



ベンチャーキャピタルとスタートアップ企業のイノベーション  
—特許データによるビッグデータ解析—

日本銀行金融市場局  
鷺見 和昭

本稿の内容について、商用目的で転載・複製を行う場合は、予め日本銀行金融市場局までご相談ください。  
転載・複製を行う場合は、出所を明記してください。

## ベンチャーキャピタルとスタートアップ企業のイノベーション —特許データによるビッグデータ解析—\*

### ■要 旨■

わが国企業は、少子高齢化の進展に伴い、労働力人口が減少に転じる中、デジタル分野をはじめとするイノベーションの強化が求められている。とりわけ革新的な技術の担い手であるスタートアップ企業に対する期待は高く、近年、特許審査にかかる期間の短縮化や既存企業とスタートアップ企業が連携して行うオープンイノベーションに対する税制優遇の導入等が図られている。スタートアップ企業が持続的な研究開発を行うには、成長資金の提供主体としてベンチャーキャピタルが重要な役割を担っているとされる。他方、これまでデータ制約もあって、わが国では、スタートアップ企業によるイノベーションを包括的に整理した事例は限定的であるほか、ベンチャーキャピタルが投資先企業のイノベーションに与える影響を分析した先行研究はみられない。本稿では、イノベーションの代理指標として特許出願件数に着目して上記の2点を整理した上で、今後の課題を考察する。

まず、スタートアップ企業の特許出願動向をみると、企業毎に相応のばらつきがみられるものの、約4割の先が特許出願を行っており、既存企業の出願割合を大きく上回っているとみられる。次に、ベンチャーキャピタルによる資金提供がイノベーションに与える影響を推計すると、6割近くのケースで比較対象企業に比べ、投資先の特許出願件数が有意に増加したことが示唆される。分析結果は、個々のケースによるため幅を持ってみる必要があるが、こうした成功事例ではベンチャーキャピタルによる資金提供や知財管理を含む経営支援が特許出願件数の増加に繋がった可能性がある。今後の課題としては、(1)機関投資家によるベンチャーキャピタルへの投資拡大、(2)新興企業の持続的成長に資する上場機会の拡大、(3)知財戦略の浸透および専門人材の確保・育成が挙げられる。

---

<sup>†</sup> 日本銀行金融市場局 (Email: kazuaki.washimi@boj.or.jp)

\* 本稿の作成にあたり、日本銀行スタッフより、有益なコメントを頂戴した。記して感謝の意を表したい。本稿のあり得べき誤りは筆者個人に帰する。なお、本稿の内容や意見は、筆者個人に属するものであり、日本銀行の公式見解を示すものではない。

## 1. はじめに

わが国では、バブル経済の崩壊以降、1990年代半ばに生産年齢人口が減少に転じる中、生産性の向上および経済成長において、イノベーションの重要性が高まっている。また、コロナ危機を受けて、経済の各方面でデジタル化やビジネスモデルの在り方の見直しが進むことが予想されており、イノベーションの強化が一層重要になっている。とりわけ革新的な技術の担い手であるスタートアップ企業に対する期待は高く、近年では特許審査期間の短縮化が進んでいるほか<sup>1</sup>、既存企業とスタートアップ企業が連携して行うオープンイノベーションに対する税制優遇等が導入されている。スタートアップ企業が持続的な研究開発を行うには、成長資金の提供主体としてベンチャーキャピタル（以下、VC）が重要な役割を担っているとされる。他方、これまでデータ制約もあって、わが国では、スタートアップ企業によるイノベーションを包括的に整理した事例は限定的であるほか、VCが投資先企業のイノベーションに与える影響を分析した先行研究は、筆者の知る限り存在しない。本稿では、イノベーションの代理指標として特許出願件数に着目して上記の2点を整理した上で、今後の課題を考察する。

本稿の構成は、次のとおりである。2節では、本邦スタートアップ企業によるイノベーションに関する事実整理を行う。3節では、VCのイノベーションにおける役割を整理し、4節では今後の課題を提示する。5節はまとめである。

## 2. スタートアップ企業のイノベーションに関する事実整理

イノベーションの計測にあたっては、代表的な指標としては、研究開発投資や特許出願数・被引用数などが存在する。もっとも、スタートアップ企業に関しては、そもそもスタートアップ企業の客観的な定義が難しいこと（例：中小企業との明確な違い）や財務データの開示が限定的であることもあって、わが国では包括的な調査分析はさほど進んでいない<sup>2</sup>。本稿では、成長産業領域に特化したデータベースである「STARTUP DB」に登録されている未上場企業を対象として、特許出願動向を整理する。なお、特許データは知的財産研究所が提供する「IIP パテントデータベース（2020年版）」を用いている<sup>3</sup>。

---

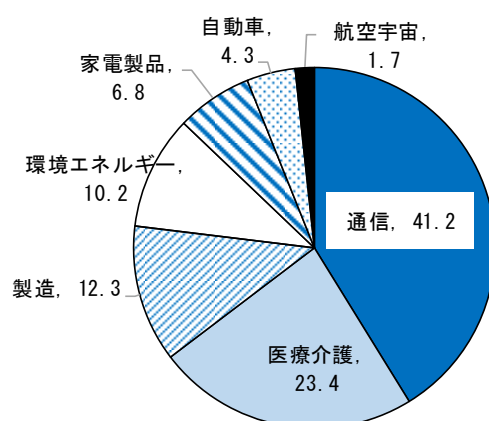
<sup>1</sup> 特許の権利化までの平均期間は、2013年度から2019年度の間は4.5カ月程度短縮された（18.8→14.3か月）ほか、2018年7月からはベンチャー企業向けにスーパー早期審査が導入されており、最終処分まで2.5カ月程度となる場合もある。

<sup>2</sup> 例えば、特定の産業に関しては、特許庁によるバイオベンチャー企業出願動向調査報告書（2020）が存在するほか、元橋（2011）は事業所・企業統計とIIPパテントデータベースの接続データによって、企業の従業員規模・開設年別にみた特許保有割合を計測している。

<sup>3</sup> スタートアップ企業毎に名称・所在地が変更されている場合があるため、今回の分析では名寄せを行っている。

スタートアップ企業の定義は、STARTUP DB によれば、「イノベーションを起こすことで新しいビジネスを創出し、資金調達をしながら短期間で急激な成長をすることで Exit を目指す企業」とされている<sup>4</sup>。このため、ビジネスの新規性や革新的な技術がポイントとなっており、中小企業や創業歴が比較的浅い企業の中でも一部の先が該当すると考えられる。STARTUP DB には上場企業を含む一万社を超える企業が登録されているため、本稿では、(1) 未上場企業のうち設立年が 2000～2012 年の間であり、(2) 業種カテゴリー<sup>5</sup>が製造、自動車、家電製品、航空宇宙、環境エネルギー、医療介護、通信のいずれかに該当する先に絞り込んでいる (図表 1)。

(図表 1) 分析対象のスタートアップ企業属性



(注) STARTUP DB を基に筆者作成。529 社が対象。

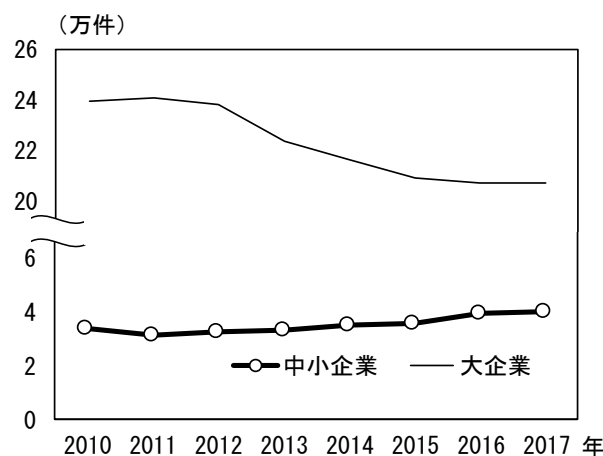
また、イノベーションの代理指標として特許データを用いる際、先行研究ではいくつか留意点が指摘されている。第一に、特許取得が可能な全ての発明が出願される訳ではない点が挙げられる。第二に、木村 (2018) によれば、特許の中には、大きな経済的な価値を生み出すものもあれば、そうではないものも存在し、発明の質における異質性が大きい。このため、ある特許がその他の特許によって事後的に引用された数を利用することも考えられるが、ニッチな分野では、仮に技術自体が革新的であっても、引用数は伸びない可能性がある。加えて、王・高橋 (2020) によれば、特許の登録後、引用に至るまでの平均的な期間は 2～5 年程度であり、イノベーションの計測には相応のラグを伴う。以上の点を踏まえ、本稿では特許出願件数をイノベーションの代理指標として用いている。

<sup>4</sup> この点、ベンチャー企業は和製英語であり、スタートアップ企業よりも長い時間軸で課題解決に取り組む企業全般を指すケースが多いとされている。

<sup>5</sup> 同カテゴリーは産業分類とは異なるほか、複数のカテゴリーに跨る企業が存在する点には留意する必要がある。

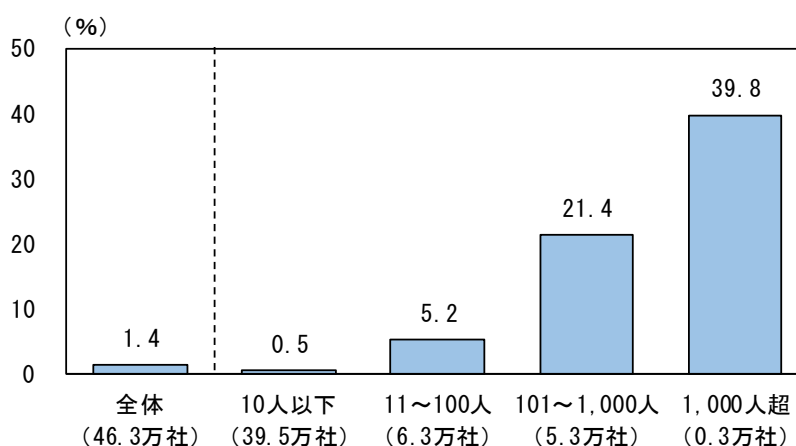
次に、全体像を把握する観点から、わが国企業の特許出願動向をみると、近年では、大企業による特許出願件数は頭打ちとなっている一方、中小企業による特許出願件数は緩やかな増加傾向を辿っている（図表 2）。また、従業員規模別にみた特許出願割合をみると、データはやや古いものの、従業員数が 100 人以下の先では 1 割未満となっている（図表 3）。一方、スタートアップ企業についてみると、会社の設立から 2018 年までの間に特許出願を行った先は約 4 割と、既存企業の出願割合を大きく上回っており、活発にイノベーションに取り組んでいる可能性が示唆される（図表 4）。ただし、累積出願件数の分布は非常に裾野が厚くなっており、一部のスタートアップ企業が出願件数の多くを占めている様子も同時に窺われる（図表 5）<sup>6</sup>。

（図表 2）企業規模別にみた特許出願件数



（資料）特許庁「中小企業の知的財産活動に関する基本調査（2019年）」

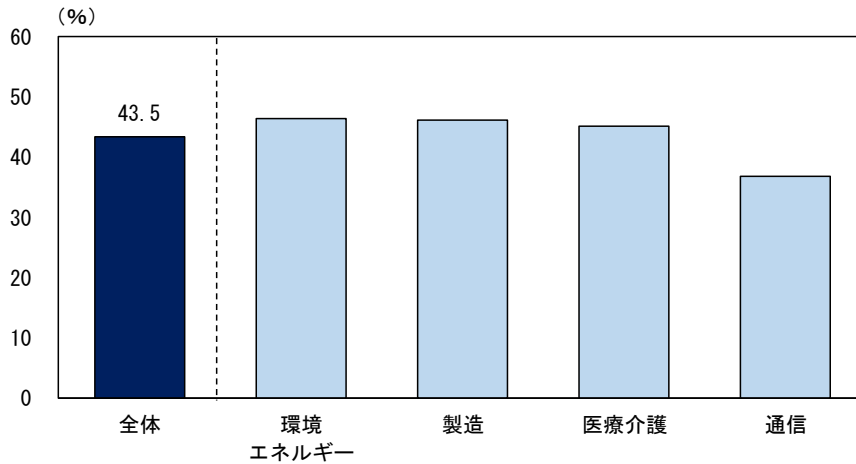
（図表 3）従業員規模別にみた特許出願割合（2006年）



（注）元橋（2011）より、筆者作成。括弧内はサンプル企業数。

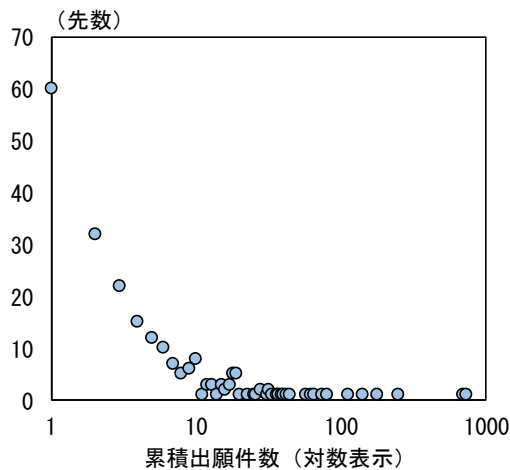
<sup>6</sup> 木村（2018）によれば、こうした特徴はわが国企業全般に観察され、企業が1年間に出願した特許数の分布は裾の厚い分布となっている。

(図表 4) スタートアップ企業の特許出願割合



(注) STARTUP DB、IIP パテントデータベース (2020 年版) を基に筆者作成。会社設立時から 2018 年までの特許出願が対象。内訳はサンプル数が 100 以上のカテゴリーを表示。

(図表 5) スタートアップ企業による累積出願件数の分布



(注) STARTUP DB、IIP パテントデータベース (2020 年版) を基に筆者作成。会社設立時から 2018 年までの特許出願が対象。

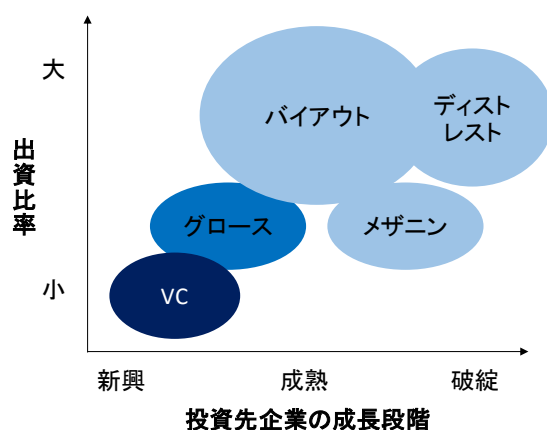
### 3. ベンチャーキャピタルが投資先のイノベーションに与える影響

前節では、スタートアップ企業の特許出願割合は、既存企業を大きく上回っていることが示唆された。こうしたイノベーションの創出には、持続的な研究開発費用が必要とされ、VC は成長資金の主な提供主体として注目されている。本節では、VC のイノベーションにおける役割を整理するとともに、投資先企業の特許出願件数に与える影響について、実証分析を行う。

未上場株式に投資を行うファンドは、プライベート・エクイティ・ファンド (PE ファンド) と総称される。ただし、ファンドには投資先企業の成長段階に応じた様々な種類が存在する (図表 6)。例えば、新興のスタートアップ企業 (所

謂シード、アーリー) を対象とした「ベンチャーキャピタル」、スタートアップの拡大期(ミドル、レイター)を支える「グロース」、成熟期の非上場企業を主な対象とした「バイアウト」等が存在する<sup>7</sup>。

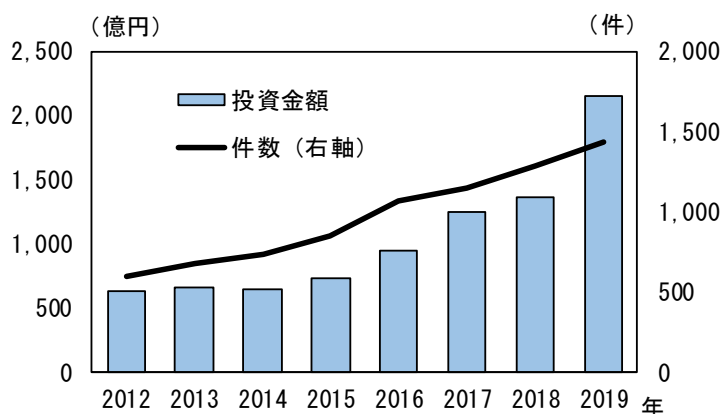
(図表6) 投資先の成長ステージ別にみたファンドの種類



(注) 各種資料を基に、筆者作成。

VCは、通常過半数を超えない株式を取得(マイノリティ出資)し、経営面での成長支援を行い、投資先企業の付加価値を高めた上で、IPOないしM&Aを通じた株式の売却を行うことでリターンを得る。具体的な経営支援は、販路開拓や人材紹介などに止まらず、イノベーションに関する知財戦略への助言や専門家ネットワークへの連携も含まれる。近年、VCによる投資額は増加傾向にあるものの、米国や中国といった他の主要国と比べると、市場規模は小規模に止まっている(図表7、8)。

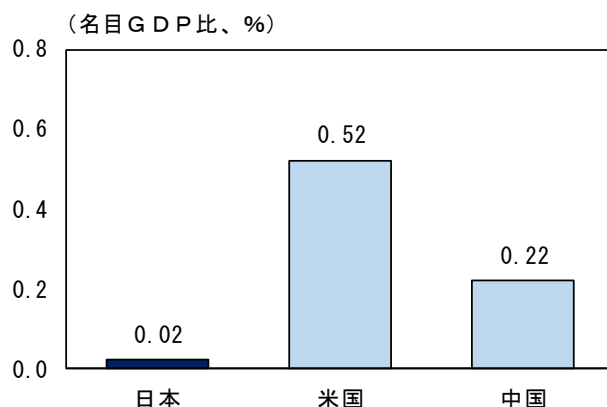
(図表7) VCによる国内投資額の推移



(資料) ベンチャーエンタープライズセンター

<sup>7</sup> 本稿では、グロースを含むベンチャーキャピタルを主な対象としている。PEファンド(特にバイアウトファンド)の事業再生における役割や投資先企業に与える経済効果については、例えば、鷲見(2020)を参照。

(図表 8) 海外と比較した VC の国内投資規模 (2016~18 年平均)



(資料) ベンチャーエンタープライズセンター、PitchBook、IMF

この間、データ制約もあって、海外に比べ、わが国における VC の投資効果に関する実証研究は非常に限られている。そうした中、例えば、石井 (2011) では、中小機構の出資したファンドの投資先企業は、属性の似た比較対象企業に比べ、売上高および従業員数の成長率が高かったことを示している。また、森岡 (2016) は、日本政策金融公庫の取引先を対象として傾向スコアによるマッチング<sup>8</sup>を行っており、投資育成を目的とした VC の投資先企業は、属性の近い比較対象企業に比べ、売上高および従業員数の成長率に有意な差がみられることを示している<sup>9</sup>。もっとも、VC が投資先のイノベーションに与える影響に関しては、筆者の知る限り、わが国における実証分析は行われていない<sup>10</sup>。

まず、スタートアップによる特許出願件数と VC からの資金提供の関係をみると、出願件数が多いほど、VC から資金提供を受けている様子が窺われる (図表 9)。もっとも、これは、VC が投資先を選別する際に特許出願数に注目した結果なのか、VC による投資が投資先の研究開発の成果に寄与したかの判別ができない。このため、属性が似た比較対象企業との比較によって、標本選択バイアスを減らし、VC の投資による効果を測定することを試みる。本稿では、マッチングの恣意性を減らすため、ベイズ構造時系列モデルを用いた **Synthetic Control Method** と呼ばれる手法を用いる (詳細は、補論参照)。

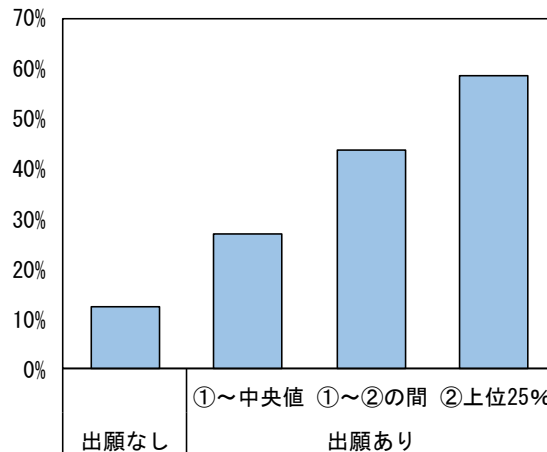
<sup>8</sup> ROA や自己資本比率等の財務情報を一つの変数 (傾向スコア) に集約した上で、マッチングを行っている。

<sup>9</sup> 石井 (2011)、森岡 (2016) とともに指摘している通り、サンプルに偏りがある可能性がある。また、比較対象企業が必ずしもスタートアップ企業でない点には留意する必要がある。

<sup>10</sup> 海外の先行研究では、例えば、Akcigit et al. (2019) は属性の似た比較対象企業とのマッチングを行い、米国のスタートアップ企業が VC からの出資後、特許の被引用数が増加したことを示している。また、Bertoni et al. (2010) はイタリアのハイテク分野におけるスタートアップ企業に関して、VC からの出資以降、特許取得数が有意に増加したことを示している。



(図表 9) VC から資金提供を受けている先の割合



(注) STARTUP DB、IIP パテントデータベース (2020 年版) を基に筆者作成。  
会社設立時から 2018 年までの特許出願が対象。  
「出願あり」の中での区分は、出願数の分位点に基づいている。

分析結果をみると、6 割近くのケースで VC から最初に資金提供を受けた年から、投資先の特許出願件数が有意に増加したことが示唆される (図表 10)<sup>11</sup>。個々のケースによってばらつきはみられるが、こうした成功事例では VC による資金提供や知財管理を含む経営支援が特許出願件数の増加に繋がった可能性があると考えられる<sup>12</sup>。実際に、ヒアリング調査等でも、VC はライセンス先・業務提携先の発掘・紹介や知財戦略面での助言を行っているケースが確認されている<sup>13</sup>。

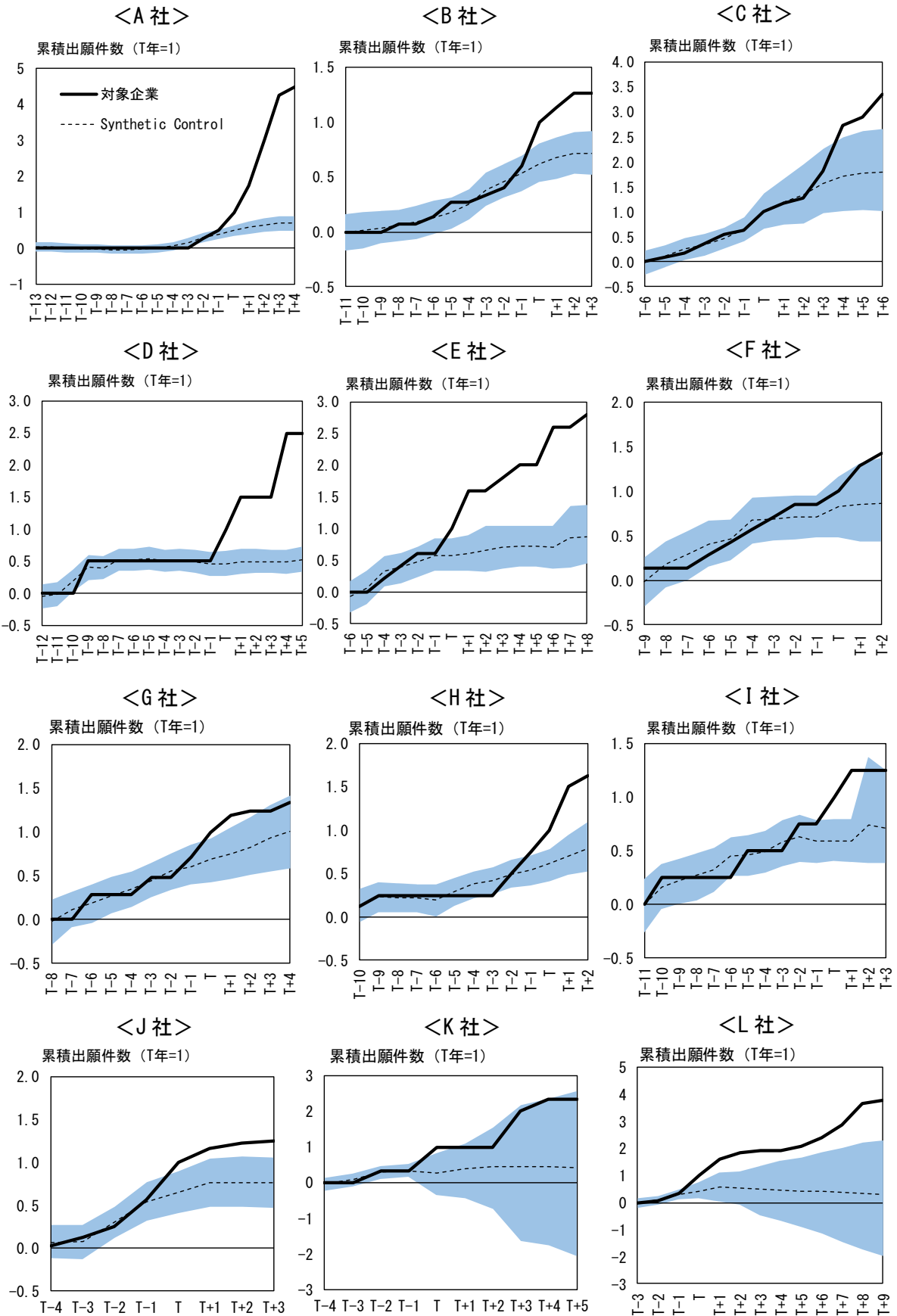
なお、今回の実証分析では、サンプルが限られており、VC の属性別に投資効果を計測することはできないが、海外の先行研究 (Akcigit et al. (2019)) では、VC の経験年数が投資先のイノベーションに与える影響に差異をもたらすとされている。すなわち、ベンチャーキャピタリストの経営ノウハウや知財戦略に対する知見の豊富さがイノベーション向上の鍵を握っている可能性があると考えられる。

<sup>11</sup> 24 先のうち A 社から O 社までの 15 先は、VC から最初に資金提供を受けた年から、比較対象企業に比べ有意に特許出願件数が増加している。他方、P 社から X 社までの 9 先については、特許出願件数が増加しても有意でない、もしくは比較対象企業並みとなっている。

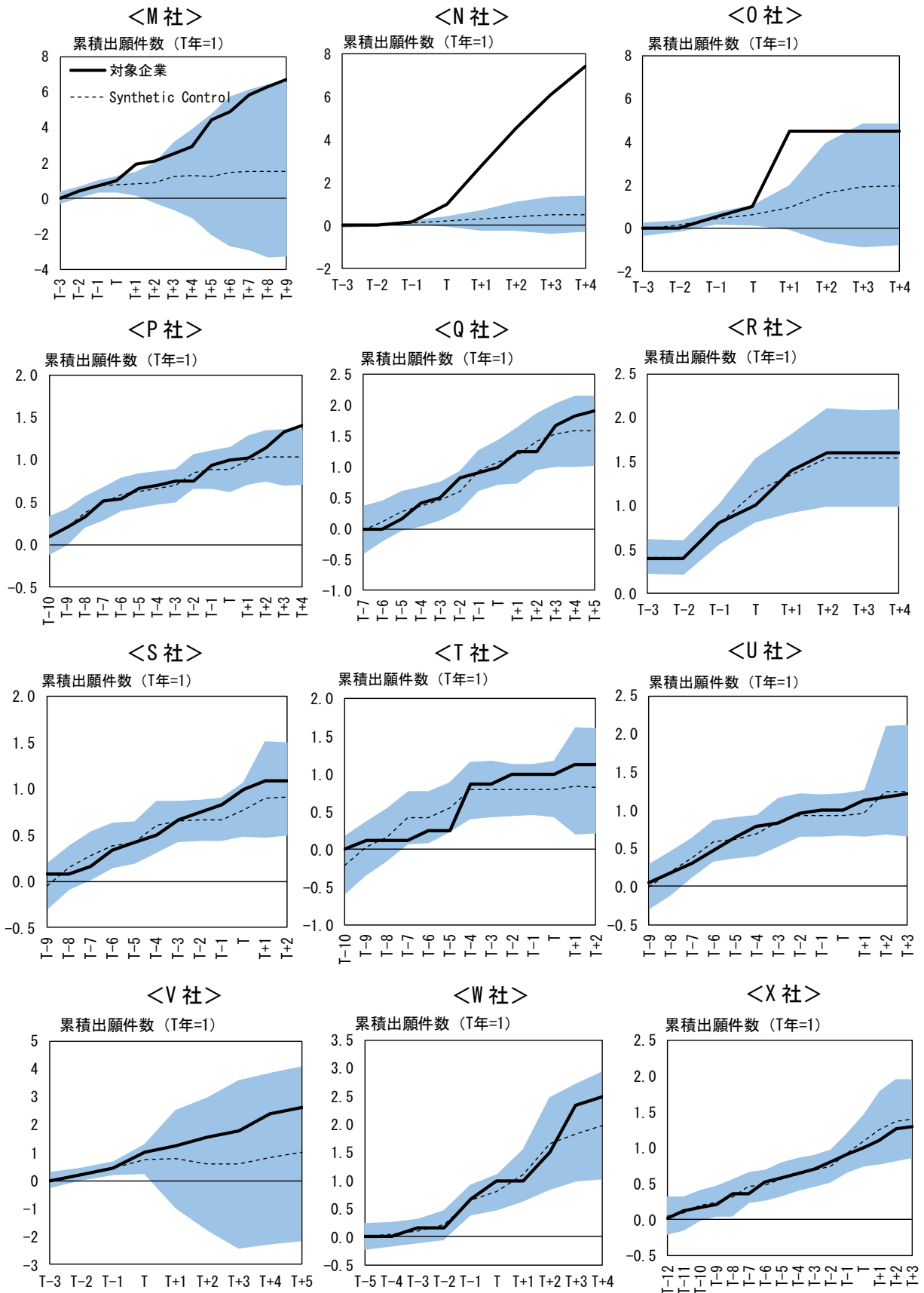
<sup>12</sup> 逆方向の因果関係をみるため、特許出願件数の変化 (1 期ラグ) と VC からの資金提供の有無について、カイ二乗検定を行ったが、有意な関係は確認されなかった。その他の留意点として、スタートアップ企業の資金提供元が不明のケースもみられるため、VC からの出資時期に関しては計測誤差が存在する可能性がある。

<sup>13</sup> アンケート調査に関しては、例えば、特許庁「スタートアップが直面する知的財産の課題および支援策の在り方に関する調査研究報告書 (2018 年)」を参照。

(図表 10) VC による投資が (投資先企業) の特許出願件数に及ぼす効果



(注) T 年は VC から最初に資金提供を受けた年。シャドーは 90%信頼区間。



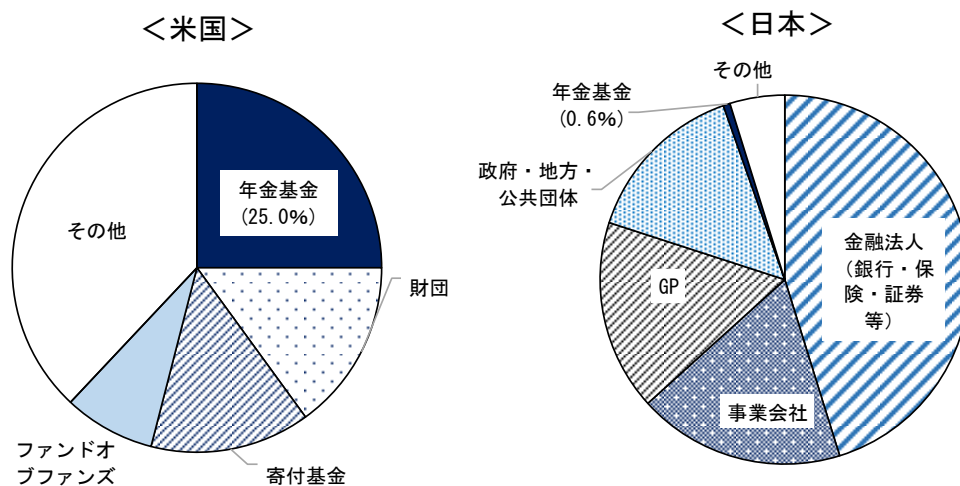
(注) T年はVCから最初に資金提供を受けた年。シャドーは90%信頼区間。

#### 4. 今後の課題

前節でみたように、仮に VC が総じてイノベーションにプラスの効果をもたらすのであれば、その投資規模が拡大し、スタートアップ企業への持続的な成長資金が広まることで、エコシステムの好循環が活発化する可能性がある。VC による投資規模の拡大およびスタートアップ企業のイノベーション向上にあたっては、少なくとも以下の3つの課題が指摘できる<sup>14</sup>。

第一に、機関投資家によるわが国の VC への投資拡大が指摘できる。例えば、米国では、VC への投資のうち約4分の1が年金基金による投資が占めているのに対し、日本では年金基金による投資は1%にも満たない（図表11）。機関投資家による投資は中長期的な投資であり、持続的な研究開発および成長への資金として重要な役割を有している。また、パフォーマンスの観点からも、国内 VC のネット内部収益率<sup>15</sup>は15%を上回っており、VC への投資拡大は国内オルタナティブ投資の一環として検討の価値があると考えられる。先行研究で論じられている通り<sup>16</sup>、機関投資家からは VC にかかる時価評価基準の統一および公正価値ベースでの評価が求められており、上述のパフォーマンス指標など、公正価値ベースでファンドを横断的に評価できる取り組みの進展が期待される。

（図表11）ベンチャーキャピタルの投資家層



（注）日本：ベンチャー白書2016を基に日本ベンチャーキャピタル協会が算出。  
 米国：Preqin “Overview of the US Venture Capital Industry December 2015”

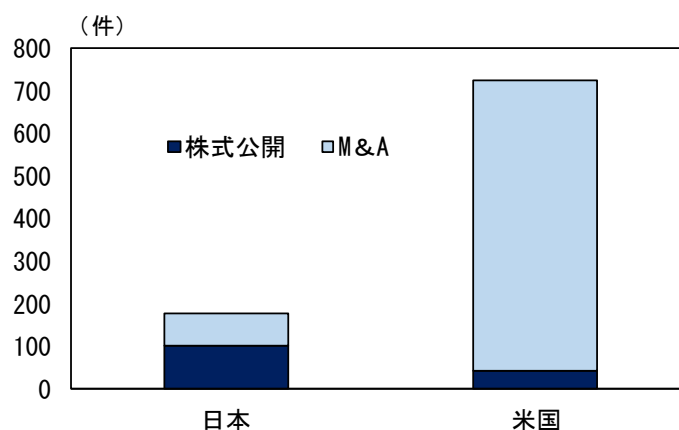
<sup>14</sup> 海外との制度比較に関しては、青木(2001)が比較制度分析の観点から論じている通り、企業組織およびそれらを取り巻く環境が相互に複雑に絡み合っているほか、Porter and Sakakibara (2004)が指摘している通り、競争政策の違い等も影響していると考えられる。本節では、業界関係者による指摘等を参考にしつつ、代表的な論点に絞って紹介している。

<sup>15</sup> Preqin・日本ベンチャーキャピタル協会が算出している第2回パフォーマンス・ベンチマーク調査のネットIRR（2010-14年ビンテージ）に基づく。

<sup>16</sup> 例えば、経済産業省（2011）「ファンドの有効活用に向けた基礎調査」を参照。

第二に、新興企業の持続的成長に資する上場機会の拡大が挙げられる。現状、日本では VC によるスタートアップ企業向け投資のエグジットは、新興市場における IPO が主流となっており<sup>17</sup>（図表 12）、新興市場の投資主体は個人投資家が大半を占めている<sup>18</sup>。スタートアップ企業の持続的な成長にあたっては、上場前には VC からのガバナンス強化が求められるように、上場後もスタートアップ企業にとって、短期的な黒字化に止まらず、中期的な成長投資が行われるようビジネスモデルに応じた経営の規律付けが重要と考えられる。こうした観点からは、機関投資家の参入の必要性が指摘されており、上場時の株主数基準や投資家への配分のあり方等の検討が進むことが期待される。同時に、研究開発に長い期間を要する先行投資型のスタートアップ企業については、当初赤字であっても、将来的な事業計画の合理性を示すことで資金調達が可能となることが望ましい。この点、スタートアップ企業の IR において、特に非財務情報（例：開発品の有効性、特許内容等）の重要性が指摘されている<sup>19</sup>。

（図表 12）VC のエグジットにおける IPO と M&A 件数（2016 年）



（資料）ベンチャーエンタープライズセンター「ベンチャー白書 2017」

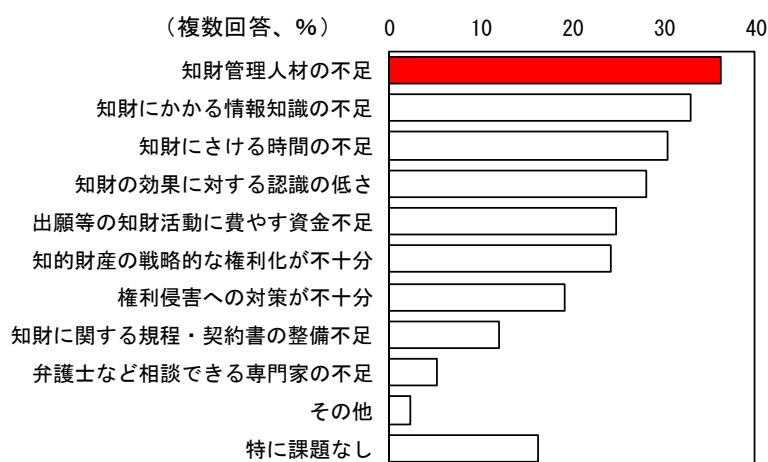
<sup>17</sup> 海外と比較して、本邦新興市場において IPO が多い理由としては、エントリーの間口が広く、多様な新興企業の上場が認められている点や M&A の場合、のれんの償却が買い手企業にとってネックとなりうる点等が指摘されている。

<sup>18</sup> 例えば、経済産業省による大企業とベンチャー企業の経営統合の在り方に係る調査研究（2018 年）では、東証マザーズの IPO における個人投資家への平均配分比率は約 75%となっている。

<sup>19</sup> 例えば、経済産業省によるバイオベンチャーと投資家の対話促進研究会の議論を参照。この間、東京証券取引所は、先行投資型バイオベンチャーの上場についての考え方と審査ポイント（2019 年）を公表し、事業計画の合理性と開示の適切性の必要性を示している。

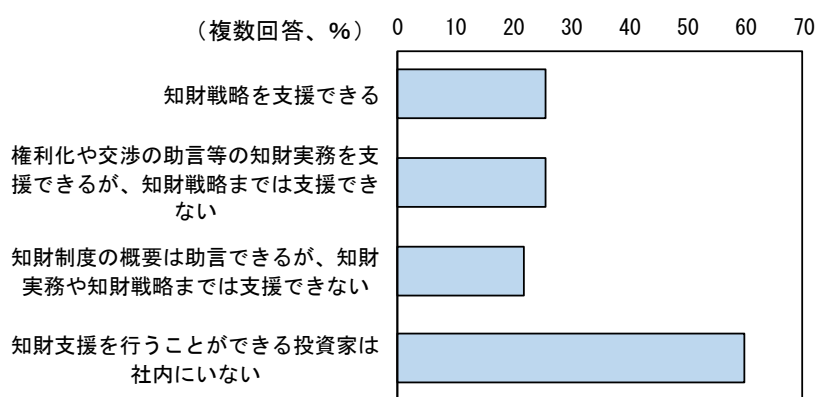
第三に、知財戦略の浸透および専門人材の確保・育成が挙げられる。例えば、中小企業に対するアンケート調査では、知財を管理する人材の不足を挙げる先が4割近く存在する（図表13）。加えて、VCについても、特許庁による報告書では、VCによる投資後のハンズオン支援の取り組みは必ずしも十分とは言えず、改善の余地がある点が指摘されている<sup>20</sup>。現状では、VCの社内に知財支援できる人材が不足しているほか（図表14）、社外の知財専門家（弁護士・弁理士等）との連携が不十分なケースも窺われる。今後、スタートアップ企業のイノベーション向上のためには、知財戦略の普及とともに、VCによる知財支援の体制整備が重要と考えられる。

（図表13）知財活動における課題（中小企業）



（資料）特許庁「中小企業の知的財産活動に関する基本調査（2019年）」

（図表14）知財戦略に関するVCへのアンケート調査

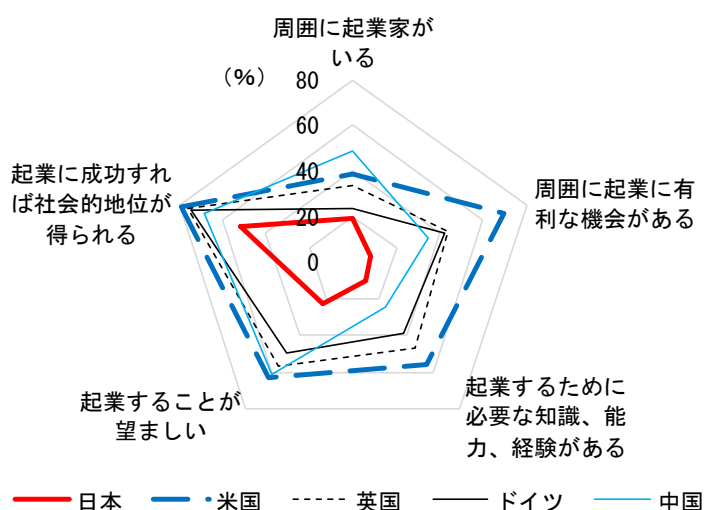


（資料）みずほ情報総研「ベンチャー企業が適切に評価されるための知財支援の在り方に関する調査研究報告書（2019年）」

<sup>20</sup> 同報告書によれば、具体的な投資先へのハンズオン支援としては、ビジネスモデルの範囲をカバーする権利を取得できているか、ビジネスモデルに合わせて権利化・秘匿化の判断ができているか等を挙げるVCが多い。

最後に、スタートアップ企業やVCに関する世間の認知度向上も期待される。国際的な調査によれば（図表 15）、日本では、諸外国に比べ、起業に対する前向きなイメージが低いほか、起業に必要な外部環境が整っていないと認識されている。もっとも、こうした下でも、大学発ベンチャーは近年増加しており、学生による起業や新事業の創出・育成にも繋がっている<sup>21</sup>。自ら起業経験のあるベンチャーキャピタリストが増えていくためにも、起業家や潜在的な起業家を増加させる取り組みが重要と考えられる。この点、本稿で試みたように、スタートアップ企業やVCが具体的にどのようなプラスの経済効果をもたらすかについて、分析結果の蓄積および対外的な情報発信が望まれる。

（図表 15） 起業意識の国際比較



（資料）みずほ情報総研「平成 30 年創業・起業支援事業（起業家精神に関する調査）」

## 5. まとめ

本稿では、イノベーションの代理指標として、特許出願件数に着目し、わが国におけるスタートアップ企業による特許出願動向を概観したほか、VCが投資先企業のイノベーションに与える効果を整理した。実際、VCによる資金提供がイノベーションに与える影響を推計すると、6割近くのケースで比較対象企業に比べ、投資先の特許出願件数が有意に増加したことが示唆された。分析結果は、個々のケースによるため幅を持ってみる必要があるが、こうした成功事例ではVCによる資金提供や知財管理を含む経営支援が特許出願件数の増加に繋がった可能性があると考えられる。

<sup>21</sup> 経済産業省による大学発ベンチャー実態等調査（2020）によれば、大学発ベンチャーの数は2014～2019年度にかけて1,749社から2,566社に増加している。

今後の課題としては、(1) 機関投資家による VC への投資拡大、(2) 新興企業の持続的成長に資する上場機会の拡大、(3) 知財戦略の浸透および専門人材の確保・育成が挙げられる。近年では、オープンイノベーション促進税制<sup>22</sup>の導入等が進んでいる中、事業会社やコーポレートベンチャーキャピタル (CVC) によるスタートアップ企業への投資も一段と進むと考えられる<sup>23</sup>。今後、上記の課題克服に向けた取り組みとともに、わが国企業によるイノベーションの進展が期待される。

以 上

---

<sup>22</sup> スタートアップ企業の新規発行株式を一定額以上取得する場合、その株式の取得価額の25%が所得控除される。事業会社による M&A や CVC による出資等が対象となりうる。

<sup>23</sup> オープンイノベーションを巡る状況については、例えば、幸田 (2019) 等を参照。



(補論) ベンチャーキャピタルがイノベーションに与える影響：  
ベイズ構造時系列モデルを用いた Synthetic Control Method

Synthetic Control Method (SCM) とは、「ある事象が発生した A に対して、その事象が発生しなかった場合の A の反実仮想 (カウンターファクチュアル) を人工的に合成して作成 (B とする) し、A と B の比較を行うことで、当該事象のもたらす影響を評価する」手法である<sup>24</sup>。主なメリットとしては、少ないサンプルでも因果推論を行うことができるほか、A と同様の性質を持つ対照群の加重平均によって、なるべく恣意性を排除した形で B を構築することができる。

もともと、今回のような特許出願データは企業毎に大きく推移が異なるため、対照群の加重平均によって、A の反実仮想を作成することは困難であると考えられる。このため、先行研究 (Brodersen et al. (2015)) に倣って、ベイズ構造時系列モデルを用いることで、より柔軟なモデル推定によって、Synthetic Control を作成する<sup>25</sup>。具体的には、VC から資金提供を受けておらず、かつ属性が似た対照群の特許出願件数を説明変数とする回帰成分から、Synthetic Control の特許出願件数の予測を行い、A の反実仮想を作成する。

同モデルの特徴として、処置群が VC から資金提供を受ける前までの情報を基に、状態空間モデルによって、トレンド成分と回帰成分に分解した上で、ギブスサンプリングによってパラメーター推定を行う。また、マルコフ連鎖モンテカルロ法を用いることで、Synthetic Control の特許出願件数にかかる事後分布および信頼区間を算出することが可能となっている<sup>26</sup>。

- 処置群は、複数年に亘って出願を行っている先の中から、VC から最初に資金提供を受けた時期が、(1) 会社設立から 3 年以上経過しており、(2) 2016 年までであることを満たしている先 (24 先が該当)。
- 対照群については、複数年に亘って出願を行っている先 (累積出願件数が 5 件以上) の中から、それぞれ業種カテゴリーおよび企業年齢が近い先を複数選定している。

---

<sup>24</sup> 詳細は、Abadie et al. (2011) を参照。

<sup>25</sup> Kinn (2018) は、従来の SCM とベイズ構造時系列モデルによる SCM の比較を行っている。後者の方が外れ値やノイズに対して頑健であるが、事象の発生までの期間が短い場合、推定精度が落ちる可能性がある。

<sup>26</sup> その他の特徴として、Spike-and-slab 型の事前分布を仮定することで、スパース推定による変数選択を行っている (Scott and Varian (2013))。実際の適用例としては、例えば、Selod and Soumahoro (2020) はコロナ危機時のロックダウンが各国都市の交通量に与えた影響を分析している。

(参考文献)

- 青木昌彦 (2001) 「比較制度分析に向けて」 瀧澤弘和・谷口和弘訳、NTT 出版
- 石井芳明 (2011) 「ベンチャー政策評価の事例研究—ベンチャーファンド事業によるリスク資金供給の有効性—」、RIETI Policy Discussion Paper Series 11-P-016
- 王悠介・高橋耕史 (2020) 「研究開発投資とイノベーション：特許データを用いたアプローチ」、日本銀行ワーキングペーパーシリーズ、No. 20-J-2
- 木村遥介 (2018) 「特許からみる産業構造の変化とイノベーション」、大橋弘・財務省財務総合政策研究所 編著『イノベーションの研究—生産性向上の本質とは何か』金融財政事情研究会
- 経済産業省 (2011) 「我が国経済の活性化を担うファンドの有効活用に向けた事業環境整備に向けた基礎調査 (事務委託先:大和総研)」
- 幸田博人 (2019) 「ベンチャー企業育成に向けた視点—大企業との連携・IPO の観点—」、月刊資本市場 2019 年 3 月号 (No. 403)
- 元橋一之 (2011) 「事業所・企業統計と特許データベースの接続データを用いたイノベーションと企業ダイナミクスの実証研究」、RIETI Policy Discussion Paper Series 11-J-019
- 特許庁 (2019) 「ベンチャー企業が適切に評価されるための知財支援の在り方に関する調査研究報告書 (委託先：みずほ情報総研)」
- 森岡功 (2016) 「ベンチャーキャピタルの投資効果に係る実証分析—傾向スコアマッチングによるアプローチ—」、VENTURE REVIEW No. 28、45-50 頁
- 鷺見和昭 (2020) 「わが国におけるプライベート・エクイティ・ファンドの可能性—アイデアとコミットメントのあるファイナンスへの期待—」、日本銀行調査論文
- Abadie, Alberto, Alexis Diamond, and Jens Hainmueller (2011). “Synth: An R Package for Synthetic Control Methods in Comparative Case Studies,” *Journal of Statistical Software*. June 2011, Volume 31, Issue 13.
- Akcigit, Ufuk, Emin Dinlersoz, Jeremy Greenwood, and Veronika Penciakova (2019). “Synergizing Ventures,” *Federal Reserve Bank of Atlanta Working Paper Series* 2019-17.

- Bertoni, Fabio, Annalisa Croce, and Diego D'Adda (2010). "Venture Capital Investments and Patenting Activity of High-tech Start-ups: a Micro-econometric Firm-level Analysis," *Venture Capital*, 12 (4): 307-326.
- Brodersen, Kay H., Fabian Gallusser, Jim Koehler, Nicolas Remy, and Steven L. Scott (2015). "Inferring Causal Impact Using Bayesian Structural Time-Series Models," *The Annals of Applied Statistics*, Vol. 9, No. 1, 247-274.
- Kinn, Daniel (2018). "Synthetic Control Methods and Big Data," arXiv preprint arXiv:1803.00096.
- Porter, Michael E. and Mariko Sakakibara (2004). "Competition in Japan," *Journal of Economic Perspectives*, Vol. 18, No. 1, 27-50.
- Scott, Steven L., and Hal Varian (2014). "Predicting the Present with Bayesian Structural Time Series," *International Journal of Mathematical Modelling and Numerical Optimization*, 5(1-2): 4-23.
- Selod, Harris and Souleymane Soumahoro (2020). "Big Data in Transportation: An Economics Perspective," *World Bank Policy Research Paper 9308*.