得た条件に，人口移動裁定条件 (the migration arbitrage condition, the MA condition) と労働市場の需給均衡条件を加えることによって，モデルを閉じることにする．

MA 条件を，各セクターにおける期待効用が一致する水準まで人口移動が発生することを要請する条件として定義する．より詳しく，

$$U^R = U^F = \lambda U^I + (1-\lambda)U^{IU}. \tag{18}$$

また，労働市場の需給均衡条件は,

$$N = R + F + I, \tag{19}$$

で与えられる．

補題 1 均衡 (R,F,I,n) は次をみたす.

$$R = N - F - I, \tag{20}$$

$$F = Z_1(I;b,\hat{\lambda}) \equiv b\eta_1 \left[\hat{\alpha}^{1-\varepsilon} - \hat{\lambda}\eta_2 I^{\frac{\varepsilon-1}{\rho-1}}\right]^{\frac{\sigma-1}{\varepsilon-1}}, \tag{21}$$

$$F = Z_2(I;b,\hat{\lambda}) \equiv b^{\frac{\varepsilon-1}{\varepsilon-\sigma}}\hat{\lambda}^{\frac{\sigma-1}{\varepsilon-\sigma}}\eta_3 I^{\frac{(\sigma-1)(\varepsilon-\rho)}{(\rho-1)(\varepsilon-\sigma)}}, \tag{22}$$

$$n = \frac{F}{b\sigma}.$$

ここで，$\hat{\lambda} \equiv \lambda^{\frac{\varepsilon-1}{\rho-1}}\kappa^{1-\varepsilon}$，$\eta_1 \equiv \sigma^{\sigma}\theta^{\frac{\varepsilon(\sigma-1)}{1-\varepsilon}}\left[\frac{\hat{\alpha}(A+e)}{\sigma-1}\right]^{\sigma-1}$，$\eta_2 \equiv (1-\theta)^{\varepsilon}\left(\frac{\rho}{\rho-1}\right)^{1-\varepsilon}$，$\eta_3 \equiv \left[\frac{(A+e)^{\varepsilon}}{\hat{\alpha}A-\kappa}\right]^{\frac{\sigma-1}{\varepsilon-\sigma}}\left[\frac{\sigma^{\frac{\sigma}{\sigma-1}}(\rho-1)}{\sigma-1}\right]^{\frac{(\varepsilon-1)(\sigma-1)}{(\varepsilon-\sigma)}}\left[\frac{\hat{\alpha}(1-\theta)}{\theta\rho}\right]^{\frac{\varepsilon(\sigma-1)}{\varepsilon-\sigma}}$.

証明

補論 A. をみよ．‖

補題 1 より，均衡における (F,I) は，(21)(22) 式の交点によって与えられることがわかる．$\varepsilon > 1$ と仮定しているので，Z_1 は右下がりである．また，$Z_1(0) = b\hat{\alpha}^{1-\sigma}\eta_1$，$Z_1\left[\hat{\alpha}^{1-\rho}(\hat{\lambda}\eta_2)^{\frac{1-\rho}{\varepsilon-1}}\right] = 0$ である．それに対して，(22) の傾きの符号はパラメーターに依存する．明らかに，$\varepsilon < (>) \sigma,\rho$ のとき，右上がりになる．このとき，図 1 に描かれているように，$Z_2(0) = 0$ であるので，均衡 (F^*,I^*) は一意に存在する．

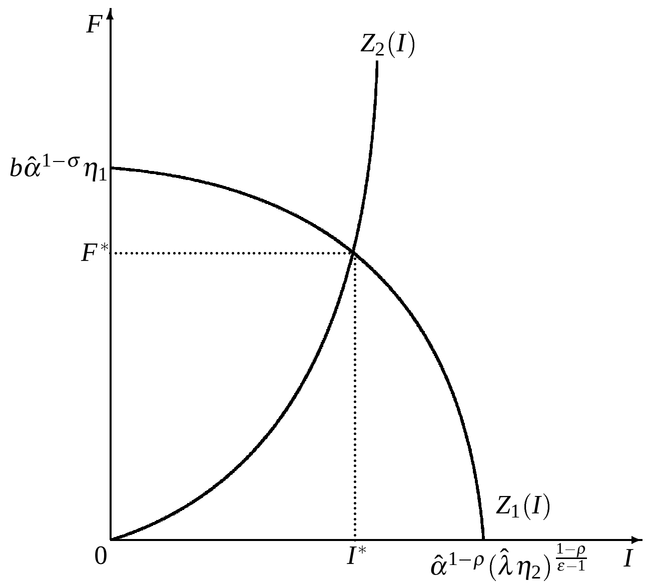
これに対して，$\sigma < \varepsilon < \rho$ または，$\sigma > \varepsilon > \rho$ の時は，Z_2 が右下がりになることから，複数均衡が発生する可能性がある．図 2 に描かれているように，2 つの均衡，(F_L^*,L_L^*) と (F_H^*,I_H^*)，が存在するかもしれない．$n = F/(b\sigma)$ より，明らかに，(F_H^*,L_H^*) のほうがより工業化が進行している．したがって，この経済は潜在的に低工業化の罠に陥る可能性を持っていると考えられる．

以上をまとめると，

命題 1 $\varepsilon < \sigma,\rho$ または $\varepsilon > \sigma,\rho$ ならば，均衡 (R^*,F^*,I^*) は必ず存在し，一意である．

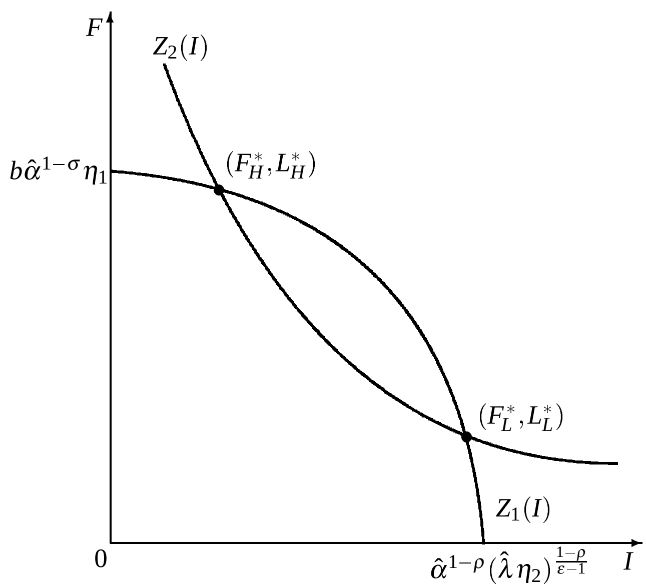
$\sigma < \varepsilon < \rho$ または $\sigma > \varepsilon > \rho$ ならば，複数均衡が発生し，低工業化の罠に陥る可能性がある．

命題 1 は，フォーマルセクターとインフォーマルセクターの間の代替の弾力性の大きさを基準とした時に，フォーマルセクター内の代替の弾力性とインフォーマルセクター内の代替の弾力性の大きさの差が均衡の一意性を決定付ける上で，重要な役割を持つことを意味している．本研究の興味は，工業化とインフォーマルセクターの関係にあるので，これ以降は，均衡の一意性を仮定して議論を進める．



F
$Z_2(I)$
$b\hat{\alpha}^{1-\sigma}\eta_1$
F^*
$Z_1(I)$
0
I^*
$\hat{\alpha}^{1-\rho}(\hat{\lambda}\eta_2)^{\frac{1-\rho}{\varepsilon-1}}$
I

図 1: 均衡



F
$Z_2(I)$
$b\hat{\alpha}^{1-\sigma}\eta_1$
(F_H^*, L_H^*)
(F_L^*, L_L^*)
$Z_1(I)$
0
$\hat{\alpha}^{1-\rho}(\hat{\lambda}\eta_2)^{\frac{1-\rho}{\varepsilon-1}}$
I

図 2: 複数均衡

政策変数として，まずは技術進歩セクターのスタートアップコスト，b を取り上げることにする．b が小さいとき技術導入セクターの参入障壁は低く，b が大きいときは参入障壁が高い．いま，工業化の水準を引き上げるための政策手段として，b をターゲットにした政策を行うことを考える．

命題 2 (スタートアップコストに対する政策の効果) 均衡における工業化水準を $b^* \equiv F^*/(b\sigma)$ とすると，$\varepsilon > \sigma$ の時，n^* は b に関して増加的である．$\varepsilon < \sigma$ の時，減少的である．

証明

補論 B をみよ．||

この命題が意味するところは，フォーマルセクターとインフォーマルセクターの間の代替の弾力性が十分高いならば，課税や規制等によって技術導入のスタートアップコストを小さくした方が，技術導入の水準，n^* が高くなる，ということである．逆のケースでは，スタートアップコストを大きくした方が，より工業化が進む．前者のケースは，技術導入者に対する教育や助成金といった，通常の意味での工業化政策が逆の結果を導く可能性を示唆しており，興味深い．これは，技術導入企業に対する規制を強める政策がむしろ有効である状況が存在することも，同時に示唆している．

3　工業化政策

前章では，(1) 低工業化の罠が発生する可能性があることと，(2) フォーマルセクターとインフォーマルセクターの間の代替の程度が十分に高い時，工業化セクターの参入コストを大きくする等，参入を規制する方向の政策が，工業化の水準をより高くすることが明らかにされた．ここでは，そのほかのパラメーターについての比較静学を行う．特に，各個人がインフォーマルセクターに移住した際に事業機会を持つ確率 (インフォーマル企業家の割合)，λ と都市フォーマルの教育コスト，e に注目する．分析を簡単にするために，次の仮定をおく．

仮定 1　　$\sigma = \rho$.

この仮定はアドホックにみえるが，いくつかの数値計算によって，本研究の結果に大きな影響を与えないという結果を得ることができる．また，われわれは

政策の工業化に対する効果			
政策	技術導入への参入促進 ($b\downarrow$)	企業家の割合増加 ($\lambda\uparrow$)	教育費補助 ($e\downarrow$)
$\varepsilon > \sigma$	$-$	$+$	$-$
$\varepsilon < \sigma$	$+$	$-$	$+$

表 1: 政策の工業化に対する効果

θ の比較静学に興味がないので，$\theta = 0.5$ と基準化する．補題 1 より，

$$n = \sigma^{\sigma}\theta^{-\frac{\varepsilon(\sigma-1)}{\varepsilon-1}} \frac{(A+e)^{\frac{\varepsilon(\sigma-1)}{\varepsilon-\sigma}}}{(A+e)^{\frac{\sigma-1}{\varepsilon-\sigma}} + \left(b\hat{\lambda}\hat{\alpha}^{\sigma-1}\right)^{\frac{\sigma-1}{\sigma-\varepsilon}}(\hat{\alpha}A-\kappa)^{\frac{\varepsilon-1}{\varepsilon-\sigma}}}, \tag{23}$$

が導出される．これより，インフォーマル企業家の割合を高める政策とインフォーマルセクターへの移住を規制する政策 (教育費を高める税金など) は，同じ方向の効果を持つことが明らかである．より詳しく，$\varepsilon > \sigma$ の時，それらの政策は工業化を促進するが，そうでない時，逆に工業化を阻害する．命題 2 の結果とあわせてまとめたものが，表 1 である．これより，工業化を促進する政策は，

$\varepsilon > \sigma$ 技術導入セクターの参入規制，インフォーマル内での事業機会の増加，フォーマルへの移住規制

$\varepsilon < \sigma$ 技術導入セクターの参入促進，インフォーマル内での事業機会の制限，教育費補助

となる．したがって，経済のファンダメンタルズが異なると，工業化に必要とされる政策の方向はまったく逆になるかもしれない．この結果は，インフォーマルセクターの拡大を抱える多くの発展途上国の工業化を考える上で，一定の意味を持つと思われる．

フォーマルとインフォーマルの間が十分に代替的であれば，インフォーマルセクターを改善する政策が工業化に対して有効である．しかし，代替の程度が低い時は，インフォーマルセクター内企業家の存在は，工業化にとってネガティブな存在となり，事業機会を規制する政策が有効になる．したがって，以上よりこの論文は，いずれの政策をとるにしても，その経済のフォーマルセクターとインフォーマルセクターの関係を良く見極めたうえで，適切な政策を選択しないと，逆に経済の工業化にネガティブなインパクトを与えかねない，ということを警告している．

4　結論

多くの発展途上国はインフォーマルセクターの拡大に直面している．同時に，より適切な工業化政策のデザインを必要としているだろう．本研究は，発展途上国の現状を加味して，インフォーマルセクターを伴う，小国開放工業化モデルを構築し，工業化を促進する政策の性質を分析した．フォーマルセクターの生産性は，独占利潤を追求する技術導入者の自由参入によって，インフォーマルセクターの生産性は，インフォーマルセクター内の少数の小規模企業家のサイズによって，内生的に決定されると仮定した．

この経済は，低工業化の罠に陥る可能性があることを指摘した．また，均衡が一意に存在する場合の，工業化促進に効果のある政策について，スタートアップコストに課税するなど，技術導入セクターの参入規制を行った方が，より技術導入が進み，工業化が促進される可能性が存在する．経済のファンダメンタルズに依存して，必要とされる工業化政策が大きく異なることが明らかになったことは，発展途上国の工業化を考える上で，一定の意味を持つと思われる．

補論

A. 補題 1 の証明

(5) 式を変形すると，(8)(10)(16) 式に注意すると，

$$(A1)\quad X^I=\left(\frac{\sigma^{\frac{\sigma}{\sigma-1}}b^{\frac{1}{\sigma}}}{\sigma-1}\right)^{\varepsilon-1}\left[\frac{\hat{\alpha}(1-\theta)(\rho-1)w^F}{P\theta\kappa\rho}\right]^{\varepsilon}(\lambda I)^{\frac{\varepsilon-1}{\rho-1}}F^{\frac{\sigma-\varepsilon}{\sigma-1}}.$$

(6) 式に，(8)(16)(11) 式を代入し，w^F について解くと，

$$(A2)\quad w^F=\theta^{\frac{\varepsilon}{\varepsilon-1}}(\sigma-1)\left(\frac{F}{\sigma^{\sigma}b}\right)^{\frac{1}{\sigma-1}}\left[P^{1-\varepsilon}-(1-\theta)^{\varepsilon}\left(\frac{P\kappa\rho}{\hat{\alpha}(\rho-1)}\right)^{1-\varepsilon}(\lambda I)^{\frac{\varepsilon-1}{\rho-1}}\right]^{\frac{1}{1-\varepsilon}}.$$

(A1)(A2) を，間接効用関数 (12)(17) 式に代入すると，

$$(A3)\quad U^F=\theta^{\frac{\varepsilon}{\varepsilon-1}}(\sigma-1)\left(\frac{F}{b\sigma^{\sigma}}\right)^{\frac{1}{\sigma-1}}\left[\hat{\alpha}^{1-\varepsilon}-\hat{\lambda}\eta_{F2}I^{\frac{\varepsilon-1}{\rho-1}}\right]^{\frac{1}{1-\varepsilon}}-\hat{\alpha}e,$$

$$(A4)\quad U^I=\left[\frac{\sigma^{\frac{\sigma}{\sigma-1}}b^{\frac{1}{\sigma-1}}(\rho-1)}{\kappa(\sigma-1)}\right]^{\varepsilon-1}\left[\frac{\hat{\alpha}w^F(1-\theta)}{P\theta\rho}\right]^{\varepsilon}(\lambda I)^{\frac{\varepsilon-\rho}{\rho-1}}F^{\frac{\sigma-\varepsilon}{\sigma-1}}.$$

最後に，(3)(A3)(A4) と MA 条件，(18) 式をあわせると，(21)(22) 式が導出される．より詳しく，$U^R = U^F$ に (3)(A3) を代入して整理すると (21) 式が，$U^R = \lambda U^I$ に (3)(A4) を代入して整理すると (22) が導出される．‖

B. 命題 2 の証明

(21)(22) 式と $n = F/(b\sigma)$ より，均衡における n と I は,

$$n = \sigma^{-1}\eta_1 \left[\hat{\alpha}^{1-\varepsilon} - \hat{\lambda}\eta_2 I^{\frac{\varepsilon-1}{\rho-1}}\right]^{\frac{\sigma-1}{\varepsilon-1}},$$
$$n = b^{\frac{\sigma-1}{\varepsilon-\sigma}}\sigma^{-1}\hat{\lambda}^{\frac{\sigma-1}{\varepsilon-\sigma}}\eta_3 I^{\frac{(\sigma-1)(\varepsilon-\rho)}{(\rho-1)(\varepsilon-\sigma)}},$$

を満たす．これより明らかである．‖

関連研究

[1] CICCONE, A. and MATSUYAMA, K. (1996), “Start-up Costs and Pecuniary Externarities as Barriers to Economic Development”, *Journal of Development Economics*, **49**, 33-59.

[2] HARRIS, J. R. and TODARO, M. (1970), “Migration, Unemployment and Development: A Two-Sector Analysis”, *American Economic Review*, **60**, 126-142.

[3] MURATA, Y. (2002), “Rural-Urban Interdependence and Industrialization”, *Journal of Development Economics*, **68**, 1-34.

[4] MURPHY, K. M., SHLEIFER, A. and VISHNY, R.W. (1989), “Industrialization and the Big Push”, *Journal of Political Economy*, **97** (5), 1003-1027.

[5] ROMER, P. (1990), “Endogenous Technological Change”, *Journal of Political Economy*, **98** (2), S71-S102.

[6] TODARO, M. (1969), “A Model of Labour, Migration and Urban Unemployment in Less-Developed Countries”, *American Economic Review*, **59**, 138-48.

[7] 下川雅嗣 (1998), 「都市インフォーマルセクターでの事業機会と農村都市間労働移動 (フィリピン経済のケーススタディ)」,『アジア経済』, **39** (6), 23-42.

結語と今後の研究テーマ

本研究が提示した結論を，簡単に振り返った後，今後行われるであろう研究の内容に関して，若干の言及を加えることによって，結語とする．

第 1 章で提示されたモデルは，無限期間生きる消費者を伴う内生的成長モデルに，イノベーションがすべてのセクターにおいて使用されるまでには一定の時間が必要とされるというアイディア (技術波及のタイムラグ) を導入したものであった．ここでは，大域的な均衡経路の非決定性によって，景気循環を伴う持続的な経済成長が達成する可能性が指摘された．安定的に経済成長を遂げるためには，経済主体の期待形成をうまくコントロールするか，R&D セクターのスタートアップコストを十分に小さくするような政策が有効であった．

第 2 章では，2 期間生存する消費者をともなう世代重複モデルを構築した．そこでは 2 種類のイノベーションが存在し，プロダクトイノベーションを消費財のバラエティの拡大として，プロセスイノベーションを消費財生産で使用される中間財の質の改善として導入した．この経済においては，プロダクトイノベーションとプロセスイノベーションが交互に活発になりながら，成長循環が発生する．これは，経営学における生産性ジレンマに関する言及を補完するものである．

第 3 章と第 4 章では，発展途上国におけるインフォーマルセクターと経済発展の関係を分析した．いずれの章においても，インフォーマルセクターを単に失業者の集合として扱っていない．インフォーマルセクター内に小規模経営の企業家の存在を認めている．第 3 章は，都市フォーマルセクターにおいて人的資本蓄積が蓄積されることによって，内生的に技術進歩が発生する経済を分析した．初期の生産性が低すぎると，生産性が時間を通じて低くなるという意味において，低開発の罠の存在が指摘された．罠にはまった経済は，すべての主体の厚生の悪化とインフォーマルセクターの拡大による都市部の肥大化を同時に経験することになる．この結果は，発展途上国における問題としてしばしば指摘される “成長なき都市化”現象と整合的であるだろう．

最後に，第 4 章は，インフォーマルセクターと工業化の関係を明らかにするために，インフォーマルセクターを明示的に導入した工業化モデルを構築した．この経済においも，複数均衡による低工業化の罠が発生する可能性があることが明らかになった．しかし，より重要なのは，一意的な均衡に関する比較静学によって得られた政策的含意である．フォーマルセクターとインフォーマルセクターの間の代替の弾力性が十分に大きい時，技術導入セクターのスタートアップコストを高めるといった，技術導入セクターの参入規制を行う政策が，より技術導入，工業化を促進するという逆説的な現象が起こる可能性があることが指摘された．

このような経済においては，各個人がインフォーマルセクターに移住した際に事業機会を持つ確率を高める政策，フォーマルセクターへの参入規制といった政策も，同様に，工業化を促進する．一方，弾力性が小さいときは，通常の意味での工業化政策，技術導入セクターの参入障壁を低くするような政策が，工業化に対して効果的である．このとき，インフォーマルセクターにおける事業の制限や教育費補助といった政策もまた，工業化政策として有効に機能する．

今後の研究テーマについて，簡単にコメントする．第 1 章の論文に関連して，第 1 章のモデルは知的所有権の保護の不完全性を仮定していたが，この仮定をはずしたとき (技術波及のタイムラグのみに注目した時)，またこの仮定のみを残した時に，経済成長に対するインプリケーションはどのように変更されるのかどうか，これらの点に関して分析するだろう．第 2 章に関しては，プロダクトーノベーションとプロセスイノベーションの相互作用を，より明示的に説明できるモデルを構築するべきであろう．例えば，プロダクトイノベーションによって利用可能な財のサイズが拡大し，それによって，プロセスイノベーションに対する需要が拡大し，プロセスイノベーションが活発になる．プロセスイノベーションの活発化によって，スタートアップコストが低下し，それがプロダクトイノベーションを促進する，といったメカニズムが内在するモデルを構築する，といったことが考えられる．第 3 章と第 4 章については，収穫逓増を仮定しないより一般的なモデルにおいても，同様の結論を確認することができるかどうか，確かめる必要があるだろう．また，消費者による消費と貯蓄の選択が存在する動学モデルによって，同様のテーマを分析することも重要な課題であろう．これは，農村一都市間人口移動を明示的に取り入れた，無限期間生きる消費者を伴うモデルや世代重複モデルを構築することに他ならない．