

〔論 文〕

企業間関係のイノベーション戦略への選択

洪 詩鴻, 李 橙, 鄧 慧, 傅 冬芳

目 次

初めに

I 日米のイノベーション現状比較

1. 日米イノベーション動機の比較
2. 日米両国投入された研究開発費の比較

II 持続的イノベーションの効率の比較モデル

1. 持続的イノベーションに影響を及ぼす企業間の協力関係
2. 企業間関係がイノベーション支出への影響

III 破壊的イノベーション効率の比較モデル

1. 破壊的イノベーションに影響を及ぼす企業間関係
2. 自由型市場経済における企業の積極的な破壊的イノベーション

IV 企業間関係とイノベーションプロセス選択のシミュレーション分析

1. シミュレーションの企業間関係及び企業イノベーションプロセスの設定
2. シミュレーションの実現
3. シミュレーションの結果

まとめ

初めに

1980年代以降の内生的成長論には、技術変化を経済成長の内生的な問題としてとらえ、イノベーションは経済発展の決定的要因であるとしている Robert J. Barro (2002)¹⁾。しかしイノベーションはどのように効率的に価値のある成果を出すのかを解明するために、イノベーションに影響する要因を分析しなければならない。その成功例として C. Freeman (1987) はナショナル・イノベーション・システム (NIS) で、イノベーションシステムの構成要素及び要素間の協力メカニズムの重要性を説明した²⁾。彼によると、日本は技術力が弱い状況において、技術イノベーションを動力源として、組織及び制度のイノベーションによって、数十年の時間で工業化国家に発展してきたと評価している。一方のアメリカのイノベーションは日本と根本的な違いが存在しながら（アメリカではラジカルイノベーションに対して日本はインクリメンタルイノベーションを求める傾向がある）両国とも効率的に価値のある成果を出している。中国が発表した『国家イノベーション係数報告』によると、アメリカと日本はそれぞれ100点、98.4点で40国の中で一位と二位を占めている。また、トムソン・ロイターが発表した「TOP100グローバル・イノベーター2015」によると、日本企業の40社及びアメリカ企業の35社がTOP100グローバル・イノベーターに選ばれ、両国の優れているイノベーション能力が全世界でも認められている。

NISの中において、よく言われるイノベーション各要素の間の協力メカニズムが効率よくイノベーションを行なうための必要な条件ではあるが、持続的イノベーションと破壊的イノベーションの適応性

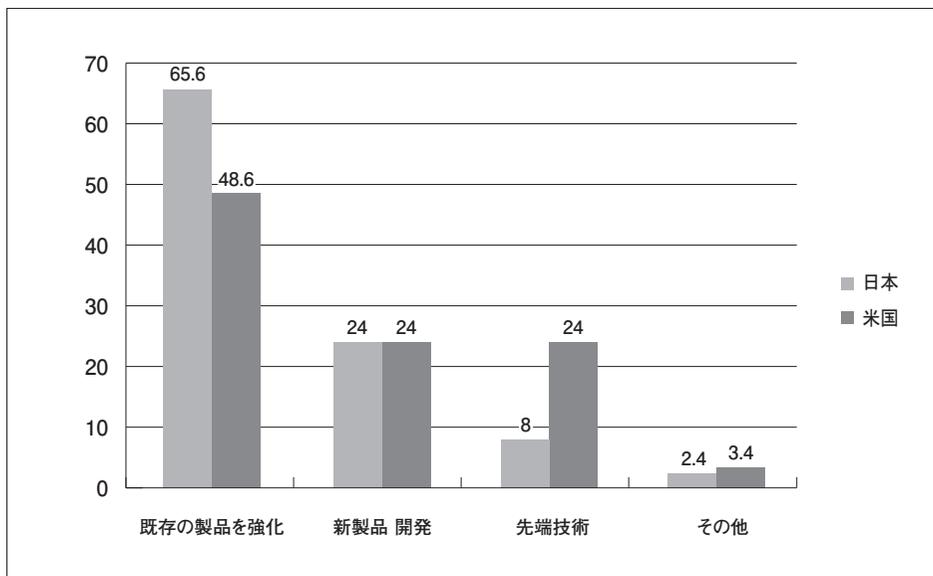
と効率性の問題解決にはならない。したがって、小論では、国家イノベーションシステム理論を避け、Hall&Soskice (2001)³⁾の資本主義の多様性の中に取り上げられている「各国の市場構造が異なることによって、それぞれイノベーションの形式も違ってくるし、その国の独特なイノベーションが形成される」(P270)、資本主義市場を協力的市場経済体系と自由型市場経済体系という分け方に従って、企業間関係の視点から企業イノベーション戦略の選択への影響を分析し、それぞれ持続的イノベーションと破壊的イノベーションに向いている企業間関係を実証し、日米のイノベーション戦略の違いを解明する。

I 日米のイノベーション現状比較

1. 日米イノベーション動機の比較

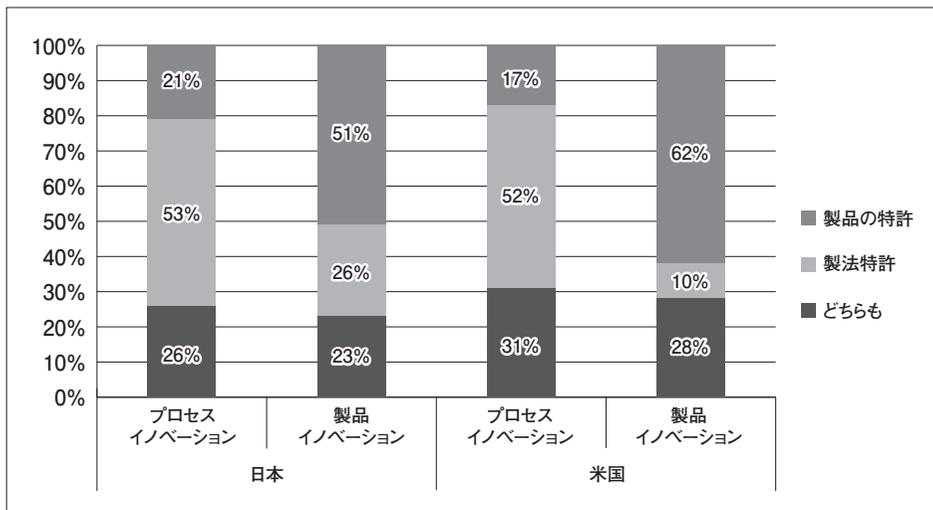
RIETI及びGITは日米企業のイノベーションの動機について調べた結果、図1のようになる：日米両国の企業とも今持っている技術に力を入れているが、日本のほうが65.6%のイノベーションがここに集中しているのに対して、アメリカは48.6%しかない。そして、新商品を作り出すという目的を持ってイノベーションを行なう比率は同じだが、最前線の基礎技術のブレイクスルーを目的とするアメリカ企業は24%であるのに対して、日本企業はただ8%。今持っている技術を強化するイノベーションは持続的イノベーションに属しているが、最前線の基礎技術のブレイクスルーを目的とするイノベーションは破壊的イノベーションに属している。破壊的イノベーションを大切にしているアメリカ企業に比べて、日本企業は持続的イノベーションを重要視していると言える。

そして、両国のイノベーション活動において、日本企業のプロセスイノベーションで特許を取った数はアメリカ企業よりはるかに多い。プロセスイノベーションは持続的イノベーションに属している。図



資料) (RIETIとGeorgia Institute of Technology : *The R&D Process in the U.S. and Japan: Major findings from the RIETI-Georgia Tech inventor survey*)

図1 日米両国研究開発の動機の違い (2009年)



資料) 同上

図2 特許の種類別国別 (2009年)

2では、日本企業のプロセスイノベーションで特許を取った割合は26%で、アメリカはただ10%ということがはっきり見られる。

2. 日米両国投入された研究開発費の比較

続いて、OECD加盟国が投入した研究開発費に関する統計データをベースにし、日米両国イノベーションにおける差異を説明する。業種分類基準はISIC Rev.4 (最新の国際基準業種分類法) に従う。ただし、その中には、サービス業が含まれていない。2000年～2013年のデータが充実しているが、2014年からのデータが足りないことから、主に2000年～2013年という12年間のデータを研究対象とする。

まず、両国の投入された費用の多い産業から比較してみる。D26項目の中には電子設備、パソコン設備及び通信設備等多くの情報通信技術産業が含まれており、それらを細分化し、その細分化した項目にも投入された費用が多いことから、小論ではD26項目を細分化することによって、日米両国技術革新の差異を見出す。結果、アメリカは生物製薬、情報通信産業、宇宙開発産業及び自動車産業に投入された研究開発費が一番多いことに対し、日本は自動車産業、生物製薬、機械設備、情報産業及び化学産業に重点を置く傾向がある。投入された研究開発費が一番多い機械製造業のうち、自動車産業、化学産業及び機械設備は中高技術産業の範疇に含まれる。その他の産業は先端技術産業といえる。アメリカは先端技術が必要である新興産業に進出する一方、日本は中高技術集約型の伝統産業(例えば、自動車、機械設備、化工製品等)にR&D費用をかけるということが分かった。日本の研究開発費の先端技術産業への投入がアメリカほどではなく、中高技術産業から先端技術産業に移ることにあるとうかがえる。

Tysynski (1951) は、固定市場シェアモデルを作り、輸出に関するデータをベースにし、輸出の増加に影響をもたらす異なるファクターを細分化し分析することによって、各国輸出の競争優位及び産業構造の合理性を説明している⁴⁾。小論では固定シェアモデルの分析方法のように、日米両国の技術革新に繋がる主要要素の分析を通し、投入された研究開発費への説明をする。また、Laursen (1998) では構造を分解する方法が取り上げられている。小論ではそれをうい、CMSモデルの一部を変形させ、一国の研究

表 1 日米 2011～2013 年投入された研究開発費

米国と日本 2011-2013 R & D 投資 単位：百万ドル			
米国		日本	
投資された研究開発費が一番多い製造業			
D21 医薬及びバイオ医薬品	184992	D29 車やトレーラー	87576
D261 電子設備	92400	D21 製薬及びバイオ医薬品	41418
D30 宇宙開発産業及びその関連機器	81342	D28 機械	35956
D29 自動車及びトレーラー	50187	D263 通信機器	23042
D263 情報産業機器	46974	D20 化学物質と化学製品	21672
D265 測量機器及びナビゲーション設備	35532	D261 電子装置	17287
投資された研究開発費が一番少ない製造業			
D16-D18 紙印刷業	4176	D30 航空宇宙及び関連機器	1406
D13-D15 繊維・衣料産業	1986	D16-D18 木材紙の印刷	1692
D24 金属加工	1872	D19 この粗製錬	1350
D19 製油産業	726	D14 衣料産業	90

資料）(OECD：“Standard analysis R&D expenditures in Industry (ISIC Rev. 4)”)）

開発費の比重に変化をもたらす主要素を以下の四つに分けている⁵⁾。

- A. 産業構造効果 (Structural market effect, SME 効果)：ある国が初期段階、研究開発に有利な産業構造を持っているかどうかの数値である。プラスの場合は、研究開発に有利、良性的な産業構造を持っている。マイナスの場合は、有利な産業構造を持っていない。
- B. 技術成長適応性効果 (Growth adaptation effect, GAE 効果)：ある国の研究開発費が新興産業への投入能力を示す数値である。世界的に投入された研究開発費が増加傾向にある産業はほとんど先端技術産業である。プラスの場合は、この国が先端技術産業に進出する能力が高い。マイナスの場合は、その逆である。
- C. 技術衰退適応性効果 (Stagnation adaptation effect, SAE 効果)：研究開発の潜在力が衰えている産業から撤退する能力が高いかどうかを示す基準である。プラスの場合は、この国が衰退している産業から脱出し、多くの資源を新興産業に投入する能力が高い。マイナスの場合は、弱いということになる。
- D. 市場シェア効果 (Market share effect, MSE 効果)：この効果の増減は世界の研究開発に占めるこの国の比重の強弱を示す数値である。

Laursen (1998) によりますと、四つの要素は以下のように分解できる。

$$\Delta x_j = \sum_i (\Delta x_{ij} y_{ij}^{t-1}) + \sum_i (x_{ij}^{t-1} \Delta y_{ij}) + \sum_i (\Delta x_{ij} \frac{\Delta y_{ij} + |\Delta y_{ij}|}{2}) + \sum_i (\Delta x_{ij} \frac{\Delta y_{ij} - |\Delta y_{ij}|}{2})$$

MSE SME GAE SAE

Mar. 2017

企業間関係のイノベーション戦略への選択

そのうち、

$$x_j = \sum_i X_{ij} / \sum_i \sum_j X_{ij}$$

投入された全世界の研究開発費総額に占める一国の研究開発費の比重

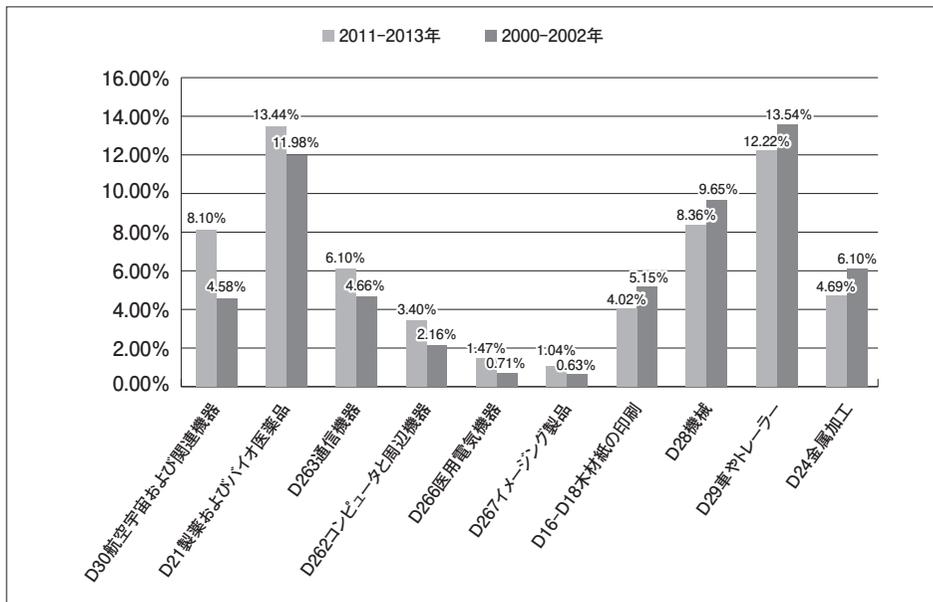
$$x_{ij} = X_{ij} / \sum_j X_{ij}$$

投入された全世界のある産業の研究開発費総額に占める一国のこの産業の研究開発費の比重

$$y_{ij} = \sum_j X_{ij} / \sum_i \sum_j X_{ij}$$

投入された（研究対象とする）産業の研究開発費総額に占めるある産業に投入された研究開発費の比重

x_{ij} は国家jが産業iに投入された研究開発費を意味する。小論では、OECD加盟国の各産業に投入されたR&D費用を技術革新の指標として分析する。基準期間データは2000年、2001年、2002年の3年間の平均投資額を用いる。OECD加盟国のR&D費と輸出額の全世界総額に占めるそれぞれの比重が80%以上であるからより現実に近い、説得力がある結論に繋がると考えられる。直近12年間(2000年～2013年)研究開発費に占める比重が一番高い産業は宇宙開発産業であり、2000年～2002年の2年間、全世界の投入された研究開発費総額に占める比重は4.6%に過ぎないが、2011年～2013年の2年間、8.1%に増加している。図3に示されたように、12年間、全世界の製造業の中にある投入された研究開発費の急増6大産業(宇宙開発産業、生物製薬産業、通信設備産業、パソコンとその関連産業、電子医療設備産業及び画像生成技術産業)と急減4大産業(金属加工、自動車産業、機械設備及び印刷業)からみて、世界的に伝



資料：(OECD：“Standard analysis R&D expenditures in Industry (ISIC Rev. 4)”)

図3 全世界の投入された研究開発費の変動状況

表 2 日米両国の投入された研究開発費に変化をもたらす要素への分析

国	基準期間の平均シェア	報告期間の平均シェア	変化率	MSE	SME	GAE	SAE
米国	36.84%	39.72%	2.88%	0.52%	0.41%	1.34%	0.62%
日本	19.99%	15.35%	-4.64%	-0.99%	-0.17%	-1.86%	-1.62%

出所) 著者作成。

統産業より先端技術産業に研究開発費が投入されたことが分かる。

固定市場シェアモデルに基づき、OECD加盟国のR&D投資額に影響をもたらす異なる要素を分解し、その結果は表2になる。

表2で示されたように、基準期間(初年)と報告期間の比較から全世界のR&D投資総額に占めるアメリカの比重が2.88%増加した。そして各産業R&D投資額の変化はアメリカR&D投資額の比重が0.52%上昇し、世界R&D投資総額に占めるアメリカが上昇傾向にあることが示される。最初から、バランスの良いアメリカのR&D投資構造の比重も0.41%上がった。成長産業への進出能力がアメリカはプラスであり、付加価値の低い伝統産業が減少しており、全世界のR&D投資総額に占めるアメリカの比重が0.62%上がった。

その一方、日本の同時期のR&D投資額は全世界のR&D投資総額に占める日本の比重は4.64%下がった。MSE比重も0.99%下がった。SME比重が0.17%下降した。日本の比重が下がった主な原因は、成長産業に進出する能力も遅れている産業から撤退する力もアメリカより弱いということにある。成長産業に進出する能力を判断する数値に関して、日本はマイナスであり、全世界のR&D投資総額に占める日本の比重が1.86%下がった。撤退する能力を判断する基準もマイナスであり、アメリカより付加価値の低い、成長しない産業に投入されたR&D投資額が多い。ゆえに、全世界のR&D投資総額に占める日本の比重が1.62%減少した。このOECDの研究開発費に関する分析結果からは、日本が持続的イノベーションに向いている一方、アメリカの土壌は破壊的イノベーションが起りやすいという結論が得られる。両者の戦略選択が明らかに違うことが分かる。

イノベーション戦略に影響を及ぼす決定的な要因を分析するには、Hall&Soskice(2001)によれば、自由経済市場(LME)にある参加者は主に市場から影響を受ける⁶⁾。企業間のインターアクションは市場メカニズムのルールに従い、結ばれる契約書の下に行なわれる。一方、協力型市場経済(CME)参加者は外部環境に取り巻かれており、安定している市場構造の下で、経済活動の参加者はいかに持続可能な協力関係から長期的かつ安定な利益を得られることに重点を置く。大企業がリードしている垂直統合(中小企業が大企業の下請企業になり、系列が形成される形)の長期的な協力関係がその特徴である。

Hall&Soskice(2001)では、二つの市場構造それぞれイノベーションに違う影響をもたらすことを実証分析によって証明しているが、その中に含まれる経済学原理については、明確に論じられていない。ここで数学モデルを使って、市場構造がイノベーションの戦略選択に影響する原理を解明する。

II 持続的イノベーションの効率の比較モデル

1. 持続的イノベーションに影響を及ぼす企業間の協力関係

LMEとCMEとの大きな違いは市場メカニズムからもたらされる影響が異なるということにある。そのうち、CMEでは長期的な協力関係からもらう原動力により、市場価格の変動による企業のイノベーション活動への影響力を弱めることができ、企業が本来自分で持っている技術を持続的に前に進めるこ

Mar. 2017

企業間関係のイノベーション戦略への選択

とができる。しかしながら、持続的イノベーションを起こす企業の場合、先端基礎技術の研究開発に力をいれるということより、今まで蓄積されてきた主導技術への持続的研究活動のほうが多くみられる。それに基づき、1つ目の仮説を立てる。

仮説1 パートナー企業との長期的な協力関係は、企業コンピタンスの保護に有利である。

この2つの企業 ($i=1,2$) は消費者の需要を満たすために、持続的なイノベーションを行なうとする、そのイノベーションによって得られる利益は：

$$T = T(K_1, K_2) \quad [2.1]$$

そのうち、 K_1, K_2 はそれぞれ企業1, 2が技術革新に投入された技術量をさす。両企業が投入された技術ノウハウの量は多くなれば多くなるほど、技術革新の効率が高くなる。 $K_1' = \sup(K_1), K_2' = \sup(K_2)$ それぞれ企業1, 2が投入された最大の技術ノウハウ量をさす。 $K_1 = \inf(K_1), K_2 = \inf(K_2)$ は研究開発の目的に達するための最低限の技術ノウハウ量を意味する。 K_1, K_2 は研究開発が必要となる基本技術であり、 K_1', K_2' はそれだけでなく、研究開発の収益を増加させるための付加技術も含まれる。

$$\inf(K_1) \in \sup(K_1), \inf(K_2) \in \sup(K_2)。$$

$t_1 = T(K_1', K_2) = T(K_1, K_2')$ とすると、その2つの企業はそのうちの1社が最大限の技術量を投入し、残りの1社が最低限の技術量を投入した場合でも、持続的技術革新による得られた収益が同じである(t_1 になる)という仮説が成立する。それは技術が共有されることになったら、非競争性と非排他性という特徴を持つようになる。ゆえに、投入された技術は収穫逓増効果があるといえる。

$$t_2 - t_1 > t_1 - t_0 \quad [2.2]$$

とすると、

その2つの企業は技術革新を行なうための必要な技術以外に社内自己保有の特殊技術がある場合、その2つの企業は一般技術以外の技術を投入する場合を仮定する。技術革新により得られる利益は t とする。企業1の得られる利益は $a t$ 、企業2の得られる利益は $(1-a)t$ である。技術が共有されているため、協力企業が投入した技術をライバル会社に売られ、共有利益を得られると同時に、リスクもともなう。

企業1は協力関係を裏切ることによって、更なる多くの利益 w_0 を得ると仮定する。同時に、企業2のライバル企業も利益を最大化しようとしている。最大利益を w_1 とする。この w_1 は企業1からもらう技術の価値を上回る。さらに、企業2のライバル企業が獲得する利益は企業2の損失に基づくものであることから、その損失も w_1 とみなす。

$w_1 > w_0$ の場合、企業2は企業1を裏切っていない、その収益が $(1-a)t - w_1$ になる。

企業2も企業1を裏切った場合は、その収益が $(1-a)t + w_0 - w_1 < (1-a)t$ になる。したがって、この2つの企業のペイオフマトリックスは表3のとおりである。

表3 両企業のペイオフマトリックス

		企業1	
		契約の遵守	裏切った
企業2	契約の遵守	αt $(1-\alpha)t$	$\alpha t + w_0$ $(1-\alpha)t - w_1$
	裏切った	$\alpha t - w_1$ $(1-\alpha)t + w_0$	$\alpha t + w_0 - w_1$ $(1-\alpha)t + w_0 - w_1$

出所) 著者作成。

表3のように、企業1は企業2がどんな選択肢をしても、裏切ってしまうのが利益になる。企業2にとっても同じ状況である。ゆえに、投機的な取引が一度きりの契約関係には避けられないことである。繰り返しゲームを行なうとする、初回のゲームが終わり、企業1は企業2に裏切られ、自分の特殊技術をライバル企業に売られており、損を蒙ってしまった。2回目のゲームでは、企業1は企業2に罰を与え、同じような裏切り行為をとってしまう。市場の利率をrとし、企業2はゲームで1回裏切ったことがあるとしたら、企業1から罰を与えられる可能性がある。初回裏切ったときの収益は $p = (1-\alpha)t + w_0$ とする。企業1から罰を与えられ、企業2の収益は $p - w_1$ になる。こうして、長期的な繰り返しゲームにおいて、企業の収益の総額は：

$$\begin{aligned}
 R_2 &= p + (1+r)^{-1}(p-w_1) + (1+r)^{-2}(p-w_1) + \dots + (1+r)^{-n}(p-w_1) \\
 &= p + (p-w_1) \frac{1-(1+r)^{-n}}{1-(1+r)^{-1}} (1+r)^{-1} \tag{2.3}
 \end{aligned}$$

無数回繰り返しゲームの場合：

$$\lim_{n \rightarrow +\infty} R_2 = p + (p-w_1) \frac{1}{r} \tag{2.4}$$

企業1も企業2も結ばれた契約の下で取引をすることになっている場合、長期的なゲームでの収益の総額は：

$$\begin{aligned}
 R_2' &= p - w_0 + (1+r)^{-1}(p-w_0) + (1+r)^{-2}(p-w_0) + \dots + (1+r)^{-n}(p-w_0) \\
 &= p - w_0 + (p-w_0) \frac{1-(1+r)^{-n}}{1-(1+r)^{-1}} (1+r)^{-1} \tag{2.5}
 \end{aligned}$$

$$\lim_{n \rightarrow +\infty} R_2' = p - w_0 + (p-w_0) \frac{1}{r} \tag{2.6}$$

[2.4] と [2.6] を比較すると、 $w_1 \frac{1}{r} - w_0 (\frac{1}{r} + 1) > 0$ 長期的なゲームで結ばれた契約を守る取引をすること

による収益が契約を破るような投機的な取引より大きい。さらに、技術漏洩によってもたらされた損失は協力企業の技術をうることによって得られた利益よりずっと大きいことから、仮説 1 のように、長期的なゲームにおいて、企業間の共同開発は相手の技術を売り、更なる多くの利益をえるための投機的な取引をされるリスクを小さくすることができるということが証明されている。

2. 企業間関係がイノベーション支出への影響

企業と企業の間結ばれている信頼関係が強くなれば強くなるほど、研究開発のプロセスに投入される技術資源が多くなり、それなりに持続的イノベーションの効率も高くなる傾向があるとみられる。それを証明するために、仮説 2 を立てる。

仮説 2 協力型市場経済は持続的イノベーションの効率を向上させていく。

持続的イノベーションの原動力は企業間の共同開発或いは企業自身の内部開発からくる。協力型市場経済の場合、前述したとおり、結ばれた契約の下で取引をするため、研究開発によって得られる収益の分配も契約を結んだ時点で定められることが多い。企業 2 より企業 1 のほうが投入した技術資源が多い場合、企業 1 が投入した技術資源と対等のような収益を得ることができず、損をすると見なす。逆に企業 2 が企業 1 より多くの技術資源を投入した場合は、企業 2 が利益を得る一方、企業 1 が損をするという状況になる。単純化すれば、企業の損失分布が均等であるとする。仮説 1 によれば、 K_1, K_2 は研究開発の目的に達するための最低限必要な基礎技術をさす。 K_1', K_2' はそれだけでなく、研究開発の収益を増加させる付加価値も含まれる。

企業 1 の損失を分析する関数は $D_1(K_1, K_2) = 0, D_1(K_1', K_2') = 0$ とすると、企業 1 と企業 2 とは投入した技術量が均等であるため、損失がゼロとみられる。

$D_1(K_1, K_2') = -d, D_1(K_1', K_2) = d$ とすると、すなわち、企業 1 と企業 2 は投入した技術量が対等ではないことを意味する。企業 1 は基本技術 K_1 を投入するとしたら、その損失は $-d$ になり、更なる多くの利益が得られる。それ以外の技術を投入する場合は、その損失は d になる。それと同様に、企業 2 の場合は $D_2(K_1, K_2') = d, D_2(K_1', K_2) = -d, D_2(K_1, K_2) = 0, D_2(K_1', K_2') = 0$ といった関数も成立できる。[2.2] 式に従えば、2 つの企業は最大限の技術資源を投入し共同開発を実施するとしたら、その研究開発の収益が t_2 になる。2 社とも基礎技術しか投入しないとしたり、研究開発の収益が t_0 になる。1 社が基礎技術資源しか投入しない一方、1 社がそれより多くの技術資源を投入するとしたら、研究開発の収益が t_1 になる。協力型市場経済の下での企業研究開発のペイオフマトリックスは表 4 のようになる。

パレート均衡を実現させるために、できる限り多くの技術資源を投入しないとイケない。投入される技術資源の組み合わせ (K_1', K_2') は、企業 1 と企業 2 がとっている絶対優位の戦略によるものである。ゆえに、 K_1' は企業 1 の絶対優位の手として、以下の条件を満たさなければならない。

$$at_2 - at_1 - d > 0 \tag{2.7}$$

$$at_1 - at_0 - d > 0 \tag{2.8}$$

表4 協力型市場経済の下での企業研究開発のペイオフマトリックス

		企業1	
		K_1'	K_1
企業2	K_2'	$\begin{matrix} \alpha t_2 \\ (1-\alpha)t_2 \end{matrix}$	$\begin{matrix} \alpha t_1 + d \\ (1-\alpha)t_1 - d \end{matrix}$
	K_2	$\begin{matrix} \alpha t_1 - d \\ (1-\alpha)t_1 + d \end{matrix}$	$\begin{matrix} \alpha t_0 \\ (1-\alpha)t_0 \end{matrix}$

出所) 著者作成。

それとあわせ、企業2は最大限の技術資源を投入する絶対優位の手を取ると、以下の条件を満足させなければならない。

$$(1-\alpha)(t_2-t_1)-d > 0 \tag{2.9}$$

$$(1-\alpha)(t_1-t_0)-d > 0 \tag{2.10}$$

[2.2]式に従って、 $t_2-t_1 > t_1-t_0$ があることから、[2.8]と[2.10]さえ満足させれば、すべての条件が満たされることが出来る。すなわち、企業はより多くの技術資源を投入し、win-winという形で、研究開発の最大収益を果たそうとする。企業1は分配された利益が企業2より多い時、すなわち、 $a > 1-a$ ということである。それと同時に、[2.10]を満足させれば、最良の解が得られる。しかしながら、[2.7]を満足させれば、投入される技術資源の組み合わせが (K_1, K_2) であるときに、ナッシュ均衡は達成される。その際には、企業1も企業2も最小限必要な技術資源しか投入していない。損失 d は区間 $((1-\alpha)(t_1-t_0), \alpha(t_2-t_1))$ の間にあると、ナッシュ均衡は達成されない。最良解は区間 $((1-\alpha)(t_1-t_0), \alpha(t_2-t_1))$ の左側にある。区間 $((1-\alpha)(t_1-t_0), \alpha(t_2-t_1))$ の右側は収益が一番低い区間になる。すなわち、企業1と企業2とが投入された技術資源が対等ではないことによって達成された損益差額 $d > \alpha(t_2-t_1)$ の場合、企業1と企業2は消極的に技術資源を投入する。損益差額 $d < (1-\alpha)(t_1-t_0)$ の場合、企業1も企業2も相手が自社より多くの収益を得られるかどうかを考えずに、積極的な技術資源を投入する行動を取ってしまう。

しかしながら、自由型市場経済の下では、前述したとおりに、一度きりの契約が多いため、企業1と企業2は2社とも更なる多くの収益を得るために相手の技術資源を得たら、売ったりする動きを取る可能性がある。その結果は両方とも損失を蒙ることになる。企業は投入した技術資源が多くなればなるほど、蒙る損失のリスクが高くなっていくと仮定する。企業が一般技術しか投入しない場合は、技術を洩らされたりするリスクがかからない。最大限の技術資源を投入する場合は、蒙る損失も最大となる。その最大限の損失を w とする。2社とも最大限の技術資源を投入するとしたら、2社とも最大限の損失 w を蒙る。企業1は最大限の技術資源を投入し、企業2は最低限必要となる技術資源を投入するとしたら、企業1の蒙る損失は企業2に裏切られたことによってもたらされた損失と(前述したように)投入された技術資源の不均等による損失 d がある。一方、企業2は損失を蒙るどころか、投入された技術資源の不均

表5 自由型市場経済の下での企業間研究開発ゲーム

		企業1	
		K_1'	K_1
企業2	K_2'	$\alpha t_2 - w$ $(1 - \alpha)t_2 - w$	$\alpha t_1 + d$ $(1 - \alpha)t_1 - w - d$
	K_2	$\alpha t_1 - w - d$ $(1 - \alpha)t_1 + d$	αt_0 $(1 - \alpha)t_0$

出所) 著者作成。

等による収益 d を手に入れることができる。こうして自由型市場経済の下で、企業の研究開発ペイオフマトリックスは表5のとおりである。

投入された技術資源の組み合わせ (K_1', K_2') は企業1と企業2の絶対優位の戦略になるには、以下の条件を満たさなければならない。

$$\alpha t_2 - \alpha t_1 - d - w > 0 \tag{2.11}$$

$$\alpha t_1 - \alpha t_0 - d - w > 0 \tag{2.12}$$

$$(1 - \alpha)(t_2 - t_1) - d - w > 0 \tag{2.13}$$

$$(1 - \alpha)(t_1 - t_0) - d - w > 0 \tag{2.14}$$

前述したように、区間が違うと、とられる戦略も異なってくる。 d は $((1 - \alpha)(t_1 - t_0) - w, \alpha(t_2 - t_1) - w)$ の左側にある場合、2社とも相手が更なる多くの利益を得られるかどうかを考えずに、最大限の技術資源を投入する。損益差額 $d > \alpha(t_2 - t_1) - w$ の場合、消極的に技術資源を投入する。協力型市場経済の環境に込まれた企業と比較すると、自由型市場経済の下では、企業が最大限の技術資源を投入するとしたら、研究開発にもたらず支障がそれなりに多くなる。協力型市場経済の下では、企業がより大きな損益差額を負担するにも関わらず、共同開発を施す。企業が戦略を取る際に、協力型市場経済の下では、 $d < (1 - \alpha)(t_1 - t_0)$ の場合、効率が一番高い研究開発費を投入するという戦略をとる。自由型市場経済の下では、 $d < (1 - \alpha)(t_1 - t_0) - w$ の場合、企業はそういう戦略を選択する。両者の差額はちょうど一度きりのゲームの中に出てくる損失 w である。ゆえに、協力型市場経済の下での企業は自由型市場経済の下での企業より最大限の技術資源を投入する戦略をとる傾向にある。投入された技術資源量が多くなれば多くなるほど、技術革新の効率が高くなっていく。こうして、協力型市場経済の下では持続的イノベーションの効率がより高いという仮説2が証明されている。

Ⅲ 破壊的イノベーション効率の比較モデル

1. 破壊的イノベーションに影響を及ぼす企業間関係

Shumpeter (1912) はいち早く、破壊的イノベーションの概念を唱えた。彼はイノベーションとは新し

い生産関数であり、今までの経済構造を破り続けるとともに、新しい経済構造を作り出すことによって形成されるものである。Christensen (1997)『イノベーションのジレンマ』では、Shumpeterのイノベーションに関する理論を補足している⁷⁾。破壊とは、新しいルートを探り出すことであると主張している。また、Atuahene-Gima (2005)、SubramaniamとYoundt (2005)では、破壊的イノベーションとは今まで有してきた技術ルートと製品を「破壊」することによって、現有の技術ルートと製品に大きな変革をもたらすということである。すなわち、破壊的イノベーションを起こすには、新しい技術を必然か偶然に開発することができる契機を作る企業間のふれあいが必要であることが分かってきた。それに基づき、仮説3を立てることとする。

仮説3 自由型市場経済の下での企業は破壊的イノベーションの効率がより高い。

イノベーションの効率に関して、市場のより多くの他の企業との付き合いが多くなればなるほど、イノベーションの効率が高くなっていく。企業間の付き合いの量が同じレベルである場合、親疎関係を持つ企業同士の共同開発は持たない企業より効率が低い。情報エントロピーの概念に基づき、それを証明することができる。企業*i*との協力関係による破壊的イノベーション発生の確率を P_i とし、 n 社企業との付き合いによる破壊的イノベーション発生の情報エントロピーは以下のとおりである。

$$E(I) = E(-\log_2(p_i)) = -\sum_{i=1}^n (p_i \log_2(p_i)) \quad [3.1]$$

同質の企業であれば、企業と付き合いによるイノベーション発生の確率が同じであることを意味する。情報エントロピーは n の増加関数になる。市場のより多くの企業との付き合いが多くなれば多くなるほど、新たな破壊的イノベーション発生の確率が高くなる。しかしながら、親疎のある企業間の協力関係の下で、 n の数値が一定であるとする、新興企業は緊密な企業関係をもつ企業同士の協力が多くなると、疎遠関係の企業との共同開発や付き合いなどが少なくなっていく。ゆえに、今まで協力しあってきた協力企業との破壊的技術イノベーションの確率は協力関係を持っていなかった企業より高いといえ

る。もし n 社企業のイノベーション発生の合計確率が同じである場合 $\sum_{i=1}^n p_i = C$ 。[3.1] 式を最大値にさせ

るため、 $p_1 = p_2 = \dots = p_i = C/n$ という条件を満たさなければならない。こうして、親疎のない企業間にある協力関係の下で、多くの情報量を獲得することができ、それなりに破壊的技術革新を起こす可能性が高くなる。協力型市場経済の下で協力関係にある企業と共同開発しがちであるが、一方、自由型市場経済の下で、企業間の親疎関係は薄いため、新興企業は市場のあらゆる企業との付き合いを増やす機会に恵まれる。

それにより技術獲得の効率が高くなる。したがって、情報の獲得に関して、自由型市場経済の下での企業のほうは情報量をより多く手に入れることができることから、破壊的イノベーションを起こす効率が高くなる。こうして、仮説3は証明されることになる。

2. 自由型市場経済における企業の積極的な破壊的イノベーション

Christensen (1997)『イノベーションのジレンマ』では、消費者と非消費者の定義に基づき、新市場破壊は非消費者競争または付加価値の低い製品が多い市場での競争と定義されている。高付加価値のある製品が多い市場において、製品価格が非消費者の消費能力を超えると、非消費者は価格がより低い、破

Mar. 2017

企業間関係のイノベーション戦略への選択

壊的イノベーションによって作られる製品を選ぶ。付加価値の低い製品の性能が改善されるにつれ、製品の性能に厳しい消費者層も今までの高付加価値が多いネットワークから離れ、付加価値の低い製品に視線を向けはじめる。ゆえに、付加価値が低い製品の多い市場では、破壊的イノベーションが起こりやすい。市場主導の自由型市場経済体系は企業間の協力関係がよくみられる協力型市場経済体系より企業が市場に出入りすることがより自由である体系といえる。その体系の下において、企業間競争は企業のイノベーションを促す原動力の源である。それに基づき、以下の仮説を立てる。

仮説 4 協力型市場経済より自由型市場経済の企業が破壊的イノベーションを起こす動機が強い。

協力型市場経済体系に2つの企業しかない寡占市場と自由型市場経済体系に2つの寡占企業以外に破壊的イノベーションを起こした新興企業1社があるとする。また、市場は高付加価値市場と付加価値が低い製品の多い市場の2つに分かれ、前者は持続的イノベーションで、後者は破壊的イノベーションであるとする。前者のシェアは X とすると、後者のシェアは $1-X$ になる。つまり、高付加価値市場に出す製品の価格が固定値 P_1 と定め、低付加価値市場の製品価格が P_2 と定める。Christensen (1997) の理論によれば、低付加価値市場の製品は F という基本的性能を持ち、高付加価値市場の製品はそれ以外に、 F_0 という付加的な性能を持つとする、高付加価値市場の製品は $F+F_0$ という2つの性能を持つ。また、企業の研究開発の効率率は同じであり、しかも持続的イノベーションの研究開発の効率と破壊的イノベーションの研究開発の効率をそれぞれ α と β とし、その研究開発成果が製品の性能の増加につながり、それぞれ $(F+F_0)(1+\alpha)$ と $F(1+\beta)$ になる。付加価値が低い製品は性能を改善させ、高付加価値市場に進出する際に、製品を改善させるプロセスを定めるのは困難ではないことから、破壊的イノベーションの研究開発の効率率は持続的イノベーションの研究開発の効率率より高いということが分かる。すなわち、 $\beta > \alpha$ 。また、企業は一時的に破壊的イノベーションと持続的イノベーションの両方を同時に進めることができないとする。

協力型市場経済体系の下におけるプレーヤー企業1と企業2がある。最初は市場で同じシェアを占める。高付加価値市場のシェアは $X/2$ 、低付加価値市場のシェアは $(1-X)/2$ になる。企業1は持続的イノベーションとし、企業2は破壊的イノベーションとすると、高付加価値市場でも低付加価値市場でも差が出てくる。前者の市場では、企業1の製品の性能は企業2のより高い。後者の市場では企業2の製品の性能が優位になる。この場合、高付加価値市場では、企業2の製品の性能が企業1のより劣るため、消費者は企業2の製品から離れ、企業1の製品の消費者になる。しかしながら、企業1の製品の性能が高く、企業2の消費者は全員企業1の製品の消費者になることはない。1社の製品から離れ、他の会社の製品の消費者になるかどうかは改善された企業1の製品の性能がどれほど企業2の製品の性能より優れることによる。例えば、性能上では、企業1の製品は企業2より優れた程度が

$$\frac{(F+F_0)(1+\alpha)-(F+F_0)}{(F+F_0)} = \alpha \text{ になる。}$$

こうして、高付加価値市場において、企業1は $f(\alpha)$ の消費者が増えたとする。 $f()$ は増加関数であり、シェア転移率は技術の優れた程度に関数と同じである。すなわち、シェア転移関数は $\Delta x/x = f(\alpha)$ になる。それとともに、低付加価値市場においても、シェアの転移が生じている。企業2は破壊的イノベ

ーションによって、低付加価値市場では企業2の製品の性能が企業1のより $\frac{F(1+\beta)-F}{F} = \beta$ 優れた。す

なわち、低付加価値市場のシェアの一部は企業1から企業2に変わる。この際に、企業1のシェアは

$$\frac{1-x}{2}(1-f(\beta)) \text{ に縮まり、企業2のシェアは } \frac{1-x}{2}(1+f(\beta)) \text{ になる。同じ戦略を取ると、今までのシエ}$$

アの状況はそのまま続く。企業1の技術革新の戦略をとる最初の目的を探るには、企業2が破壊的イノベーションを行なった際に企業1は収益を獲得できるために取らなければならない戦略を分析する必要がある。企業1は持続的イノベーションを選ぶと、その収益は

$$\pi_1' = p_1 \frac{x}{2}(1+f(\alpha)) + p_2 \frac{1-x}{2}(1-f(\beta)) \quad [3.2]$$

が成立する。

破壊的イノベーションを選択すると、その収益は

$$\pi_1 = p_1 \frac{x}{2} + p_2 \frac{1-x}{2} \quad [3.3]$$

が成立する。

この2つの収益の差は

$$\pi_1' - \pi_1 = p_1 \frac{x}{2} f(\alpha) - p_2 \frac{1-x}{2} f(\beta) \quad [3.4]$$

が成立する。

[3.4] 式 > 0 の場合、企業は持続的イノベーションによる最大な収益を獲得することができる。その判断基準は

$$p_1 \frac{x}{2} f(\alpha) / p_2 \frac{1-x}{2} f(\beta) \quad [3.5]$$

> 1 かどうかということである。

[3.5] > 1 の場合は、持続的イノベーションを起こす戦略をとる。[3.5] < 1 の場合は、破壊的イノベーションの戦略をとる。そのうち、[3.5] の左側の部分は高付加価値の市場価値と低付加価値の市場価値の比較であり、[3.5] の右側の部分は研究開発の効率によるシェアの流失率を表わす。こうして、企業が戦略をとる際に、高付加価値市場と低付加価値市場の市場価値、シェア流出関数、破壊的イノベーションと持続的イノベーションそれぞれの研究開発の効率による影響を考慮しなければならない。企業に取られる戦略を分析するペイオフマトリックスは表6のとおりである。

表6によると、[3.5] > 1 の場合は、持続的イノベーションによる収益が高く、企業1も企業2も持続的イノベーションを起こす戦略をとる。[3.5] < 1 の場合は、2社とも破壊的イノベーションを行なう戦略をとる。

自由型市場経済体系の場合、新興企業3は破壊的イノベーションによって、低付加価値市場に進出し

表6 企業にとられる戦略のペイオフマトリックス

		企業1	
		持続的イノベーション	破壊的イノベーション
企業2	持続的イノベーション	$p_1 \frac{x}{2} + p_2 \frac{1-x}{2}$	$p_1 \frac{x}{2}(1+f(\alpha)) + p_2 \frac{1-x}{2}(1-f(\beta))$
	破壊的イノベーション	$p_1 \frac{x}{2}(1+f(\alpha)) + p_2 \frac{1-x}{2}(1-f(\beta))$	$p_1 \frac{x}{2} + p_2 \frac{1-x}{2}$

出所) 著者作成。

ようとする。企業1と企業2とは持続的イノベーションを行なうとすると、高付加価値市場では、この2社は同じシェアを占める。しかしながら、低付加価値市場では企業1と企業2より企業3が優位になるため、その2社のシェアは一部企業3のものになる。その際に、企業1と企業2の収益は

$$\pi_1, \pi_2 = p_1 \frac{x}{2} f(\alpha) + p_2 \frac{1-x}{2} f(\beta) \tag{3.6}$$

が成立する。

企業3の収益は

$$\pi_3 = p_2 \frac{1-x}{2} f(\beta) \tag{3.7}$$

が成立する。

企業1と企業2とは破壊的イノベーションの戦略をとると、2社は高付加価値市場において同じシェアを占める。また、市場では企業1と企業2のブランドが知られているため、市場にでる製品の性能が同じである場合、企業1と企業2からシェアの流出が生じなくなり、企業3は市場に進出することもできない。

企業1は持続イノベーションを行ない、企業2は破壊的イノベーションを起こすとすると、高付加価値市場では、企業1が企業2から流出したシェアをとり、低付加価値市場では、製品の性能の差による損失したシェアを失う。そのうち、企業2と企業3とは同じく $\frac{1-x}{2} f(\beta)$ のシェアを獲得する。この場合：

企業1の収益は

$$\pi_1^0 = p_1 \frac{x}{2} (1+f(\alpha)) + p_2 \frac{1-x}{2} (1-2 \times f(\beta)) \tag{3.8}$$

が成立する。

それと同時に、
企業 2 の収益は

$$\pi_2^0 = p_1 \frac{x}{2}(1-f(\alpha)) + p_2 \frac{1-x}{2}(1+f(\beta)) \tag{3.9}$$

が成立する。

低付加価値市場において、企業 1 から流出した消費者は企業 2 と企業 3 への好みがなく、両社はそのシェアを均等的に獲得し、企業 1 の損失は [3.8] に示されたように、 $2 \times f(\beta)$ の比例となる。企業 2 は持続的イノベーションの戦略をとり、企業 1 は破壊的イノベーションの戦略をとる場合、企業 1 と企業 2 の収益は逆になる。こうして、企業 3 の存在を意識しながら、企業 1 と企業 2 のペイオフマトリックスは表 7 のとおりである。

表 7 を元に、持続的イノベーションが企業 1 と企業 2 の優位戦略になるためには、企業 1 は以下の条件を満たさなければならない。

$$p_1 \frac{x}{2} f(\alpha) - p_2 (1-x) f(\beta) > 0 \tag{3.10}$$

[3.10] と [3.4] を比較してみれば、両方とも > 0 の場合、企業 1 も企業 2 も持続的イノベーションの戦略をとる。また、[3.10] が成立すれば、[3.4] は必ず成立する。すなわち、[3.10] が成立すれば、協力型市場経済体系の下でも自由型市場経済体系の下でも企業は持続的イノベーションを優位戦略としてとる傾向にある。しかしながら、[3.4] が成立すれば、[3.10] が必ず成立するとは限らない。協力型市場経済体系の下では、企業は持続的イノベーションを優位戦略としてとる。一方、自由型市場経済体系の下では、持続的イノベーションは企業の競争優位戦略の得策とはいえない。ゆえに、自由型市場経済体系は協力型市場経済体系のように企業が積極的に持続的イノベーションを行なう傾向がない。すなわち、自由型市場経済体系の下では企業が破壊的イノベーションを行なうことが多い。

表 7 新興企業が市場に進出する企業のペイオフマトリックス

		企業1	
		持続的イノベーション	破壊的イノベーション
企業2	持続的イノベーション	$p_1 \frac{x}{2} + p_2 \frac{1-x}{2} (1-f(\beta))$ $p_1 \frac{x}{2} + p_2 \frac{1-x}{2} (1-f(\beta))$	$p_1 \frac{x}{2} (1-f(\alpha)) + p_2 \frac{1-x}{2} (1+f(\beta))$ $p_1 \frac{x}{2} (1+f(\alpha)) + p_2 \frac{1-x}{2} (1-2 \times f(\beta))$
	破壊的イノベーション	$p_1 \frac{x}{2} (1+f(\alpha)) + p_2 \frac{1-x}{2} (1-2 \times f(\beta))$ $p_1 \frac{x}{2} (1-f(\alpha)) + p_2 \frac{1-x}{2} (1+f(\beta))$	$p_1 \frac{x}{2} + p_2 \frac{1-x}{2}$ $p_1 \frac{x}{2} + p_2 \frac{1-x}{2}$

出所) 著者作成。

IV 企業間関係とイノベーションプロセス選択のシミュレーション分析

Hall & Soskice (2001) が「資本主義の多様性」アプローチの中で、CMEとLMEがイノベーションへの影響を論じている。その一例は、元橋 (2005) は日本のIT産業及び生物技術産業において競争力の不足を論じた⁸⁾。そして、Akkermans, CastaldiとLos (2009) はOECDの特許データを使って、イノベーションに対するCMEとLMEのそれぞれの影響を分析した⁹⁾。しかし、以上の研究者は主に特許データに基づいて研究を進めたため、特許データだけで、CMEとLMEが持続的イノベーションと破壊的イノベーションに対する影響を分析することができない。小論は、シミュレーションモデルを使って、企業間関係の持続的イノベーションと破壊的イノベーションのそれぞれに対する影響をシミュレーションする。

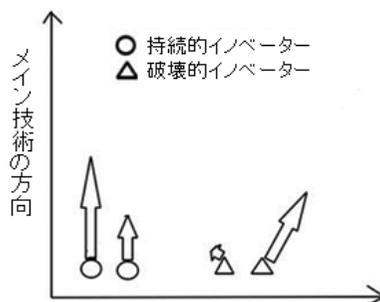
1. シミュレーションの企業間関係及び企業イノベーションプロセスの設定

シミュレーションでは、同じ産業において、持続的イノベーション企業と破壊的イノベーション企業が共存するモデルを作成した。そして、モデルの有効性を影響しない前提に、簡略化処理を行い、以下の設定をする。

- 1) 一つの産業に限定し、イノベーターは3種類、すなわち、川上産業と川下産業と密接な関係を持っている持続的イノベーション企業(イノベーター1)、川上産業と川下産業と密接な関係を持っていない持続的イノベーション企業(イノベーター2)及び破壊的イノベーション企業(イノベーター3)に分けられる。それと同時に、メイン技術方向は一つだけで、持続的イノベーション企業の方向はこれに合っているのに対して、破壊的イノベーション企業は他の方向でメイン技術を超えようとする。そして、破壊的イノベーション企業の方法が定まった一方、その方向に沿ってイノベーション活動を続けると仮定する。

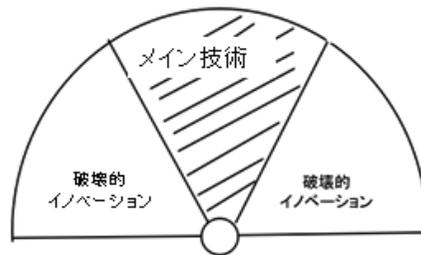
図4にも示されるように、Y軸はメイン技術方向を示し、持続的イノベーション企業の方向はこれと同じのに対して、破壊的イノベーション企業の方向はこれと違って、ランダムになる。

- 2) 破壊的イノベーションが出たかどうかによって、3種類の企業のイノベーション活動には違いがある。イノベーター1と2は破壊的イノベーションが出なかった状況において、安定的にY軸に沿った開発を続ける。そして、イノベーター1のイノベーション活動の効率と安定性とも2より高い。シミュレーションモデルで見れば、1回のイノベーション活動において、イノベーター1と2とも



出所) 著者作成。

図4 2種類の企業のイノベーション方向の選択

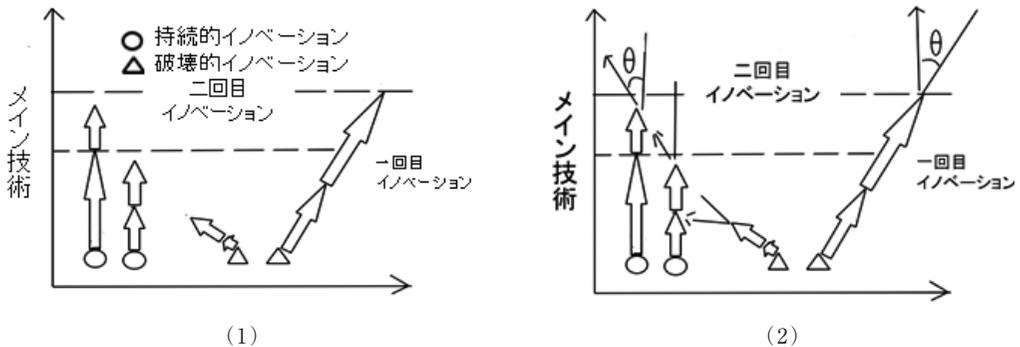


出所) 著者作成。

図5 企業のイノベーション方向の選択

上に向いてある程度進むが、その長さはランダム的なものとするれば、イノベーター 1 が進む長さの期待値は 2 より長いが、分散は小さい。また、イノベーター 3 の方向はランダム的で、Y 軸以外のすべての方向も可能で、モデルを簡略化するために、図 5 のように垂直以外の 30 から 90 度のランダムな方向を設定する。

- 3) 毎回のイノベーション活動において、すべての企業が同時に参加し、同時に終了すると仮定する。そして、毎回のイノベーション活動において、持続的または破壊的イノベーションで市場参入する新しい企業があるとする。
- 4) 市場のサイズが固定しているとする。すなわち、この産業において、一定量の企業しか生存できない。毎回のイノベーション活動が終わったとき、技術力の低い企業が淘汰され、この市場に一定量の技術の優れている企業しか残っていない。
- 5) この産業の技術レベル、すなわち新入企業の技術レベルは前回のイノベーション活動が終わった時点に残っているすべての企業の技術レベルの中位数と仮定する。このレベルを超える企業は技術優位を持っている。
- 6) 産業の中に、企業間関係の密接度は、川上企業、川下企業との関係の密接度に関わり、川上企業と川下企業は安定的な持続的イノベーション企業だけと協力すると仮説を立てる。なぜかといえば、密接な協力関係は企業により多くの外部インフォメーションをもたらすと同時に、持続的イノベーション企業の効率をあげる効果を持っている。そして、破壊的イノベーションが産業に衝撃をもたらし、メイン技術の方向を変えた時、外部インフォメーションは企業のイノベーション方向の変更に役立つはずだ。また、企業間密接度の高い市場において、協力したことのある企業をバリューチェーンの一環として吸収する傾向も高い。それに対して、密接度の低い市場においては、協力したことのある企業をバリューチェーンに取り込む傾向があまり見られない。
- 7) 破壊的イノベーションの成果を判断するには、メイン技術の方向転換への影響度合いを見る。破壊的イノベーションの成果を判断する。モデルの中で、1 回のイノベーション活動が終わった時点、破壊的イノベーション企業が最先端に達したかどうかによって判断する。図 6-(1) のように、1 回目のイノベーション活動で、破壊的イノベーションが成功しなかったが、2 回目のイノベーション活動で、破壊的イノベーションが成功し、持続的イノベーションの効率よりも高く、Y 軸の最先端に達した。それで、第 3 回のイノベーション活動において、破壊的イノベーションの方向がメイン技術の方向になり、元のメイン技術は左の新しい方向に θ 角度乖離している。図 6-(2) のように、すべての企業の方向が左に θ 角度を変わり、その前持続的イノベーションを続けている企業は



出所) 著者作成。

図6 破壊的イノベーションが出なかった場合と出た場合

もし密接的な協力関係を持っていれば、比較的早くイノベーションの方向を調整することができ、メイン技術の方向に追うことが出来る。しかし、一部分の持続的イノベーション企業は情報が足りないので、技術方向上のミス直すことができなくなり、淘汰される可能性が高くなった。

8) モデルの中でのイノベーターのルールと身分の転換

この3種類の企業、互いに転換する可能性がある。まず、イノベーター1はイノベーター2と3には変わることができないが、イノベーター2、3がイノベーター1に変わることが可能である。また、イノベーター1、2はイノベーター3に変わることができないが、イノベーター3が1、2に変わる可能性がある。すなわち、持続的イノベーション企業が破壊的イノベーション企業に変わることはないが、逆方向は可能である。またイノベーターのルールは以下のようにする。まず、イノベーター2はイノベーター1への転換、イノベーター2は新入企業なので、1回目の協力で密接的な関係を築く可能性が低く、何回かのイノベーション活動を経て、存続してから、密接的な協力関係に吸収されると考える。ここで、3回のイノベーション活動を経て、イノベーター2が1に変わると仮説を立てる。それと同時に、仮説6に従って、市場の関係の密接度もその転換率に関わっている。市場の密接度が高いほど、企業を密接関係ネットに吸収する意欲も高くなるが、市場の密接度が低くなると、競争が激しくなり、企業間の協力関係が少なくなり、新入企業への吸収の程度も低くなる。そして、イノベーター3は破壊的イノベーションが成功した時から、持続的イノベーション企業になる。なぜならば、成功したイノベーションで、この企業が新しい市場ルールを設定することができて、現有の技術で優位を持っているので、未知の技術より既存の技術で競争力を維持する傾向が強いので、破壊的イノベーションが成功したら、この企業が持続的イノベーション企業に変わる。

2. シミュレーションの実現

持続的イノベーション企業と破壊的イノベーション企業の活動はシステムの中で、違うパッチで行われ、そして、企業がパッチの境界に達したら、跳ね返される。よってイノベーターは違うパッチには行かない。そして、小論において、以下の三つの変量を使って市場の属性を分析する。それは、市場のサイズ (market - size)、市場の密接度 (rel - deg) 及び市場平均技術レベル (average) である。

市場のサイズは、この市場で生存できる最大限の企業数を示している。もし、企業数がこの数値より

少なければ、市場はまだ飽和状態に達していない。もし、企業数はこの数値より多ければ、生存できない企業が現れ、淘汰される。仮設4により、技術レベルによって、レベルの低い企業が淘汰される。それを実現するために、シミュレーションにおいて、Y軸の数値が少ない企業が淘汰される。

そして、市場の密接度 (rel - deg) は仮設6を実現するために立てられた変量で、数値は0から1までに限られ、数値が1に近いほど、企業の密接度が高くなる。結果イノベーター1は2より競争優位を持っている。

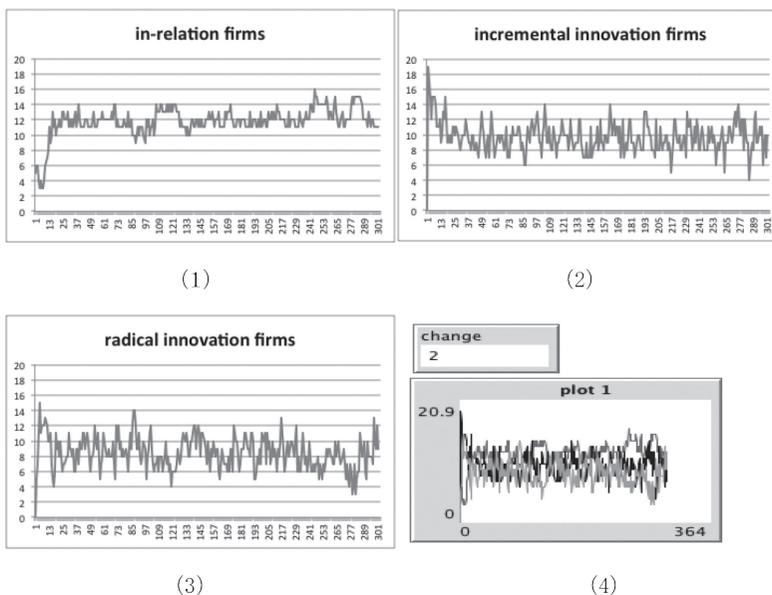
また、市場平均技術レベル (average) は主に、公開化された技術レベルの中、前回のイノベーション活動において、淘汰された企業も含まれるすべてのイノベーターの中位数を示している。この変量の数値を次回のイノベーション活動の新規参入の最低技術レベルとする。平均値ではなく、中位数を選んだ理由は技術レベルでほかの企業をはるかに超えているリッチトップ企業が存在し、平均値を選んだら、数値が高くなる可能性があるからである。

最後に、モデルの中で破壊的イノベーションがメイン技術になった計数器を設定し、破壊的イノベーションが成功した回数を記録する。

3. シミュレーションの結果

netlogoというソフトでモデルを作成した。最初に5社が存在し、全部川上サプライヤーと川下サプライヤーと密接的な関係を持っているとする。そして、市場のサイズは30社で、毎回のイノベーション活動に持続的イノベーション企業20社と破壊的イノベーション企業20社が参入する。

まず、市場がCMEの場合、市場の密接度を0.95と設定し、300回のイノベーション活動を経て、結果



出所) 著者作成。

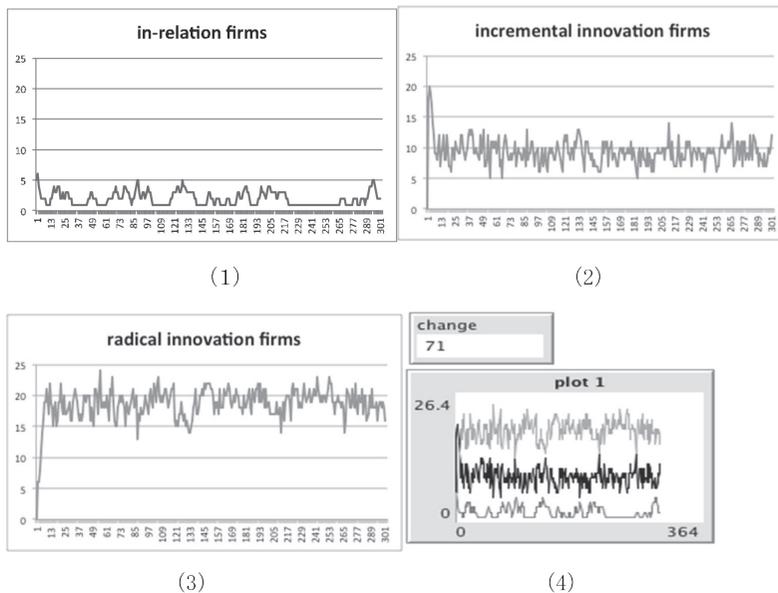
図7 CME市場における、残っている企業の種類と破壊的イノベーションの成功回数

は図7のようになる。

図7の中に、図7-(1)は密接的な協力関係を持っている企業の数を示している。最初は5社で、そして、イノベーター2から1に変わる条件は3回のイノベーション活動を経て残るといことなので、最初の何回のイノベーション活動を経て、イノベーター1は減る傾向を示したが、すぐに安定し、毎回11-14社が残っているということを示している。この種類の企業は存続時間が一番長い企業で、ずっと残っていれば、破壊的イノベーションのない市場で強い技術優位を持つことができ、長期的な技術の累積で隠れチャンピオンのトップニッチ企業に成長することが可能である。実は、CME市場の代表として、日本とドイツには大量のトップニッチ企業が存在し、それに対して、アメリカにはトップニッチ企業ははるかに少ない。また、トップニッチ企業が多数存在することも市場の安定を示し、新入企業が最初の時期を過ぎたら、存続率も高くなる。図7-(2)と7-(3)は新入企業の中に、持続的イノベーション企業と破壊的イノベーション企業の存続数を示している。2種類の企業とも残っている企業は10社以内で、特別な選好を示していない。そして、7-(4)は新入企業、持続的イノベーション企業及び破壊的イノベーション企業の存続状況及び破壊的イノベーションが成功した回数を示している。300回のイノベーション活動の中に、破壊的イノベーションが2回だけ成功し、メイン技術の方向を変えた。

そして、LME市場の場合、市場の密接度を低くして、0.05と設定して、シミュレーションの結果は以下の通りになる。

図8で見られるように、LME市場において、各種企業の存続状況が随分と変わった。図8-(1)で、密接的な協力関係を持つ企業の存続能力が減り、長期的に存続できる企業が2、3社まで減少した。すなわち、市場の競争が激しくなり、長期的な協力関係の維持が難しくなったと言える。また、市場の技術レ



出所) 著者作成。

図8 LME市場に残っている企業の種類と破壊的イノベーションの成功回数

ベルが比較的が高く、技術優位を維持することも長期的に続けなくなり、新入企業の技術力も高く、現有企業を超える可能性が高くなった。図8-(2)及び8-(3)を見れば、新入企業の中に持続的イノベーション企業は8-10社ほどで、破壊的イノベーション企業は急激に20社ほど増加した。なぜかという、それは市場の技術レベルが比較的高いので、技術の独占現象がなくなり、破壊的イノベーションの成功率が高くなったからだ。図8-(4)は3種類の存続状況及び破壊的イノベーションの成功回数を示し、特に300回のイノベーション活動の中に、破壊的イノベーションが71回も成功したことが分かった。すなわち、LME市場において、破壊的イノベーションの成功率が高くなったと言っても過言ではない。

シミュレーションで100回ほどの実験を行ない、実験の結果には大差がなく、モデルの安定性をしめした。このモデルを用いて、企業間関係とイノベーションプロセスの選択の関係を解明することができて、上述したように、CME市場は持続的イノベーションに、LME市場が破壊的イノベーションに向いていることを証明した。

まとめ

小論は企業間関係の視点から企業イノベーション戦略の選択への影響を分析し、持続的イノベーションと破壊的イノベーションに向いている企業間関係の解明を試みた。共同開発において、LME企業間の知識共有の程度より、CME企業間の知識共有の程度がはるかに高いことを証明した。理由は以下の通りである：1、LME企業より、CME企業は知識共有のプロセスにおいて、知識のスピルオーバーを効率的に避けることができる。それは、賞罰インセンティブを持っている長期的な協力関係より、短期的な契約で結ばれた協力関係の中に、相手を裏切る代価が少ないので、企業は目の前の利益を獲得するために、投機的な行為に走る可能性がよほど高い。2、共同開発において、CME企業の知識の共有効率率はLME企業より高い。CME企業はより高い信頼関係を持っているので、両方とも多くの資源を投入する可能性が高い。3、LME企業は破壊的イノベーションに向いている。CME企業は企業間関係が密接的で、企業の業界が狭くて、長期的な協力関係を持つパートナーと一緒に開発傾向が見られる。しかし、破壊的イノベーションは偶発的なものもあるので、パートナーの選択が制限されていないLME企業はより多くの情報を手に入れることができ、破壊的イノベーションの効率も高くなる。4、CME市場より、LME市場のリーディングカンパニーはローエンド市場と破壊的イノベーションに強い関心を持っている。違う企業間関係で、違う市場競争環境が作り出され、CME市場は独占競争市場に似ているのに対して、契約を結ぶことで協力関係を維持するLME市場は完全競争市場に似ている。その結果、競争が非常に激しいLME市場の中に、新規参入企業はメイン技術の不足を補うために、ローエンド市場で破壊的イノベーションを持って市場を開拓する戦略を選ぶ傾向が見られる。LME市場のリーディングカンパニーはハイエンド市場だけに固執すると、ローエンド市場のインパクトをより受けやすくなるから破壊的イノベーションが重要視されている。

最後に、小論は市場関係の密接度に基づいてシミュレーションを行なった結果、CME市場が持続的イノベーションに、LME市場が破壊的イノベーションに向いていることを証明できた。市場の密接度が高いCME市場において、長寿企業数がLME市場の企業数より明らかに多い。それと同時に、CME市場より、LME市場においてより多くの破壊的イノベーション企業が存続していて、破壊的イノベーションの効率が高い。またCME市場よりLME市場で成功した破壊的イノベーションの数もはるかに多いことが見受けられる。

Mar. 2017

企業間関係のイノベーション戦略への選択

注

- 1) Robert J. Barro. (2002). *Economic Growth* (MIT Press).
- 2) C.Freeman. (1987). *Technology, policy, and economic performance: Lessons from Japan*.
- 3) Hall, P. A., & Soskice, D. (2001). *An Introduction to Varieties of Capitalism*. Oxford, UK: Oxford University Press, 270.
- 4) H Tyszynski. (1951). *World Trade in Manufactured Commodities, 1899-1950*.
- 5) K Laursen. (1998). *How Structural change differs, and why it matters for economic growth*.
- 6) Hall, P. A., & Soskice, D. (2001). *An Introduction to Varieties of Capitalism*. Oxford, UK: Oxford University Press, 284.
- 7) Christensen, Clayton M. (1997). *The innovator's dilemma: when new technologies cause great firms to fail*.
- 8) Motohashi, K. (2005). *University-Industry Collaborations in Japan: The Role of New Technology-Based Firms in Transforming the National Innovation System*. *Research Policy*, 583-594.
- 9) Akkermans, D., Castaldi, C., & Los, B. (2009). Do 'Liberal Market Economies' Really Innovate More Radically than 'Coordinated Market Economies'? Hall and Soskice Reconsidered. *Research Policy*, 181-191.

参考文献

- 大橋弘編『プロダクト・イノベーションの経済分析』東京大学出版会, 2014.2
 小川絢一『オープン&クローズド戦略——日本企業再興の条件』翔泳社, 2015
 加護野忠男・野中郁次郎・榊原清則・奥村昭博『日米企業の経営比較』日本経済新聞社, 1983
 現代企業研究会編『日本の企業間関係：その理論と実態』中央経済社, 1994
 榊原清則・香山晋編『イノベーションと競争優位』NTT出版, 2006
 内閣府編『科学技術イノベーション総合戦略：新次元創造への挑戦』経済産業調査会, 2013
 中村秀一郎編著『系列を超えて：新産業革命時代の企業間関係』NTT出版, 1992
 沼上幹・伊藤秀史・岡崎哲二・藤本隆宏・伊丹敬之(編)『リーディングス 日本の企業システム 第Ⅱ期第3巻 戦略とイノベーション』有斐閣, 2006
 藤本雄一『破壊的イノベーション：市場の構造変化の見極めと対処法』2013
 若林直樹『日本企業のネットワークと信頼：企業間関係の新しい経済社会学的分析』有斐閣, 2006
 Robert J. Barro. (2002). *Economic Growth* (MIT Press)
 C.Freeman. (1987). *Technology, policy, and economic performance: Lessons from Japan*.
 Hall, P. A., & Soskice, D. (2001). *An Introduction to Varieties of Capitalism*. Oxford, UK: Oxford University Press.
 H Tyszynski. (1951). *World Trade in Manufactured Commodities, 1899-1950*
 K Laursen. (1998). *How Structural change differs, and why it matters for economic growth*.
 Abegglen, J. C. (1986). *Kaisha: The Japanese corporation*. The International Executive.
 Ardichvilia, A., Cardozo, R., & Ray, S. (2003). *A Theory of Entrepreneurial Opportunity Identification and Development*. *Journal of Business Venturing*.
 Clark, K. B. (1989). *Project Scope and Project Performance: The Effect of Parts Strategy and Supplier Involvement on Product Development*. *Management Science*.
 Gilbert, N., Pyka, A., & Ahrweiler, P. (2001). *Innovation Networks—A Simulation Approach*. *Journal of Artificial Societies and Social Simulation*.
 Hagen, J. M., & Choe, S. (1998). *Trust in Japanese Interfirm Relations: Institutional Sanctions Matter*. *Academy of Management Review*.
 Powell, W. W., Koput, K. W., & Smith-Doerr, L. (1996). *Interorganizational Collaboration and the Locus of Innovation: Networks of Learning in Biotechnology*.
 Schwarz, N., & Ernst, A. (2009). *Agent-Based Modeling of the Diffusion of Environmental Innovations — An Empirical Approach*. *Technological Forecasting & Social Change*.

(2016年11月18日掲載決定)