



RIETI Policy Discussion Paper Series 23-P-026

日本産業のイノベーション能力

長岡 貞男
経済産業研究所

本庄 裕司
経済産業研究所



Research Institute of Economy, Trade & Industry, IAA

独立行政法人経済産業研究所

<https://www.rieti.go.jp/jp/>

日本産業のイノベーション能力

長岡貞男（一橋大学／経済産業研究所）

本庄裕司（中央大学／経済産業研究所）

要 旨

革新的なイノベーションが、経済的な課題だけではなく、社会的な課題の解決にも大きな貢献をなしうることは、COVID-19 が mRNA ワクチンによって早期に収束に至ったこと、また、オンライン会議など情報通信技術によるイノベーションも経済の停滞防止に大きな貢献したことが明確に示している。今後、地球温暖化の問題の解決にもイノベーションが中核的な貢献をすることが期待される。本稿では、日本のイノベーション能力の点検に貢献すべく、3つの分野の研究を紹介する。最初に、日本産業の研究開発能力の国際的な点検である。先行技術の早期活用、サイエンスの進展の活用などにおける国際的な動向を把握し、またそれが価値の高い発明の創造をいかにもたらしているかを分析する。第二に、COVID-19 の克服に創薬が非常に重要な役割を果たしたが、mRNA ワクチンが早期に開発された原因を分析する。第三に、日本における起業エコシステムの構築に向けての現状と今後の課題を明らかにする。

RIETI ポリシー・ディスカッション・ペーパーは、RIETI の研究に関連して作成され、政策をめぐる議論にタイムリーに貢献することを目的としています。論文に述べられている見解は執筆者個人の責任で発表するものであり、所属する組織及び（独）経済産業研究所としての見解を示すものではありません。

1. はじめに

革新的なイノベーションが、経済的な課題だけではなく、社会的な課題の解決にも大きな貢献をなすことは、COVID-19 が mRNA (Messenger Ribonucleic Acid) ワクチンによって早期に収束に至ったことが例証している。同時に、COVID-19 の感染リスクによる経済危機の深刻化を避ける上でオンライン会議など情報通信技術によるイノベーションも大きく貢献し、それはコミュニケーションの利便性を大きく高めた。また、今後、地球温暖化の問題の解決にもイノベーションが中核的な貢献をすると期待される。

このように、イノベーションの重要性は大きく高まっているが、日本産業のイノベーション能力の低下が広く指摘されている。COVID-19 の経済危機を克服する上で、創薬や情報通信技術の面でも、日本産業はイノベーションを通した大きな貢献はできなかった。

こうした中であって、本稿では、日本産業のイノベーション能力の点検に貢献すべく、経済産業研究所で行ってきた研究をベースに、3つの分野の研究を紹介する。本稿の第2節では、日本産業の研究開発能力の国際的な観点からの点検を行う。先行技術、サイエンスの進展などを早く広く吸収して新たな発明を創造する能力の国際的な動向を把握し、それが価値の高い発明の創造をいかにもたらすかを分析する。第3節では、COVID-19 に対する mRNA ワクチンが早期に開発された、その原因を分析する。第4節では、日本の起業エコシステムの構築の現状と今後の課題を明らかにする。また、それぞれの節で、分析の政策などへの含意を述べる。

2 国際的に見た日本産業の研究開発能力¹

2.1 日本の研究開発力の概観：米国特許による分析

以下ではまず、米国特許を利用して、日本を含む各国出願人²の研究開発パフォーマンスの長期動向(1980年から2015年)を概観する。米国、独国、英国、韓国、台湾、中国及び日本の7ヶ国は、2000年代から2010年代(2000-2015)に米国登録特許の中で被引用頻度が上位5%の重要特許件数の数が多い国・地域である(ランキングは米国、日本、韓国、独国、台湾、中国、英国)³。

以下では各国産業による研究開発の技術的成果の指標として、被引用頻度が上位5%の重要特許件数⁴を用いる。1980年から2015年の登録特許群を対象として分析する。図1に、各年代(1980年代、1990年代、2000年代及び2015年までの2010年代)の年平均件数の動

¹ 本節は、長岡他(2022)に基づく。

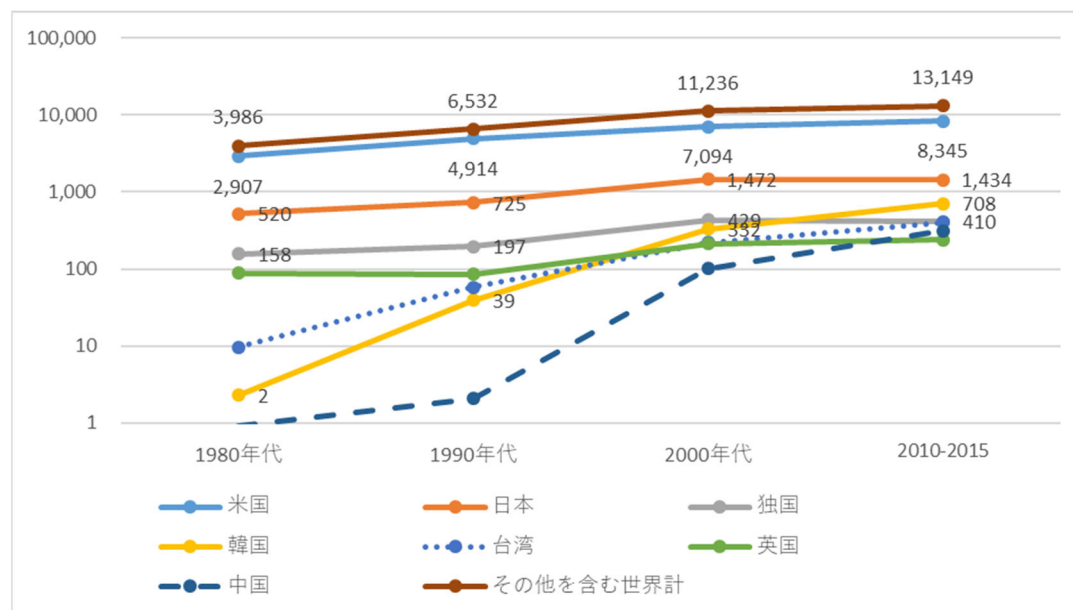
² 企業がメインであるが、大学、公的研究機関、個人を含む。

³ 米国特許を利用する理由は、米国市場は最も豊かな市場であり、また特許権の保護の水準も高く、世界各国で先端的な技術を開発している企業が米国特許庁に出願をしているからである。

⁴ 出願年×技術分野毎のランキングから作成。分割出願などを統合した特許ファミリー単位。

向を示している。米国出願人は一貫してトップであり、2010年代の前半に、8,345件、次が日本で1434件、3位が韓国で708件、4位が独国の410件である。2000年代から2010年代にかけて、米国特許庁での特許登録数は増加し上位5%の特許数も増加する中で、米国は大幅に件数が増加しているが、日本は減少している。韓国、台湾及び中国は、急速に件数を増加している。欧州では、この期間に独国が微減、英国が拡大している。

図1 米国で被引用頻度が上位5%の重要特許件数(年平均)の動向



2.2 日本産業の研究開発成果の低迷の要因

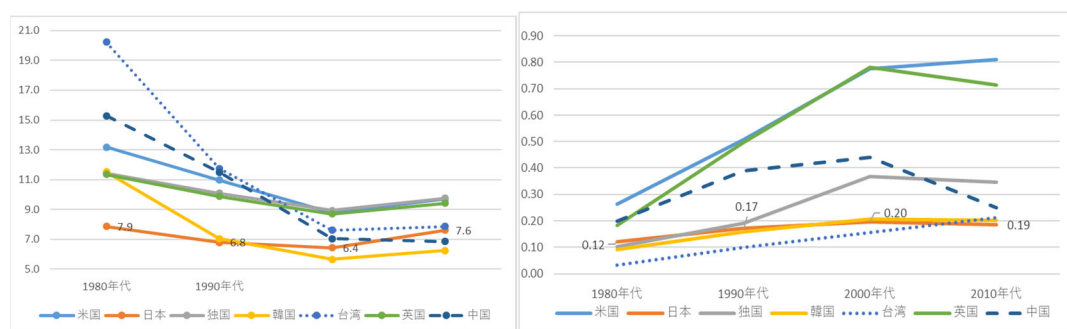
このような日本産業の研究開発成果が近年に低迷している第一の要因は、研究開発投資の水準である。日本の研究開発投資は、2000年から2020年の間で、日米独英の中で最も伸び率が低かった。2020年時点での研究開発投資の水準は2000年に対して1.4倍にとどまった。他方で、米国はこの間に1.8倍となった。2000年代の前半では、日本の研究開発費の伸びは日米独英の中で比較的高かったが、リーマンショックによる円高の進行とそれに伴うデフレによって、2000年代後半からは研究開発費がほとんど伸びない状況が続いてきた。デフレを脱することが、研究開発投資を促す上で非常に重要である。

以上のマクロ要因に加えて、広い領域の既存の知識を早く新たな発明に活かす能力(以下「知識の組み合わせ能力」⁵⁾)において、日本産業に重要な課題がある。以下、3つの指標でそれを確認する。第一に、研究開発投資の効率性を決定する上で先行技術から新規の発明へのスピードが重要である。当該発明に関連した先行技術を早期に認識し新規の発明に早期

⁵ 既存知識の組み合わせによって新たな知識が創造されるという見方は多くの研究が支持し、また前提としている。理論研究として Weitzman(1998)がある。

に取り組み完成するスピードは、先行特許文献から当該発明の出願までのラグの長さによって計測することができる。図2に示すように、この指標において、日本の出願人は1980年代では最も短かったが、近年では韓国の出願人や中国の出願人の方がより短くなっており、台湾の出願人とほぼ同等となっており、この点における優位性を失ってきた。

図2 先行技術からの当該発明出願までラグ 図3 発明が依拠するサイエンス分野数



第二に、研究開発投資の効率性を決定する上で重要な要因は、研究開発にサイエンスの進展を活用する能力である(Fleming et al., 2019; Poege et al., 2019; Watzinger and Schnitzer, 2019). これは、発明が引用している科学技術文献の数、その分野の多様性、また科学技術文献と発明の間のラグの大きさ(短い方がより最近の成果を活用している)で評価できる。図3は発明が依拠するサイエンスの分野数の平均値の動向を示している(引用していない場合は0である)⁶。科学技術分野の領域数は米国、英国、独国の出願人で1980年代から2010年代にかけて大幅に増加しているが、日本産業では緩慢な増加にとどまっており、近年では韓国や台湾の出願人の方が上回る。

第三に、国際的な人材の活用である。国際的な人材の活用は、発明者チームを最適な規模と構成にする上で重要なことに加えて、外国に存在する先行技術の活用や、外国特有の市場動向を研究開発に活かす上でも重要である。外国在住の発明者が発明者チームに存在する発明の割合の動向を観察すると、2010年代で日本の割合(2.5%)は韓国の水準(5%)の半分となっている。海外の発明者が発明者チームに参加する確率は、欧州各国では欧州統合の影響もあって拡大しており、米国でも高まっており、低い水準のままの日本と対照的である。

2.3 知識の組み合わせと研究開発パフォーマンス

2.3.1 推計モデル

本節では、以上観察してきた、発明における外部の知識の活用水準が有意にその成果を予

⁶ ボストン大学の Matt Marx 教授のチームが開発し、公開している PCS データベースを用いる。サイエンスの分野は 39 分野に分かれており、<http://relianceonscience.org>において、データ及び関連論文が公開されている。

測することを示す。以下では、同一の発明の評価が日米でどのように異なるかを評価する目的もあり、日米出願人が日米両国に出願した特許サンプル(ツイン特許)を利用した結果を述べるが、企業レベルに集計し、観測できないプロジェクトの異質性をコントロールした場合の推計と結果は近い⁷。

以下の推計において、知識組み合わせの程度を決める要因として、3つの分野の変数を用いている。これらはすべて発明された時点で決まる。第一の変数は、発明者チームの規模(対数)及び外国発明者の有無である。外国発明者の採用は、外国発明者の発明の活用を促し、また発明者チームの規模を拡大し、複雑で大きな研究開発プロジェクトに着手できる効果を持つと考えられるが、推計ではそれぞれを直接説明変数として把握するので、発明者チームのスキルや経験の多様性の程度、また言語差などによるコーディネーションのコストを把握する。

第二に、新技術の活用における早さと広さである。既に紹介した当該発明の先行特許文献からのラグの長さに加えて、外国在住の発明者の発明が先行技術として認識されているかどうかを2番目の指標とする。第三は、サイエンスの活用であり、当該発明が直接活用している科学分野の数(対数)に加えて、科学論文数(対数)、発明が間接的に活用している科学論文数(対数)を基本的な変数として利用する。

技術分野ごとの需要の変動、技術機会、特許化性向の変動などをコントロールするために、技術分野(WIPO35 分類⁸)×優先権主張年のダミー変数のダミー変数を導入している。当該分野への需要の水準や技術水準が高まれば、以上述べたパフォーマンスも高まり、知識の活用も促されると予想されが、これによる相関はコントロールをしている。推計は同一技術分野同一年のプロジェクト間の知識活用の程度の変動がその後のパフォーマンスの変動をどのように予測するかを分析している。知識活用の変動の背景には企業、発明者などの能力の差があると想定している。以下の推計は日本と米国の出願人ごとに行う。

以下では、米国特許からの相対被引用度(当該発明の被引用件数/当該発明の技術分野と優先権主張年が共通の発明全体の平均被引用件数)を研究開発の技術的な成果として利用した推計の結果を示す。

2.3.2 日米発明の知識活用の平均水準と推計結果

図4の棒の高さは、説明変数の平均値(左軸に値)を示している。先行特許文献からのラグ(の長さ)を除き、発明者チームの規模、外国発明者の参加比率、外国発明の活用比率及びサイエンスの活用の各指標で米国出願人の水準の方が高く、その差はかなり大きい。米国の発明の方が、先行特許文献の活用を除くと、サイエンスの進展の成果を含め、先行知識をより広範にかつグローバルに活用し、かつ規模が大きい発明者チームによって発明されている。

⁷ 詳細は、長岡 (2024)を参照。知識の組み合わせはトービンの q の変動も説明する。

⁸ 世界知的所有権機関 (WIPO) が定める技術分野である。

また、図4の折れ線は、両国の出願人について推計された係数(各変数の変動が相対被引用度の変動をもたらす程度)(右軸に値)を示している。係数はすべて統計的に高度に有意である。第一に、両国の出願人ともに、より多くの発明者からなるチームが平均的には高度な発明をもたらしている。ただし、外国発明者の有無ダミーは、日本出願人ではプラスであるが、米国出願人ではマイナスである。外国発明者の効果の中で発明者チームの規模と外国在住の発明者の活用は、別途直接把握しているので、後者の結果は内外の発明者間の調整費用が米国内出願には優越していることを示唆している⁹。

第二に、先行技術から新規の発明へのラグが短いこと、そして外国発明者の発明が活用された場合に、発明のパフォーマンスは日米の出願人それぞれで高い。第三に、当該発明が依拠した科学論文数が多いこと、当該発明の先行技術となった発明が科学論文を多く依拠しているほど、またサイエンスが依拠するサイエンスの分野(領域分野)が多様であるほど、発明の被引用度は高い。

日米出願人について推計された係数の大きさは、図4の折れ線が示すように、米国出願人の方がかなり大きい変数が多い。知識活用の水準も、米国出願人の水準の方が高いので、知識活用の米国における発明パフォーマンスへの影響は米国出願の方が格段に大きい。

他方で、被説明変数を日本特許からの引用とした場合には、図4の結果とは逆に、先行特許文献からのラグを除き、係数は日本出願人の方がかなり大きい場合が多くなる。日本特許では日本企業などからの出願が多く、日本発明が引用される頻度は日本で高くなる。しかし、説明変数の水準においては、平均値の大きさは米国出願人が大幅に高い場合の方が多いために、米国市場のみならず日本市場でも、各知識源の影響を総合した値は(変数の水準×係数)は米国出願人の方大きい場合が多い。

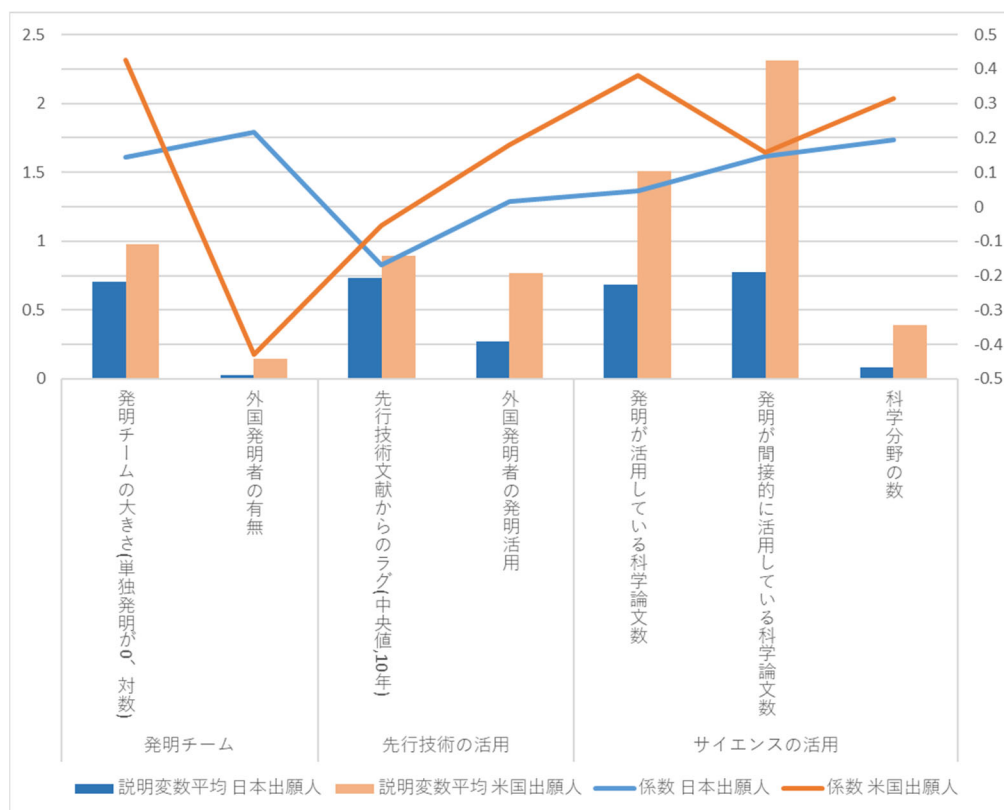
2.3.3 米国市場と日本市場における発明の価値の源泉

市場ごとに発明の被引用度に大きな差をもたらしている要因を分析すると、米国市場では、最も大きな差をもたらしているのはサイエンスの活用度合いである。米国出願人がサイエンスの成果を活用する頻度が高く、その効果も米国出願人の方が大きく、全体として米国出願人の発明のパフォーマンスを決定する大きな要因となっている。また、発明者チームについても、米国のチーム規模が大きいことに加えて、その係数が米国出願人では日本出願人の約3倍であり、日米出願人のパフォーマンスとの差の大きな原因となっている。

他方で、日本市場では、先行技術からのラグの短さが日本発明の評価変動で最も重要な要因であるが、米国発明ではサイエンスの活用、そして海外発明の活用水準が高いことが、日本特許からの評価も高くなる原因となっている。

⁹ 日本特許からの相対被引用度を被説明変数とした推計では逆の結果(日本出願人について外国発明者の符号が負)となっている。

図4 日本発明と米国発明の米国特許からの相対被引用度(2000-2015)



注) コントロール変数は、技術分類(WIPO4.5 分類)×優先権主張年ダミー

2.4 まとめと含意

先行技術を早期に認識し新規の発明を早期に完成するスピードにおける、かつての日本産業の優位性は、韓国、台湾そして中国産業のキャッチアップで失われている。他方で、サイエンスの進展を発明に活かす能力、外国の知識や人材を活用する能力では、欧米企業との格差がいまだ大きい。研究開発へのグローバルな競争と機会は拡大しており、これに対応し活用した、日本産業の能力構築が重要になっている。

サイエンス吸収能力の強化のために、企業における博士人材の活用を拡大し、企業における先端的な研究の強化と組み合わせ、より有効に活用して行く必要がある。サイエンスベースの研究開発は波及効果が大きく同時に不確実性も大きく、先端性、独自性が高い企業研究への国からの支援を強化することも重要である。サイエンスを技術革新に活用するには、企業自身が基礎的な研究の結果として獲得する、大学や公的な研究機関との共同研究などの一環として技術に移転する、スタートアップによって移転する、学生や研究者の大学から企業への人材の移動など、様々な経路があり、それぞれを活発化していく必要がある。

また、海外の知識と人材を活用する能力の強化も重要である。これには語学力の抜本的な強化が必要である。海外人材の採用の促進、研究者の海外への留学と研究、国際的な学会への参加などの促進が重要である。海外人材の活用は、より複雑な大型の研究開発に取り組む

ことを可能にする。

サイエンス集約的な発明は米国でより引用されるという結果は、米国企業の方がサイエンススペースの競争をより行っていることと、またそれを支える製品市場でのサイエンス集約的な発明の高い評価がある。政府の調達を含めて、革新を適切な価格で評価していくことも重要である。

3 COVID-19 克服への創薬イノベーションの貢献¹⁰

3.1 mRNA ワクチンの貢献

COVID-19 において、創薬イノベーションが COVID-19 からの大きな人的損失と経済危機の非常に大きく貢献した。特に、mRNA を利用した有効性と安全性の高いワクチンが前例のないスピードで開発され、大量に接種され、COVID-19 が早期に収束することに貢献した。このような創薬の貢献は、mRNA 創薬を可能とするサイエンスと技術の長期間にわたる蓄積があったからこそ実現した。mRNA ワクチンの創薬に最初に成功した国は mRNA 創薬を手がけたスタートアップ企業が存在する国であったことがこのことをよく示している。

ワクチンは、有効性や安全性の確認に時間がかかり、新ワクチンの開発には、通常 10 年程度を要するといわれてきた。しかし、2019 年末に発生した COVID-19 に対し、2020 年 12 月の段階でドイツ及びアメリカのバイオスタートアップ(独国のバイオンテックは 2008 年設立、米国のモデルナは 2010 年設立)が創製した mRNA ワクチン 2 製品が欧米で承認されて実用化され、その後日本を含めてグローバルに供給されたことは、イノベーションの大きな力を認識させる事実である。

このように速いスピードで実用化された理由として、三つの要因が重要と考えられる。第一に、mRNA という創薬技術自体の特性がある。従来のワクチン開発と異なって、ウイルス自体を処理する必要がなく、遺伝子情報のみでワクチンを設計できる。また、ワクチンを製造するのにも、生物学的な過程は不要で、化学合成が可能であり、短期間で製造でき、品質管理も容易である(鍵井, 2021)。モデルナの mRNA ワクチンの場合、新型コロナウイルスの全ゲノム情報が公開されてから 2 日後にはワクチン候補 mRNA-1273 が設計されている。

ただし、このような mRNA による創薬技術の研究開発には多くの困難があり、1984 年に最初の試みが行われて以来、40 年近い期間を要している。その間、多くの研究者が困難の解決に貢献している。その中の重要なブレイクスルーが 2005 年のペンシルバニア大の Katalin Karikó と Drew Weissman による免疫原性を回避するための RNA の修飾方法の開発であった(鍵井, 2021; Dolgin, 2021)。そのような多数の研究者による長期間に渡る基礎研究が可能であったのは、研究者個人の興味と発見への意思、それを支えるサイエンスへの

¹⁰ 以下の記述は、長岡(2020)及び鍵井・長岡(2021)に部分的に依拠する。

公的投資である。

第二に、こうして得られた研究成果を創薬に活用するためのスタートアップ企業(モデルナ、バイオンテックなど)が参入したが、研究開発への公的支援や製薬企業との共同研究開発など、実用化のために投資を長期間続ける機会が、特に米国には存在した。mRNA ワクチンの重要性は、国防の観点を含めて米国政府によって認識されていた。モデルナはワクチンの開発基盤を確立するために、2010 年代の後半には、米国 DARPA (Defense Advanced Research Projects Agency, 国防高等研究計画局) や BRADA (Biomedical Advanced Research and Development Authority, 米保健社会福祉省 (HHS) の生物医学先端研究開発局) より研究資金を獲得している。また、モデルナもバイオンテックも、実用化を促進するために大手製薬企業との共同開発も行っている。

第三に、COVID-19 へのワクチン開発への投資リスクを軽減するために、米国政府などが臨床開発を強力に支援した。ワクチンの早期開発には大きな社会的な利益があるにもかかわらず、新ワクチンの民間企業による開発については、以下のような重要な制約が指摘されてきた(Athey et al., 2020; Kremer et al., 2020)。ワクチンの場合は、多くの場合に政府調達となるため、研究開発投資のホールドアップ問題が存在する。医薬品が成功した段階(第3相臨床試験終了後)で政府と価格交渉をすれば、研究開発投資は既にサンクしているの、企業側の交渉力が弱く、サンクコストとなった研究開発投資を回収できない危険性がある。同時に、ワクチンは健常者に投与するので安全性へのスタンダードが高く、数万人規模の臨床試験を必要とし、その費用は高い。さらに、研究開発費用だけではなく、早期に供給するには専用生産設備を構築する必要がある、その投資も臨床試験が失敗すればサンクコストになる危険性がある。また、予想できない副作用が発生した場合の被害救済のリスクもある。さらに、創薬に成功しても、パンデミックが収束すれば需要はなくなり、集団免疫は公共財であり、各個人が接種を選択することも確実視できず、需要は不確実である。

これらの重要な制約は、米国政府などがプル・インセンティブ(研究開発成果の事前買い取り契約)とプッシュ・インセンティブ(研究開発自体への補助)を組み合わせることで研究開発を強力に支援することで解決された。事前買い取り契約(Advance Purchase Agreement)は、第3相臨床試験の前に締結され、成功した場合、事前に決められた数量と価格の組み合わせで購入する(供給する)ことを合意する。第3相の前に交渉することで、上で述べたサンクコストの問題を軽減することができる。加えて、買い取り価格は、ワクチンの予想される社会的な価値の一部のみならず、第3相の臨床試験の費用は成功した場合にしか費用を回収できないことも反映した価格となるので、企業のリスク負担が大幅に軽減される。政府にとっても、数量を確保することで計画的な接種ができ、また企業の事後的な独占力の発生による不効率を事前契約で抑止できる。

また、プッシュ・インセンティブは資金制約の問題に対処することを可能とし、モデルナ社の第1相試験は NIH (National Institute of Health) がスポンサーとなり、また第2相の臨床試験に向けて、BARDA が資金援助をした。バイオンテックの場合も、欧州投資銀行によ

る融資、ドイツ連邦教育研究賞からの資金提供がされた。

3.2 まとめと含意

mRNA 創薬など革新的な技術の開発には、単純に必要な発明をもたらしたのではなく、大学における基礎研究からの長期間にわたる多数の研究者の研究開発の蓄積があった。また、COVID-19 の前に、既になんや感染症へのワクチン開発の研究が行われ、その結果、基盤技術も構築されていた。基礎研究を含めて、多様な革新的研究を支える公的支援の重要性が再確認される。

第二に、革新への適切な評価が重要である。日本ではワクチン市場は従来から収益性が低く、その結果、新規のワクチンの導入もされず、革新性が評価されにくい市場であった。こうした国内環境では先端的なワクチンの開発は困難であった。

第三に、パンデミックの状況でワクチン開発と接種には大きな社会的な価値があり、他方でワクチン開発には大きなサンクコストとリスクがある。こうした状況に対応した政府支援を設計することが重要である。米国政府はプル・インセンティブ(研究開発成果の事前買い取り契約)とプッシュ・インセンティブ(研究開発自体への補助)を組み合わせることで、ワクチンの早期開発と接種に成功した。

第四に、ワクチンや治療薬の早期実用化を行うには、臨床試験の規模の経済を活かすための政府の政策も重要である。英国では、NIHR(National Institute of Health Research)が資金負担をし、Oxford 大学が、大規模な(175 施設)の臨床試験のネットワークを使って、COVID-19 への潜在的な治療薬の臨床試験を実施してきた(RECOVERY (Randomized Evaluation of COVID-19 therapy))。日本の中外製薬のアクテムラもこの試験の結果を受けて、漸く治療薬として承認された。日本ではそのような臨床試験の組織化も実現しなかった。

4 起業エコシステム¹¹

4.1 エコシステムの重要性

イノベーションの担い手は、既存企業に限らない。前述したとおり、mRNA の技術開発には、バイオンテック、モデルナといったバイオスタートアップが多大な役割を果たした。また、オンライン会議システムの普及には、ズームビデオコミュニケーションズ(米国、2011 年設立)が大きく寄与した。いずれも設立後 20 年を満たないスタートアップ企業が新しい技術、製品、サービスの開発や普及に大きく貢献した。スタートアップ企業の成長は、雇用創出やイノベーションを通じて産業や経済の発展に寄与している。

2022 年 1 月、岸田内閣は、当該年を「スタートアップ創出元年」とし、5 年で 10 倍増を

¹¹ 本節は、Honjo and Nakamura (2020), Honjo and Kurihara (2023a, 2023c) など、研究プロジェクト「ハイテクスタートアップの創造と成長」「アントレプレヌール・エコシステムの形成」での研究成果の一部及び本庄が執筆した RIETI コラムに基づく。

視野に「スタートアップ育成5か年計画」をとりまとめた。バブル景気崩壊後、長年にわたって経済の閉塞感の続く日本では、少子高齢化に伴って企業の高齢化が進む。創業（設立）間もないスタートアップ企業の誕生と活躍に寄せる期待は大きい。これまで創業は低調に推移していたが、COVID-19の感染拡大にもかかわらず、ここ数年、企業の設立は微増している¹²。また、若い世代を中心に、起業への関心が高まる傾向もみられている（吉田・本庄，2023）。

ただし、こうした期待の一方で、現時点の日本経済で急成長スタートアップ企業が活躍しているとはいえない。たとえば、近年、時価評価額10億ドル以上の未上場企業、「ユニコーン」(unicorn)の登場に注目が集まるが、2023年6月現在、この条件を満たす日本企業は、プリファードネットワークス、スマートニュース、スマートHR、スパイバー、リキッド、プレイコーのわずか6社に過ぎない。これは、米国や中国に遠く及ばないだけでなく、韓国、シンガポールなどのアジア諸国より少ない。また、後述する新興市場におけるIPO(initial public offering)企業の時価評価額は小さく、そのほとんどが時価評価額10億ドル以上に達していない。

スタートアップ企業の誕生には、起業家（創業者）を中心に、人材、資金、技術といったリソース（経営資源）の組合せを必要とする。しかし、これまでの間、創業前また創業間もないころの課題として、資金調達、すなわち「創業ファイナンス」が指摘されてきた（中小企業庁，2017）。このことから、スタートアップ企業に資金などのリソースが十分に還元されておらず、また、起業家やスタートアップ企業単独で新しい技術、製品、サービスを市場に浸透させることには限界が伴う。このような場合には、外部組織との提携を通じた開発が効果的といえる。

こうした状況に鑑みて、労働市場、資本市場、製品市場から必要なリソースを調達し、スタートアップ創出を効果的に進める方法として、「起業エコシステム」(entrepreneurial ecosystem)あるいは「スタートアップ・エコシステム」(start-up ecosystem)が注目されている（Acs et al., 2017; Stam, 2015）。起業エコシステムでは、その地域のアクター（actor）とファクター（factor）が有機的に結びついて持続的な起業を生み出す。とりわけ、事前に予見の難しいイノベーションには、多様なアクターやファクターの結びつきが効果的と考えられる。

4.2 起業家

起業エコシステムには、スタートアップ企業の誕生の中心的役割を果たすアクター、起業家（創業者）の存在が欠かせない。人の知識や技能など、経済価値を生み出す人的資本の高

¹² たとえば、月あたり株式会社の設立（新設）について、COVID-19感染期（2020/4-2023/3）の平均は7,640社、それ以前の36か月（2017/4-2020/3）の平均は7,351社で若干の増加がみられる。

い起業家ほど、新しい事業機会を見出し、魅力ある製品やサービスを提供しやすく、起業家の教育水準や経験などの人的資本がイノベーションに貢献すると考えられる。前述したバイオンテックの創業者 Uğur Şahin と Özlem Türeci, モデルナの創業者の 1 人である Derrick J. Rossi は、いずれも大学関係の研究者だった。また、ズームビデオコミュニケーションズの創業者 Eric S. Yuan は、もともと Webex の技術者だった。こうしたことから、大学や企業からの優秀な人材の移動に伴う起業家の登場がイノベーションに寄与することもある。

起業家の人的資本は、直接的に創業後のパフォーマンスに影響するだけにとどまらない。たとえば、資金調達の際には、申請や手続きの知識が求められるが、ここでも知識や経験が役立つ。加えて、多くの起業家は、投資家などの外部者との面識がなく、起業家と投資家との間に情報の非対称性が発生しやすい。こうした状況のもとでは、起業家の人的資本は投資家に事業の質をあらわすシグナルとしてはたらしやすい。さらに、人的資本の高い人ほど高賃金で雇用されやすいと考えれば、こうした人が起業を選択する閾値が高くなり、結果的に、人的資本の高い人のはじめた事業のほうが高いパフォーマンスを期待できる。この点でも起業家の人的資本と創業後のパフォーマンスが関係する。

いうまでもなく、起業は必ずしも一人で行う必要はない。むしろ起業チーム（創業チーム）全体で必要な人的資本の獲得、すなわち、CEO (chief executive officer), CFO (chief finance officer), CTO (chief technology officer) など、それぞれ知識をもつ人材を組合せばよい。また、スタートアップ企業の成長には、それを支援する人材やプログラムをさす「アクセラレータ」(accelerator) と呼ばれるアクターの存在も大きい。このようなことから、起業エコシステムには、人的資本の高い人材との出会いや探索の場としての役割が求められる。

加えて、企業の成長ライフサイクルから考えると、成長ステージごとに求められる知識や能力に違いがある。事業化の際に、発明の能力や事業機会の目利きの能力が求められる一方で、その後の事業拡大の際に、営業や資金調達といった、事業化と異なる能力が求められる。実際に、それまでの企業を売却して新たに起業する「連続起業家」(serial entrepreneur), 並行して複数の企業の事業を営む「ポートフォリオ起業家」(portfolio entrepreneurship) など、起業に特化した人材の存在を考えれば、企業の成長サイクルにしたがっての人材の組合せが必要となる。経営や所有の変化がスタートアップ企業の成長の契機につながるならば、起業エコシステムには、こうした人材の橋渡しの役割が期待される¹³。将来的に多くの人が起業エコシステムに参画するようになれば、多様な人材の組合せを通じたスタートアップ企業の誕生を期待できる。

¹³ ただし、日本では、創業者（起業家）が経営を継続しやすい傾向がみられる。たとえば、後述する新興市場の IPO 企業では、全体の 58%で創業者が IPO 時点まで代表としての地位を維持しており、この比率は諸外国の新興市場より高い (Honjo et al., 2023)。他方、若い世代を中心に企業の売買に対するマイナスのイメージが軽減している (中小企業庁, 2021)。

4.3 資金調達

(1) 創業ファイナンス

企業の資金調達手段として、事業活動から得られる資金（内部金融）と、金融機関や投資家などの企業外部の組織や人からの資金（外部金融）があるが、資金調達の際に発生するコストの高さを考えると、外部金融より内部金融が望ましい。しかし、創業（設立）間もないスタートアップ企業の多くは事業をはじめてすぐにキャッシュフローを生み出して内部資金を獲得することは難しく、資金需要の大きい企業は外部金融に頼ることになる。

外部金融は、民間金融機関（銀行）や政府系金融機関からの借入金、社債（私募債、公募債）といった「デットファイナンス」(debt finance) と、エンジェル投資家（あるいは、ビジネスエンジェル）や VC (venture capital) からの出資（増資）といった「エクイティファイナンス」(equity finance) に大別できる。しかし、スタートアップ企業が、私募債、公募増資など、すべての資金調達手段を利用できるわけではない。資金調達成長サイクル (financial growth cycle) にしたがえば、創業ファイナンスは、創業者及び家族・友人からの資金など、限られた資金調達手段に依存する (Berger and Udell, 1998)。とりわけ、外部金融として、銀行の果たす役割は大きく、米国を含む国で自営業主を含むスタートアップ企業は銀行からの借入金を利用する傾向がみられる (Robb and Robinson, 2014)。

2017 年 7 月に実施したアンケート調査「日本の創業ファイナンスに関する実態調査」によれば、銀行などの民間金融機関や政府系金融機関からの借入金を利用する企業の比率がそれぞれ 2 割程度となり、創業者及び家族・友人・従業員からの資金調達に続く (Honjo et al., 2022)。また、民間金融機関からの借入金を利用する企業は、利用していない企業と比較して、創業時の資金調達額が有意に高い (本庄, 2023)。日本では、日本政策金融公庫のようにスタートアップ企業に融資する政府系金融機関が存在し、たとえば、「新創業融資制度」によって、年総額 1000 億円を超える貸付が行われている。また、地域金融機関を通じた創業ファイナンスもみられている。加えて、日本のデットファイナンスの下支えとして信用保証協会による「信用保証制度」があり、近年では、経営者による個人保証（経営者保証）が起業の阻害要因とならないように、経営者保証の制度の見直しが取り組まれている。このように、日本の創業ファイナンスでは、民間金融機関及び政府系金融機関によるデットファイナンスが重要な役割を果たす。

ただし、デットファイナンスは、「ハイテクスタートアップ」や「新技術基盤型企業」(new technology-based firm) と呼ばれる技術系スタートアップ企業での特性に適しにくい。こうした企業では、多額の研究開発投資ゆえに創業前や創業間もないころから資金需要が大きく、外部金融に頼らざるを得ない。しかし、研究開発投資の多くはサンクコストになりやすく、銀行などの融資側にとって、融資が担保価値のある資産につながりにくく、投資分を資産で取り戻すことが難しい。また、研究開発の成果までに長い年月を要するため、デットファイナンスの場合、定期的に支払利息の返済が大きな負担となる。他方、エクイティファイナンスは、定期的な支払利息の返済がなく、また、保有する資産ではなく将来的な事業の成

長に資金が提供される。こうしたことから、技術系スタートアップ企業にとっては、デットファイナンスよりエクイティファイナンスが都合よく、エクイティファイナンスの需要が高いと考えられる。

(2) VC

VC は、スタートアップ企業に対し、エクイティファイナンスを供給する中心的な役割を果たす。エクイティファイナンスを供給する側からみれば、株式売却益に基づくキャピタルゲインがリスクに見合った高いリターンとして魅力的であり、そのために VC は株式を売却する出口戦略 (exit strategy) を目標とする。一般的に、IPO や M&A (mergers and acquisitions) が出口戦略のタイミングとして認識されており、VC は、出資先のスタートアップ企業の IPO や M&A を通じて高いリターンをめざす。

日本の VC 投資は、2021 年度で総額約 3400 億円であり、2012 年度以降、増加傾向がみられている。また、今後期待する資金調達について、8 割以上のスタートアップ企業 (設立 5 年以内) が VC をあげており、これは銀行やエンジェル投資家など、他の資金調達と比較してもっとも高い (ベンチャーエンタープライズセンター, 2022)。ただし、国際的な視点で見ると、日本の VC 投資はまだ十分といいがたい。OECD によれば、2021 年度、日本の VC 投資 (対 GDP 比) は 0.06% であり、イスラエル (1.72%)、米国 (1.09%) など、VC 投資の活発な国のレベルから大きく引き離されており、また、カナダ (0.47%)、韓国 (0.26%)、英国 (0.20%)、仏国 (0.12%)、独国 (0.12%) と比較しても低い¹⁴。時系列で増加する傾向はみられるが、国際的には、日本の VC 投資は新しいビジネスへの資金供給元として拡大の余地が残る。

VC には、独立系、金融系、政府系、事業会社系など、いくつかのタイプが存在し、VC のタイプごとに投資 (出資) の違いがみられる (Bertoni et al., 2013)。このうち事業会社系 VC は、CVC (corporate venture capital) と呼ばれることがあり、加えて事業会社本体あるいはその企業グループ (ホールディング会社) が直接投資することも少なくない。日本の VC のタイプごとの投資について、若い企業ほど独立系 VC から、また、技術を有する企業ほど独立系 VC や政府系 VC からの出資を受ける傾向がみられている (Kato et al., 2022)。このことは、VC ごとにスタートアップ企業との関係が異なり、効果的な起業と出資の組合せの必要性を示唆している。

(3) エンジェル投資

エンジェル投資家は、VC と並び、スタートアップ企業にエクイティファイナンスを供給

¹⁴ これらの値は、Venture capital investments, Structural and Demographic Business Statistics, OECD Library に基づく。

<https://doi.org/10.1787/sdbs-data-en> [2023 年 7 月 25 日アクセス]

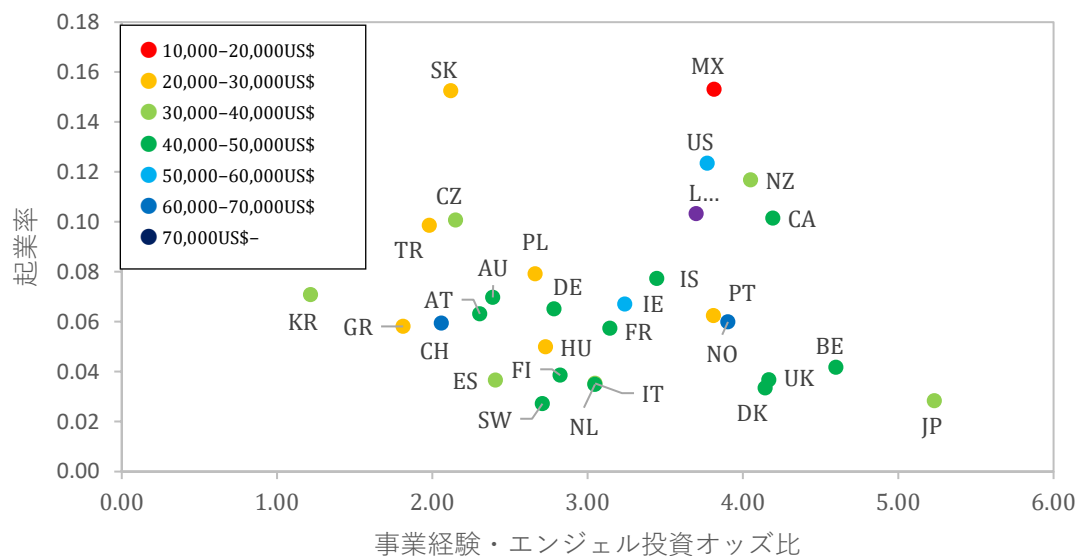
する役割を担う¹⁵。エンジェル投資家は、シードステージなど、VC と比較して、より初期時点でのエクイティファイナンスの役割を果たす。

ただし、日本では、エンジェル投資が活発でない。たとえば、アントレプレナーシップの国際調査プロジェクト、GEM (Global Entrepreneurship Monitor) 調査のデータでは、日本のエンジェル投資経験は多くの OECD 諸国のなかで低い (Honjo and Nakamura, 2020)。また、前述したアンケート調査「日本の創業ファイナンスに関する実態調査」では、設立時のエンジェル投資の利用は約 3%にとどまり、VC と並んでエンジェル投資を利用する企業の比率は低い (Honjo et al., 2022)。こうしたエンジェル投資が低調な傾向は、日本の資金循環の特徴と一致する。日本では、欧米諸国と比較して、家計の金融資産構成が株式や投資信託ではなく銀行預金に偏り、そのことが企業のデットファイナンスを下支えする一方で、個人からのスタートアップ企業への投資の少なさにつながる (本庄, 2023)。

エンジェル投資について、起業の成功者が次世代の起業家に資金を供給する役割を果たす。図 5 は、GEM データを用い、オッズ比を用いて国別の事業経験とエンジェル投資との関係を推定した値 (以下、「事業経験・エンジェル投資オッズ比」) を横軸に示している。事業経験・エンジェル投資オッズ比は、近似的に、事業を経験した人がどのくらいエンジェル投資を行うかを示しており、この値が 1 を超えると、事業経験のある人がそうでない人と比較してエンジェル投資を経験していることを示す。この値が高い国ほど事業活動とエンジェル投資との関係が深いことを示唆している (Honjo and Nakamura, 2020)。図 5 に示すとおり、すべての国で事業経験・エンジェル投資オッズ比が 1 を超えており、とくに、日本は、平均的にエンジェル投資が低いにも関わらず、事業経験・エンジェル投資オッズ比が 5 を超えて他国と比較して高く、事業を経験した人がエンジェル投資を行う割合が高い。しかし、横軸に示すとおり、起業率は低い。このことは、一部の人たちで起業と投資が進む一方、多くの人が起業に取り込めていない可能性を示唆している。こうした傾向は、『中小企業白書』で多くの起業無関心者の存在と一致している (中小企業庁, 2017)。

図 5 事業経験・エンジェル投資オッズ比と起業率

¹⁵ ここでのエンジェル投資家は、スタートアップ企業への投資を生業とする個人投資家ではなく、スタートアップ企業に投資する個人を指す。その点で「インフォーマル投資家」(informal investor) と呼ぶべきかもしれない。



出所：Honjo and Nakamura (2020) をもとに筆者加筆修正.

注：事業経験・エンジェル投資オッズ比は、国別の個人のデータを用いて、従属変数にインフォーマル投資をあらわすダミー変数、独立変数に自ら事業活動を行っているかをダミー変数（コントロール変数含む）としたロジットモデルで推定値から求めたオッズ比。推定方法の詳細は、Honjo and Nakamura (2020) を参照いただきたい。マーカーは、その国の 2014 年 1 人あたり GDP。

日本では、スタートアップ企業への出資を促進するために、一定の条件を満たす投資について所得控除あるいは株式譲渡益からの控除の税制優遇措置を受けることが可能となる「エンジェル税制」が導入されている。残念ながら、エンジェル税制がどのぐらい投資の促進や起業の成長に寄与したかを示すエビデンスを提示できないが、こうした制度は少なくともエンジェル投資のインセンティブにつながると考えられる。

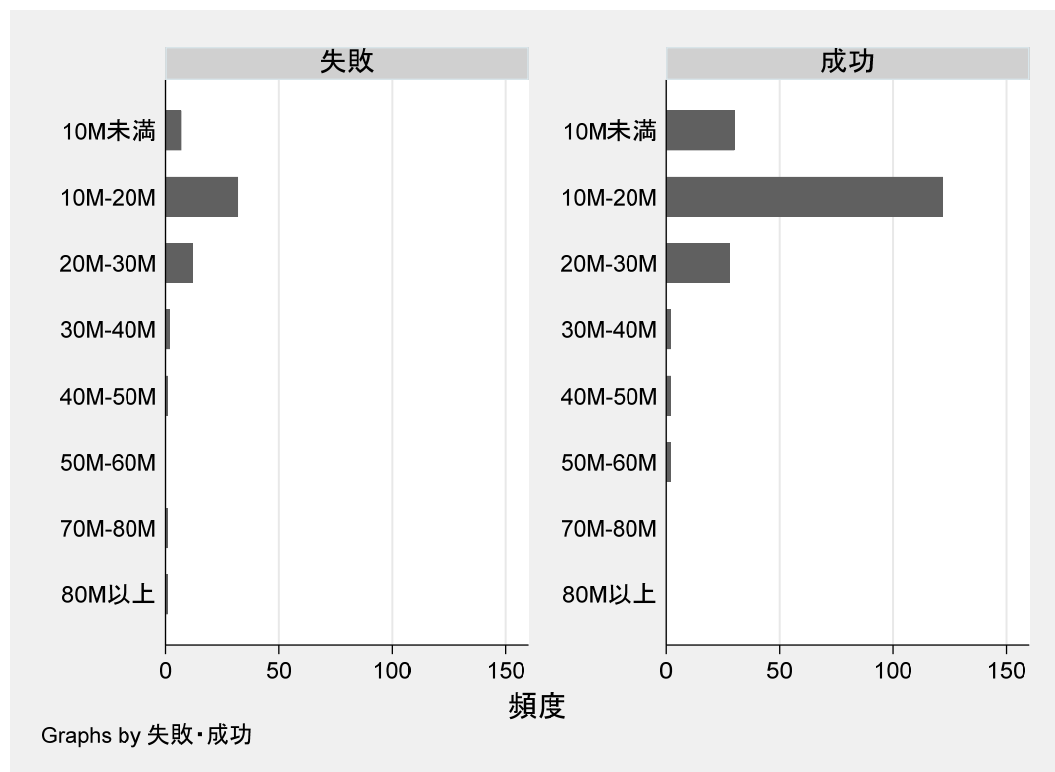
(4) ECF

近年、新たな資金調達手段として、クラウドファンディングが注目されている。デットファイナンスに該当する融資型クラウドファンディングに対し、エクイティファイナンスに該当する株式（投資）型クラウドファンディング（equity crowdfunding, 以下、ECF）は、技術系スタートアップ企業への新たな資金調達手段として期待されている。

図 6 は、ECF の最大手である FUNDINNO で募集した案件（campaign）のデータを用い、目標金額への到達（目標金額に到達しなかった場合、「失敗」、到達した場合、「成功」と呼ぶ）ごとの頻度を示す。図 6 に示すとおり、目標金額を 1000 万円以上 2000 万円未満に設定する案件が多い。また、およそ 7 割以上の案件が資金調達開始から 24 時間以内に目標金額に到達している(Honjo and Kurihara, 2023b)。とくに、特許を申請あるいは取得して

いる案件ほど成功しやすく、また、エンジェル税制の対象となる案件ほど資金を調達しやすい。このように、技術の有無やエンジェル税制といった制度が ECF の成功に影響する。

図 6 ECF の目標金額の分布



出所：Honjo and Kurihara (2023b) をもとに筆者加筆修正。

注：観測数は 242。M は 100 万円をあらわす。失敗は、期限内に目標金額に到達しなかった場合、成功は、期限内に目標金額に到達した場合をあらわす。

日本の ECF は、欧米諸国と比較して、平均的に成功確率が高い (Honjo and Kurihara, 2023b)。ただし、日本の ECF では、個人（特定投資家除く）の投資額の上限が 50 万円までであり、また、年間の資金調達が他の資金調達を含めて 1 億円未満に制限されており、このことが成功確率をあげる原因の 1 つと考えられる。また、こうした規制は、消費者（投資家）保護の視点から有益といえるが、多額の資金を必要とするスタートアップ企業にとって大きな足かせとなり、とりわけ、技術系スタートアップ企業の資金調達として大きな制約となっている。ECF が技術系スタートアップ企業を含む資金調達手段として機能するために、規制を含めた制度の見直しが必要といえる。

(5) 新興市場

日本には、東京証券取引所をはじめ各証券取引所に、スタートアップ企業の IPO に適した新興市場が存在する。2022 年 4 月、東京証券取引所の市場区分の再編に伴い、これまで

の新興市場であるマザーズやジャスダックに代わって、東京証券取引所グロース（以下、「東証グロース」）が誕生した。東証グロース以外に、札幌証券取引所にアンビシャス、名古屋証券取引所にセントレックス、福岡証券取引所に Q-Board がある。新興市場の特徴として、各証券取引所の本則市場と比較して上場基準が緩く、株主数や時価評価額などの要件を満たせば、赤字でも上場可能なことがある。

ただし、日本の新興市場の IPO は、全体的に小規模といえる。たとえば、2022 年 10 月現在で 1 ドル 140 円として時価評価額 1400 億円以上の企業に注目した場合、東証グロース上場企業 495 社の時価評価額（自己株除く）の平均は 148 億円とユニコーンの基準の約 10 分の 1 程度に過ぎない（メジアン 61 億円）。ユニコーンの時価評価額の基準に到達した企業は、上位 1%に過ぎず、ビジョナル（2020 年設立、前身のビズリーチは 2007 年設立）、エニーカラー（2017 年設立）、そーせいグループ（1990 年設立）など 5 社にとどまる¹⁶。

日本の新興市場での小規模な IPO の背景として、十分な成長を見込めないにもかかわらずに早急な IPO があげられる。医薬品やエネルギーの開発といった分野など、研究開発の成果を得るまでに一定の期間を必要とする一方、投資家の要望として、投資を回収して次の投資の原資を早く獲得したい。日本の VC 投資は、シードステージなどの比較的早い段階で行われるため、その後の早いステージでの回収を望む（Honjo and Nagaoka, 2018）。他方、スタートアップ企業の視点からいえば、研究開発の継続にファイナンス（ブリッジファイナンス）が必要となるが、日本の場合、プライベートエクイティが未発達である（田所, 2020）。セカンダリーマーケット（流通市場）も整備されておらず、成長を目的とした M&A を期待できない。結果的に、IPO を通じたエクイティファイナンスをめざすことになる。日本の新興市場での IPO が他国の未上場のレイターステージと考えれば、小規模な IPO もうなずける。また、その後に本則市場に変更する企業が多く存在することから、むしろ新興市場から本則市場への市場変更が本来の IPO かもしれない（Honjo and Kurihara, 2023a）。その点では、未公開に限定することなく新興市場の IPO を含めてエコシステムをとらえたほうがよいだろう。

4.4. 企業間関係及び大学発スタートアップ

エコシステムとは、本来、生態系を意図するが、起業エコシステムでは、起業家と VC など、個人や組織（アクター）間のネットワークや相互作用に注目することは少なくない。とりわけ、提携（alliance）は、企業間関係を通じてイノベーションに寄与し、スタートアップ企業にとって、すでに事業を経験している既存企業との提携が重要となりやすい。前述したバイオンテックは、大手製薬メーカーのファイザーとワクチンを共同開発することで、対応

¹⁶ ただし、これ以外に、日本取引所グループ、ガンホー・オンライン・エンターテイメントなど約 20 社が新興市場で時価評価額 1400 億円を上回って東証 1 部・2 部などの本則市場に移動している。

困難な世界的な臨床試験の実施，薬事申請，製造工場の整備などを可能にした．提携は，既存企業との分業を通じて，技術系スタートアップ企業の不足するリソースの補完につながる．

ただし，何が新しい技術，製品あるいはサービスに結びつくかを事前に予見できない状況では，むしろ組織内の自由な発想が重要となり，そのために組織の独立性とインセンティブは不可欠といえる．他方，既存企業の視点からいえば，多くのスタートアップ企業が多様な開発に取り組み，そのうち成功した企業の技術を獲得すればリスク分散につながる．企業間関係に依拠した技術，製品あるいはサービスの開発を目指す既存企業にとって，買収（M&A）や資本参加を通じてスタートアップ企業を所有する，あるいは，スタートアップ企業と提携する戦略は重要となりやすい．

ここで，買収と技術取引との関係について，経済産業省「企業活動基本調査報告書」のデータを用いた結果を紹介しておく（Kim and Nagaoka, 2023）．推定結果から，ビジネスグループに編入する買収が技術取引を促す効果がみられている．ただし，技術取引の促進効果は，部分子会社ではなく，完全子会社の場合に顕著である．こうした結果から，買収が被買収企業の資金制約の緩和につながり，また，ビジネスグループの視点からいえば，買収が技術獲得に有効なことを示唆している．

こうした企業間関係に加えて，起業エコシステムにおけるイノベーションの視点から，大学や公的研究機関などの研究機関の役割が期待される．とりわけ，「大学発ベンチャー」（university spin-offs）と呼ばれる大学を起点としたスタートアップ企業に注目が集まる．2022 年度現在，大学発ベンチャーは 3,782 社と堅実な増加傾向がみられる．日本の大学発ベンチャーについて，研究やイノベーションの質の高い大学発ベンチャーほど，VC やエンジェル投資家から資金を調達しており，こうしたベンチャーキャピタルからの資金調達は大学発ベンチャーの売上高に正の効果を与えている（Fukugawa, 2023）．このことは，VC との関係が大学発ベンチャーの価値を高め，大学発ベンチャーと外部組織との関係の重要性を示唆している．

4.5 まとめと含意

本節では，起業エコシステムについて，起業や投資を中心に議論した．本節のまとめとして，日本で起業エコシステムを推進していくための課題を議論しておく．

日本の起業エコシステムの課題として，第一に，アクターやリソースの増加の必要性があげられる．何が事業として成功するかを事前に予見の難しい状況のもとで新しい技術，製品，サービスの開発をめざすために，社会全体で多数かつ多様なアクターやリソースの組合せを通じた事業ポートフォリオの組成が必要となる．つまり，多くの人材と資金を呼び込むことが効果的な起業エコシステムにつながる．前述したエンジェル税制といった制度は，起業や投資を促進し，人材と資金の増加に有効な政策といえる．また，投資が増加することで，起業家への金銭的報酬が高まり，それによって起業に参加するアクターの増加につながる．

第二に、限りあるアクターやリソースでの起業エコシステムの推進のために、起業やエンジェル投資が相対的に魅力ある選択肢にならないといけない。日本では、少子高齢化に伴い 15-64 歳人口が減少し、将来的に労働力人口の減少が予想される。起業やエンジェル投資が相対的に魅力の低い選択肢とすれば、多くのアクターとリソースを呼び込むことは難しい。この点で、既存組織の選択や貯蓄に一定のリスクを付与することで人材や資金の流動化が進み、起業エコシステムに多くのアクターやリソースを呼び込める。具体的には、終身雇用やペイオフなどで、いままでリスクを回避してきた人材や資金に一定のリスクを付与し、また、投資家保護に基づく過度な規制を見直すことで、相対的に起業やエンジェル投資の選択を促すことになる。日本の起業エコシステムでは、限りあるアクターやリソースを有効に活用する視点が求められる。

第三に、日本の現状を前提に起業エコシステムを推進していく必要がある。日本では、プライベートエクイティの未整備が技術系スタートアップ企業の促進に足かせとなっている。他方、伝統的にデットファイナンスが充実しており、その点でデットファイナンスをリスクの高いスタートアップ企業に振り向ける視点が必要となる。近年、経営者の個人保証の廃止の流れた政策的に進められており、このような取り組みは、デットファイナンスを供給する側に事業への目利きや一定のリスク負担の認識を高める点で効果的といえる。また、従来型のデットファイナンスから、劣後債などのメザニンファイナンスへの移行も事業への目利きや一定のリスク負担につながる。

最後に、健全な起業エコシステムに向けて、企業間競争の維持につとめる必要がある。イノベーションにはインセンティブが必要であり、そのために企業間競争が有効にはたらく。前述したズームコミュニケーションズは、同業他社の Webex（シスコシステムズが買収）から退職した技術者が始めた事業であり、既存企業からのスピンアウトが元企業との競争を通じ、COVID-19 の感染拡大を契機に市場を大いに発展させた。しかし、その一方で、既存組織が競争を阻害して独占的な地位を得ることも可能といえる。近年、研究開発に成功した企業を買収し、将来的な競争を先読みして被買収企業のイノベーション活動を終了させる「キラー買収」(killer acquisition)、また、既存企業の中核的な製品やサービスと競合する分野で投資が抑制されてスタートアップ企業の生き残れない「キルゾーン」(kill zone) が競争政策の課題として取り上げられている (Cunningham et al., 2021; Kamepalli et al., 2020)。スタートアップ企業がイノベーションに取り組むために、既存企業を含む健全な企業間競争を実現できる環境が必要であり、企業間競争の維持が持続的な起業エコシステムにつながる。起業エコシステムには、競争を維持しながら社会全体でリスクを分散するシステムの形成が求められている。

参考文献

Acs, Zoltan J., Eric Stam, David B. Audretsch and Allan O'Connor (2017). "The Lineages of the Entrepreneurial Ecosystem Approach," *Small Business Economics*, 49: 1-10.

- Athey, Susan, Michael Kremer, Christopher Snyder and Alex Tabarrok. (2020), “In the Race for a Coronavirus Vaccine, We Must Go Big. Really, Really Big,” May 4, 2020, New York Times.
- Bertoni, Fabio., Massimo G. Colombo and Luca Grilli (2013), “Venture Capital Investor Type and the Growth Mode of New Technology-Based Firms,” *Small Business Economics*, 40(3): 527–552.
- Berger, Allen N., and Gregory F. Udell (1998), “The Economics of Small Business Finance: The Roles of Private Equity and Debt Markets in Financial Growth,” *Journal of Banking and Finance*, 22(6–8): 613–673.
- Cunningham, Colleen, Florian Ederer and Song Ma (2021), “Killer Acquisitions,” *Journal of Political Economy*, 129(3): 649–702.
- Dolgin, Elie (2021), “The Tangled History of mRNA Vaccines,” *Nature*, 597(16): 318–323.
- Fukugawa, Nobuya (2023), “Effects of the Quality of Science and Innovation on Venture Financing: Evidence from University Spinoffs in Japan,” *Applied Economics Letters*, 30(16): 2129–2135.
- Fleming, L., H. Greene, G. Li, M. Marx and Yao D. (2019). “Government-Funded Research Increasingly Fuels Innovation,” *Science*, 364: 6446.
- Honjo, Yuji, Charee Kwak and Hirofumi Uchida (2022), “Initial Funding and Founders’ Human Capital: An Empirical Analysis Using Multiple Surveys for Start-Up Firms,” *Japan and the World Economy*, 63: 101145.
- Honjo, Yuji, and Koki Kurihara (2023a), “Graduation of Initial Public Offering Firms from Junior Stock Markets: Evidence from the Tokyo Stock Exchange,” *Small Business Economics*, 60: 813–841.
- Honjo, Yuji, and Koki Kurihara (2023b), “Target for Campaign Success: An Empirical Analysis of Equity Crowdfunding in Japan,” *Journal of Technology Transfer* (forthcoming).
- Honjo, Yuji, Koki Kurihara and Yuya Ikeda (2023), “Are Founder-CEOs More Likely to Graduate or Withdraw from Junior Stock Markets? An Empirical Analysis of IPO Survival,” (unpublished paper).
- Honjo, Yuji, and Sadao Nagaoka (2018), “Initial Public Offering and Financing of Biotechnology Start-Ups: Evidence from Japan,” *Research Policy*, 47(1): 180–193.
- Honjo, Yuji, and Hiroki Nakamura (2020), “The Link between Entrepreneurship and Informal Investment: An International Comparison,” *Japan and the World Economy*, 54: 101012.
- Kamepalli, Sai K., Raghuram Rajan and Luigi Zingales (2020), “Kill Zone,” NBER Working Paper, 27146.
- Kato, Masatoshi, Nicolas Legendre and Hiroki Yoshida (2022), “Does VC Investor Type

- Matter? Determinants and Effects of VC Backing for New Firms in Japan,” RIETI Discussion Paper Series, 22-E-117.
- Kim, Young Gak, and Sadao Nagaoka (2023). “Acquisitions by Business Group and Technology Transfer,” *Seoul Journal of Economics*, 36(1): 137–164.
- Kremer, Michael, Jonathan Levin and Christopher M. Snyder (2020). “Advance Market Commitments: Insights from Theory and Experience,” *AEA Papers and Proceedings*, 110, 269–273.
- Poege, Felix, Dietmar Harhoff, Fabian Gaessler and Stefano Baruffaldi (2019), “Science Quality and the Value of Inventions,” *Science Advance*, 5(12): eaay7323.
- Robb, Alicia M., and David T. Robinson (2014), “The Capital Structure Decisions of New Firms,” *Review of Financial Studies*, 27(1): 153–179.
- Stam, Eric (2015), “Entrepreneurial Ecosystems and Regional Policy: A Sympathetic Critique,” *European Planning Studies*, 23(9): 1759–1769.
- Watzinger, Martin, and Monika Schnitzer (2019), “Standing on the Shoulders of Science,” CEPR Discussion Papers, No. 13766.
- Weitzman, Martin L. (1998), “Recombinant Growth,” *Quarterly Journal of Economics*, 113(2): 331–360.
- 鍵井英之(2021), 「次世代創薬基盤技術の導入と構築に関する研究」, 「医薬産業政策研究所リサーチペーパー・シリーズ」, 3月, No. 77.
- 鍵井英之・長岡貞男 (2021), 「新型コロナウイルス克服への創薬の進展：動向とメカニズム」, 『新型コロナ感染の政策課題と分析—応用経済学からのアプローチ』(焼田党・細江守紀・藪田雅弘・長岡貞男 (編著), 日本評論社
- 田所創 (2020), 「JOBS Acts による米国の株式資本市場改革と周回遅れの日本」, RIETI Policy Discussion Paper Series, 20-P-022.
- 中小企業庁 (編) (2017), 『2017 年版中小企業白書』, 日経印刷.
- 中小企業庁 (編) (2021), 『2021 年版中小企業白書』, 日経印刷.
- 長岡貞男 (編著) (2024), 『日本産業のイノベーション能力』東京大学出版会.
- 長岡貞男(2020), 「創薬による新型コロナウイルス危機の克服」, 小林慶一郎・森川正之 (編著) 『コロナ危機の経済学』, 203-219, 日本経済新聞.
- 長岡貞男・塚田尚稔・遠藤志久真 (2022), 「知識の組み合わせと研究開発：国際的に見た日本企業のパフォーマンス」, RIETI Discussion Paper Series, 22-J-023.
- ベンチャーエンタープライズセンター (編) (2022), 『ベンチャー白書 2022』, ベンチャーエンタープライズセンター.
- 本庄裕司 (2023), 「スタートアップ企業の資金調達」, 『商工金融』, 4月号, 5–28.
- 吉田悠記子・本庄裕司 (2023) 「起業と転職の意識に関する実態調査」(未定稿).