

MMRC
DISCUSSION PAPER SERIES

No. 497

産業競争力と「緩やかな淘汰」
—基本概念と数理モデルを用いたシミュレーション分析—

東京大学大学院経済学研究科

藤本 隆宏

東京大学大学院経済学研究科

前川 諒樹

東京大学大学院経済学研究科

岩尾 俊兵

2017 年 3 月

 **MONOZUKURI** 東京大学ものづくり経営研究センター
MMRC Manufacturing Management Research Center (MMRC)

ディスカッション・ペーパー・シリーズは未定稿を議論を目的として公開しているものである。
引用・複写の際には著者の了解を得られたい。

<http://merc.e.u-tokyo.ac.jp/mmrc/dp/index.html>

Industrial competitiveness and “mild selection” : Basic concept and mathematical simulation Takahiro Fujimoto, Ryoki Maekawa, and Shumpei Iwao (The University of Tokyo)

Abstract : This paper explores the concept of *industrial competitiveness* and get insights on its dynamics and typology through a series of simulations based on the logic of survival analysis. *Competitiveness* here is defined as a subject's ability to be selected, including (i) *profit performance* of firms selected by capital markets, (ii) *market (surface-level) performance* of products selected by product market, (iii) and *productive (deep-level) performance* of sites or "genba" selected by firms, which compose a multi-layer structure of competitiveness.

Next, we defined an *industry* as a collection of manufacturing sites, or genba, that develop and/or produce products of similar designs, and describe *industry competitiveness* or *industry performance* by the shape of the distribution of market performances (e.g., prices) of the products or productive performances (e.g., productivities) of the sites within the industry in question.

We then classified basic situations of industrial competition into four types: ① *intense domestic competition* (Alchian type); ② *intense international competition* (Ricardo type); ③ *mild domestic competition* (Hotelling type); ④ *mild international competition* (Clark-Fujimoto type) and regarded the distribution of productive performances of surviving sites (genba), after a period of such competitions, as representing this particular industry's deep-level competitiveness.

To analyze the dynamics of industrial competitiveness, we used an analogy of *survival analysis*, assumed *Ricardian cost functions* with unit prices as market performance indicators and physical labor productivities (inverse of labor input coefficients) as productive performance indicators, and made some predictions regarding the shapes of their distributions in the above four cases.

Finally, we made a set of simulation models based on survival analysis and examined if there are any specific set of parameters that can reproduce the predicted patterns of the four cases mentioned above. We made simulation models of survival analysis with the survival functions that follow exponential distribution, each site's *unit cost gaps* against the minimum cost sites as covariates, and parameter β_1 of the exponential distribution as *intensity of competition*. Assuming that pre-competitive performance distribution of a given industry and country follows a truncated normal distribution, we observed the shape of the distribution of surviving sites after a certain period of competition by a series of simulations of survival analysis by adjusting such parameters as competition intensity, wage rates, and the initial distribution of labor input coefficients. We also analyzed the relations between the above-mentioned simulation parameters and found that, as the value of competition intensity increases, genba's survival rate rapidly decreases and approaches from 1 to 0, apparently following cumulative exponential distribution curve. We also found that, when international competition is not intense, the survival rates of genba in the country that is on average less competitive in Ricardian cost competition increases -- what we may call "border-crossing."

Key Words : surface-level competitiveness, deep-level competitiveness, industrial competitiveness, survival analysis, simulation analysis Ricardian cost function, mild selection, competitive intensity.

産業競争力と「緩やかな淘汰」

—基本概念と数理モデルを用いたシミュレーション分析—

藤本隆宏、前川諒樹、岩尾俊兵（東京大学経済学研究科）

要約：本稿は、産業競争力の概念を明らかにし、また生存時間解析のシミュレーション分析によって、産業競争力の類型と発現過程に関する洞察を得ることを目的とする。ここでは競争力を「選ばれる力」と定義し、企業が資本市場に選ばれる力を収益力、製品が製品市場に選ばれる力を「表の競争力」、現場が企業に選ばれる力を「裏の競争力」とする多層的な競争力の構造を示す。次に設計論に立脚した広義のものづくり論にもとづき、「産業」を同類の設計の製品の集合体、あるいはそれを生産する現場の集合体と規定する。以上の概念規定に基づき、1産業の表の競争力を、当該産業を構成する製品群の表の競争力（価格など）の分布の形状、1産業の裏の競争力を、当該産業を構成する現場群の裏の競争力（物的生産性など）の分布の形状と定義する。以上が産業競争力の定義である。

次にこの定義にしたがい、国内・国際競争の軸と競争強度の軸による4つの競争状況、すなわち「①厳しい国内競争（アルシアン的状況）」「②厳しい国際競争（リカード的状況）」「③緩やかな国内競争（ホテリング的状況）」「④緩やかな国際競争（クラーク・藤本的状況）」に分け、各々について、一定の競争期間後に存続する1国1産業の現場群の分布の形状が「産業競争力」を表すものと規定する。その際、生存時間解析のアナロジーを用い、またリカード的費用関数を仮定し、表の産業競争力を製品群の単位コスト（提示価格）の分布、裏の産業競争力を現場群の物的労働生産性（労働投入係数の逆数）の分布と考え、上記4つの競争状況について、現場群の生産性の分布形に関する予想をたてた。

次にこの予想を確認するために、実際に生存時間解析のシミュレーション・モデルを作成し、上記の4つの状況における一定期間競争後の予想生産性分布が再現できることを確認した。具体的には、各現場の存続期間が、最低コスト現場とのコストギャップを共変量とする指数分布に従うような生存関数を仮定し、そのパラメータ β_1 を競争強度（淘汰圧）とみなし、競争開始前の1国1産業の労働投入係数の分布を切断正規分布で表現し、リカード型費用関数でのコスト競争が一定期間続いた後の存続現場の生産性分布を観察した。

最後に、上述のシミュレーションのパラメータ間の関係について追加的考察を行った。第1に、競争強度 β_1 を0起点から高めていくと現場生存率が1から急速に下がり0に漸近するという累積指数分布に近い関係が観察された。第2に、国際競争における2国の賃金率(w_A, w_B)と現場生存率との関係を調べ、リカード的コスト競争において平均すれば比較劣位な国の現場も「緩やかな競争」では生存可能性が高まるという「越境」現象を確認した。

キーワード：表の競争力、裏の競争力、産業競争力、生存時間解析、シミュレーション分析、リカード型費用関数、緩やかな淘汰、競争強度

1. 競争力の概念

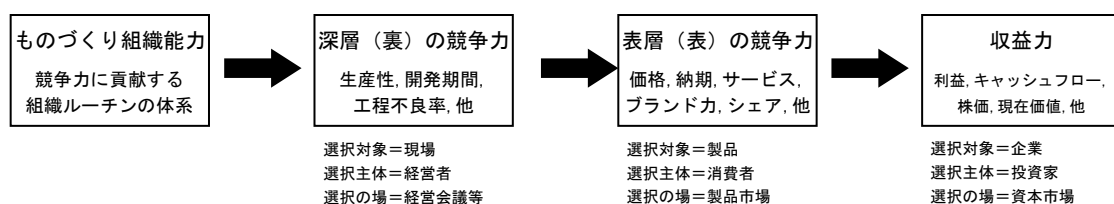
はじめに：本稿では、産業の競争力について考える。産業競争力（industrial competitivenessあるいは industrial performance）の国際的な比較に関しては、MIT の産業生産性委員会（The MIT Commission on Industrial Productivity）による *Made in America*（Dertouzos, et al.1989）、そのいわば日本版である『メイド・イン・ジャパン』（吉川弘之監修・Japan Commission on Industrial Performance 編 1994）、あるいは MIT Industrial Performance Center による一連の著作（Lester, R.L., 1998; Berger, S. and the MIT Industrial Performance Center 2005、他）など、多くの実証的な研究成果が存在するが、産業競争力という概念そのものに関する分析は必ずしも十分ではない。そこで本稿では、いったん競争力や産業といった基礎概念に戻って、その整理を試みる。

競争と競争力：まず、競争（competition）および競争力（competitiveness）の概念について、この言葉の一般的な用法に即して考えてみよう。本稿において、「競争」とは、選択者の自由意思を前提とした上で、ある基準に基づいて「選ばれるための被選択者の行為」を指す。この文脈で「競争力」とは「選ばれる力」のことを指す。

言い換えれば競争力とは、選択者から観察可能で、その自由選択の判断に影響を与えるような選択対象（被選択者）の特性、あるいはその選択の結果を指す。したがって、競争力について考えるためには、第 1 に「選択の対象」（＝競争主体）、第 2 に「選択の場」、第 3 に「選択の主体」を特定する必要がある。これらの定義なしに「競争力一般」という概念は存在しない。

競争力の多層構造：以上の一般的な定義に基づき、まず、企業の競争行動の観点から、競争力を 3 層に分けて考察しよう（図 1：藤本 2004 他）。

図 1 競争力の多層構造



注：単純化のため、競争力に影響を与える他の環境要素は捨象した。

①**企業の競争力：**ある企業の株や債券が資本市場で投資家に選ばれる力を「収益力」と呼ぶ。この場合、選択対象（競争主体）は企業全体、選択の場は資本市場、選択主体は投資家である。たとえば当該企業における各種の利益率、キャッシュフロー率、株価などがこれに当たる。

②**製品の競争力：**ある企業の供給する製品が製品市場で顧客に選ばれる力を「表層（表）」

の競争力」と呼ぶ。この場合、選択対象（競争主体）は製品（その製品を担当する部署）、選択の場は製品市場、選択主体は消費者（顧客）である。たとえば当該製品の価格、納期、総合品質などがこれに当たる。

③現場の競争力：ある製品を作る現場が、企業的意思決定の場で、存続すべき現場として経営者に選ばれる力を「深層（裏）の競争力」と呼ぶ。この場合、選択対象は現場、選択の場は経営的意思決定の場、選択主体は経営者である。たとえば当該現場における各種の物的生産性、生産・開発リードタイム、製造品質などがこれに当たる。

いずれにせよ、現代の企業、製品、現場は多くの場合、多数の製品を多数の顧客に継続的に作り続け、売り続けるという繰り返し競争を展開しており、製品を 1 回売って終わりという性質のものではない。したがって、継続的な存在である企業、製品、現場にとって、競争力とは、単に選択主体によって 1 回選ばれるだけではなく「選ばれ続ける力」である。例えば上述の「収益力」とはある企業の株や債券が資本市場で選ばれ続ける力、「表の競争力」は製品市場でその企業の製品が選ばれ続ける力、そして「裏の競争力」は、ある現場がある製品を開発・生産する場として経営者に選ばれ続ける力だと言えよう。進化経済学の文脈においては、競争力は、選択（selection）のみならず保持（retention）にも関わる存続の力なのである（藤本 1997、Fujimoto 1999）。

2 産業の競争力とは何か

現場と産業の競争力：次に、視点を企業から産業に移し、産業の競争力について考えてみよう。一般に特定の 1 産業とは、同種の設計情報を持つ製品の集合体、あるいはそうした製品群を生産し開発する現場の集合体である。したがって産業の競争力とは、表層の競争力に注目するなら特定の製品群の競争力の全体的傾向、深層の競争力に注目するなら特定の現場群の競争力の全体的傾向のことだと考えることができる。

産業には「現場」と「製品」という二面性があり、1 国の 1 産業は、同種の現場（事業所）の集合体とも、同種の製品（事業）の集合体とも見る事が出来る。したがって、1 国 1 産業の競争力を、現場群の「裏の競争力」の分布の特性、および製品群の「表の競争力」の分布の特性として論じることが、論理的には問題なからう。具体的には、存続している個々の現場や製品のデータを国ごと産業ごとに集計し、その平均やばらつきを比較分析すればよい。ただし、企業全体の競争力である「収益力」の場合は、産業や国境を跨る多角化企業や多国籍企業の利益データを集計しても 1 国の 1 産業の収益力は把握できない。

以上をまとめるならば、第 1 に、ある国のある産業における「裏の競争力」とは、その国に存続する同種の現場群の全体的あるいは平均的傾向である。第 2 に、「表の競争力」とは、それらの現場で生産された同種の製品群の平均的傾向である。第 3 に、多くの企業が多角化・多国籍化した状況においては、企業の収益を集計しても産業の収益力は測れない。以上の三点について、順次確認していくことにしよう。

表（表層）の産業競争力：まず「表の産業競争力」であるが、それは前述のように「製

品の競争力」を同種製品について集計した結果である。したがって、あるカテゴリーに属する製品のうち、国内の事業所で生産（あるいは開発）された品種の出荷量または出荷額を集計し、その輸出比率や世界シェアをもとに、「事後の表の競争力」の強さを評価することが出来る。また、その背後にある価格や納期など「事前の表の競争力」についても、その平均とばらつきを集計し、他国の同種製品と比較することで推定できる。

たとえば、日本に立地する事業所が出荷するX製品（例えば自動車）が大きな世界シェアをとり、しかも日本のX製品の貿易収支が黒字である場合（つまり日本の世界生産シェア>世界消費シェアである場合）、事後的に「日本のX産業は表の競争力が強い」と言える。

しかし、生産の世界シェアは大きくても、貿易収支が赤字な場合（例：1980年代の米国自動車産業）や国内製品の輸出競争力が弱い場合（例：2010年代の中国自動車産業）は、その1国産業は大きい、通常は「強い」とは言わない。逆に輸出比率が非常に高い製品でも、世界シェアが小さければ、ただちに「強い」とは言えない。保護貿易や輸出補助などの結果として世界シェアが高い場合も「強い」とは言わない。要するに、自由選択を前提に、実力が自ずと表れた結果としてのシェアや貿易収支でなければ、産業競争力の強さの証左にはならない。

以上を勘案しつつ、国内で生産された製品の出荷額をカテゴリー別に集計し、その輸出比率を主、世界シェアを従として各国間で比較すれば、「事後的な表の産業競争力」はある程度推定できる¹。

裏（深層）の産業競争力：次に「裏の産業競争力」について。「競争力＝選ばれる力」という本稿の考え方に基づくなら、1国の1産業の「裏の競争力」は、同種製品を供給するその国のものづくり現場群が、国内外の企業群に選ばれ続ける力である。

より正確に言うならば、本社の組織能力が高く、収益性・成長性の高い企業群に、現場として選んでもらう力、それが、ある国のある産業の「裏の競争力」である。強い製品を持ち、利益の出ている強い企業に選んでもらうのでなければ、そもそも、その製品、その企業が消えてしまうから、その産業は安定的に成立しない。逆に、本社能力の高い企業であっても、その国の現場を選択しなければ、その企業はその国に、産業としては存在しない。

既に見てきたように、裏の競争力は現場が分析単位であり、それは、あるものづくり現場が、企業の経営者に、その企業の拠点として選ばれる確率のことである。したがって事後的には、その国のその産業での世界生産シェアを見ることによって、当該産業の裏の競争力を推定できよう。また、1国1産業の生産現場、開発現場などの生産性、生産・開発リードタイム、品質などの平均とばらつきを他国と比較すれば、事前の判断指標としての裏の産業競争力が推定できる。

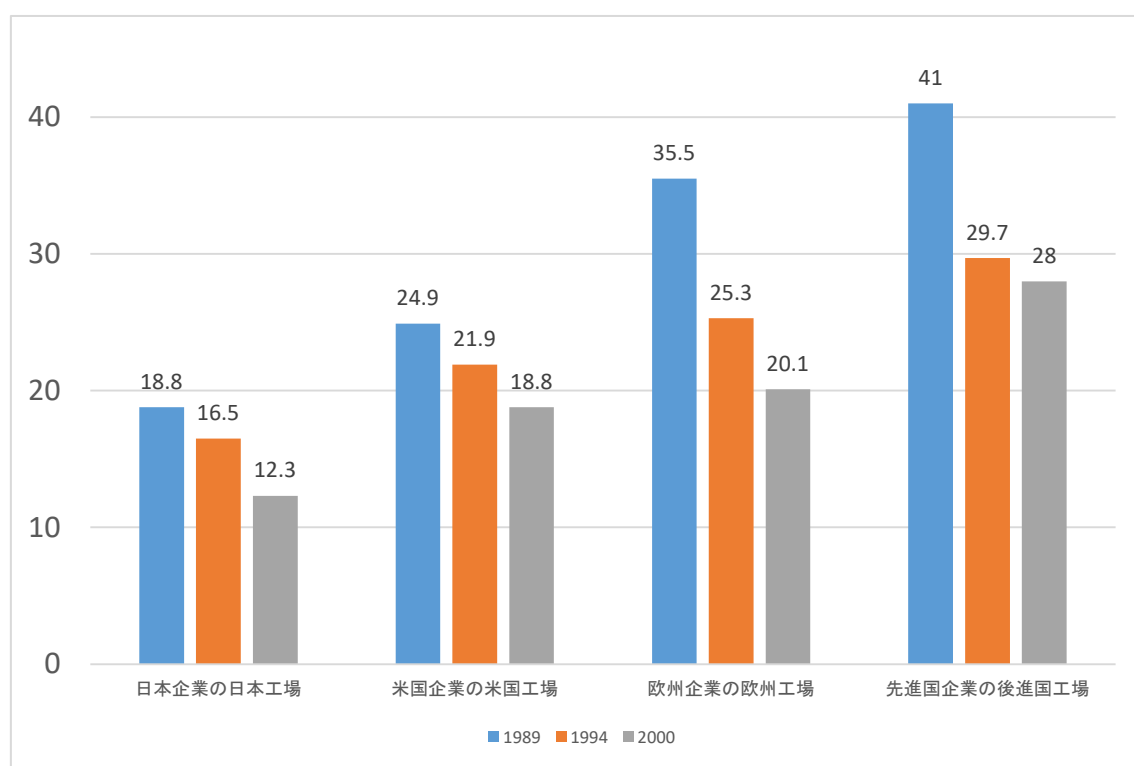
例として、国際自動車プログラム、およびハーバード大学・東京大学らのチームが計測し

¹ たとえば、2014年における世界自動車産業の生産台数は約9000万台で、生産台数で上位20位までの国が約100万台1%以上のシェアを有していたが、このうち、生産に占める輸出比率の高い国はほぼ半分ほどであった。

た、自動車の組立生産性、および製品開發生産性の比較結果を図に示す（Womack et al, 1990; Clark and Fujimoto 1991; Holweg and Pil 2005; 藤本・延岡 2006、他を参照せよ）。これらは、裏の産業競争力の国際比較の試みといえる。この結果、生産においても開発においても、日米欧の生産・開発現場の「裏の産業競争力」の平均の差が明らかになった（図 2、図 3）。

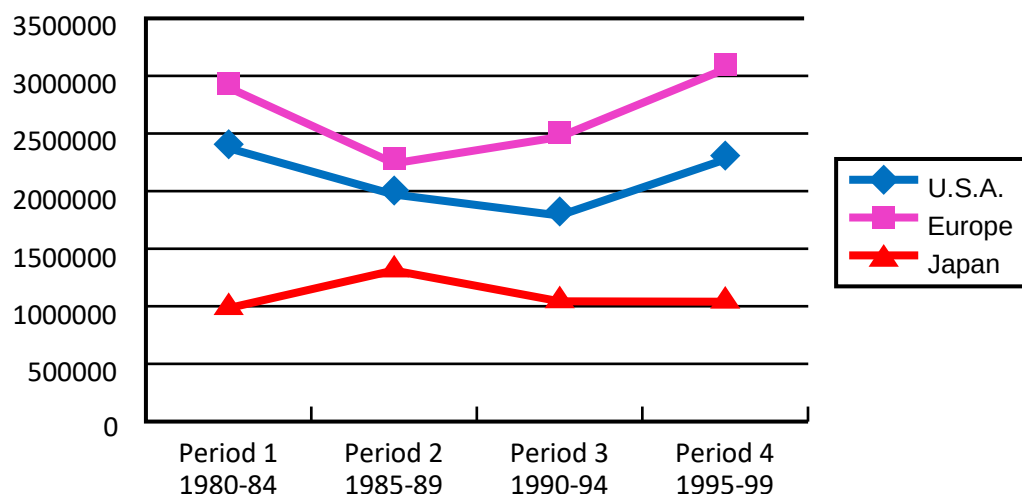
たとえば米国を拠点とした国際自動車研究（International Motor Vehicle Program; IMVP）の組立工場研究は、当時の日米欧主要国の自動車組立工場（生産現場）の物的労働生産性（製品・工程内容修正済みの 1 台当たり溶接・塗装・組立工数；単位は人・時/台）を測定し、地域ごとに比較した（図 2：Womack et al 1990; Holweg and Pil 2005）。

図 2 自動車の組立生産性（1 台当たり人・時）の国際比較



資料：M. Howleg & F. K. Pil, *The second century* (IMVP Survey)

図3 自動車の開發生産性



藤本、延岡、Thomke、グローバル自動車製品開発研究プロジェクト資料(延岡作図)

各地域内の個々の組立工場の生産性には当然ながらバラツキがあるのだが、地域ごとに平均の物的労働生産性を算出してみると、たとえば 1989 年の組立生産性（台当たり工数）では、日本の産業平均が約 17 人・時/台、米国が 25 人・時/台、欧州が 36 人・時/台で、日本の自動車産業が欧米に対して「裏の産業競争力」の優位を持つことが明らかになった。

一方、製品開発の生産性に関しても、Clark and Fujimoto (1991) や藤本・延岡 (2006) は、一次データの統計分析に基づき、1980 年代、90 年代を通じて、日本の自動車開発プロジェクトの平均開発工数は約 100 万人・時/プロジェクト、欧米は 200 万～300 万人・時/プロジェクトで、2 倍程度の差が長期的に存在したことを示した。また、こうした地域ごとの平均開發生産性の間には統計的に有意な差があった。

ちなみに、クラーク・藤本の製品開発研究では、29 プロジェクトのサンプルに対して多変量回帰分析を行い、製品内容や開発内製率、部品共通化率などについて修正した上で、日米欧の開發生産性等の地域平均差を地域ダミー変数の値で表現した。つまり、各地域の開發現場群（この場合はプロジェクト群）の競争力は同形の正規分布に従うとの仮定をおいて統計分析を行ったのである（Clark and Fujimoto 1991）。

このように、生産であれ開発であれ、個々の現場の競争力指標を測定し、各国（各地域）の産業ごとに集計し、その差とばらつきを見ることによって、産業競争力の国際比較が可能である。実際に自動車産業では、1980 年代から産業競争力の国際的な比較実証分析が行われてきたのである。

産業レベルの収益力：最後に、産業レベルにおける「収益力」、つまり利益パフォーマンスについて考えてみよう。ある企業のある国のある現場で開発あるいは生産されたある製品の利益を測定し、それを特定の国と製品に関して集計すれば、1 国の 1 産業の利益総額を集計することは、論理的には可能である。しかし、そうした「産業の利益総額」に関する

データは、実際にはほとんど利用可能ではない。

第1に、測定の問題がある。たとえばA国で開発し、B国で部品生産し、C国で組み立て、D国で販売した製品の利益をどのように各国の産業に帰属させるかを決めることは困難である。第2に、前述のように、多くが多角化・多国籍化した現代企業の利益データを集計しても、1国の1産業の利益はわからない。第3に、企業は収益を追求するが、産業はそもそも利益を追求しないので、「産業の収益力」という概念自体があまり大きな意味を持たない。一方、産業にとって重要なのは付加価値であり、その集計値は1国の国民総生産として集計される。

このように、産業レベルで収益力を論じることがあまり有効ではない。そこで本稿では、図1で示した三層の競争力体系のうち、現場の裏の競争力と製品の表の競争力の二項目のみに焦点を当てつつ、産業レベルでの競争力の分析を試みることにする。産業は現場や製品の集合体であり、したがって1国の1産業の競争力は、それに属する現場群や製品群の分布の特性（分布形や平均やばらつき）として把握されるものだ、というのが、前提となる産業競争力観である。

3 産業内における生産性の分布—生存時間解析の応用

産業内・国際間の生産性分布をどう説明するか：前節においては、自動車産業の実際の生産や開発の物的労働生産性に関して、①1国自動車産業内における個別現場の生産性のばらつき、②国際間における平均生産性の顕著な差（日本自動車産業の平均生産性の高さ）、③それにもかかわらず平均生産性の低い地域（米国と欧州）の自動車産業が存続していること、以上3つの実態認識を示した。それでは、こうした産業競争力の実際のパターンは、どのような競争プロセスを通じて発生しうるのだろうか。

むしろ現実の産業動態は極めて複雑であるが、おおよそどのような条件下で、こうした産業競争力の分布パターンが発生しうるのかについては、現場を個体とし、現場群の競争力の分布を再現する、ある種のシミュレーション分析によって、基本的な洞察を得ることができるのではないかと考えられる。

その一つの試みとして、本稿では生存時間解析（survival analysis）を応用する。生存時間解析とは、ある個体、たとえば患者や機械や工場や企業において、ある状態が終わる事象（イベント）、たとえば死亡、故障、閉鎖、倒産などを確率現象と考え、それが起きるまでの時間やその原因を分析する手法である。ここでは、ある国のある現場が競争力を失って閉鎖されることをイベントとみなし、そこまでの「工場の存続」について考えてみる。

生存時間解析では、ある状態が終わるイベントが生起する時刻は確率的に分布すると想定し、ある時点においてその終了イベントが起きていない、つまり当該状態が存続している確率を生存関数（survival function）で表す。生存関数には、事象の性格に応じてワイブル分布や指数分布が用いられることが多い。また、ある時点において次の瞬間に終了イベントが発生する確率をハザード関数（hazard function）と言う。ハザード関数が時刻にかかわ

らず一定のとき、生存関数は指数分布にしたがい、ハザードが大きいほどその個体の生存時間は短くなる。

生存時間解析は多くの場合、測定されたイベント発生データから生存関数や生存時間を統計的に推定するのに用いられるが、ここでの分析は逆に、ある生存関数を仮定し、それに基づくシミュレーション・モデルによってデータを派生させ、その発生したデータを観察し、ある時点において存続している個体群の分布の特徴を明らかにし、実際の現場の存続パターンと比較・照合するというものである²。

ここで「実際の現場の存続パターン」と筆者が呼ぶのは、近年の統計分析や数多くの現場実態調査を通じて認識された、(i) 工場の生存時間と、(ii) 存続個体の分布に関するパターンである。(i) 工場の生存時間に関しては、劣後企業に一定の猶予期間を与える「緩やかな能力構築競争」を想定する。すなわち、現実の現場間の国際競争では、競争力が弱いままの現場は徐々に衰退する傾向があるものの、すぐに消滅するわけではなく、能力再構築のためのいわば「執行猶予期間」、つまりある程度の生存時間を与えられるというのが、多くの産業現場を観察してきた筆者の実態認識である。

第二に、その結果として、競争が始まって一定期間を経過した後も、最強の現場の競争力に対して相当に劣る現場でも存続のチャンスがあり、その結果、その時点での存続個体群の競争力（たとえば生産性）には相当なばらつきが観察される。またこのばらつきは、1 国内の現場群のみならず、国境を跨ぐ国際的な現場群においても観察される（Womack et.al. 1990; Clark and Fujimoto 1991）。

モデルの概要：以上が、過去の現場観察や競争力測定から得られた「定型的事実」である。そこで以下においては、このような定期的事実と矛盾しないようなデータを、生存時間解析の特定のシミュレーション・モデルが発生させることができるかを見ていくことにする。

まず、大枠の分析枠組と予想を示す。ここで着目する現場の特性は、工場の物的労働生産性と製品の価格および単位コストである。

第一に、企業（事業）は、ある製品分野において、国内あるいは国際間で価格競争を行うものとする。実際には個別製品間には品質差が存在することが多いが、ここではそうした品質差を織り込み済みの価格のみで競争することとする。つまり、「表の競争」における製品の優劣は、価格という表の競争力で決まるものとする。

第二に、各企業の必要利益率（マークアップ率＝ r ）は、国際的に均一であり、したがって、製品の単位コストの大小がその製品の価格競争力に反映するものとする。

第三に、製品の単位コストに関しては、生産費がすべて直接労務費に還元されるというリカード型の費用関数（藤本・塩沢 2012）を採用する。したがってこの簡略化したモデルでは、価格という「表の競争力」に（生産費と利益率を介して）影響を与える「裏の競争

² 企業群などの生成・存続・廃止データから統計分析を行う社会科学的な研究は存在するが（Christensen, C.M., F.F. Suarez and J.M. Utterback 1998; 清水剛 1999）、工場の存続については、長期データの収集が容易でないこともあり、統計データに基づく実証研究はほとんど見当たらない。

力」は、物的労働生産性のみである。すなわち、仮に、第*i*国の第*j*工場の労働投入係数を a_{ij} （その物的労働生産性を $1/a_{ij}$ ）、第*i*国に共通の賃金を w_i 、国際的に共通のマークアップ率を r とすれば、第*i*国の第*j*工場が生産する製品（単純化のため1製品のみとする）の価格 p_{ij} は、 $p_{ij} = a_{ij}w_i(1+r)$ となる。これはリカードの費用式に他ならない。

第四に、各国の工場は、生産性向上（ a_{ij} の低減）という裏の競争すなわち能力構築競争を行うが、国際競争の場合、*i*国の現場には、為替レート換算済みの国際賃金差（ w_i/w_j ）といういわばハンデがつく。仮に、第1国の1*j*工場の物的労働生産性が第2国の2*k*工場の2倍だとしても（ $a_{1j}/a_{2k} = 1/2$ ）、第2国の賃金率が第1国の半分であれば、この $w_1/w_2 = 2$ という「賃金ハンデ」によって、1*j*工場の生産性優位は帳消しになってしまう。リカードの比較優位説のミクロ的な結果である（藤本・塩沢 2010）。工場間の国際的な能力構築競争とは、こうしたハンデ付きの競争である。

国境の有無と競争の強弱：国際的な表の競争（価格競争）と裏の競争（生産性競争＝能力構築競争）に関して、以上の仮定を置いた上で、本稿では、基本的に、以下の4つの状況を念頭に置いて生存時間解析のシミュレーションを行うことにする（表1）。ここでは2つの軸を考える。すなわち、第1に、国境が存在しない国内産業競争と、国境が存在する国際産業競争を区別する。いずれの場合も、1国内に複数の生産性の異なる現場群が存在している状況を、競争が本格化する前の初期状態として想定する。

第2に、競争による現場の淘汰が厳しい場合と、現場の淘汰が緩やかな場合を区別する。前者は、競争力において劣後する個体は直ちに消滅する「厳しい淘汰」を想定しているが、後者は、能力構築競争において、現場の存続努力に対し一定の猶予期間を認める「緩やかな淘汰」であり、実証的には本稿の立場に近い。

表 1 分析の枠組み

産業競争力と現場競争力—分析の枠組

	厳しい淘汰 (最適現場以外は存続できない)	緩やかな淘汰 (最適現場以外にも一定期間存続できる)
国境がない場合 (国内産業、あるいは 国境の消えた世界産業)	① 厳しい淘汰+ 国境が無い場合	③ 緩やかな淘汰+ 国境が無い場合
国境がある場合 (国境で仕切られた 世界産業)	② 厳しい淘汰+ 国境が有る場合	④ 緩やかな淘汰+ 国境が有る場合

注：リカードの定式化に従い、生産費は労働コストのみと仮定し、賃金は国内で一定と仮定する。

この結果、表 1 のように 4 つの基本的な状況が類型化される。すなわち、①厳しい淘汰＋国境無し、②厳しい淘汰＋国境有り、③緩やかな淘汰＋国境無し、④緩やかな淘汰＋国境有り、の 4 つである。以下、表 1 の 2 つの軸について補足的に説明しよう。

国内競争と国際競争：国境が無い場合とは、労働力が競争している全地域内を自由に動けるため、賃金が均等化し、その結果、すべての現場が、基本的に同水準の賃金を前提に、生産性の現場間競争を行うというモデルである。この場合は、単純に物的労働生産性が高い現場が存続する可能性が高い。貿易論においては、これは「絶対優位」のケースに相当する（竹森 1994；澤田 2004、他）。

実際にこれに該当するのは、たとえば産業競争が国内に限定される非貿易財産業の場合で、接客型サービス業、国内保護産業、輸送費のいかさばる製品、工場の受注即応が要求されるリードタイム重視産業などがこれに含まれよう³。

これに対して、国境が有る場合とは、絶対優位（生産性の優位）ではなく、リカード的な比較優位（生産費の優位）が支配する状況である。すなわち、国境があるゆえ、労働力は国境を容易に越えず、その結果、国境を挟んで 2 国間で賃金の国際差が生じる。国境を挟んで現場間で競争する貿易財産業が、このケースに該当する。

この場合、前述のように、高賃金国（たとえば第 1 国）の現場は、低賃金国（第 2 国）の現場に対して賃金ハンデを背負うので、それを乗り越えるほどの高生産性でなければ生き残れない。仮に低賃金国 2 の最強現場の生産性が $1/a_2^*$ であるなら、高賃金国 1 の現場が比較優位を得て存続するために必要な生産性の水準 $1/a_1^*$ は、 $[1/a_2^* \times w_1/w_2]$ 、つまり、賃金比 (w_1/w_2) というハンデを乗り越える水準でなければならない。これが、リカード比較優位説の、現場的な表現である（藤本・塩沢 2010）。

厳しい淘汰と緩やかな淘汰：もう一つの軸は「厳しい淘汰」と「緩やかな淘汰」の区別である。ここでは、生存時間解析における、生存関数、ハザード関数、生存期間などの概念を応用する。

すなわち、生存期間解析の考え方にに基づき、個々の現場の生存期間は、事前には確定しないが、その現場の物的生産性（裏の競争力）の高低、および国際的な賃金ハンデの大小に影響されつつ、確率的に変動するものとする。具体的には、賃金や利益率など他の条件を一定としたとき、裏の競争力の強い現場は生存期間が相対的に長く、それが弱い現場は生存期間が相対的に短いと予想し、これを反映した生存関数（ある時点までの存続確率を示す）やハザード関数（ある時点での瞬間死亡率を示す）を仮定する。

ここで、極端に厳しい淘汰のケースとは、他の条件が一定のとき、生産費が最低 (a^*w^*) の現場しか生き残れず、それ以外の現場は瞬時に淘汰されるというきわめて厳しい（ハザードの高い）コスト競争の状況を指す。これに対し、緩やかな淘汰の場合は、生産費が最低でない現場も、それなりに生存期間が与えられる。ただし、生産費が最低 (a^*w^*) の最強現場と当該現場の競争力の差 ($a_{ij}w_i - a^*w^*$) が大きくなるほど、平均生存期間は短くなると考える。つまり、コスト競争力の弱い現場の淘汰に対しては、コスト劣位の大きさに

³ もう一つの可能性は、世界経済において国境が消失し、労働力が世界中を自由に移動し、世界競争があったかも一国内競争のように行われるケースだが、そのような世界は現実には今のところ存在しない。

応じて、いわば「執行猶予期間」が与えられるのである⁴。

予想される生産性分布：以上の仮定に基づき、生存時間解析の枠組を念頭に置きつつ概念図で示すなら、上記の4つの状況は、図4～図7のようになる。各図において、左側には、競争開始前における各国の現場群の生産性分布の仮定を示している。右側には、一定の競争期間の後に存続した現場の生産性分布の予想を示している。その中間の横軸は時間軸で、それぞれの競争条件下における現場の存続と閉鎖（終了イベント）は生存関数に従うものとする。

現場の閉鎖だけではなく、現場の新規設立も確率事象とみなすモデルも考えられるが、ここでは単純化し、競争が始まる前の初期状態として、生産性の異なる一群の現場が各国内に分布しているものとする。つまり、工場の設立と閉鎖に関するイベントのデータは、時間軸の左側も右側も打ち切られており、左側（初期状態）ではある生産性分布が仮定され、右側ではその時点で存続している現場群の生産性分布が観察される。

初期状態における現場の生産性分布に関しては、以下の二つの仮定を置く。第一に、革新的な生産技術を持った新規企業の参入はないものとし、同様の通常技術を持った企業間の地道な能力構築競争を想定する。つまり、類似した特性をもった現場群の存在を初期状態として考えるので、その生産性の分布としては正規分布を仮定するのが適当と考える。

第二に、歴史的・社会的・技術的その他の理由により、初期状態における現場の生産性分布の形は、国によって異なりうるものとする。すなわち、仮にある特定の産業の工場集積が第1国と第2国の両方にあるとすると、2国の工場群の生産性の平均値や分散は異なる可能性がある。

このように生存時間解析の考え方を取り入れたコスト競争モデルを用いて、表1に示した4つのケースについて、一定期間の競争の結果として出現する、各国における同種の存続現場群の生産性分布、すなわち1国の1産業の競争力のパターンについて、まず思考実験的に予想を立ててみよう。その後、生存時間解析のシミュレーション分析による確認作業を行う。

①厳しい淘汰+国境が無い場合（アルシアン的状况）：まず、物的労働生産性に一定のばらつきがある同種の国内現場群を、1国のみについて、初期状態として想定しよう⁵。まだ現場間の競争は始まっておらず、したがって生産性が相対的に低い現場もそれなりに生存している（図4の左側）。前述のように、ここではリカードの費用式を採用する。すなわち、生産要素は労働のみで、製品は標準化され、裏の競争力は物的労働生産性のみで、表の競争力は価格あるいはその背後の生産費に集約される。

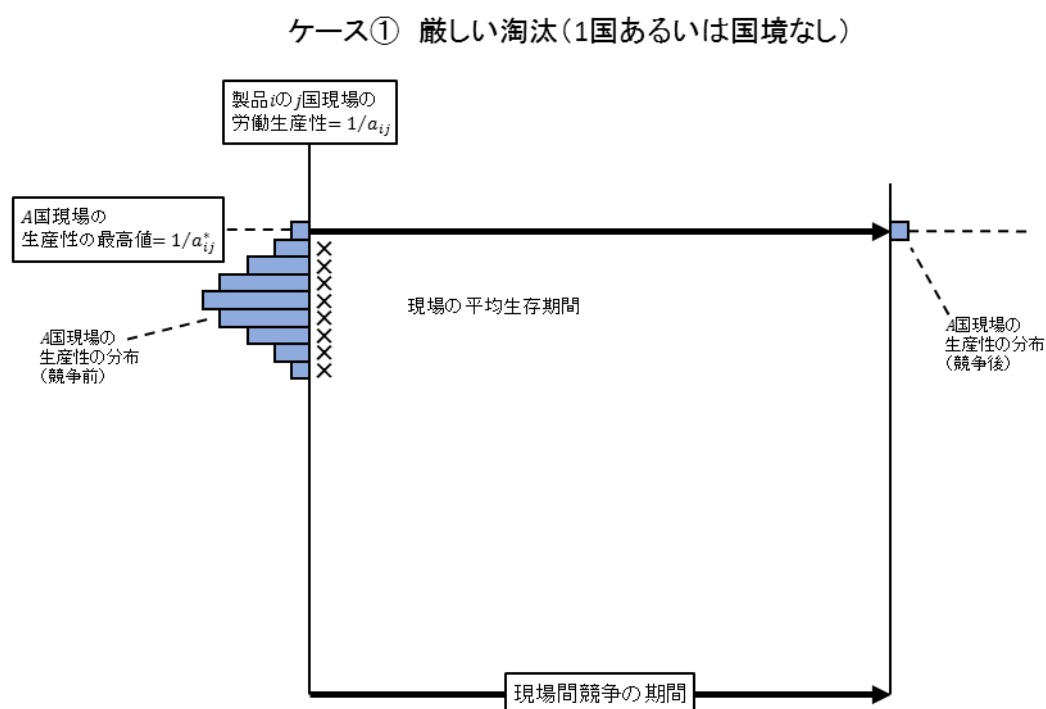
⁴ 産業の内部構造の違いにより、産業内競争が厳しくなる条件、あるいは緩やかになる条件については、ポーターの一連の産業内構造分析（Porter 1980）を含め、経営戦略論あるいは産業経済学（産業組織論）に多くの蓄積がある。ただし、このモデルでは、存続企業数の減少（寡占化）によって競争が緩やかになるとは仮定しない。たとえば、当初の競争が厳しい場合、リカード的な費用一定の下で、最後の一社まで、同様の厳しいコスト競争が続くものとはここでは想定する。

⁵ 現場間・産業間での労働生産性のばらつきを前提とする点では、経済物理学における確率的マクロ均衡の発想ともある種の類似性がある。

以上を前提に、ケース①が想定するのは、国境の無い場合であり、より具体的には、非貿易財産業の国内競争、あるいは国境が事実上消失した架空の世界における国際競争である。

しかし、国内とは言えコスト競争は非常に厳しく、製品市場の淘汰圧力は高い。また労働力は自由に移動し、価格も賃金も製品間・現場間で均等化する。この場合、輸送費が無視できるなら、裏の競争力が最強の現場、つまり物的労働生産性の絶対値が最も大きい「最強現場」のみが、最低の生産費、すなわち（利益率均一の仮定の下で）最低の価格で市場に製品を供給することによって存続しうる。この予想が、図 4 の右側に示されている。存続する現場はこの場合、最強の 1 工場のみである。

図 4 アルシアン的狀況



一方、このケース①では、極端な場合、最強の工場以外の現場はすべて瞬時に淘汰される。このとき、図 4 の中央部分で示したように、生産性における「最強現場」以外の現場の生存期間は 0、瞬間死亡率（ハザード）は 1 である。かつて A.アルシアンが論じた、市場均衡の進化論的説明がこれにあたる。この極端に厳しい淘汰環境下では、いわば均衡点にある最強現場しか存続できない (Alchian, A.A. 1950)⁶。よってこれを「アルシアン的狀況」と呼ぶことにする。

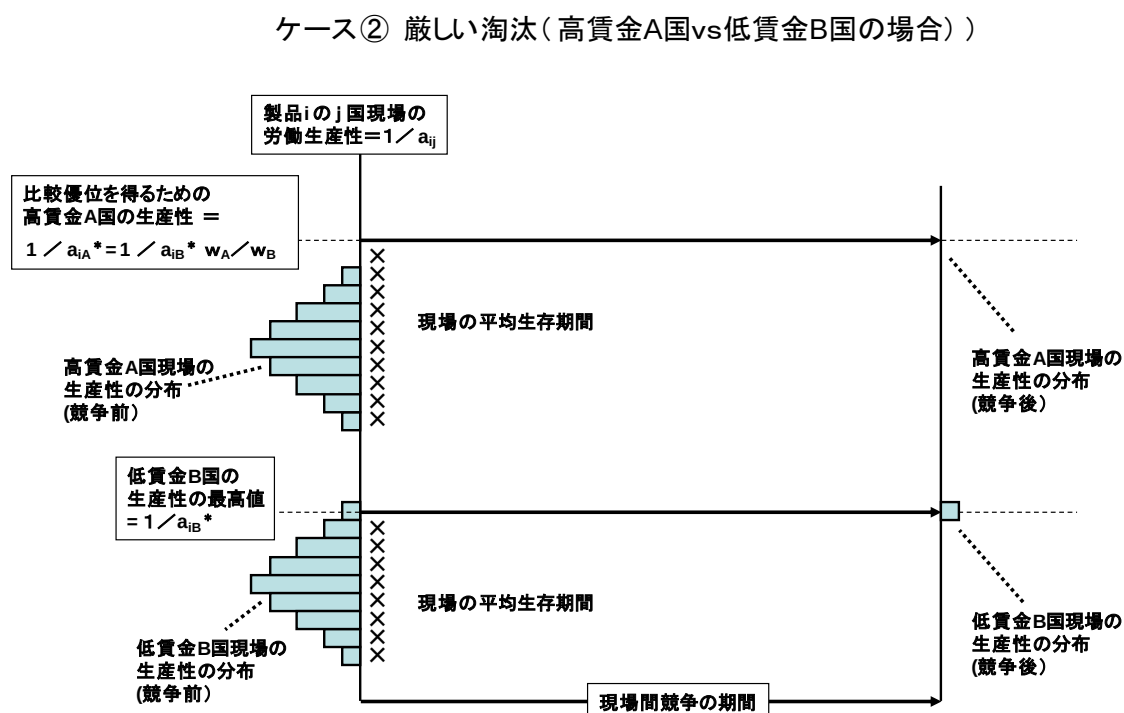
⁶ もっとも、こうした最強現場群による供給が需要に対して短期的に不足する場合は、需要を満たすべく、「次点」の現場が一時的に存続して供給を続けられるかもしれない。しかし、既存の最強現場が需要に応じて生産能力を拡張するか、あるいは最強現場の組織能力を模倣した別の現場が新規参入するなら、長期的には最強現場群の供給のみで需要を満たせることになるだろう。

以上のように、ケース①では「産業の裏の競争力」は「最強現場」の競争力に等しく、また「産業の表の競争力」は、その現場が供給する「最強製品」の競争力に等しい。いずれにせよ、この場合は、産業競争力にばらつきは存在しない。

②厳しい淘汰—国境がある場合（リカード的状况）：次に、国境が厳然と存在し、労働力が国境を越えて自由に移動せず、その結果、国ごとの賃金差が残るケースを考えよう。これは基本的に、リカードの比較優位モデルに他ならない。よってこれを「リカード的状况」と呼ぶことにする。

すなわち、まず国内競争で厳しい市場淘汰があるため、ケース①でも見たように、国内最強の現場のみが存続し、労働生産性も生産費も価格も、その最強レベルで均質化する。つまり、国内トーナメントの結果、国内産業の競争力は国内最強現場の水準に収斂化する。

図5 リカード的状况



前述のように、リカードによる比較優位の説明（Ricardo 1817, Ch. 7）においては、2国・2産業における4つの労働投入係数 a_{ij} （労働生産性 $1/a_{ij}$ ）が分析されるが、各国・各産業の現場群の生産性に、当初ばらつきがあると常識的に考えるならば、この4つの数字は、すでに国内での「厳しい淘汰」（ケース①）に勝ち残った、4つの「国内最強現場」の数字と考えるのが適当であろう。つまり、リカードの模式は、2国から2種目、合計4人の国内大会優勝者が集まり、自由貿易という世界大会で戦う、という2段階の競争という構図で捉えることができる。むろん、国内最強であっても、世界最強とは限らない。

さらに、リカード的な国際競争においては、国境ゆえの国際賃金差が残るため、労働生産性の絶対値で世界最高の現場が、生産費においても世界最強の製品を生産できるとは限らない。前述のように、国際産業競争は国際賃金差といういわばハンデのついた国際大会であるから、ハンデなしの実力では世界一でも、最終的に世界戦で勝てるとは限らない。

かくして、「世界市場での厳しい淘汰」という状況下では、表の競争力に関しては、世界最強（世界最低価格）の製品のみが存続し、裏の競争力に関しては、国際賃金差という「ハンデ」を乗り越えて世界最低の価格（生産費）を実現した現場のみが存続する（藤本・塩沢 2010）。また逆に、全産業における生産性分布の国際差を前提に、貿易がバランス化する方向で各国の為替レートや相対賃金（market-clearing wage rate）が決まる。それが今度は、各国各産業の現場の存否を決めるハンデとなる（Dornbusch, Fischer and Samuelson 1977; 塩沢 2007; 藤本・塩沢 2010、他）。

図5を少し細かくみよう。ここでは、ある産業において、高生産性・高賃金のA国と、低生産性・低賃金のB国が、リカード型の国際競争を行っている。このケースでは、生産費（ $w_j \cdot a_{ij}$ ）が最小の現場は低賃金国Bの側にある。A国現場群は生産性（ $1/a_{ij}$ ）の事前分布ではB国現場群に勝り（図7の左側）、絶対優位を維持しているが、A国が比較優位を得るのに必要な生産性の水準（ $a_{iA}^* = a_{iA}^* w_A / w_B$ ）にはどの現場も達していない。よって、A国の現場は最終的にはすべて淘汰され、B国の最強現場のみが勝ち残る（図5の右側）。むしろ、A国の現場の生産性分布がこのハードルを越えれば、比較優位国はA国に移り、B国の現場は淘汰される。

以上のように、ケース②では、「産業の表の競争力」は、生産費（価格）において世界最強の製品の競争力に等しいが、「産業の裏の競争力」は、生産性において世界最強の「絶対優位」現場の競争力とは限らない。「産業の裏の競争力」は、絶対優位（生産性）ではなく、比較優位（生産費）において世界最強の現場群の競争力で示されるのである。

③緩やかな淘汰+国境が無い場合（ホテリング的状况）：さて、ここまでは、厳しい市場淘汰を前提にした標準的なモデルであったが、実際の現場の競争力を測定すると、現場間・製品間・国際間で競争力にばらつきがあるのが常態であり、それにも関わらず、競争力で劣位とみられる現場や製品がかなり長期にわたって存続している（Womack et.al. 1990; Clark and Fujimoto 1991; 藤本・延岡 2006）。

進化論的な枠組みに戻って考えるなら、こうした状況をよりよく説明しうるのは、「緩やかな淘汰圧力」を前提にする競争モデルである（藤本 1997; Fujimoto 1999）。すなわち、現場間の「裏の競争力」（たとえば物的労働生産性）の直接比較において絶対劣位にある現場にも、その競争力の水準に応じて、一定の生存猶予期間が与えられる。

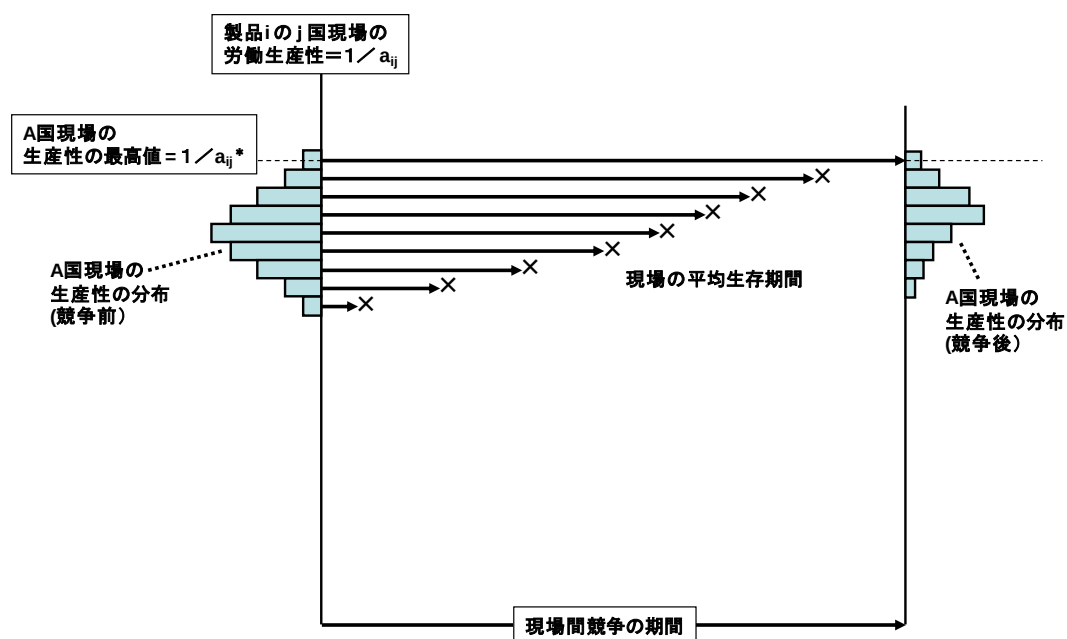
図6は、そのような状況を想定した概念図である。すなわち、同種の製品を供給するが、何らかの理由で労働生産性にばらつきのある一群の現場が、競争を開始する（図6の左側）。しかしこのケースでは、競争の淘汰圧力は高くないので、最強でない生産現場（絶対劣位現場）も、淘汰までに長い執行猶予期間を与えられる。とはいえその平均生存期間は、相

対的に競争力が高い現場は相対的にやや長く、低い現場はやや短いとするのが適当であろう（図6の中央部分）。

その結果、一定期間の競争の後に存続している現場の生産性の分布は、最強現場の生産性の方向に収斂化の傾向を見せるが、競争力のばらつきは、依然として残る（図6の右側）。この生産性分布の全体像あるいは平均像が、このケースでの産業競争力に他ならない。

図6 ホテリング的状况

ケース③ 緩やかな淘汰(1国あるいは国境なし)



最強現場の生産性($1/a^*$)への緩やかな収斂化は、以下の3つの動きによって生じる。①弱い既存現場の緩やかな淘汰、②既存現場の能力構築努力による生産性向上、③強い現場の新規参入。図6の単純なモデルには②と③は組み込まれていないが、実際には、これらの3つの動きがどのような速度で起こるかによって、競争後に存続する現場の生産性分布は様々な形状となろう。しかし、ある程度の「上への分布の収斂化」が進むことは容易に推測されよう。

このように、現場間の競争力のばらつきを長期的に許容する「緩やかな淘汰」が成立する条件は様々にありうる。表の競争力に関しては、取引コストの存在や、製品差別化（同種製品間の製品設計の差）、ブランド、サービス・納期差などの非価格競争力が挙げられる。裏の競争力については、埋没原価（退出障壁）、経営者の限定合理性、輸送費、交通費、政府の補助・保護政策、経営者による戦略的・政治的配慮、企業の社会的責任（例えば地域の雇用を支える赤字工場への本社支援）などが挙げられよう。

たとえばホテリングは、顧客の移動に費用のかかる状況を想定し、距離当たりの移動費

用に応じて、線状の町の中に複数の店舗が共存しうる空間的競争のモデルを示した (Hotelling, H. 1929)。緩やかな国内競争のケースは、こうした「ホテリング的状況」とみなすこともできよう。

いずれにせよ、淘汰が緩やかな場合、市場が、絶対劣位の現場に対して送るシグナルは、「もっと能力構築をせよ。もっと市場に合った製品を選べ。さもないといずれ退場だ」といったもので、それは Hirschmen (1970) の枠組でいえば「exit」よりは「voice」に近く、サッカーの類推で言えば、レッドカードよりイエローカードに近い。

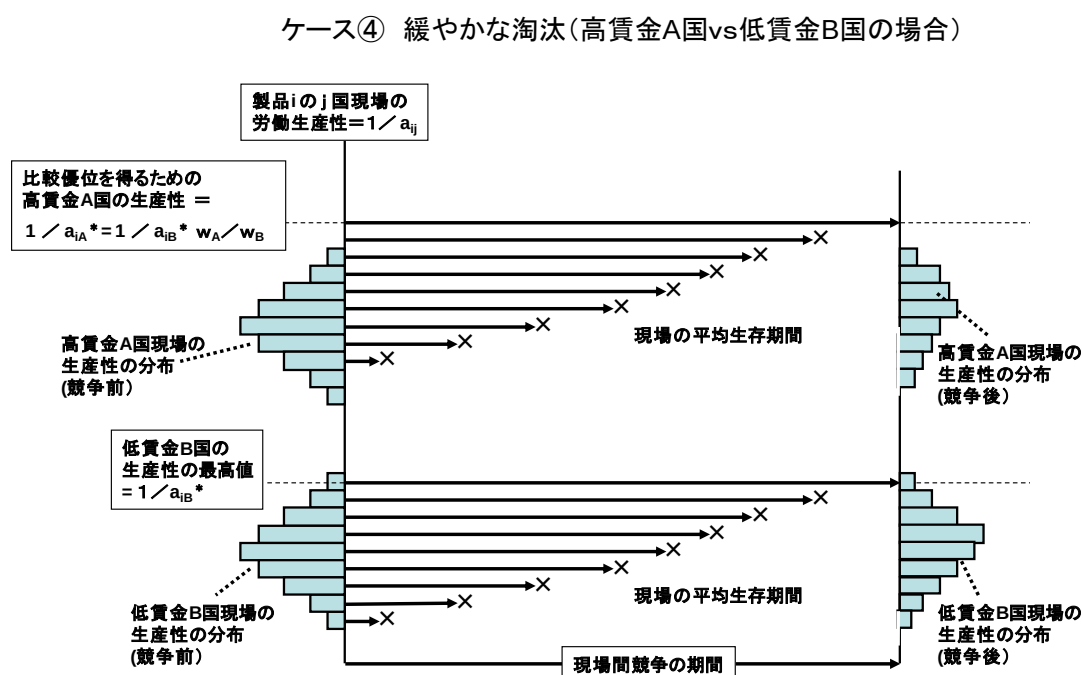
つまり、絶対劣位にあり、それを自己認識した現場は、国内競争の生き残りのために、現場の能力を再構築し、裏の競争力を高め、比較優位を回復する努力をするための、十分な時間を与えられることが多い⁷。これは特に、裏の競争力において重要である。不利な価格（表の競争力）の修正は瞬時に可能だが、不利な生産性（裏の競争力）の修正は現場の能力構築を必須とし、それは時間のかかるプロセスであるからである。

④緩やかな淘汰—国境がある場合（クラーク・藤本の状況）：最後に、国境があり、国際賃金差があり、なおかつ、国際競争による淘汰がある程度緩やかであるケースを考えてみよう。すなわち、ケース②とケース③を合体させたモデルであり、体系的解析の可能性はともかく、産業競争の実態描写としては、このようなモデルが現実的であることが多い。想定する生産性等の分布の形状が基本的にクラーク・藤本の統計分析 (Clark and Fujimoto 1991) が想定したそれと同様であることから、これを「クラーク・藤本の状況」と呼ぶことにする。

加えて、ケース④では、比較優位が産業競争力の基本である。つまり、生産性が世界最高の現場が世界最強とは限らず、あくまでも生産費が最小の現場が世界最強である。しかし、最強でない現場にも、生存のチャンスは与えられる。すなわち、生産費最小現場を擁する比較優位国（図7ではB国）にあつて、生産性で最強現場にかなわない現場群にも、また、そうした最強現場の無い比較劣位国（図7ではA国）の現場にも、一定の存続期間が与えられる。

⁷ ただし、逆に、長期的には十分に比較優位を持ちうる現場が、経営者の判断ミスや本社の業績不振により、突然閉鎖になることもある。

図7 クラーク・藤本的状况



実際の競争では、比較優位国であれ、非比較優位国であれ、競争劣位にある現場は、この猶予期間を利用して、生産性向上の努力を行うことができる。ここではそれを「能力構築競争」と呼んでいる（藤本 2003）⁸。そこでは、他社からの学習も、自発的な革新・改善も、等しく重要である。

図7の左側で示したように、生産性の事前分布と賃金の国際差は、通常のリカード的比較優位の場合（本稿のケース②）と変わらない。このケースでも、比較優位現場は低賃金のB国にあるので、淘汰が厳しければ、A国現場は全滅し、B国の生産性劣位現場も残れない。しかし、比較劣位の現場にも存続期間を認める「緩やかな淘汰」の場合、比較優位国であるB国のみならず、比較劣位国であるA国の現場にも、生き残りのチャンスは生まれる（図7の右側）。例えば、清成（2010）が示したように、日本の繊維地場産業は、1970年代以来の円高趨勢（賃金の相対的上昇）のなかで、徐々に比較優位を失い、品目によっては国内生産がピーク時の数分の一に縮小し、地場産業の産地の多くは解体に向かったが、それでも、比較的優良な現場は存続している。

いずれにしても、こうした「緩やかな淘汰」を前提とした進化論的モデルにおいては、比較優位の主たる源泉は、もはやリカードらの想定した所与の生産技術、自然条件、地理的条件などだけではなく、むしろ個々の企業・事業・現場の能力構築努力、およびそれら

⁸ マルクス『資本論』の特別剰余価値、マーシャル『経済学原理』の経済生物学、シュンペーター『経済発展の理論』のイノベーション、ハイエク（1979）の情報伝達、カーズナー（1973）の企業者の乖離是正行動、ネルソン＝ウィンター（1982）の組織ルーチン（その変異・複製）などは、いずれもこうした企業の能力構築努力に関連している。

の相互作用の結果として構築される、ものづくり組織能力の地理的分布が重要となる（藤本 2005, 2007, 2008）。要するに、比較優位は与えられるものではなく、産業や現場が作り上げるものとなる。比較劣位の現場も、実力と環境に応じて一定の存続期間を与えられ、その間、能力構築競争への参加が認められる。

かくして、組織能力や競争力のばらつきは、それ自体が能力構築競争の原動力となる。厳しい能力構築環境が、かえってそれに直面する現場群の組織能力を鍛え、地域特殊的な比較優位を生み出す可能性もある。同様な能力構築環境にある企業の中でも、能力構築能力（進化能力）が高い企業は、現場をより速く進化させることができるかもしれない（藤本 1997 ; Fujimoto 1999）。

こうした、産業特殊的、地域特殊的、企業特殊的な相互作用が働くとき、特定国の特定産業に属する一群のものづくり現場が、互いに収斂化・同型化し、高い組織能力や競争力を群として持つようになる。産業の競争力は、もはや個々の現場の競争力の単純集計の結果ではなく、一群の現場群と淘汰環境の相互作用の中から創発的に生まれる、進化過程の結果として捉えることができる。

4 生産性分布に関する生存時間解析シミュレーション分析

シミュレーション・モデルの概要：以上の予想にもとづき、本節では、実際に簡単な仮定を置いた上で、生存時間解析⁹の分析枠組に従った簡単なシミュレーション・モデルでデータを発生させ、その分布や対応するパラメータの特徴を観察してみることにしよう。

ここで用いるシミュレーション・モデルは、基本的には前節で示し、事前の思考実験で結果を予想した、4つの状況、つまり国境のある場合とない場合の、厳しい淘汰と緩やかな淘汰のケースの分析に用いられる。ここであらためて、モデルの基本的な仮定を改めて示しておく。

- ・ 分析の目的は、ある産業における、①厳しい国内競争、②厳しい国際競争、③緩やかな国内競争、④緩やかな国際競争、この4つの状況における産業競争力を、生存時間解析シミュレーションによるデータ生成によって再現することである。
- ・ 1産業は同種の製品を生産する現場の集合体であり、当該産業の競争力は、それを構成する現場群あるいはそこで生産される製品群の競争力の分布によって示される。ここで現場とは工場を指す。
- ・ 企業は各現場が生産した製品の価格（ p ）で競争を行うものとする。利益上乗せ率（マークアップ率： r ）は均等と仮定するので、価格 $p = (1 + r)C$ の競争は単位コスト（ C ）の低さを競うコスト競争でもある。したがって本分析における「表の競争力」は、価格（ p ）あるいはその代理変数としての単位コスト C である。
- ・ 各製品の生産費はリカード型の費用式（ $C = aw$ ）に従うものとする。すなわち、費用は

⁹ 本研究の生存時間モデルは、Franses and Paap（2001）を参考にした。

すべて労務費に還元され、労働投入係数 (a) あるいは物的労働生産性 ($1/a$) と、賃金 (w) のみで決まる。したがって、本分析における「裏の競争力」は、現場の物的労働生産性 ($1/a$) のみである。

- 賃金 (w) は国内においては均等だが、為替レート換算済の賃金水準は国により異なるものとする。したがって、製品間の国際価格競争あるいは国際コスト競争は、国際賃金差をハンデとする現場間の物的生産性 ($1/a$) の競争、すなわち裏の競争あるいは能力構築競争に置き換えられる。
- 競争が始まる前の現場群の労働投入係数 (a) は、さまざまな要因に影響される結果、国ごとに正規分布に従って分布しているものとする。これが初期条件である。
- 一定の競争期間を想定し、その期間後の時点における各国現場群の物的生産性の分布が、当該国・当該産業における「裏の産業競争力」を示すものとする。
- 競争期間を通じて各現場は、国内競争であれ国際競争であれ、コストが最も低い「最強現場」とのコストの違い（コストギャップ）に応じて、異なる存続期間、つまり現場閉鎖までの期間を与えられる。現場閉鎖は確率事象であり、それは特定の生存関数やハザード関数に従うものとする。
- 競争が厳しいか緩いかにより、生存関数やハザード関数の形は異なる。一定期間の競争の後に存続している現場の「裏の競争力」の分布は、初期の生産性分布のばらつき、競争の強度すなわち淘汰の厳しさ、コストギャップ、あるいはその背後にある国際的な賃金ハンデの大きさ等の影響を受ける。

ただし、コストギャップを抱えて存続の危機を意識した現場が、自己防衛的に能力構築努力を強化し、物的生産性の向上を加速化するというような危機対応のフィードバック機構は今回のモデルには組み込まれていない。逆に、各現場はそれぞれのコスト差を受け入れ、座して淘汰を待つという、組織生態学的なモデルとなっている (Hannan and Freeman, 1989)。これは、とりあえず単純なモデルから始めるという理由に拠るが、リアリティの点で問題の残る単純化ではある。フィードバック機構を含むよりリアルなモデルの構築は今後の課題である。

事前に設定するパラメータは、リカードの費用モデルに準じて、以下の 4 種類である：
①所与の国 i の平均賃金率 w_i (国ごとに均一とする)；② i 国に立地する第 j 工場の労働投入係数 (物的労働生産性の逆数) a_{ij} の競争開始前の初期分布¹⁰；③競争強度つまり淘汰圧の係数 β_1 および偶発的要因での工場閉鎖に関わる係数 β_0 ；④競争期間 T 。

単純化のため、各国の現場は、まず、コスト競争の存在しない「競争開始前」の時期に次々に設立され、その結果、競争開始時には 1 国の中に一定数 (N_i) の現場が存在している。彼らの生産性は様々な理由でばらつき (たとえば標準偏差 σ^2) をもっているが、各国の現場の平均的な技術力や組織能力には経路依存的な差があるので、国により現場群の生

¹⁰ ここでは表記の便宜上 i 国 j 工場としたが、工場や国の並べ方は任意である。たとえば A 国の k 工場と B 国の k 工場の間に、特に意味のある関係はない。

産性の分布の形（たとえば平均値 μ ）は異なるものとする。

この状態で、競争が始まる。競争には、1 国の中のみでの非貿易財の国内競争と、複数国（このモデルで 2 国）の間の貿易財の国際競争がある。いずれの場合も、競争はある強度（ β_1 ）をもって一定期間（ T ）展開される。我々は、この競争期間が終わった時点で観察を打ち切り、その時点で存続している現場の生産性の分布を観察する。

実際にコスト競争に直面する A 国 i 現場の競争行動であれば、競争相手国 B との国際賃金比 w_A/w_B （賃金ハンデ）、推定される最強相手との単位コストのギャップ ΔC_{Aj} 、および競争の強度（厳しさ） β_1 を勘案しつつ、自社の生産性 a_{Aj} の向上のための努力量を決めるという過程が一般的であろう。しかし本モデルの目的は、産業競争力の要因分析ではなく、その定義と形態把握であるため、ここでは単純化し、現場はそうした生産性向上の努力はせず、一定の競争期間の間にコストギャップ ΔC_{Aj} と競争強度 β_1 等に応じてある確率で受動的に淘汰されるという、組織生態学に近い論理を想定している（Hannan and Freeman 1989）。以下、モデルの細部を説明する。

(1) 生産性の初期分布：まず、ある特定カテゴリーの標準設計の製品を仮定し、当該製品は、高賃金の先進国（A 国）と低賃金の新興国（B 国）の 2 つの国のそれぞれの、あるいはどちらか一方の国の、複数の現場で生産していると仮定する。各現場の物的労働生産性は、その逆数、すなわち労働投入係数 a となる。その単位は、たとえば「人・時/製品単位」である。具体的には、A 国の第 j 番目の現場（たとえばトヨタ高岡工場）の労働投入係数は a_{Aj} 、B 国の第 j 番目の現場（たとえば吉利自動車臨海工場）は a_{Bj} と表現される。また、国家 i 現場 j の労働投入係数 a_{ij} に対して、物的労働生産性は $1/a_{ij}$ と定義される。

単純化のため、両国には、競争期間開始前の初期状態において、それぞれ同数（ $N_A = N_B = J$ ）の現場群が存在し、その労働投入係数は、ある平均と最小値（その国の最強工場の生産性）をもって分布すると考える。以下の分析では、各国に 500 ずつの現場が競争開始時に存在するものとする。

また、競争開始前の現場新設は、一定条件下で偶発性を伴って起こると仮定するので、それに応じ、各国現場群の生産性のばらつきは正規分布を近似するものとする。ただし、各国の最高生産性の現場（最小労働投入係数の現場）、さらには両国の最低コスト現場（最強現場）の位置を決める必要があるため、片側を切った切断正規分布とし、最高生産性の現場は一方の切断点に存在するものとする。その時の最低値はとりあえず 1 と仮定する。

以上を前述に、労働投入係数 a_{ij} を、平均 μ_i 、分散 σ^2 、最低値 1 の切断正規分布から発生させ、これを初期状態（競争開始前）の生産性分布とする。この分布は以下の式で表現できる。

$$a_{ij} \sim \text{Truncated Normal}(\mu_i, \sigma^2, 1, \infty)$$

(2) コスト関数とコストギャップ：前述のように、各製品の単位コストはすべて直接労務費に反映されるというリカード貿易モデル（中間財貿易は無視する）のコスト関数を想定す

る。このとき、賃率を w_i とするならば、生産単位当たりコスト C_{ij} は、労働投入係数に賃率を掛けたもの、すなわち、

$$C_{ij} = a_{ij}w_i$$

となる。このとき、現場は国内あるいは国外の他の現場と競争し、その際には他の現場との最終的なコストの違い(コストギャップ)が影響することになる。コストギャップ ΔC_{ij} は、国際競争であれば全世界における最低コスト現場の単位コスト $\min_{i,j} C_{ij}$ と国家 i 現場 j のコスト C_{ij} の「比」であるとする。すなわち、以下の通り。

$$\Delta C_{ij} = \frac{C_{ij}}{\min_{i,j} C_{ij}} - 1$$

むしろ、ここで、コストギャップを、最低コスト現場の単位コストと各現場のコストの「差」とする定式化も可能である。すなわち、以下の通り。

$$\Delta C_{ij} = C_{ij} - \min_{i,j} C_{ij}$$

しかしながら、このように単位コストの差の絶対値を取った場合、単位コスト自体の大きさが変化しても、コスト差の値が同じならハザードも同じとなってしまう。たとえば 100 円対 200 円の 100 円差も、10000 円対 10100 円の 100 円差も同じ競争効果を持つことになり、違和感がある。ゆえに本稿では、こうした問題を回避できる「コスト比」によるコストギャップ把握を選択する。

本モデルでは、以上のようなコスト関数を先進国 A と新興国 B の 2 国の現場群に適用する。非貿易財の国内競争は、 A か B 、どちらか 1 国のケースのみを見る。貿易財の国際競争の場合は、 A 、 B 両国の賃金と生産性の水準について仮定を置く必要があるが、実際の国際経済で観察される定型的な事実を踏まえ、ある産業における先進国現場は相対的に高賃金かつ平均的に高生産性、新興国現場は相対的に低賃金かつ平均的に低生産性と仮定する。すなわち、 $\mu_A < \mu_B$ 、かつ $w_A > w_B$ である。またリカードモデルに倣い国内は同一賃金と仮定する。

先進国 A と新興国 B の間の当該産業における平均生産性の比は任意の数字でよいが、ここでは、製品 1 単位あたりで A 国平均が 80 人・時/製品単位、 B 国平均が 120 人・時/製品単位と設定する。ちなみにこの数字は、リカード『経済学および課税の原理』(Ricard 1817) 第 7 章(外国貿易について)にある有名な数値例、すなわちポルトガルで 1 単位のワインを生産するのに 80 人、イギリスで 120 人という数字に基づいているが、それ以上の意味はない。

いずれにせよ、このモデルにおいて、先進国 A と新興国 B に立地するある産業の現場群は、賃金 w や生産性 a で大きな差がある場合でも、単位費用 C ではその差は小さく、より拮抗している可能性が高い。

(3) 生存関数と競争強度：前述のように、本モデルは生存時間解析の考え方に従うが、

実証データの統計分析ではなく、シミュレーション・モデルによって発生させたデータの観察を行う。つまり、乱数によって発生させたコストデータを分析対象とする。

具体的には、各現場の生存時間 t_{ij} はパラメータ λ_{ij} の指数分布から発生するものとする。そのため、生存関数は指数分布に従う。これは、現場の各瞬間の消滅確率は一定（比例ハザード）ということでもある。またこのモデルでは、各国の現場群は同時に（時刻 0 に）競争期間に入るの、生存時間 t_{ij} の分布とは、現場消滅というイベントの発生時刻の分布に等しい。現場の消滅は、現場を所有する企業による閉鎖命令の場合もあるし、その企業自体の消滅による場合もある。

こうした現場の生存時間には、各現場が直面するコストギャップ ΔC_{ij} の大きさが影響する。コストギャップが大きい現場は、赤字となりやすく、閉鎖命令や企業倒産の原因となるからである。ただし、現実の競争現象を観察すると、コストギャップが発生したらただちに閉鎖や倒産とは限らず、一定の猶予期間が存在することが多い。こうした猶予期間の長短を、競争強度あるいは淘汰圧と考える。

そのため、本研究では、各現場の生存時間が指数分布に従うという仮定を置く。指数分布の確率密度関数 $f(t_{ij} | \lambda_{ij})$ は、以下の通りである。

$$f(t_{ij} | \lambda_{ij}) = \lambda_{ij} \exp(-\lambda_{ij} t_{ij}), \lambda_{ij} > 0$$

この仮定の下では、 t_{ij} における生存確率を表す生存関数 $S(t_{ij} | \lambda_{ij})$ は、以下のようになる。

$$S(t_{ij} | \lambda_{ij}) = \exp(-\lambda_{ij} t_{ij})$$

ならびに、この仮定の下では、微小時間で淘汰確率を表すハザード関数 $h(t_{ij} | \lambda_{ij})$ は、以下のようになる。

$$h(t_{ij} | \lambda_{ij}) = \lambda_{ij}$$

この条件の下で、各現場の生存時間は共変量ベクトルの内積に反比例するという仮定を置く。即ち、指数分布のパラメータ λ_{ij} に共変量ベクトル

$$\beta'_x = \beta_0 + \beta_1 \Delta C, \beta_0 > 0, \beta_1 \geq 0, \Delta C \geq 0$$

をリンクする。ここで、 β_0 は偶発的消滅確率を表し、 β_1 は淘汰圧を表している。 β_1 は 0 以上の実数であり、この値が大きいほど、淘汰圧が強くなり、生存確率が低下する。

以上をまとめると、以下のようにコスト競争を行う各国の現場の生存時間が指数分布に従うという仮定の下で生存関数を設定し、共変量としてコストギャップ ΔC_{ij} を導入するということである。

$$t_{ij} \sim \text{Exponential}(\lambda_{ij})$$

$$\lambda_{ij} = \beta'_x = \beta_0 + \beta_1 \Delta C_{ij}$$

最後に競争期間であるが、本モデルでは、 t_{ij} を現場間競争の期間 T で打ち切るものとする。競争期間 T は、以下の分析では 50 とする。これは、現実の競争状況に応じ、50 年と解釈しても 50 カ月と解釈してもよい。

パラメータの初期設定の概要：生存時間解析を応用した産業競争力のシミュレーション・モデルの説明は以上である。次に、このモデルを用いて、実際にパラメータを設定してシミュレーションを実行し、本稿で予想した、厳しい国内競争、厳しい国際競争、緩やかな国内競争、緩やかな国内競争の 4 つの競争状況について、予想された産業競争力のパターンが再現されるかを検討し、また、再現された場合のパラメータの特性について分析を加えることにする。

まず、パラメータの初期設定の概要について表 2 に示す。詳細については後述するが、基本的には、競争開始前の 1 国内の現場数は 500、競争期間は 50 期間とする。

両国の現場群の労働投入係数の平均値 (μ) は、国際競争の場合は前述のようにA国が 80 人・時/製品単位、B国が 120 人・時/製品単位、つまり生産性（逆数）でみればA国が平均してB国の 1.5 倍であると設定する。国内競争の場合の非貿易財の労働投入係数は 100 人・時/製品単位とするが、これは任意の値でよく結果には影響しない。また、労働投入係数のばらつき (σ^2) は 5 と設定する。これは国際競争の場合、両国の生産性の分布（平均が 80 と 120 の切断正規分布）は重複しないという設定を意味する。

時間賃金率 (w) は国内均一で、国際競争の場合は前述のようにA国が 6.5、B国が 4、つまりA国がB国の 1.625 倍であると初期設定する。つまり、平均すれば高賃金のA国が単位コストでは若干不利という初期設定であるが、これは適宜設定変更する。国内競争の場合は 4.5 と設定するが、これは任意の値でよく結果には影響しない。

最後に、生存関数における β_0 は 0.001（災害などの偶発事象による現場閉鎖を想定するので小さな値とした）と設定し、コスト競争の強度（厳しさ・緩さ）を表す β_1 は、厳しい競争のケースを 1.1、緩い競争のケースを 0.1、つまりほぼ 10 倍の違いで初期設定する。これも必要に応じ、適宜設定変更が可能である。

表 2 パラメータ設定の要約

	ケース 1	ケース 3
μ	100	100
σ^2	5	5
w	4.5	4.5
β_0	0.001	0.001
β_1	1.1	0.1
T	50	50
J	500	500

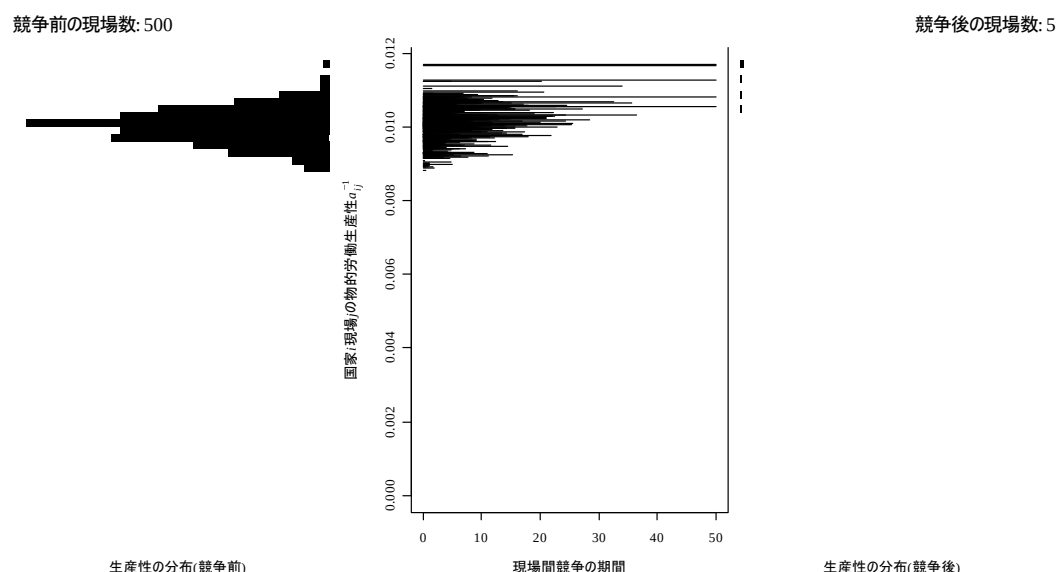
生存現場数	5	213
-------	---	-----

	ケース 2	ケース 4
μ_A	80	80
μ_B	120	120
σ^2	5	5
w_A	6.5	6.5
w_B	4	4
β_0	0.001	0.001
β_1	1.1	0.1
T	50	50
J	500	500
A国生存現場数	0	168
B国生存現場数	4	240

以上を前提に、シミュレーションを実行する。

競争状況の再現－①厳しい国内競争：まず、非貿易財の「厳しい国内競争」の場合を見ていこう。前述のように、これは、生産性が最高、つまり単位コストが最低の国内最強企業しか残らないケースで、A.アルシアン（Alchian 1950）が進化論的枠組みを適用して想定した、「厳しい淘汰により最適の企業のみが残る」という予想である。予想された概念図は図 4 の通りであるが、競争強度 $= \beta_1 = 1.1$ と設定して 50 期間競争した結果は図 8 の通りである。存続現場は、ほぼ最高生産性の現場のみで 5 ケ所のみである。これは、図 4 で予想したアルシアン的競争状況を、ある程度再現できているといえよう。

図 8 厳しい国内競争の再現



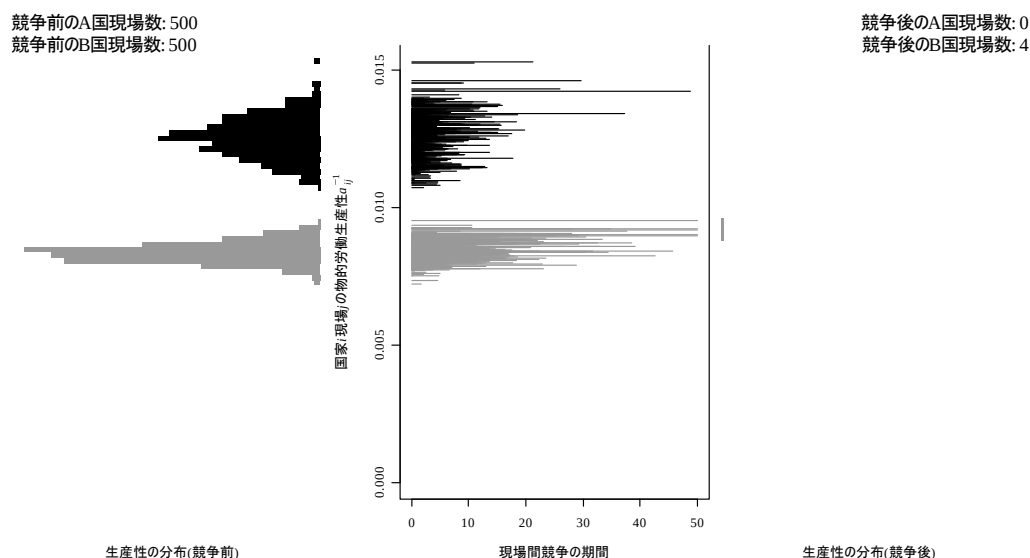
競争状況の再現②厳しい国際競争：次に、リカードが暗黙のうちに仮定したと思われる「厳しい国際競争」の場合を見る¹¹。つまり、国際競争が始まる前の自給自足経済においては、高生産性・高賃金のA国と、低生産性・低賃金のB国の両方に一群の現場が存在する。しかし、ここからコスト競争が始まり、現場は、国内競争と国際競争の両方で勝たなければ存続できない。

前述のように、A国は生産性でB国の 1.5 倍（120/80）だが、賃金ではA国はB国の 1.625 倍（6.5/4）と設定してある。つまり、平均すれば、A国の現場は、賃金ハンデを乗り越えるだけの生産性水準にない状況である。つまり平均すればB国が比較優位を持つ。

この状況で、ケース①と同様に競争強度 = $\beta_1 = 1.1$ で 50 期間競争したシミュレーション結果は、図 9 の通りである。これは、図 5 で示した予想をほぼ再現できている。すなわち、500 存在した高賃金A国の現場は全滅、低賃金B国の現場も、初期の 500 のうち存続したのは 4 現場のみである。この存続現場の労働投入係数はおよそ 104 から 111 であり、当初のB国の現場群の中では生産性はほぼ最高だが、A国にあったどの現場よりも生産性は低い。

¹¹ より正確に言うなら、リカードは『経済学および課税の原理』（Ricard 1817）の 7 章（外国貿易について）では、主に「低生産性の国でも貿易の利益が得られる」といういわばマクロ的な解釈を行っているのであるが、2 国 2 財の 4 つの労働投入係数の相対関係を分析するこの章での枠組みは、どの産業でどの国の現場が存続するかというミクロ的な解釈も可能にしている（藤本・塩沢 2010；吉井 2014）。

図 9 厳しい国際競争の再現



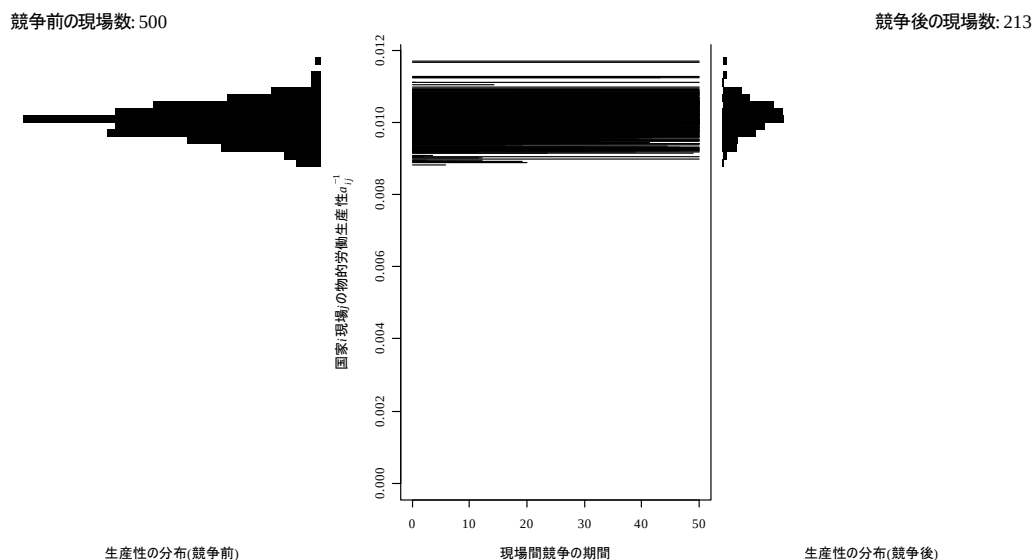
これが、リカードの比較優位仮説が持つ含意であり、またそれは、リカード的国際競争が、本質的に「賃金ハンデ付きの現場間競争」であることをも示唆している。

競争状況の再現—③緩やかな国内競争：次に、緩やかな競争のケースに移ろう。まず、コスト的に「緩やかな国内競争」となっている非貿易財の場合を考える。これは、輸送費、規制、保護など、何らかの理由でコスト競争が貫徹しないため、高コストの競争劣位現場も、コストギャップの大小に応じて、淘汰されるまでに一定の猶予期間が与えられている状況である。

とはいえ、無競争状態ではなく、ある程度の淘汰は起こるものとし、おおまかに半分ぐらいの現場が 50 期の競争期間の後に存続することを「緩やかな競争」の一つの目安としよう。そこで、シミュレーションの結果がこの形に近くなるように競争強度 = β_1 を設定すると、その値は、前述のとおり 0.1 となった。

緩やかな国内競争に関する予想図は図 6 のように示したが、上記の競争強度と競争期間の設定でシミュレーションを実行した結果は図 10 の通りである。競争開始前に 500 存在した現場は、50 期の緩やかな競争の後にも 213、つまりおよそ半分存続している。

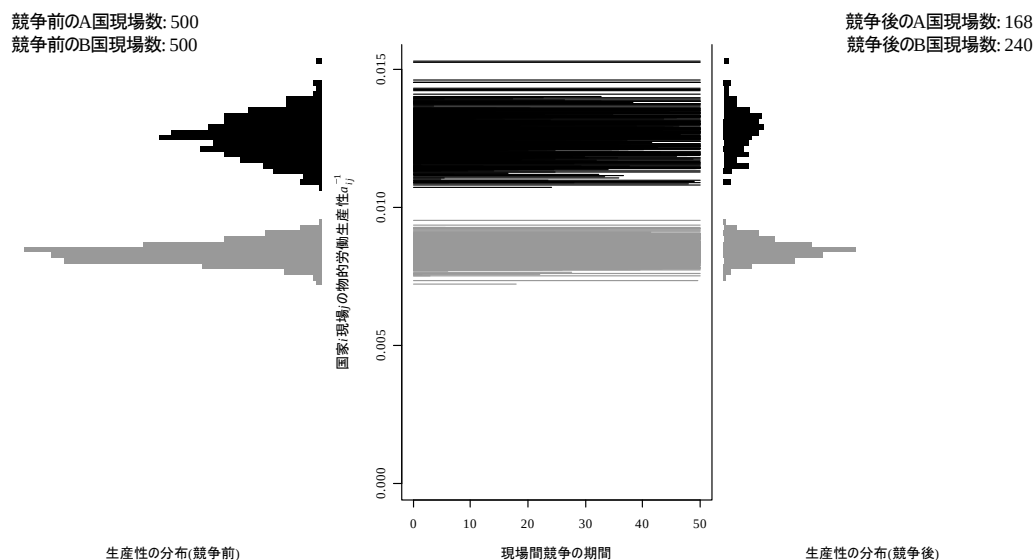
図 10 緩やかな国内競争の再現



競争状況の再現④緩やかな国際競争：最後に「緩やかな国際競争」のケースについて考察する。これは、高生産性・高賃金のA国と、低生産性・低賃金のB国の両方に一群の現場が存在し、同じ貿易財を生産している状況である。ここから「賃金ハンデ」付きの国際コスト競争が始まるが、前述の②の「厳しい国際競争」と比べると、高コストの競争劣位現場も、コストギャップに応じた猶予期間が与えられている。競争強度は当面、ケース③と同じく $\beta_1 = 0.1$ としてみる。

また、前述のように、A国は生産性でB国の1.5倍だが、賃金では1.625倍なので、国際コスト競争では、全体としてB国が優勢、A国は劣勢という設定である。この状況で50期の競争期間を行ったシミュレーションの結果は、図11の通りである。平均して優勢のB国でも競争の結果として閉鎖される現場はあり、500あった現場は240とほぼ半分減っている。その間に、平均して劣勢の高賃金A国ではより厳しい淘汰が進むが、それでも168の現場が存続しており、両国合計では約4割の現場が存続している。

図 11 緩やかな国際競争の再現



これは、前述の図 7 の予想図、あるいはクラーク・藤本（Clark and Fujimoto 1991）の研究で示された生産性分布のパターンを、ほぼ再現するシミュレーション結果だと言えよう。すなわち、平均して高生産性の国にも、低生産性の国にも、「緩やかな競争」の後には一定数の現場が存続し、2 国の現場集団の間には統計的に有意な平均値の差が残るのである。

この「緩やかな国際競争」においては、競争前後の労働投入係数の変化にも有意差がある。競争後の労働投入係数の平均は、両国とも、競争前の労働投入係数の平均よりわずかなが低くなっている。また、標準偏差もわずかながら小さくなっている。

ただし、本稿のモデルには、個々の現場が存続のために生産性向上を図る「能力構築競争」（藤本 1997, 2003）は組み込まれておらず、この平均生産性向上は、もっぱら競争劣後現場の部分的淘汰によるものである。

表 3 競争前後の労働投入係数の t 検定

	競争前	競争後	p
A国	80.028	78.765	***
B国	120.066	118.613	***

*** $p < 0.001$

シミュレーションの結果を見ると、競争前と競争後では、A国、B国ともに、緩やかな淘汰の結果、若干の平均生産性の向上（労働投入係数の低下）が見られるが、大きな値ではない。また、両国の労働投入係数の平均の差も、ほぼ 40 に近く、大きな変化はない。

表 4 A、B国の労働投入係数の t 検定

	A国	B国	p
競争前	80.028	120.066	***
競争後	78.765	118.613	***

*** $p < 0.001$

表 5 競争前後のA国とB国の労働投入係数の標準偏差

	競争前	競争後
A国	4.8	4.59
B国	5.195	4.969

なお、この「緩やかな国際競争」のケースにおいては、A国のB国に対する高い物的生産性あるいは低い労働投入係数 (a_{ij}) の絶対優位と、B国のA国に対する相対的低賃金 (w_i) の優位とが相殺しあう関係にあるので、競争前の初期状態において、両国現場の単位コスト ($C_{ij} = a_{ij}w_i$) の分布は、両国の労働投入係数 (a_{ij}) の分布よりも接近し、重複している (図 12)。

またこれを反映して、両国の現場のコストギャップ (ΔC_{Aj} と ΔC_{Bj}) の分布も、図 13 のようにオーバーラップしている。

図 12 A国とB国の初期状態の単位コスト分布

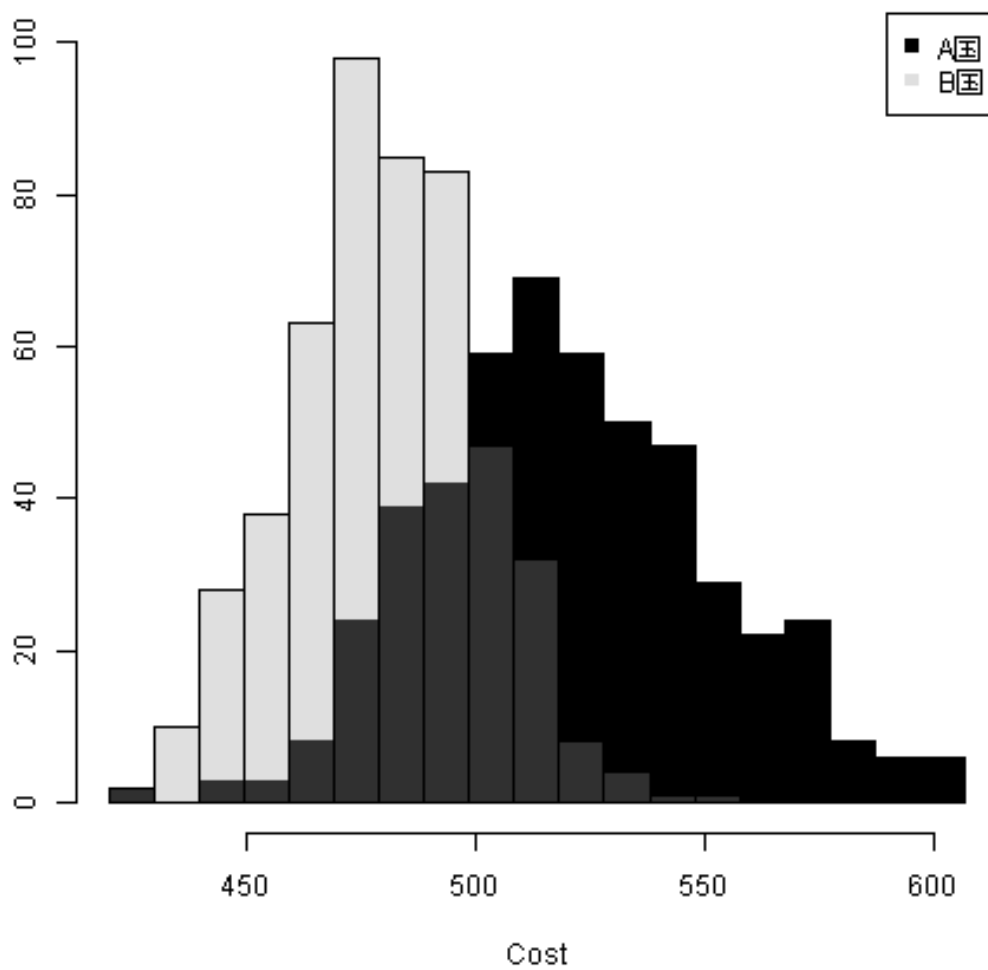
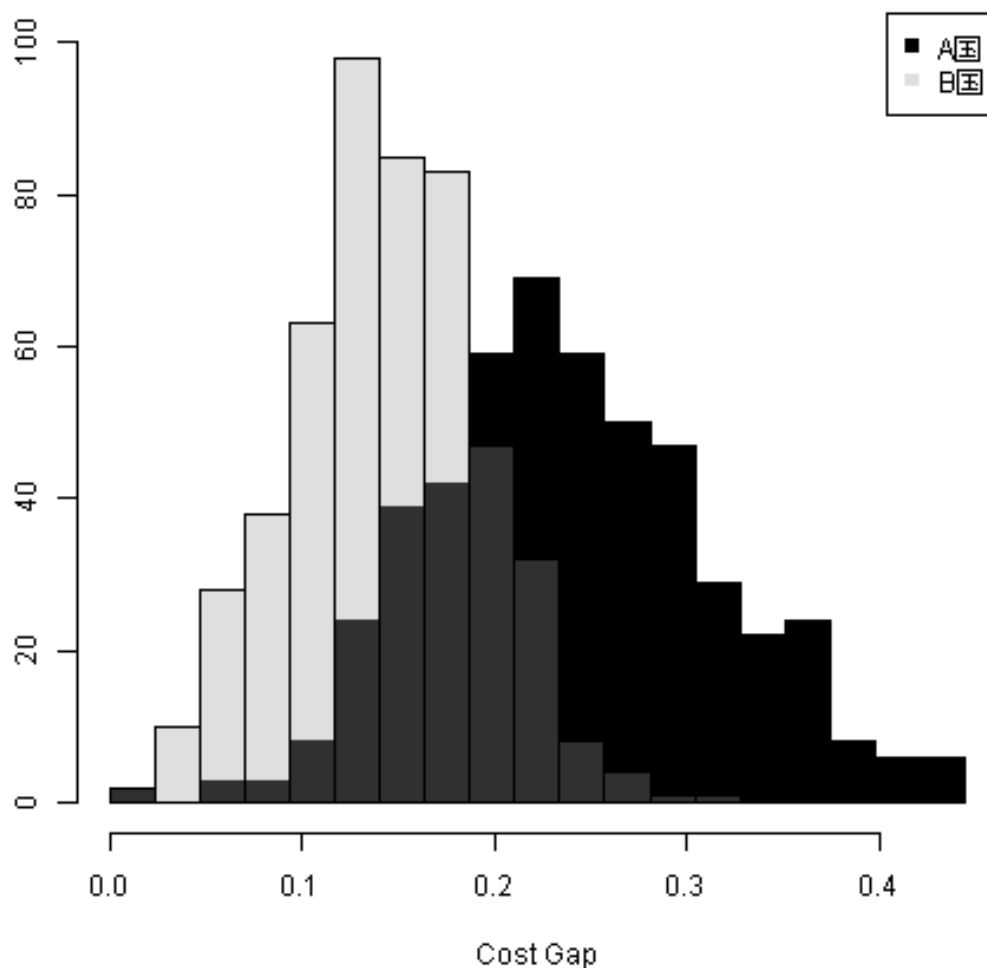


図 13 A国とB国の初期状態のコストギャップ分布



各パラメータの特徴に関する考察：以上のように、我々が作成した生存時間解析に基づくシミュレーション・モデルは、各国各現場の労働投入係数 (a_{ij}) の分布形、各国の賃金率 (w_i)、競争の強度 (β_1) の値を調整することによって、リカードの費用式に基づき理論的に予想された、①厳しい国内競争、②厳しい国際競争、③緩やかな国内競争、④緩やかな国際競争の4つの代表的なケースの予想パターンを再現できることがわかった。逆にいえば、理論が予想する「産業競争力」すなわち各国現場の競争後の生産性分布の形を再現できるパラメータの組み合わせが少なくとも1組あることがわかった。

むろん、そのような「競争状況を再現可能なパラメータの組み合わせ」は、このほかにも無数にあるはずだが、それでは、そうした「パラメータの組み合わせ」にはどのような特徴があるのだろうか。これについて、以下で検討してみよう。

議論を単純化するために、国内競争および国際競争における、各国現場の労働投入係数の分布形（平均値 μ 、標準偏差 σ^2 、切断正規分布の切断値）はこれまで通りとする。すなわち、労働投入係数の平均 μ は国内競争の場合が 100、国際競争ではA国（ μ_A ）が 80、B国（ μ_B ）が 120 で、A国がB国の 1.5 倍である。競争前の現場数は各国で 500 ずつ、競争期間は 50 で変わらず、生存関数が指数分布に従うことも従前通りである。

この前提で、上記のシミュレーション結果も踏まえて、パラメータの値および相互関係について予想と追加的な設問を立てるなら、たとえば以下のように考えられよう。

- ① 国内競争の結果は競争強度（ β_1 ）に依存するが、上記の設定に基づき、競争期間を 50 とし、個体の約半数残存を「緩やかな競争」の基準とした場合、競争強度 β_1 が 1.1 から 0.1 に変化する間に、「厳しい競争」に変化する。では、その状況変化は、徐々に、あるいは比例的に起こるのだろうか。あるいは、何らかの特異点あるいは変曲点があるのだろうか。
- ② 国際競争の結果は、2 国の労働投入係数の初期分布を所与とした場合、競争強度（ β_1 ）に加えて、両国の時間賃金率の比に依存する。 $C = aw$ というリカード型の費用関数を前提にするなら、両国の平均労働投入係数の比が $\mu_B/\mu_A = 120/80 = 1.5$ であるとき、両国現場群の単位コストが拮抗するのは、その賃金比が $w_A/w_B = 1.5$ の近辺と予想される。では、競争強度 β_1 が-220から-20に変化した場合において、両国の時間賃金率の比が $w_A/w_B = 1.5$ の近辺で上下に変動するとき、両国現場群の生存率はどのように変化するのだろうか。

以下においては、主にこの二つの設問について、追加的な考察を行うことにする。具体的には、競争力の初期の現場数（ $J = 500$ ）とその労働投入係数のばらつき（ $\sigma^2 = 5$ ）競争期間の長さ（ $T = 50$ ）、指数分布パラメータの定数項（ $\beta_0 = 0.001$ ）などはこれまで通りとした上で、A、B両国現場の労働投入係数の平均も、国内競争では $\mu = 100$ 、国際競争では $\mu_A = 80$ 、 $\mu_B = 120$ で固定したうえで、競争強度 β_1 と w_A 、 w_B の設定値を動かすことで、これらのパラメータと現場の生存確率との関係を考察することにしよう。

①競争強度の変化と現場生存確率：まず、図 14、15 では、以上に加えて賃金率 w_A 、 w_B の値も従前通りに設定した上で、 β_1 を 0 から 3 の範囲で均等に 5000 分割し、この値が変化するに従って $T = 50$ 時点での生存確率がどのように変化するかを観察した。図 14 は国内競争の場合のグラフであり、図 15 は国際競争の場合のグラフである。ここで描いた関数は、以下の通りである。

$$f_o(\beta_1 | \mu, \sigma^2, w, \beta_0, J, T) = \frac{n(t_j = T)}{J}$$

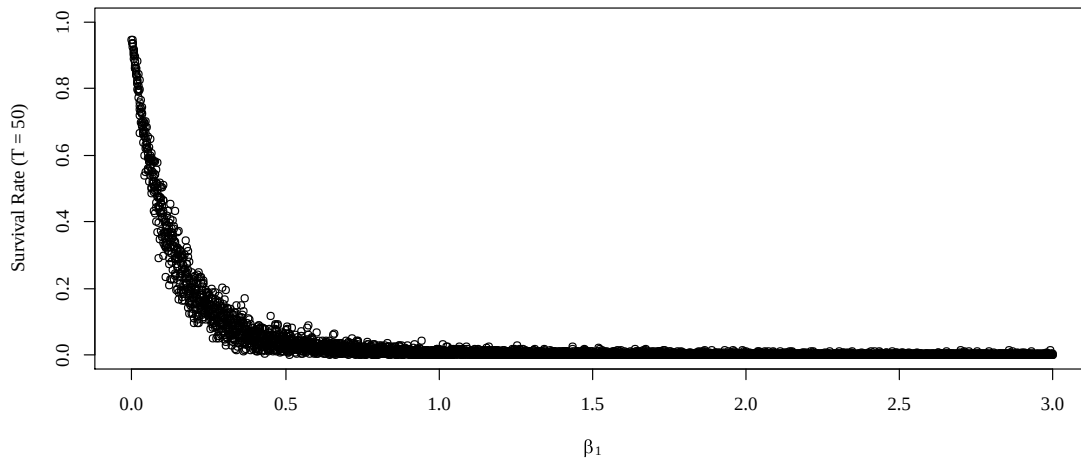
$$f_A(\beta_1 | \mu_A, \mu_B, \sigma^2, w_A, w_B, \beta_0, J, T) = \frac{n(t_{Aj} = T)}{J}$$

$$f_B(\beta_1 | \mu_A, \mu_B, \sigma^2, w_A, w_B, \beta_0, J, T) = \frac{n(t_{Bj} = T)}{J}$$

具体的な数値は、 μ 、 w の値に関しては前述のケース①とケース③（国内競争）のものを用い、 μ_A 、 μ_B 、 σ^2 、 w_A 、 w_B 、 β_0 、 J 、 T の値は、ケース②とケース④（国際競争）のものを用いている。

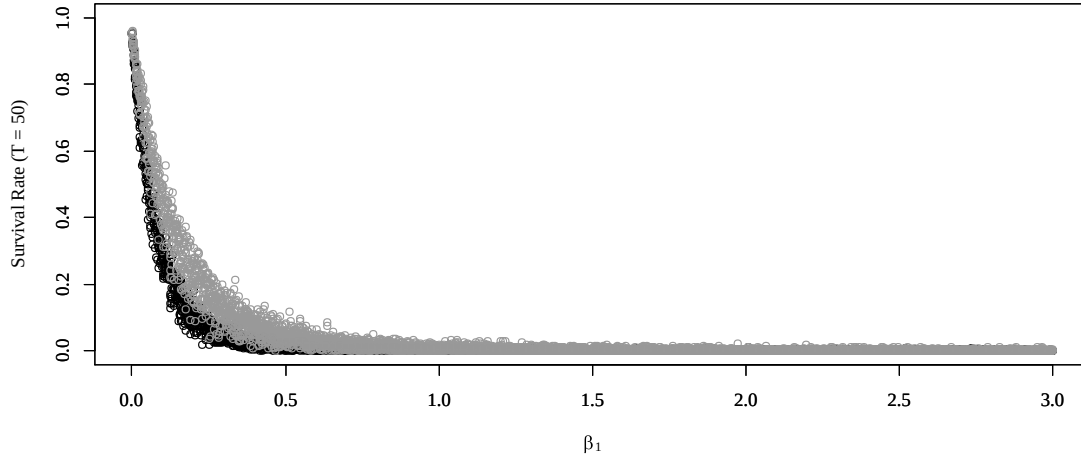
図 14 で明らかなように、競争強度（淘汰圧） β_1 を、0 を起点として高めていくと現場生存率が 1 から急速に下がり 0 に漸近するという、いつけん累積指数分布に近い形の関係が観察された。

図 14 β_1 による生存確率の変化（国内競争の場合）



また、図 15 においては、黒色の点が先進国A国の現場の生存率 $f_A(\cdot)$ 、灰色の点が新興国B国の現場の生存率 $f_B(\cdot)$ を表している。この図をみると、競争強度 β_1 の値が 0（無競争状態）に近づくほど、各国の産業現場の生存確率が高くなっているという、予想通りの関係がみられる。同じ β_1 でも、B国の方がA国より生存確率が高いのは、前述のように、B国の現場の方が平均すれば単位コストが低いという仮定を置いているためである。

図 15 β_1 による生存確率の変化（国際競争の場合）



競争強度 β_1 と現場生存率の関係について、図 14、15 から得られる示唆について、さらに細かく説明しよう。第 1 に、両グラフともに、ばらつきを示しながらも全体の値が 0.5 付近ではほぼ 0 となっている。

前述の 4 ケースのシミュレーション分析では、競争強度 β_1 は、「緩やかな競争」では 0.1、「厳しい競争」では 1.1 と設定したが、実際に見てみると、上述の結果の通り、 $\beta_1 = 1.1$ 付近では生存率はゼロに近いこと、また $\beta_1 = 0.1$ 付近ではほぼ半分前後の生存確率になっていることがわかる。第 2 に、競争が全く発生しないという仮定が置かれている $\beta_1 = 0$ の近辺で、A国現場とB国現場の生存率の「帯」は合流し、生存率は概ね 1 で基本的に同じになる。両国現場の生存率が同等になるのは「無競争」の定義から当然予想されることである。

②両国賃金率の変化と現場生存率（越境現象）：次に、競争強度 β_1 については、 $\beta_1 = 1.1$ （厳しい競争）と $\beta_1 = 0.1$ （緩やかな競争）の 2 つの値で固定し、切片を $\beta_0 = 0.001$ とした上で、国際競争のケース（ケース 2 と 4）に焦点を絞り、A国とB国の賃金率（ w_A 、 w_B ）の組み合わせを変化させ、両国の現場の生存確率を観察した。厳しい国際競争におけるA国とB国、緩やかな国内競争、緩やかな国際競争におけるA国とB国の、合わせて 4 つの場合に関する結果を、図 16～図 19 に示す。

ここでは、 w_A 、 w_B をそれぞれ 0 から 7 の範囲で均等に 300 分割し、その値の組み合わせの変化によって $T = 50$ 時点での生存確率にどのように変化するかを図示している。すなわち、各図につき 90000 パターンのパラメータ探索を行い、得られた生存確率について、生存確率が 1 に近い場合を黒、0 に近い場合を白に近づけた濃淡グラフで視覚化した。グラフ化した関数は以下の通りである。

$$f_A(w_A, w_B \mid \mu_A, \mu_B, \sigma^2, \beta_0, \beta_1, J, T) = \frac{n(t_{Aj} = T)}{J}$$

$$f_B(w_A, w_B | \mu_A, \mu_B, \sigma^2, \beta_0, \beta_1, J, T) = \frac{n(t_{Bj} = T)}{J}$$

μ_A 、 μ_B 、 σ^2 、 β_0 、 J 、 T の値は、前述のケース 2、4（国際競争）の際のものを用いており、また β_1 の値は、前述のようにケース 2（厳しい国際競争）のものとケース 4（緩やかな国際競争）のものを用いている。

図 16 と図 17 は、それぞれ、「厳しい国際競争」（強い淘汰圧）の下での A 国の現場の生存確率（i.e., $f_A(w_A, w_B | \beta_1 = 1.1)$ ）、と B 国の現場の生存確率（i.e., $f_B(w_A, w_B | \beta_1 = 1.1)$ ）を示している。

原点から伸びる直線は、リカードの費用式から理論的に導かれる A 国の平均的現場と B 国の平均的現場のコスト競争力の分岐（ブレイクイーブン）を表している。すなわち、 A 国現場の労働投入係数の平均値 μ_A は 80、 B 国現場の平均値 μ_B は 120 であったので、その比は $\mu_A/\mu_B = 2/3$ 。両国の平均的現場の単位コストが同値になるのは $\mu_A w_A = \mu_B w_B$ のときであるから、その時の賃金率の国際比は $w_B/w_A = 2/3$ 、すなわち $w_B = 2/3 \times w_A$ で、これが図に示した「ブレイクイーブン線」である。

図 16 w_A 、 w_B によるA国現場の生存確率の変化（厳しい競争環境下）

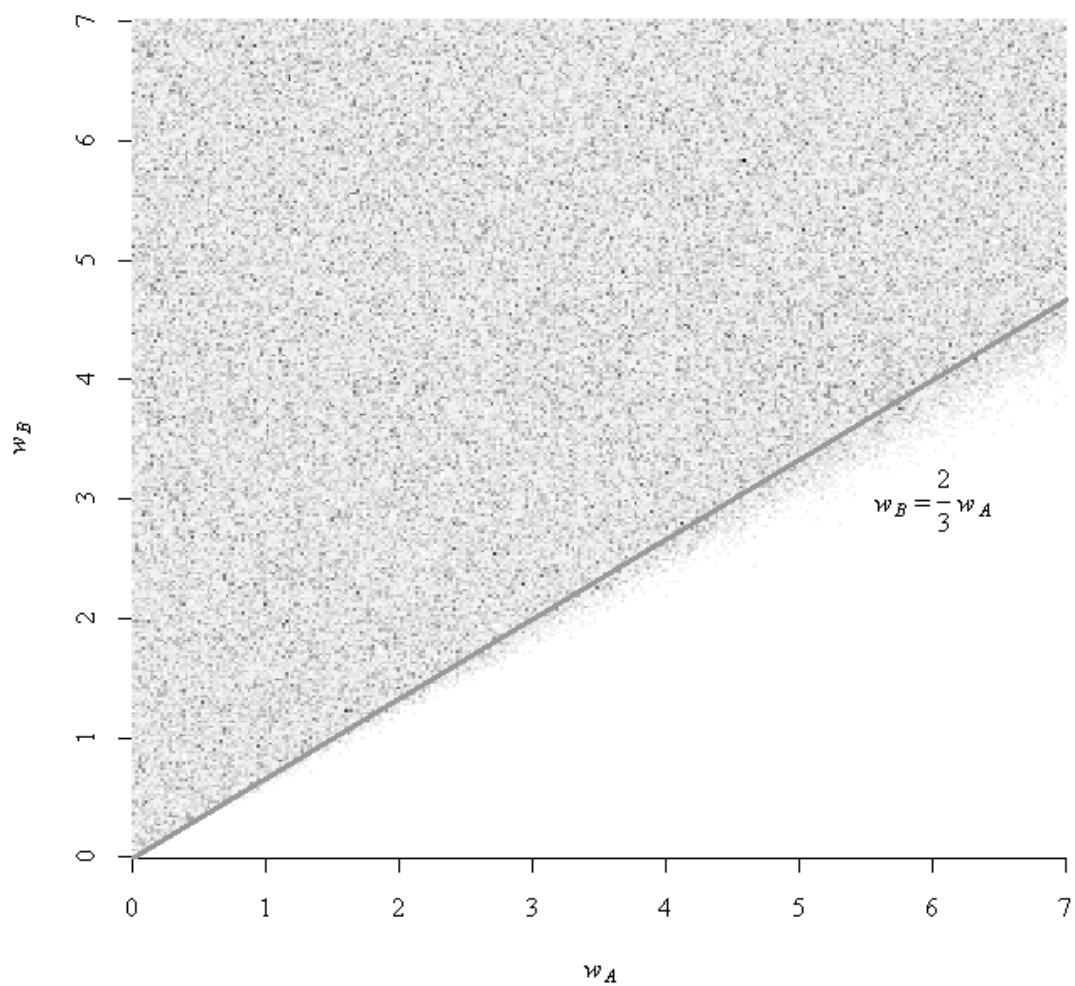
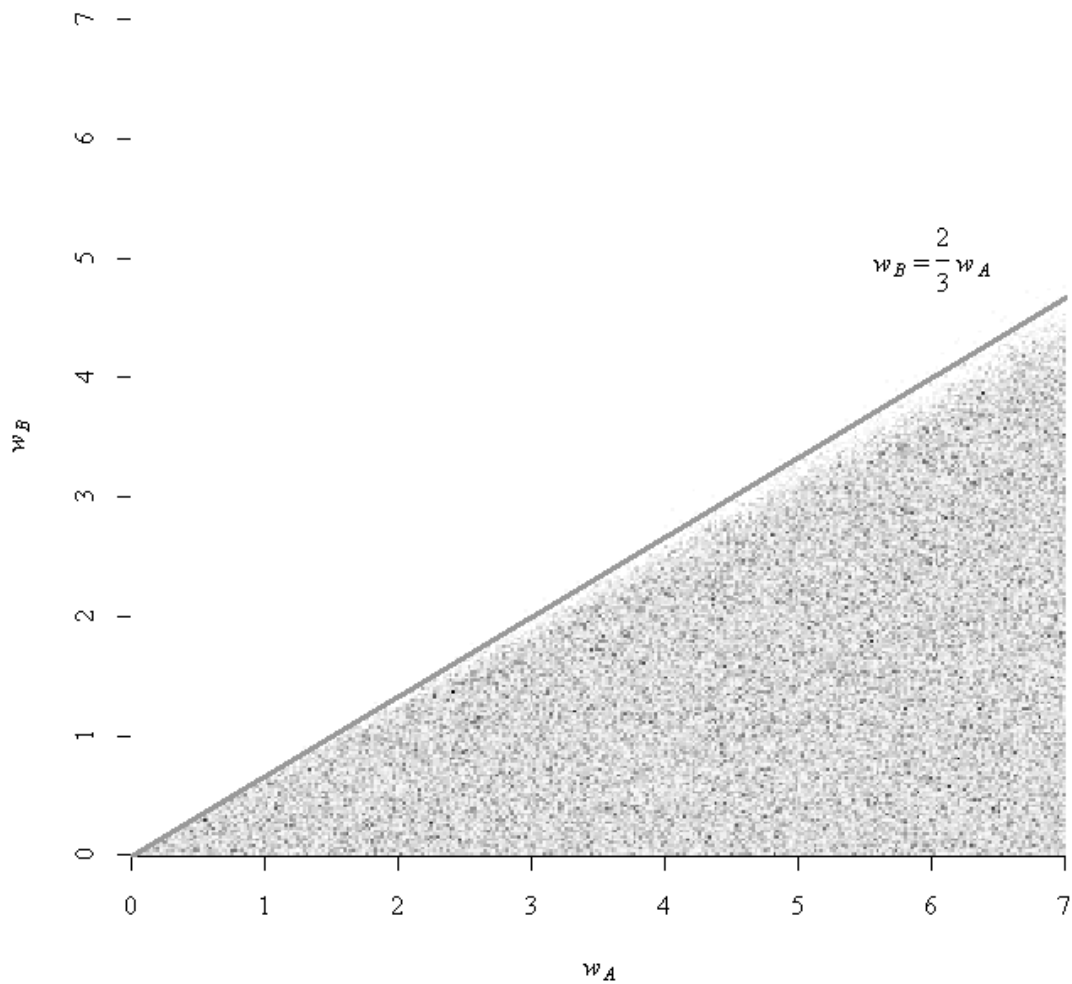


図 17 w_A 、 w_B による B 国現場の生存確率の変化（厳しい競争環境下）



一方、図 18 は「緩やかな国際競争」（弱い淘汰圧）の下での A 国現場の生存確率（i.e., $f_A(w_A, w_B | \beta_1 = 0.1)$ ）、図 19 は弱い淘汰圧の下での B 国現場の生存確率（i.e., $f_B(w_A, w_B | \beta_1 = 0.1)$ ）を表している。ここにも、図 16、図 17 と同様に、理論的に両国の平均的現場の競争力が拮抗する「ブレイクイーブン線」 $w_B = 2/3 \times w_A$ を加えてある。

図 18 w_A 、 w_B による A 国現場の生存確率の変化（緩やかな競争環境下）

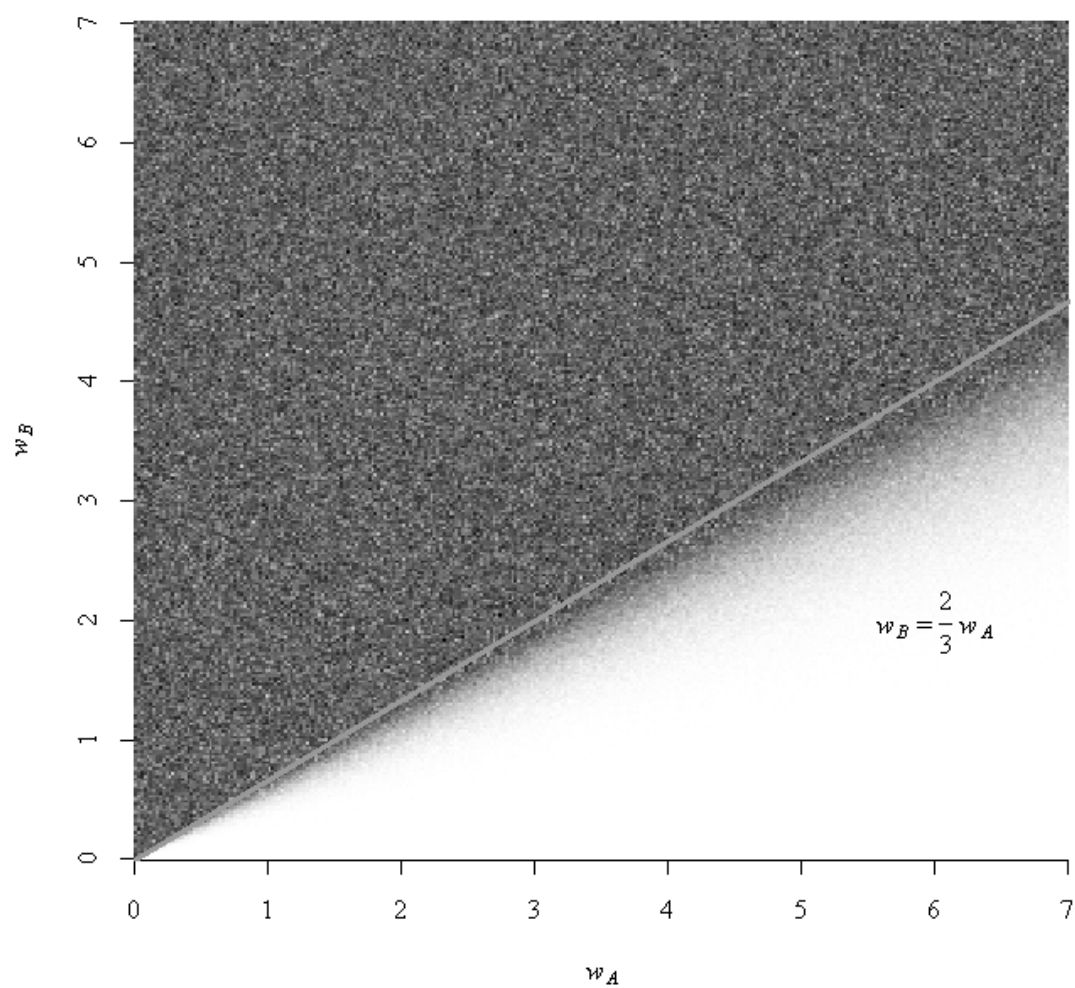
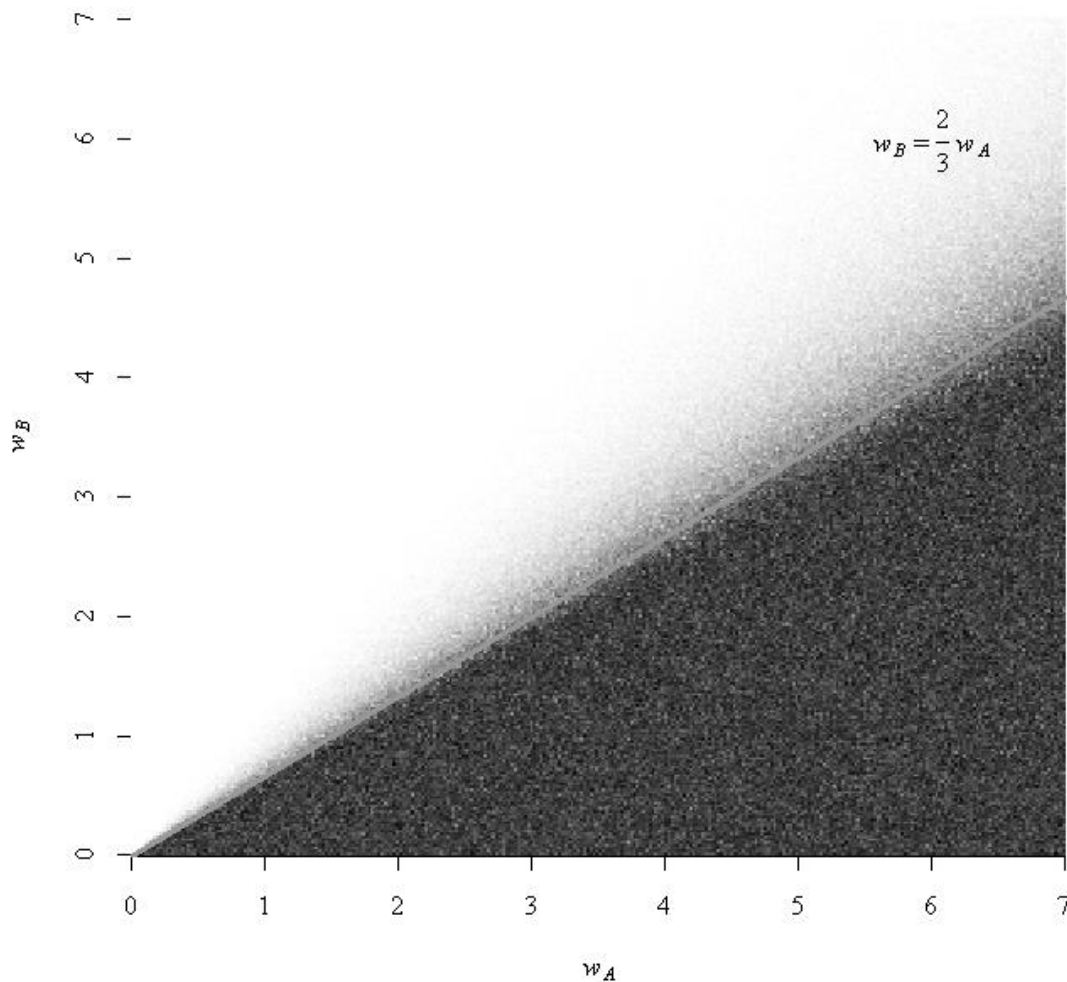


図 19 w_A 、 w_B によるB国現場の生存確率の変化（緩やかな競争環境下）



これらの4つの図を見ると、「厳しい国際競争」の場合（図16、図17）と「緩やかな国際競争」の場合（図18、図19）で生存確率の濃淡のパターンが異なっていることが読み取れる。すなわち、リカードのコスト式から理論的に想定されるのは、A国の現場は前述のブレイクイーブン線 $w_B = 2/3 \times w_A$ より上の三角形の領域でコスト競争力が強く、逆にB国の現場はこの線より下の三角形の領域でコスト競争力が強いということであるが、実際に「厳しい競争」（図16、図17）ではそれに近い形になっている。

一方、「緩やかな競争」の場合は、基本的な濃淡図の形状は同じだが、ブレイクイーブン線の反対側にかなり「越境」しても生き残っている現場が増えていることが分かる。つまり、「厳しい競争」ではこの境界を越境して生き残る現場は比較的少なく、逆に「緩い競争」では相互に「越境」して存続する範囲がかなり拡大していることがわかる。

5 結論と今後の課題

以上のように、本稿では、現場の集合体としての産業の競争力概念を明らかにし、また生存時間解析のシミュレーション分析によって、産業競争のいくつかの類型とその発現過程を分析することを試みた。

具体的にはまず、競争力を「選ばれる力」と定義し、企業が資本市場に選ばれる力を収益力、製品が製品市場に選ばれる力を「表の競争力」、現場が企業に選ばれる力を「裏の競争力」とする多層的な競争力の構造を示した。次に、設計論に立脚した「広義のものづくり論」にもとづき、産業を同種の設計の製品の集合体、あるいはそれを生産する現場の集合体と規定した。

このような現場視点の「産業」概念に基づき、本稿では「産業競争力」を、当該産業に属する現場や製品の競争力指標の分布形として規定した。すなわち、1産業の「表の競争力」を、当該産業を構成する製品群の表の競争力（たとえば価格）の分布の形状、1産業の「裏の競争力」を、当該産業を構成する現場群の裏の競争力（たとえば物的生産性）の分布の形状と定義した。

次に、この定義にしたがい、国内競争・国際競争の軸と、競争強度の軸による4つの競争状況に関する考察を行った。すなわち、「①厳しい国内競争（アルシアン的状況）」「②厳しい国際競争（リカード的状況）」「③緩やかな国内競争（ホテリング的状況）」「④緩やかな国際競争（クラーク・藤本的状況）」、この4類型である。これらの4ケースに関して、本稿では、一定の競争期間後に存続する1国1産業の現場群の分布の形が「産業競争力」を表すものと考えた。

また本稿では、いわゆる生存時間解析のアナロジーを用い、またリカード的費用関数を仮定し、表の産業競争力を製品群の単位コスト（提示価格）の分布、裏の産業競争力を現場群の物的労働生産性（労働投入係数の逆数）の分布と考え、上記の4つの競争状況のそれぞれについて、一定期間のコスト競争後の現場群の生産性の分布の形がどうなっているかに関する予想をたてた。

その上で本稿では、この予想を確認するために、実際に生存時間解析のシミュレーション・モデルを作成し、上記の4つの競争状況における一定期間競争後の予想生産性分布が、ある組み合わせのパラメータ設定によって再現できることを確認した。

具体的には、各現場の存続期間が、最低コスト現場とのコストギャップを共変量とする指数分布に従うような生存関数を仮定し、そのパラメータ β_1 を競争強度とみなし、競争開始前の1国1産業の労働投入係数の分布を切断正規分布で表現し、リカード型費用関数でのコスト競争が一定期間続いた後の存続現場の生産性分布を観察した。その際、競争強度、各国の賃金率、各国現場群の労働投入係数の平均値といったパラメータの設定を適宜調整した。

最後に、逆に4つの競争状況に関する上記の予想を再現できたシミュレーションのパラ

メータ設定の特徴を分析した。たとえば、競争強度が強いほど現場生存率が指数関数的に低下するという関係があることや、緩やかな国際競争の場合にはリカード比較優位論が規定する各国の競争優位領域を確定する「ブレークイーブン線」を越境して存続する現場が増えることなどが分かった。

以上をまとめるならば、表 7 の通りである。前述のように、ある時点における、ある国のある産業の競争力とは、そこまでの競争に生き残った現場群の競争力の分布の全体像として規定できるが、本稿で分析した「裏の競争力」としての現場の物的生産性に話を絞るならば、その内容は、競争状況の違いによって異なりうる。すなわち、①厳しい国内競争（アルシアン的状況）であれば、物的生産性に関する産業の裏の競争力は生産性が最高の「絶対優位現場」の生産性に収斂化するだろう。

②厳しい国際競争（リカード的状況）であれば、賃金の国際差と言う「ハンデ」が絡むので、産業の裏の競争力は生産性ではなく生産費（単位コスト）が最低の「比較優位現場」の生産性に収斂化するだろう。

③緩やかな国内競争（ホテリング的状況）であれば、ある程度競争劣位の現場も存続の猶予期間を得るので、産業の裏の競争力は、一定期間の競争の後に存続可能な現場群の生産性分布の特徴、たとえば平均やばらつきや形状によって示されよう。

④緩やかな国際競争（クラーク・藤本的状況）であれば、産業の裏の競争力は、前述のリカード的状況と同様、生産性ではなく生産費に関する優劣が重要になるが、コストで劣位の現場も存続猶予期間を持つので、産業の裏の競争力は、一定期間のコスト競争の後に存続可能な現場群の生産性分布の特徴で示されるのである。

表 6 議論のまとめ

産業競争力と現場競争力の関係（労働生産性の場合）

	厳しい淘汰 (最適現場以外は存続できない)	緩やかな淘汰 (最適現場以外にも一定期間存続できる)
国境が無い場合 (国内産業あるいは 国境の消えた世界産業)	① 産業の競争力(生産性) = 生産性が最高の現場の生産性	③ 産業の競争力(生産性) = 生産性に関して存続可能な 現場の平均的・傾向的な生産性
国境が有る場合 (国境で仕切られた世界産業)	② 産業の競争力(生産性) = 生産費が最低の現場の生産性	④ 産業の競争力(生産性) = 生産費に関して存続可能な 現場の平均的・傾向的な生産性

注:リカードの定式化に従い、生産費は労働コストのみと仮定し、賃金は国内で一定と仮定する。

いずれにせよ、産業競争力の表現は、淘汰が厳しいと仮定するか緩やかと仮定するか、国境の存在を考慮するか否かで変わってくる。淘汰が厳しければ、産業の競争力イコール

最強現場の競争力である。淘汰が緩ければ、それは存続現場の競争力の分布パターンの全体に関わる。このように、産業競争力の概念は、競争の強度により異なってくるのである。

しかしながら、本稿で検討した生存時間解析の発想に基づくシミュレーション・モデルは、競争劣位の状況に直面した産業現場が、生産性向上や新製品開発など、そのギャップを埋める活動を強化するというような、能力構築競争のフィードバック・ループを内蔵していない。その意味で単純なモデルである。こうした「存続の危ない現場は頑張る」というフィードバック機構を内蔵した産業競争モデルは、おそらくより現実的な特性を持つのではないかと推測される。これについては、今後の課題としたい。

参考文献

- Alchian, A. A. (1950). Uncertainty, evolution, and economic theory. *Journal of political economy*, 58(3), 211-221.
- Berger, S. (2005). *How we compete: What companies around the world are doing to make it in today's global economy*. Crown Business.
- Clark, K. B., & Fujimoto, T. (1991). *Product development performance: Strategy, organization, and management in the world auto industry*. Boston, MA: Harvard Business Press.
- Christensen, C. M., Suárez, F. F., & Utterback, J. M. (1998). Strategies for survival in fast-changing industries. *Management science*, 44(12/2), 207-220.
- Dertouzos, M., Lester, R. and Solow, R. and the MIT Commission on Industrial Productivity (1989). *Made in America: Regaining the Productive Edge*, Cambridge, MA: MIT Press.
- Dornbusch, R., Fischer, S., & Samuelson, P. A. (1977). Comparative advantage, trade, and payments in a Ricardian model with a continuum of goods. *The American Economic Review*, 67(5), 823-839.
- 藤本隆宏 (1997). 『生産システムの進化論：トヨタ自動車にみる組織能力と創発プロセス』有斐閣.
- Fujimoto, T. (1999). *The evolution of a manufacturing system at Toyota*. New York, NY: Oxford university press.
- 藤本隆宏 (2003). 『能力構築競争：日本の自動車産業はなぜ強いのか』中央公論新社.
- 藤本隆宏 (2004). 『日本のもの造り哲学』日本経済新聞社.
- 藤本隆宏. (2005). 「アーキテクチャの比較優位に関する一考察」『赤門マネジメント・レビュー』, 4(11), 523-548.
- 藤本隆宏 (2007). 『ものづくり経営学—製造業を超える生産思想』光文社.
- 藤本隆宏. (2008). 『アーキテクチャとコーディネーションの経済分析に関する試論』MMRC-J-207, 東京大学大学院経済学研究科ものづくり経営研究センターディスカッションペーパー.
- 藤本隆宏・延岡健太郎 (2006). 「競争力分析における継続の力：製品開発と組織能力の進化」

- 『組織科学』, 39(4), 43-55.
- 藤本隆宏・塩沢由典 (2010). 「世界競争時代における企業間・企業内競争—リカード貿易論のミクロ・マクロ解釈をめぐって—」『経済学論集』, 76(3), 22-63.
- Franses, P. H., & Paap, R. (2001). *Quantitative models in marketing research*. New York: Cambridge University Press.
- Hannan, M. T., & Freeman, J. (1989). *Organizational ecology*. Harvard University Press.
- Hirschman, A. O. (1970). *Exit, voice, and loyalty: Responses to decline in firms, organizations, and states*. Harvard University Press.
- Holweg, M., & Pil, F. K. (2005). *The second century: reconnecting customer and value chain through build-to-order moving beyond mass and lean in the auto industry*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Hotelling, H. (1929). Stability in competition, *The Economic Journal*, 39(153), 41–57.
- Hayek, F., 1979. *The political order of a free people*. Law, Legislation and Liberty, University of Chicago Press.
- Kirzner, I. M. (1973). *Competition and entrepreneurship*, University of Chicago Press.
- 清成忠男 (2010). 「地域自立への挑戦」『龍谷大学大学経済学論集』, 49(4), 161-176.
- Lester, R. K. (1998). *The productive edge: a new strategy for economic growth*. WW Norton & Company.
- Marshall, A. (1890). *Principles of economics: An introductory volume*, London: Macmillan.
- Marx, K. (1867). *Das Kapital: kritik der politischenökonomie*. Verlag von Otto Meisner, Germany.
- Nelson, R. R. & S. G. Winter (1982). *An evolutionary theory of economic change*, Cambridge, MA: The Belknap Press of Harvard University Press.
- 日本インダストリアルパフォーマンス委員会 (1994). 『メイド・イン・ジャパン—日本製造業変革への指針』ダイヤモンド社.
- Porter, M. E. (1980). *Competitive strategy: Techniques for analyzing industries and competitors*. Simon and Schuster.
- Ricardo, D. (1817). *Principles of political economy and taxation*. G. Bell and Sons.
- 澤田康幸 (2004). 『国際経済学』新世社.
- Schumpeter, J. A. (1934). *The theory of economic development: An inquiry into profits, capital, credit, interest, and the business cycle*, Transaction Publishers.
- 清水剛 (1999). 「合併行動のイベント・ヒストリー分析」『組織科学』, 32(3), 76-90.
- 竹森俊平. (1994). 『国際経済学』東洋経済新報社.
- Womack, J. P., Jones, T., and D. Roos (1990). *The Machine that Changed the World*. New York, Rawson Associates (沢田博訳『リーン生産方式が、世界の自動車産業をこう変える。』経済界, 1990 年).