

# ベンチャーキャピタルの共同投資と企業ダイナミクス －マイクロデータを用いた実証分析－\*

一橋大学大学院国際企業戦略研究科准教授

宮川大介\*\*

## 要旨

本稿は、本邦未上場企業に対するベンチャーキャピタルファンド（ベンチャーキャピタル：VC）の投資パターンと、当該VC投資が新規株式公開（IPO）を中心とする企業ダイナミクスへ与える影響について実証的に検討するものである。特に、ベンチャー企業（VB）向け投資の多くのケースにおいて、VCが共同投資メンバー（シンジケート）を構成する点に着目し、シンジケートの構成パターンとその経済的な役割に注目した分析を行う。第一の分析として、VCの投資パターンについて、各投資ラウンドで最大の投資を行ったVC（リードVC）の属性とリードVC以外のVC（メンバーVC）の属性との間の相関およびその経済的な含意について、詳細な投資ラウンド明細データを用いて実証的に分析する。得られた推定結果は以下の通りである。まず、初回投資ラウンドにおいてリードVCとメンバーVCとの間の経験や規模に関するassortativityは確認されない。次に、二回目の投資ラウンド以降はVC間の資本金規模に関するpositive assortativityが強まる傾向にある。これらの結果は、投資対象のVBに関する不確実性が高いと考えられる初回投資ラウンドにおいて、異なる属性を有するVCが協働する動機が存在する可能性を示唆している。この結果を踏まえた第二の分析として、VC投資が企業ダイナミクスへ与える影響について、特に「VCの異質性」に注目した分析を行う。プロビット推定及びハザード推定の結果から、異なる資本金規模のリードVCとメンバーVCが共同投資を行っているケース及び異なるタイプに属するVCが共同投資を行っているケースにおいて、新規株式公開（IPO）が早期に実現される確率が高いことが分かった。これらの結果は、既存研究が指摘してきた「より多くの」VCが関与することの経済的意義に加えて、多様なバックグラウンドを持つVCが投資案件のスクリーニングや投資期間中のコーチングに関する補完性を発揮することで、IPOまでの期間が短縮される可能性を示唆している。

\* 本稿の内容は、「科学研究費補助金（No. 26885087）」の研究成果の一部であるMiyakawa and Takizawa (2013) 及び滝澤・宮川 (2015) に依拠している。本稿執筆に当たって、東洋大学経済学部の滝澤美帆准教授より多大なる研究支援を受けた。また、分析用データセットの構築を中心として、株式会社Japan Venture Researchから研究上の支援を頂いた。

\*\*一橋大学大学院国際企業戦略研究科准教授、〒101-8439 東京都千代田区一ツ橋2-1-2、dmiyakawa@ics.hit-u.ac.jp.

## 1. はじめに

ベンチャーキャピタルファンド（以下、ベンチャーキャピタル：VCと呼ぶ）は、主に株式投資を通じてベンチャー企業（VB）に資金を提供する金融仲介機能を果たしている（Gompers and Lerner 2001）。VCはまた、投資のターゲットとなる企業をスクリーニングし、企業価値の向上を目的とした様々なアドバイス提供を行っている。VCの目的は、ターゲットとしたVBの新規株式公開（IPO）や他企業からの買収を通して収益を得ることであり、VCは自社の投資を成功させるために、マネジメント及びマーケティングに関する自らの専門的技術やノウハウを駆使すると考えられている（Cumming et al. 2005）。

未上場企業に対するエクイティ投資を主たる業務とするVCが、企業への投資に際して他のVCと協働関係を構築する事例は国内外において広く観察されている（Lerner 1994; Brander et al. 2002; Hopp 2010; Miyakawa and Takizawa 2013）<sup>1</sup>。こうした共同投資が行われる理由としては、正確なスクリーニングを通してより成長性の高い企業を選別するとともに、効果的なコーチングによって投資対象企業の価値向上を実現する目的から複数のVCが様々な情報や資源を持ち寄る必要性（Sahlman 1990）、また、リスクの高い未上場企業へのエクイティ投資に当たってのリスク分散（Wilson 1968）、将来の案件情報へのアクセスを高める効果（Lockett and Wright 2001; Manigart et al. 2002; Cumming 2006）などが指摘されてきた。しかし、VCによる共同投資の動機に関してこうした様々なストーリーが提案されている一方

で、詳細なデータを用いてVCによる共同投資のメンバー構成パターンを分析した研究は現在のところ限られている。本稿の第一の目的は、こうした現状を踏まえて、本邦未上場企業を対象にVCが共同投資を行った際のメンバー構成パターンを実証的に分析することにある。

複数のメンバーがチームとして事業を行う場合に、そのチーム構成にどのようなパターンが観察されるかという問題は、VCによる共同投資以外の文脈においても研究上の関心を集めてきた。一例として、研究チームを構成する研究者個人の属性に注目したHamilton et al. (2003)、Jones (2009)、Bercovitz and Feldman (2011)では、より多様なバックグラウンドを有する研究者を含む研究チームがより高い確率で研究に成功することを発見している。こうした「メンバーの異質性」がもたらす便益が指摘される一方で、事業開始後の短期間においては、メンバーの異質性がコミュニケーションの困難さに繋がることでチームの運営費用を引き上げる要因になるとの指摘もある（Steffens et al. 2012）。すなわち、メンバーの異質性にはチームのパフォーマンスに関するメリットとデメリットがあり、これらのトレードオフを踏まえてメンバー構成が決定されていると考えられる。

チーム構成の決定メカニズムに関する理論的な描写が直感的にも理解しやすいものである一方で、メンバー構成のパターンとその経済的な含意を実証的に分析するためには、構成メンバーの属性などに関する詳細なデータが必要となるという難点がある。特にVCに関する分析は、その投資対象が未上場企業であるだけでなく、VC自身も未上場企業であるケースが多く、実証分析に耐え得るデータを確保することが一般的には困難である。

<sup>1</sup> Brander et al. (2002) では、1993年のカナダにおけるVC投資の60%においてシンジケートが構築されていたことが示されている。Wright and Lockett (2003) によると、ヨーロッパではシンジケートを構築するVCのシェアが30%であり、米国では60%程度になることが2000年のデータで示されている。本研究で用いられたデータからは、2000年代にIPOを達成した日本のベンチャー企業の89%がVCシンジケートによって資金提供を受けていたことがわかった。

本稿では、この点について、株式会社Japan Venture Researchが構築したユニークなデータベースを用いて長期に亘る未上場企業へのVCの投資実績を把握することで、VCの共同投資メンバー構成パターンを実証的に分析する。具体的には、各投資ラウンドで最大の投資を行ったリードVCの属性とそれ以外のメンバーVCの属性との間における相関を推定することで投資メンバー間の属性の相関の高さ（assortativity）をテストするとともに、こうしたassortativityの程度が投資対象VBのパフォーマンス（例：IPOの成否、IPOまでの時間、上場後の企業パフォーマンス）へどのような影響を与えているかを分析する。特に、本研究では、VC間の補完性が、どのようにしてVBの企業ダイナミクスへ影響を与えたかという点に注目する。

これまで行われてきた研究では、多数のVCが投資に関係することで、より正確なスクリーニング活動が実現され、より良いIPOを行うことができるとの結果が報告されている（Giot and Schwienbacher 2007; Cumming 2006）。本研究では、これらの結果を拡張し、VC間の補完性に注目した分析を行う。このため、シンジケートに関係しているVCの数だけではなく、例えば、銀行系、独立系、事業会社系などといったVCタイプの異質性に関する情報を用いて、そうしたVC間の補完性がIPOに与える影響を分析する。

既存の研究でも、特定のタイプに属するVCがシンジケートに含まれることで投資パフォーマンスが向上するとの結果が得られている。例えば、Tykvořá and Walz (2007) は、独立系、あるいは、海外系VCの関与が、より良い投資パフォーマンスに繋がることを指摘している。しかしながら、シンジケートを構成するVCの異質性と投資パフォーマンスとの関係に着目した実証的研究は

我々の知る限り存在しない。本稿の第二の目的は、これらの分析を通じて、VC投資のメンバー構成の経済的な含意を明らかにする点にある。

本稿の構成は以下の通りである。第2節では、本稿での分析に関連する先行研究を概観する。第3節では、分析手法について解説する。第4節では、本稿で使用したデータセットについて説明し、サンプル企業の記述統計を掲載する。第5節では、推定結果を示し、その含意を議論する。第6節では、結論を述べる。

## 2. 先行研究

### (1) VCによる共同投資

共同投資におけるVCメンバーの構成パターンを対象とした既存研究は、分析に必要となる投資ラウンド別の詳細な投資明細データ取得が困難であることを主たる理由として、世界的に見ても限られた数に留まっている<sup>2</sup>。また、限られた分析の大半は欧米のデータを用いたものであり、日本のVCを対象とした分析は皆無である。

数少ない先行研究の中で、VCによる共同投資のパターンを初めて実証的に分析したのは、Lerner (1994) である。彼はバイオテクノロジー産業に属する271社の未上場企業について、複数のVCによる共同投資が頻繁に観察されるという点に加えて、特に初回投資ラウンドにおいて経験のあるVCが同水準の経験を有するVCと共同投資を行う傾向にあることを発見した。また、こうした投資経験に関するassortativeなマッチングパターンが、後の投資ラウンドにおいては弱まることを指摘している。同様に、Du (2013) は Thomson FinancialのVentureXpert databaseに格納されている1990年から2005年の間に米国で行

<sup>2</sup> ベンチャーキャピタルを対象とした欧米の実証分析で用いられているデータの概要については、Rin et al. (2013) を参照。

われたベンチャー投資に関するデータを用いて、各VCの経験（過去五年間に投資対象ベンチャー企業と同産業において投資した企業数）およびVCのタイプ（例：プライベートエクイティ、事業会社、金融機関、コンサルティングファーム、エンジェル、政府など）を計測し、個々のVCが共同投資に際して自身の属性と大きく異なるVCと共同では投資を行わないことを発見した。Du (2013) では更に、異質なメンバーからなる共同投資案件のIPO確率が低いこと、その一方で異質なVCとの協働経験を有するVCは生存確率が相対的に高いことを発見している。

この点に関して、Hotchberg et al. (2012) は、Thomson Financialの Venture Economics databaseに格納されている1975年から2003年までのVCによる投資データ（エンジェルおよびバイアウトファンドによる投資を除く）を用いて主成分分析を行い、VCによる共同投資のパートナー選択において「経験」、「アクセス」、「資本金」、「投資分野」が重要な要因として機能していること、また、これらの複数の属性を考慮に入れると、先行研究が指摘している「同質なVCによる共同投資」という傾向が必ずしも確認されないことを示している。彼らの分析では、各VCは共同投資メンバーの選定に当たってVC間のaccessibilityや得意とする投資分野といった側面を重視するとともに、自身に不足している資源を共同投資によって補おうとしているとされる。また、こうしたメンバー選択メカニズムを反映して、特定の属性（例：経験）に関するpositive assortativityが弱まるケースがあることも指摘されている。なお、Hotchberg et al. (2012) に類似の研究として、Bubna et al. (2014) ではThomson Financialの Venture Economics databaseにおける1980年から1999年のデータを用いて、VCが「投資コミュニティ」から共同投資パートナーを選択していることを指摘している。

再度、VCシンジケートを構築する主要な動機

づけを整理すると、その理論的背景は以下の3つに分類される。より良いスクリーニングと助言 (Sahlman 1990)、ポートフォリオの多様化 (Wilson 1968)、そして、投資機会の増加 (Manigart et al. 2002) である。第一の動機づけに関する議論は、シンジケートがスクリーニングや助言の質を向上させるというものである。例えば、Sah and Stiglitz (1986) では、異なった情報を有する様々なVCが関与することで、VCの間の補完性が強まり、より良いスクリーニング活動を行うことができるという結果が得られている。Sah and Stiglitz (1986) の議論はその後の、Gompers and Lerner (2001) によって提案された、新たなVCが加わることが助言といった企業価値の拡大につながるVCの活動に貢献するという「付加価値仮説」や、Lerner (1994) による、様々なVCが関与することで有用なセカンドオピニオンが得られ、それがターゲット企業の価値の増大につながる「セカンドオピニオン仮説」に繋がっている。Casamatta and Haritchabalet (2007) では、これらの2つの仮説を統一した枠組みを構築し、どのようなシンジケートを組むことで、より高い投資パフォーマンスが得られるのかについて、理論的考察を行っている。

既存の研究においても本稿と同様にVCシンジケートの属性とIPOまでの期間との関係を分析したものが存在する。これらの先行研究では、主として、VCの関与後のIPOまでのダイナミックなパターンについて分析を行っている。例えば、Giot and Schwiendbacher (2006) では、第一（あるいは第二、第三）ラウンドからIPOまでのスぺルデータに生存分析の手法を適用することで、IPOについて逆U字型 (hump-shaped) のハザードが観察されることが示されている。更に、IPOのダイナミクスがVCシンジケートの特性から影響を受けることも先行研究で指摘されている。例えば、VCシンジケートの規模 (Megginson and

Weiss 1991; Lerner 1994; Brander et al. 2002) や、シンジケート内のVCの経験度合い (Giot and Schwienbacher 2007)、そして、VCとターゲット企業との距離的な近さ (Hochberg et al. 2007) などが挙げられている。

これらの先行研究に対する本稿の特徴は、未だ発展段階にあると考えられる日本のVC産業を分析対象としている点にある<sup>3</sup>。一般財団法人ベンチャーエンタープライズセンターによると、日本において2012年4月から2013年3月末までの間に行われたVCによるVB投融資額は1,026億円である一方、米国における2012年(暦年)のVB投資金額は267億ドルであり、日本においては依然として間接金融を中心とする金融システムが中心であることが窺える。銀行を中心とする間接金融を主たる資金供給チャネルとしてきた日本の金融市場において、VCの共同投資におけるメンバー構成が欧米を対象とする先行研究の結果と相違しているのか否かを確認することは、現時点における日本のVCの在り様を理解するうえで重要な情報を提供するものと考えられる。また、後述する通り、比較的長期に亘るVCの投資データを利用して点も本稿の特徴である。Rin et al. (2013) が詳述しているように、VCに関する過去の実証分析にとって、データの利用可能性が最大の制約となってきた。この点について、欧米以外に地域におけるデータセットを用いた実証分析を蓄積することは文献上の重要な貢献に当たると考えられる。

## (2) VCの「タイプ」

先行研究では、VC間の補完性の代理変数として、投資に関与するVCの数に注目してきた。しかし、VCの数は補完性以外の要因を反映している可能性がある。例えば、リスク回避的なVCは投資先を分散する誘因を持つと考えられる。結果

として、あるVBに対して投資を行ったVCの数の大小は、個々のVCにおける分散投資動機の強弱を示しているに過ぎない可能性がある。本研究では、シンジケート内のVC数をコントロールした上で、VCタイプ数の差異を追加的な説明変数として分析に取り込むことで、VC間の補完性が果たす役割を分析する。

Hamilton et al. (2003)、Jones (2009)、Bercovitz and Feldman (2011) では、様々なバックグラウンドを持つ研究者を含むプロジェクトチームが、高いプロジェクト成功確率を示すことを指摘している。一方で、Steffens et al. (2012) は、ベンチャー企業の創業者メンバー構成がパフォーマンスとどのように相関しているかをテストし、短期間ではメンバーの異質性がパフォーマンスに負の影響を与えるとの結果を得ている。本稿はこうした結果について、VC投資の文脈で再検討するものでもある。

金融仲介に関する伝統的な実証的研究では、資金供給者間における補完性に注意が払われてこなかった。複数の金融機関による資金供給については、主として、複数金融機関の関与が生み出す「借り手への規律付け」や、複数金融機関との取引によって借り手が享受できる流動性に対する保険機能、あるいは貸し手間の戦略的相互関係の経済的な影響といった論点に注目した議論がなされてきた。これらの文献における議論は、借り手企業のソフト情報を得るためにコストや時間を要するという仮定に基づいている (Rajan 1992; Boot 2000)。つまり、資金を供給している各銀行は初期時点において同質であり、長期的に維持されたローン関係を通してのみ異なる属性を得ると考えている。近年、金融仲介業者にとっての潜在的な顧客企業が、より不透明でリスクの高い企業となるにつれて、専門的なスクリーニングやモニタリン

<sup>3</sup> 本邦企業のIPOイベントに注目した先行研究としては、Kutsuna and Smith (2004)、Kerins et al. (2007)、Kutsuna et al. (2009) などが挙げられる。

グ能力の意義は一層高まっている。また、シングルローンやプロジェクトファイナンス（ノンリコースローン）といった新しい分野では、資金提供のそれぞれのステージで、より専門的な知識が求められる。事前の意味での異質性や補完性に注目した分析は、現在の金融仲介業の役割についてのこうした議論に有用な情報を提供するものと考えられる。

### 3. 分析手法

#### (1) 共同投資パターンに関する分析手法

共同投資パターンの実証分析に用いる手法を説明する前に、その背景となる簡単な理論的背景をスケッチしたい。いま各VCは共同投資への参加について、他のVCの属性を考慮に入れて決定していると仮定する。各VCの共同投資に関する実際の意思決定は、他の全てのVCに関する属性を考慮に入れた上で同時に行われていると考えるべきだが、本稿では単純化のために、各メンバーVCは投資対象VBの属性とリードVCの属性のみを考慮に入れて共同投資への参画を決定すると仮定する。

第一の実証分析では、こうした仮定の下で、ある企業に対する共同投資グループ毎にインデックスされたグループ  $g$  に属するリードVCの  $t$  時点における属性ベクトル  $LVC_{gt}$  を、下記①式の要領で共同投資グループ  $g$  に属する個々のメンバーVCの  $t$  時点における属性ベクトルと投資対象のベンチャー企業属性を含むその他のコントロール変数にmulti-variate regressionの手法で回帰分析する。この推定を通じて、どのような属性のメンバーVCがどのような属性のリードVCと共同投資を行う傾向にあるかを分析する。このグループ  $g$  は、ある企業に対する共同投資グループ毎に定義されているため、VCの構成が全く同じであって

も投資対象企業が異なる場合には別のグループとして取り扱われる。推定に当たっては、リードVCとグループ  $g$  に含まれるすべてのメンバーVCとのマッチ（ペア）をサンプルとして用いた上で、グループ  $g$  の投資が行われるラウンドの時点を示す集合  $T_g$  に含まれる  $t$  時点のデータを全て推定に用いる。この取り扱いは、各ラウンドにおけるリードVCと複数のメンバーVCとのマッチを独立なサンプルとして取り扱うことを意味する。

$$LVC_{gt} = \alpha + \beta MVC_{it} + \gamma VF_{gt} + TIME_t + \varepsilon_t \quad ①$$

①式左辺の被説明変数  $LVC_{gt}$  は、リードVCの社齢 ( $LEAD\_AGE$ )、資本金の対数値 ( $LEAD\_CAP$ )、従業員数の対数値 ( $LEAD\_EMP$ ) である。①式右辺における第一の説明変数群  $MVC_{it}$  はメンバーVCの社齢 ( $MEMBER\_AGE$ )、資本金の対数値 ( $MEMBER\_CAP$ )、従業員数の対数値 ( $MEMBER\_EMP$ ) である。第二の説明変数群  $VF_{gt}$  は共同投資グループ  $g$  が投資対象とする企業の属する産業に対応したダミー変数である。第三の説明変数群  $TIME_t$  は各時点  $t$  に対応した固有効果である。

推計に当たっては、 $LEAD\_AGE$ 、 $LEAD\_CAP$ 、 $LEAD\_EMP$  を共通する説明変数群へ回帰するmultivariate regressionの手法を用いる。推定された係数の値は、 $LEAD\_AGE$ 、 $LEAD\_CAP$ 、 $LEAD\_EMP$  を被説明変数とする個別のOLS推計を行った場合と同一のものとなるが、三本の推計式を同時に推定することで推計式間の関係に関する様々なテストを行える点に特徴がある。例えば、 $LEAD\_AGE$  を被説明変数とする推定式において  $MEMBER\_AGE$  と  $MEMBER\_CAP$  の係数が有意に正の値を示した場合、社齢が高く、自己資本規模が大きなメンバーVCは社齢が高いリードVCを含む共同投資グループに参画する傾向にあるという解釈が出来る。この点について、

multivariate regressionの手法を用いることで、例えば、MEMBER\_AGEと(LEAD\_AGE、LEAD\_CAP、LEAD\_EMP)の三変数における任意の部分集合との間の相関を明示的にテストすることが出来る。こうした追加的な分析により、社齢、資本金規模、従業員数の三属性に関して、リードVCとメンバーVCとの間にどのような相関があるかをより正確に評価することが出来る。

## (2) IPO確率

第二の実証分析では、共同投資グループgの投資対象であるベンチャー企業のIPO確率を分析する。この分析の目的は、式①の推定を通して分析したリードVCとメンバーVCとの間の属性のassortativityが、投資対象企業のIPO確率とどのような関係にあるかを分析することにある。具体的には、当該企業のIPOが以下の潜在変数 $F_g$ が正になった場合に実施されると仮定する。

$$F_g = \alpha + \beta_1 LVC_{gt} + \beta_2 (|LVC_{gt} - MVC_{X_{gt}}|) + \gamma VF_g + TIME_{gt} + \varepsilon_g \quad (2)$$

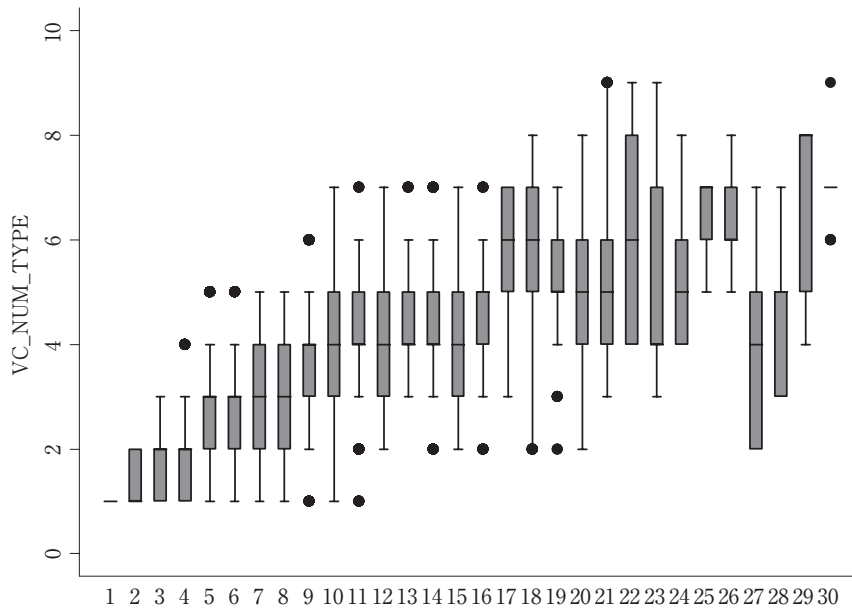
式②の右辺における $LVC_{gt}$ は特定のラウンドにおける共同投資グループgのリードVC属性であり、 $|LVC_{gt} - MVC_{X_{gt}}|$ は共同投資グループgのリードVC属性と同グループにおける第二番目の投資規模を示すメンバーVC属性との差の絶対値を要素とするベクトルである。分析の単純化のため、この推定においては、第三位以降のメンバーVC属性は分析から除外している。 $|LVC_{gt} - MVC_{X_{gt}}|$ は、共同投資グループgにおけるリードVCと投資規模に関して第二位のメンバーVCとの間の属性の近さを代理する変数である。この変数は、VCの社齢、資本金の対数値、従業員数の対数値の各々について計算され、これらの各値が小さいほど両者の属性が近いことになる。式②において、 $\varepsilon_g$ が平均ゼロ、標準偏差1の標準正規分

に従っているとの想定の下で、共同投資グループgに投資を受けたベンチャー企業のIPO確率は式③の通り表現される。式③において、 $IPO_g$ はグループg単位で計測される投資対象企業がサンプル期間中にIPOを実施した場合に1を取るダミー変数である。次節以降の分析では、式③についてプロビット推定を行う。

$$\Pr(IPO_g) = 1 \text{ if } F_{gt} > 0, = 0 \text{ if otherwise} \quad (3)$$

式③の推定に当たっては、以下の二種類のデータセットを用いる。まず、グループg単位で計測される投資対象企業に対して異なる時点に行われた各ラウンドの投資データに対応する $LVC_{gt}$ および $|LVC_{gt} - MVC_{X_{gt}}|$ を全てプールした上で、投資対象企業がサンプル期間中にIPOを実施した場合に1を取るダミー変数( $IPO_g$ )を被説明変数としたプロビット推定を行う。この推定は、各ラウンドでの投資を各々独立のイベントとして捉えたうえで、結果としてのIPO実施の有無を推定するものである。次に、初回投資ラウンドにおける $LVC_{gt}$ および $|LVC_{gt} - MVC_{X_{gt}}|$ のみを用いた推定を行うことで、初回投資ラウンドにおける投資メンバー構成が投資対象企業のIPO確率へ与える影響を分析する。前者のケースにおいては、グループg単位で計測される投資対象企業がサンプル期間中にIPOを実施している場合には、 $IPO_g$ は常に1の値を取る一方で、右辺の説明変数はラウンドによって異なる。このため、投資対象ベンチャー企業一社についてラウンド数に対応した複数のデータが推定に利用されることとなる。一方で、後者のケースでは、グループg単位で計測される投資対象企業はサンプルとして一度しか用いられない。

図-1 VCのタイプ数とシンジケート内のVC数



(注) 横軸はVCシンジケートに含まれるVC数を、縦軸は同VCタイプ数を示す。上図は、VC数が30以下のサンプルに限って描画されている。

### (3) IPOまでの期間

第三の実証分析では、企業レベルのスペルデータを用いてシンジケート内のVCの異質性がIPOまでの期間に対して与える影響についてハザード推定を行う。この際、重要な説明変数の一つとして、シンジケート内に含まれるVCのタイプ（定義は後述）を用いる。この数はシンジケートに含まれるVC数と正の相関を有しているが（相関係数は0.79）、タイプ数はVC数と異なるバリエーションを示している。図-1は、シンジケートに含まれるVC数とVCタイプ数を示したものである<sup>4</sup>。所与のVC数の中で、VCタイプ数が一定程度のばらつきを有していることが分かる。本研究では、このバリエーションを用いてVCタイプ数の影響を分析する。

本稿で用いる生存時間モデルの構造は以下の通りである<sup>5</sup>。スペル(T)はあるランダムなイベン

トが起きる前までの期間を表す。ここでは、IPOが確率的に生じるイベントとし、投資の第一ラウンドをスペルの始点として用いる。スペルの分布は、時点 t までに当該イベントが生じない確率を示す生存関数S(t)として表される。

$$S(t) \equiv \Pr(T \geq t) \tag{4}$$

生存関数を用いることで、ハザード関数  $\lambda(t)$  を定義することが出来る。式⑤が示すハザード関数は、時点 t に至るまでIPOイベントに直面しなかった企業が、次の瞬間にIPOイベントに直面する条件付き確率を示している。

$$\begin{aligned} \lambda(t) &\equiv \lim_{\tau \rightarrow \infty} \frac{\Pr(t+\tau > T \geq t | T \geq t)}{\tau} \\ &= - \frac{d \ln S(t)}{dt} = \frac{f(t)}{S(t)} \end{aligned} \tag{5}$$

<sup>4</sup> 図-1はVCの数が30社までに限定して作成している。

<sup>5</sup> 生存時間モデルの詳細はKiefer (1988) を参照されたい。



ここで $f(t)$ はIPOまでの期間（スペル）の密度関数である。生存時間モデルの目的は、共変量の影響を考慮しながら、ハザード関数や生存関数を推定することである。時間を通じて変化する共変量の時点 $t$ における値 $x(t)$ と、モデルのパラメーター $\theta \equiv \{\alpha, \beta\}$ を用いることで、生存関数は以下の通り記述できる。

$$S(t, x(t); \theta) \equiv \Pr(T \geq t, x(t); \theta) \quad (6)$$

比例ハザードモデルは、ハザード関数 $\lambda(t, x, \theta)$ が、時点 $t$ に依存するベースラインハザード $\lambda_0(t, \alpha)$ と共変量の影響をとらえる要素である $\phi(x(t), \beta)$ との積の形で表されると仮定する。

$$\lambda(t, x(t), \theta) \equiv \lim_{\tau \rightarrow 0} \frac{\Pr(t+\tau > T \geq t | T \geq t, x(t); \theta)}{\tau} \\ = \lambda_0(t; \alpha) \phi(x(t), \beta) \quad (7)$$

以下で議論するcensoringの問題が無く、かつ $\lambda_0(t; \alpha)$ と $\phi(x(t), \beta)$ の関数形を特定することが出来れば、個体に対する始点から終点までの長さ $t_i$ と各個体についての時間を通じて変動する共変量 $x(t_i)$ を $n$ 個の個体に関して収集したデータ $\{t_i, x(t_i)\}_{i=1}^n$ を用いた最尤法を行う事で、 $\theta \equiv \{\alpha, \beta\}$ を推定することが出来る。

スペルデータを用いた多くの分析においてcensoringの問題が生じる。仮に終点を確認できない場合、そのデータは「右からのcensoring」を受けていると呼ばれる。後述の通り、本稿におけるハザード推定ではIPOを達成したサンプルのみを用いるため、この問題は基本的に生じないが、投資期間が超長期に及ぶ特殊ケースを排除する趣旨から、投資期間が20年を超える部分に関する情報を分析対象から除外しているため、右からのcensoringに直面しているサンプルが存在する<sup>6</sup>。

こうしたサンプルを含む推定に当たっては、サンプル期間中にIPOが達成されなかったという情報を用いるために、尤度関数の設定に当たってTobit型の修正を行うという標準的な調整方法が確立されており(Kiefer, 1988)、本研究でもこれを用いる。なお、ここで用いられるデータのスペルは、第一回の投資ラウンドから計測されており、スペルの始点を確認できない（「左からのcensoring」）という問題は生じない。

## 4. データおよび記述統計

### (1) データ

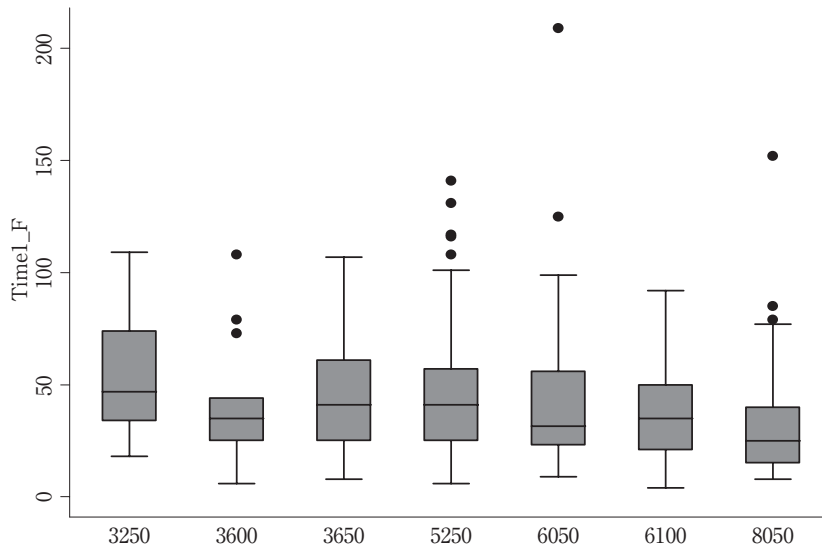
本稿では株式会社Japan Venture Research (JVR)より提供を受けたデータベースから構築したデータセットを用いる。第一の分析と第二の分析に用いるデータセットは企業レベルのアンバランスパネルデータであり、VCから投資を受けた上で2001年から2011年までの間にIPOを果たした全ての企業と2011年時点において未上場である一部企業に対して、ベンチャーキャピタルからの全投資ラウンドにおける各ベンチャーキャピタルからの投資明細(投資金額、取得株数など)が含まれている<sup>7</sup>。第三の分析に用いるデータセットは、同様にJVR社が収集したアンバランスドパネルの企業レベルデータであり、2001年から2011年までの間にIPOを果たした全企業を対象にしている。

これらのデータセットには、投資対象ベンチャー企業の名称、住所、業種、創業年、資本金、従業員数、住所、経営者情報、IPO日時、当初の上場市場種別に加えて、上場後の市場の移動や上場廃止の情報も含まれている。また、各企業に投資した全てのVCの情報や、それぞれのラウンドでのVCの投資金額といった情報も含まれている。

<sup>6</sup> 右からのcensoringを受けているサンプルは、615企業のうち0.3%以下（2企業）である。

<sup>7</sup> 当該データセットに記録されている初回投資ラウンドは1983年12月から2011年10月である。

図-2 産業別のIPOまでの期間の分布



(注) 個々のボックスプロットは7産業における「第一投資ラウンドからIPOイベントまでの月数」を示したものである。各産業コードは、3250 (医薬)、3600 (一般機械)、3650 (電子機械)、5250 (情報通信)、6050 (卸売)、6100 (小売)、8050 (不動産)に対応している。

図-2は、幾つかの産業に属する企業について、第一ラウンドのVC投資からIPOに至るまでの期間を示したものである。

## (2) 変数

本節では、推計に用いる変数を説明する。まず、式①の被説明変数 $LVC_{gt}$ として、リードVCの社齢 ( $LEAD\_AGE$ )、資本金の対数値 ( $LEAD\_CAP$ )、従業員数の対数値 ( $LEAD\_EMP$ ) を用いる。具体的な計測手順は以下の通りである。第一に、 $LEAD\_AGE$ はリードVCの創業年を各時点の暦年から差し引いて作成した。第二に、 $LEAD\_CAP$ はリードVCの資本金データの自然対数値を用いた。第三に、 $LEAD\_EMP$ はデータセットに格納されているリードVCの総従業員数の自然対数値を用いた。説明変数 $MVC_{it}$ としては、 $MEMBER\_AGE$ 、 $MEMBER\_CAP$ 、 $MEMBER\_EMP$ を用いる。具体的な計測手順は $LVC_{gt}$ と同様である。なお、本稿の分析に使用したデータセットには、2012年時点において収集されたベンチャーキャピタル属性のみが格納されている。こ

のため、ベンチャーキャピタルの社齢以外の変数については、時間を通じて変化しない変数となっている点に注意が必要である。説明変数 $VF_{gt}$ としては産業ダミーを用いる。ここでは、Giot and Schwiabacher (2007) などの先行研究に従い、データセットに格納されている産業分類を基にして、インターネット業、金融業、電気機械業、製菓業の四業種に対応したダミー変数を作成した。

次に、式③の推定における被説明変数は、初回投資ラウンドからIPOまでの期間に関するサンプル中位値 (2年) 以下でIPOを実施した場合に1をとるダミー変数 $EARLYIPO\_DUMMY$ と同中位値を超えてIPOを実施した場合に1をとるダミー変数である $LATEIPO\_DUMMY$ のいずれかを用いる。第一及び第二の分析で用いるデータのサンプル期間は、最大で1955年から2012年9月であり、推計パターンによっては変数のavailabilityの関係でこれよりも短いサンプル期間となる。各変数の定義および基本統計量は表-1のとおりである。

第三の分析に当たっては、それぞれのシンジ

表-1 変数の定義と基本統計量 (分析1及び2)

変数名	定義	観測数	平均	標準偏差	最小値	最大値
LEAD_AGE	各ベンチャー企業に対する各投資ラウンドでの最大の投資を実施したベンチャーキャピタル(リードVC)の社齢	2,342	16.73	10.49	0	44
LEAD_CAP	各ベンチャー企業に対する各投資ラウンドでの最大の投資を実施したベンチャーキャピタル(リードVC)の資本金の対数値	3,248	7.18	2.29	0.69	11.53
LEAD_EMP	各ベンチャー企業に対する各投資ラウンドでの最大の投資を実施したベンチャーキャピタル(リードVC)の従業員数	2,562	91.39	91.25	1	921
MEMBER_AGE	各ベンチャー企業に対する各投資ラウンドで投資を実施したベンチャーキャピタルの社齢	7,504	18.31	12.85	0	83
MEMBER_CAP	各ベンチャー企業に対する各投資ラウンドで投資を実施したベンチャーキャピタルの資本金の対数値	10,603	7.05	2.30	0.69	11.53
MEMBER_EMP	各ベンチャー企業に対する各投資ラウンドで投資を実施したベンチャーキャピタルの従業員数	8,572	85.86	88.90	1	921
YEAR	投資ラウンドの実施年度	8,827	2004	4	1955	2012
VF_NET_DUMMY	投資対象のベンチャー企業がインターネット産業に属する場合に1を取るダミー変数	11,871	0.31	0.46	0	1
VF_FIN_DUMMY	投資対象のベンチャー企業が金融業に属する場合に1を取るダミー変数	11,871	0.03	0.16	0	1
VF_ELEC_DUMMY	投資対象のベンチャー企業が電気機械産業に属する場合に1を取るダミー変数	11,871	0.06	0.24	0	1
VF_PHAR_DUMMY	投資対象のベンチャー企業が製薬業に属する場合に1を取るダミー変数	11,871	0.09	0.28	0	1
VC_RANK	各ベンチャー企業に対する各投資ラウンドにおける投資額のランキング順位	8,422	4.09	4.45	1	38
ROUND	各ベンチャー企業に対する各投資ラウンド数	5,264	2.23	1.60	0	12
DIFF_AGE	各ベンチャー企業に対する各投資ラウンドでの最大の投資を実施したベンチャーキャピタル(リードVC)とそれ以外のベンチャーキャピタルとの社齢の差(絶対値)	2,143	5.96	8.19	0	52
DIFF_CAP	各ベンチャー企業に対する各投資ラウンドでの最大の投資を実施したベンチャーキャピタル(リードVC)とそれ以外のベンチャーキャピタルとの資本金の差(絶対値)	3,084	1.40	1.79	0	8
DIFF_EMP	各ベンチャー企業に対する各投資ラウンドでの最大の投資を実施したベンチャーキャピタル(リードVC)とそれ以外のベンチャーキャピタルとの従業員数の差(絶対値)	2,242	44.58	73.78	0	909
IPO_DUMMY	IPOを実施した企業について1を取るダミー変数	11,871	0.57	0.49	0	1
EARLYIPO_DUMMY	初回投資ラウンドから2年以内にIPOを実施した企業について1を取るダミー変数	11,871	0.27	0.44	0	1
LATEIPO_DUMMY	初回投資ラウンドから2年超の時点でIPOを実施した企業について1を取るダミー変数	11,871	0.30	0.46	0	1
UPGRADE_DUMMY	IPOを実施した企業のうち上位のマーケットへ移動した場合に1を取るダミー変数	6,807	0.07	0.26	0	1
DELISTED_DUMMY	IPOを実施した企業のうち上場廃止となった場合に1を取るダミー変数	6,807	0.14	0.35	0	1

(注) 上表は推計に用いた各変数の要約統計量である。全ての変数は、VB×投資ラウンド×VCレベルで計測されている。

ケートの特徴を定量的に把握するために、シンジケート内に含まれるVCタイプ数とVC数を用いる。VCのタイプは、銀行系、証券会社系、保険会社系、商社系、事業会社系、大学系などに分類されている。多くのVCはまた、社齢や資本金の

規模、従業員数、立地などによって分類されている<sup>8</sup>。

ハザード関数を推計する際の説明変数 $x(t_i)$ としては、 $t-1$ 期から $t$ 期にかけての日経225指標の成長率( $NKY\_RETURN$ )、期中の日経225指標の対数平均値( $LN\_NKY\_AVERAGE$ )、 $t-1$

<sup>8</sup> 本研究では、タイプや社齢以外のこうした詳細な情報を実証分析には含めていない。

期において当該VFへの投資に関与していたVC数 ( $VCNUM\_TOTAL$ ) とVCのタイプ数 ( $VCNUM\_TYPE$ ) に加えて、各々の二乗値 ( $VCNUM\_TOTAL\_SQ$ 及び $VCNUM\_TYPE\_SQ$ )、VCからの累計投資額を用いる<sup>9</sup>。VC数とVCタイプ数の二乗値を含めるのは、Steffens et al. (2012) で議論されている、異質なメンバーがもたらす負の効果 (コミュニケーションのコスト等) を明示的に分析へ含めるためである。また、Giot and Schwienbacher (2007) で議論されているように、産業毎にIPOへ至るダイナミクスには差異があると考えられるため、上記の変数群に加えて、3桁の産業分類に対応した産業ダミーを用いる。表-2は、これらの変数に関する要約統計量を示している。

## 5. 推定結果

### (1) VC共同投資メンバー構成に関する

#### 単回帰結果

前節で示した推定式に基づく推定結果を示す前に、リードVCとメンバーVCの属性間の相関を単回帰の結果を用いて示す(表-3a、3b、3c)。この分析は、共同投資を行ったベンチャーキャピタル間の属性の相関を単一の属性のみに着目して分析したLerner (1994) と同様のものである。

第一に、各ベンチャー企業に対して各投資ラウンドで最大の投資を実施したベンチャーキャピタル (リードVC) の属性とそれ以外のベンチャーキャピタル (メンバーVC) の属性との相関を全てのサンプルを用いて推定した結果 (表-3aのi行) から、社齢、資本金、従業員数に関してリードVCとメンバーVCとの間の相関が高く、特に、同一属性間(例： $LEAD\_AGE$ と $MEMBER\_AGE$ )の相関

が異なる属性間の相関よりも高いことが分かる。こうした結果は、同様の推定を投資ラウンド毎に行った結果 (表-3aのii～iv行) から確認できる。また、リードVCと各ラウンドでの第二位もしくは第三位の投資規模を示したベンチャーキャピタルとの間の相関係数を推定した結果 (表-3b) から、傾向的にリードVCと投資順位の高いメンバーVCとの属性間の相関が高いことも分かる。

これらの結果は、少なくとも特定の単一属性に着目する限り、Lerner (1994) が指摘したpositive assortativityが本邦VC産業のデータでも観察されることを意味している。一方で、こうした分析の問題として、相関係数を推定する際に考慮した属性以外の要因がコントロールされていないという点が挙げられる。実際に、上記の推定をインターネット業、金融業、電気機械業、製菓業の各産業に対して行った場合 (表-3c)、資本金規模に関しては業種に関わらず相関が見られるものの、社齢と従業員数に関しては、インターネット産業と製菓業においては高い相関が引き続き観察される一方で、それ以外の二産業では相関の度合いが弱くなる。このことは、共同投資対象のVB属性によってVC属性間のassortativityが変化すること、すなわち、表-3aで確認された高い相関係数が、投資対象企業の属性を反映している可能性があることを示唆している。また、リードVCの特定の属性がメンバーVCの幾つかの属性のうちどの属性と強い相関を有しているかという点については、本節で用いた単回帰の手法では十分に分析することが出来ない。そこで、次節では式①に対応した推定結果を基にしたより厳密な議論を行う。

<sup>9</sup> 株価変数を加えることで、IPOのタイミングについての株価の影響をコントロールしている (Ritter 1984, 1991; Baker and Wurgler 2000)。

表-2 変数の定義と基本統計量 (分析3)

変数名	定義	観測数	平均	標準偏差	最小値	最大値
LN_NKY_AVR	日経平均の対数値	25674	9.44	0.25	8.95	10.55
NKY_RETURN	日経平均の対前月比伸び率	25674	-0.00	0.05	-0.25	0.25
VCNUM_TOTAL	シンジケートに含まれるVC数	25674	7.33	9.08	1	116
VCNUM_TYPE	シンジケートに含まれるVCタイプ数	25674	2.68	1.87	1	11
AMOUNT_INVEST_ACC	各企業への累積投資額 (単位: 10億円)	25674	0.43	1.67	0	43
VCNUM_BANK	銀行系VC数	25674	1.96	2.59	0	24
VCNUM_SEC	証券系VC数	25674	1.61	3.25	0	28
VCNUM_INSURANCE	保険会社計VC数	25674	0.51	1.16	0	9
VCNUM_TRADE	商社系VC数	25674	0.10	0.51	0	8
VCNUM_MIXED	混合系VC数	25674	0.52	1.20	0	16
VCNUM_INDEP	独立系VC数	25674	1.00	2.13	0	26
VCNUM_CORP	事業会社計VC数	25674	0.35	1.00	0	10
VCNUM_GOV	政府系VC数	25674	0.28	0.84	0	12
VCNUM_UNIV	大学系VC数	25674	0.06	0.43	0	8
VCNUM_OVERSEAS	海外所在VC数	25674	0.27	1.26	0	23
VCNUM_FOREIGN	外資系VC数	25674	0.08	0.56	0	9
VFAGE_FIRST	初回投資ラウンドにおける企業年齢	21734	12.04	13.11	0	71
VCAGE_FIRST	初回投資ラウンドにおけるVC年齢	21734	25.18	11.91	1	59

(注) 上表は推計に用いた各変数の要約統計量である。全ての変数は、VB×投資ラウンド×VCレベルで計測されている。

表-3a リードVC属性とメンバーVC属性の相関係数

		MEMBER_AGE		MEMBER_CAP		MEMBER_EMP	
		Coef.	p-value	Coef.	p-value	Coef.	p-value
i. 全サンプル	LEAD_AGE	0.297	0.00 ***	0.220	0.00 ***	0.190	0.00 ***
	LEAD_CAP	0.214	0.00 ***	0.292	0.00 ***	0.244	0.00 ***
	LEAD_EMP	0.184	0.00 ***	0.207	0.00 ***	0.264	0.00 ***
		Coef.	p-value	Coef.	p-value	Coef.	p-value
ii. 第一ラウンド	LEAD_AGE	0.206	0.00 ***	0.161	0.00 ***	0.161	0.00 ***
	LEAD_CAP	0.203	0.00 ***	0.330	0.00 ***	0.272	0.00 ***
	LEAD_EMP	0.224	0.00 ***	0.315	0.00 ***	0.364	0.00 ***
		Coef.	p-value	Coef.	p-value	Coef.	p-value
iii. 第二ラウンド	LEAD_AGE	0.317	0.00 ***	0.208	0.00 ***	0.176	0.00 ***
	LEAD_CAP	0.181	0.00 ***	0.244	0.00 ***	0.209	0.00 ***
	LEAD_EMP	0.155	0.00 ***	0.167	0.00 ***	0.250	0.00 ***
		Coef.	p-value	Coef.	p-value	Coef.	p-value
iv. 第三ラウンド	LEAD_AGE	0.291	0.00 ***	0.182	0.00 ***	0.174	0.01 ***
	LEAD_CAP	0.205	0.00 ***	0.164	0.00 ***	0.193	0.00 ***
	LEAD_EMP	0.200	0.00 ***	0.141	0.01 **	0.251	0.00 ***

(注) 上表は各ベンチャー企業に対する各投資ラウンドでの最大の投資を実施したベンチャーキャピタル(リードVC)属性とそれ以外のベンチャーキャピタル(メンバーVC)属性との間の相関係数を示したものである。\*\*\*、\*\*、\*はそれぞれその係数の推定値が1、5、10%有意水準で統計的に有意であることを表す。

表-3b リードVC属性とメンバーVC属性の相関係数

		MEMBER_AGE		MEMBER_CAP		MEMBER_EMP	
		Coef.	p-value	Coef.	p-value	Coef.	p-value
i. メンバーVC のランク=2	LEAD_AGE	0.505	0.00 ***	0.419	0.00 ***	0.305	0.00 ***
	LEAD_CAP	0.404	0.00 ***	0.530	0.00 ***	0.356	0.00 ***
	LEAD_EMP	0.317	0.00 ***	0.352	0.00 ***	0.339	0.00 ***
		Coef.	p-value	Coef.	p-value	Coef.	p-value
ii. メンバーVC のランク=3	LEAD_AGE	0.357	0.00 ***	0.225	0.00 ***	0.111	0.10 *
	LEAD_CAP	0.256	0.00 ***	0.360	0.00 ***	0.283	0.00 ***
	LEAD_EMP	0.320	0.00 ***	0.247	0.00 ***	0.402	0.00 ***

(注) 下表は各ベンチャー企業に対する各投資ラウンドでの最大の投資を実施したベンチャーキャピタル(リードVC)属性とそれ以外のベンチャーキャピタル(メンバーVC)属性との間の相関係数を示したものである。\*\*\*、\*\*、\*はそれぞれその係数の推定値が1、5、10%有意水準で統計的に有意であることを表す。

表-3c リードVC属性とメンバーVC属性の相関係数

		MEMBER_AGE		MEMBER_CAP		MEMBER_EMP	
		Coef.	p-value	Coef.	p-value	Coef.	p-value
i. VF_NET_ DUMMY=1	LEAD_AGE	0.280	0.00 ***	0.225	0.00 ***	0.117	0.02 **
	LEAD_CAP	0.196	0.00 ***	0.230	0.00 ***	0.161	0.00 ***
	LEAD_EMP	0.180	0.00 ***	0.190	0.00 ***	0.173	0.00 ***
		Coef.	p-value	Coef.	p-value	Coef.	p-value
ii. VF_FIN_ DUMMY=1	LEAD_AGE	0.176	0.23	0.066	0.63	-0.103	0.52
	LEAD_CAP	0.188	0.20	0.358	0.01 ***	0.167	0.27
	LEAD_EMP	-0.017	0.92	0.144	0.35	0.248	0.12
		Coef.	p-value	Coef.	p-value	Coef.	p-value
iii. VF_ELEC_ DUMMY=1	LEAD_AGE	-0.065	0.56	-0.031	0.78	-0.073	0.51
	LEAD_CAP	0.085	0.43	0.196	0.04 **	0.225	0.02 **
	LEAD_EMP	0.109	0.31	0.053	0.58	0.188	0.05 *
		Coef.	p-value	Coef.	p-value	Coef.	p-value
iv. VF_PHAR_ DUMMY=1	LEAD_AGE	0.191	0.01 **	0.099	0.17	0.179	0.03 **
	LEAD_CAP	0.119	0.11	0.172	0.01 **	0.168	0.04 **
	LEAD_EMP	0.149	0.08 *	0.093	0.24	0.142	0.11

(注) 上表は各ベンチャー企業に対する各投資ラウンドでの最大の投資を実施したベンチャーキャピタル(リードVC)属性とそれ以外のベンチャーキャピタル(メンバーVC)属性との間の相関係数を示したものである。一行目(i. VF\_NET\_DUMMY=1)はインターネット関連業に分類された企業サンプル、二行目(ii. VF\_FIN\_DUMMY=1)は金融業に分類された企業サンプル、三行目(VF\_ELEC\_DUMMY=1)は電子機械製造業に分類された企業サンプル、四行目(iv. VF\_PHAR\_DUMMY=1)は製薬業に分類された企業サンプルを用いた結果である。\*\*\*、\*\*、\*はそれぞれその係数の推定値が1、5、10%有意水準で統計的に有意であることを表す。

## (2) VC共同投資メンバー構成に関する assortativity推計結果

表-4は、各VBに対する各投資ラウンドでのリードVC属性を説明変数とするmulti-variate regressionの推定結果のうち、メンバーVC属性、投資対象VBの業種ダミー変数(ベースケースはインターネット業に対応するVF\_NET\_DUMMY=1のサンプル)に関して推定された係数をまとめたものである。推定に当たっては、リードVCとメンバーVCとの全ラウンドにおけるマッチをサンプルの計測単位として用いた。

得られた推定結果から、第一に、共同投資の対象であるVBの属性や投資時点の年固有効果をコントロールするとともに、複数のメンバーVC属性をコントロールしたことで、前節で確認した属性間の強い相関の一部が統計的に有意な値を示さな

くなっていることが分かる。例えば、リードVCの従業員数規模を示すLEAD\_EMPを被説明変数とした推計結果では、電気機械産業ダミーと年ダミー(表示は省略)が有意な係数を有するのみであり、メンバーVC属性の係数について統計的に有意な結果は得られない。この結果は、複数の属性に着目した分析を行ったHotchberg et al. (2012)と整合的なものである。一方で、LEAD\_AGEと(MEMBER\_AGE、MEMBER\_CAP)との間の相関、LEAD\_CAPとMEMBER\_CAPとの相関は引き続き観察されている。

表-4右パネルに示した追加的なjoint significanceのテストからは、まず、MEMBER\_AGEは(LEAD\_AGE、LEAD\_CAP、LEAD\_EMP)との統計的に有意な関係を有する一方で、(LEAD\_CAP、LEAD\_EMP)との統計的な関係は無く、結果としてMEMBER\_AGEはLEAD\_

表-4 リードVC属性の決定要因

Dependent var	(1)	(2)	(3)	Test for joint significance			
	LEAD_AGE	LEAD_CAP	LEAD_EMP	Test 1	F	Test 2	F
Independent var	Coef.	Coef.	Coef.				
MEMBER_AGE	0.114 **	-0.001 ***	-0.036	on LEAD_AGE & LEAD_CAP & LEAD_EMP	2.910 **	on the other two characteristics	0.000
MEMBER_CAP	0.535 **	0.188	3.941		4.200 ***		2.490 *
MEMBER_EMP	-0.003	0.001 ***	0.057		1.330		0.750
全サンプル							
VF_FIN_DUMMY	-3.852 **	-1.132	-20.778 ***				
VF_ELEC_DUMMY	5.027 ***	0.142 ***	30.645				
VF_PHAR_DUMMY	2.971 ***	0.976	15.584				
Obs	545	545	545				
RMSE	7.898	1.836	76.024				
R-squared	0.42	0.32	0.20				
F	18.33	11.55	6.06				
P	0.000	0.000	0.000				
年ダミー	yes	yes	yes				
ベンチャー企業業種ダミー	yes	yes	yes				

(注) 上表は各ベンチャー企業に対する各投資ラウンドでの最大の投資を実施したベンチャーキャピタル(リードVC)属性を説明変数とするmulti-variate regressionの結果のうち、リードVC以外のベンチャーキャピタル(メンバーVC)属性、投資対象ベンチャー企業の業種ダミー変数(ベースケース=VF\_NET\_DUMMY)に関して推定された係数をまとめたものである。推定に当たっては、リードVCとメンバーVCとの全ラウンドにおけるマッチをサンプルの計測単位として用いた。\*\*\*、\*\*、\*はそれぞれその係数の推定値が1、5、10%有意水準で統計的に有意であることを表す。

AGEとのみ相関を有することが確認される。更に、MEMBER\_CAPは(LEAD\_AGE、LEAD\_CAP、LEAD\_EMP)との間に統計的に有意な関係を有することに加えて、(LEAD\_AGE、LEAD\_EMP)との統計的な関係も有していることが分かる。これらの結果は、リードVCとメンバーVCとの間で社歴が代理する「経験」に関するpositive assortativityがある可能性を示しているほか、メンバーVCの資本金規模が代理する資金のavailabilityが高い場合に、経験・資金availability・人的資源(従業員数)の意味でより高い水準にあるリードVCとの共同投資を行っているということを示唆している。

こうした結果は投資ラウンドに関わらず観察されるだろうか。表-5は、こうした疑問に答えるために、表-4と同様の推定をラウンド毎の共同投資データを用いて行った結果をまとめたものである。まず、初回投資ラウンドにおける共同投資データを用いた推定(表-5のi行)から、リードVC属性とメンバーVC属性との間の相関が殆ど

観察されず、唯一、LEAD\_CAPを被説明変数とする推定においてMEMBER\_AGEが10%の有意水準でプラスの値を示しているのみであることが分かる。この結果は、初回投資ラウンドにおけるassortativityが統計的には殆ど確認されないことを意味しており、Lerner(1994)の結果とは対照的なものとなっている。次に、表-5の結果は、投資ラウンドが進むにつれてassortativityが上昇していることを示唆している。特に、第三ラウンドのデータを用いた推定結果(表-5のiii行)は、表-4の結果とも整合的である。興味深いことに、第二ラウンドのデータを用いた推定結果(表-5のii行)から「資金availabilityの高いメンバーVCは資金availabilityの高いリードVCと共同投資を行う傾向にある」ことが分かる一方で、第三ラウンドのデータを用いた推定結果は「資金availabilityの高いメンバーVCが全ての属性において高い水準を示すリードVCと共同投資を行う傾向にある」ことを示している。この結果は、投資ラウンドが進むにつれて、資金を豊富に有する



表-5 リードVC属性の決定要因 (ラウンド別推計結果)

Dependent var	(1)	(2)	(3)	Test for joint significance			
	LEAD_AGE	LEAD_CAP	LEAD_EMP	Test 1	F	Test 2	F
Independent var	Coef.	Coef.	Coef.				
MEMBER_AGE	-0.025	0.053 *	1.150	on LEAD_AGE	1.960		1.960
MEMBER_CAP	0.025	-0.020	-0.501	& LEAD_CAP	0.020	on other two	0.020
MEMBER_EMP	0.010	0.002	0.047	& LEAD_EMP	0.560	characteristics	0.740
i. 第一ラウンド							
VF_FIN_DUMMY	1.773	-3.018 ***	-52.324				
VF_ELEC_DUMMY	-0.213	-1.787 **	-53.491 **				
VF_PHAR_DUMMY	-0.157	-0.873	-43.174 **				
Obs	125	125	125				
RMSE	7.314	1.778	56.854				
R-squared	0.38	0.47	0.43				
F	3.38	4.83	4.21				
P	0.000	0.000	0.000				
Dependent var	(1)	(2)	(3)	Test for joint significance			
	LEAD_AGE	LEAD_CAP	LEAD_EMP	Test 1	F	Test 2	F
Independent var	Coef.	Coef.	Coef.				
MEMBER_AGE	0.050	-0.018	-0.649	on LEAD_AGE	1.170		0.500
MEMBER_CAP	0.554	0.195 **	4.940	& LEAD_CAP	1.970	on other two	1.460
MEMBER_EMP	0.001	0.002	0.103	& LEAD_EMP	1.030	characteristics	0.980
ii. 第二ラウンド							
VF_FIN_DUMMY	-5.923 **	-1.847 ***	-27.645				
VF_ELEC_DUMMY	4.084 **	-0.764 *	1.568				
VF_PHAR_DUMMY	-0.348	2.327 ***	58.919 ***				
Obs	191	191	191				
RMSE	6.844	1.719	75.329				
R-squared	0.47	0.36	0.30				
F	9.82	5.75	4.62				
P	0.000	0.000	0.000				
Dependent var	(1)	(2)	(3)	Test for joint significance			
	LEAD_AGE	LEAD_CAP	LEAD_EMP	Test 1	F	Test 2	F
Independent var	Coef.	Coef.	Coef.				
MEMBER_AGE	0.110	-0.028	-1.573 *	on LEAD_AGE	3.950 **		1.900
MEMBER_CAP	1.608 ***	0.329 **	10.811 **	& LEAD_CAP	3.420 **	on other two	4.590 **
MEMBER_EMP	-0.030 **	-0.001	0.073	& LEAD_EMP	3.880 **	characteristics	3.230 **
iii. 第三ラウンド							
VF_FIN_DUMMY	-6.314 **	0.673	-3.044				
VF_ELEC_DUMMY	7.606 ***	1.434 ***	-6.451				
VF_PHAR_DUMMY	3.118	1.766 ***	21.898				
Obs	114	114	114				
RMSE	5.992	1.396	51.460				
R-squared	0.74	0.68	0.66				
F	22.42	16.53	15.26				
P	0.000	0.000	0.000				
年ダミー	yes	yes	yes				
ベンチャー企業業種ダミー	yes	yes	yes				

(注) 上表は各ベンチャー企業に対する各投資ラウンドでの最大の投資を実施したベンチャーキャピタル (リードVC) 属性を説明変数とするmulti-variate regressionの結果のうち、リードVC以外のベンチャーキャピタル (メンバーVC) 属性、投資対象ベンチャー企業の業種ダミー変数 (ベースケース=VF\_NET\_DUMMY) に関して推計された係数をまとめたものである。推定に当たっては、リードVCとメンバーVCとの各ラウンドにおけるマッチをサンプルの計測単位として用いた。\*\*\*、\*\*、\*はそれぞれその係数の推定値が1、5、10%有意水準で統計的に有意であることを表す。

表-6 リードVC属性の決定要因 (業種別推計結果)

Dependent var	(1)	(2)	(3)	Test for joint significance				
	LEAD_AGE	LEAD_CAP	LEAD_EMP	Test 1	F	Test 2	F	
Independent var	Coef.	Coef.	Coef.					
i. インターネット	MEMBER_AGE	0.172 **	0.008	-0.248	on LEAD_AGE & LEAD_CAP & LEAD_EMP	3.640 ** 6.450 *** 0.200	on other two characteristics	0.790 6.980 *** 0.170
	MEMBER_CAP	1.217 ***	0.311 ***	10.132 ***				
	MEMBER_EMP	-0.004	-0.000	0.001				
Obs	317	317	317					
RMSE	9.101	1.853	77.346					
R-squared	0.26	0.26	0.20					
F	6.63	6.50	4.83					
P	0.000	0.000	0.000					
Dependent var	(1)	(2)	(3)	Test for joint significance				
Independent var	LEAD_AGE	LEAD_CAP	LEAD_EMP	Test 1	F	Test 2	F	
	Coef.	Coef.	Coef.					
ii. 製薬業	MEMBER_AGE	0.050	-0.006	-0.115	on LEAD_AGE & LEAD_CAP & LEAD_EMP	0.890 0.560 1.030	on other two characteristics	0.060 0.110 1.000
	MEMBER_CAP	-0.131	-0.045	-0.418				
	MEMBER_EMP	0.004	0.002	0.064 *				
Obs	115	115	115					
RMSE	4.030	1.231	33.712					
R-squared	0.86	0.73	0.80					
F	57.59	25.01	37.51					
P	0.000	0.000	0.000					
年ダミー	yes	yes	yes					
ベンチャー企業業種ダミー	no	no	no					

(注) 上表は各ベンチャー企業に対する各投資ラウンドでの最大の投資を実施したベンチャーキャピタル (リードVC) 属性を説明変数とする multivariate regression の結果のうち、リードVC 以外のベンチャーキャピタル (メンバーVC) 属性に関して推計された係数をまとめたものである。推定に当たっては、投資対象ベンチャー企業がインターネット産業に属するサブサンプルと製薬業に属するサブサンプルを用いており、リードVC とメンバーVC との全ラウンドにおけるマッチをサンプルの計測単位として用いた。\*\*\*、\*\*、\*はそれぞれその係数の推定値が1、5、10% 有意水準で統計的に有意であることを表す。

メンバーVCがリードVCから多岐に亘る資源を獲得しようとしている可能性を示唆している<sup>10</sup>。

表-6 は同様の推定を、推定に足りる十分な数のサンプルが確保できた二業種(インターネット、製薬) について行ったものである。インターネット産業に属する企業への共同投資においてはリードVCとメンバーVC間で属性の高い相関が確認される一方で、製薬業ではこうした傾向が非常に弱いことが分かるなど、業種によって結果にばらつきがある。

以上の結果をまとめると、以下の通りである。第一に、投資対象企業やベンチャーキャピタルの複数の属性を考慮した推定結果から、初回投資ラウンドにおけるリードVCとメンバーVCとの間の経験や規模に関する assortativity が殆ど確認され

ないことが分かった。先行研究である Hotchberg et al. (2012) では、各ベンチャーキャピタル間の accessibility や専門性を有する投資分野といった側面を重視して共同投資のメンバーを選定する結果として、ベンチャーキャピタルの属性に関する positive assortativity が低下する可能性が指摘されているが、本稿での分析結果はこうした発見と整合的なものである。第二に、こうした結果の一方で、二回目の投資ラウンド以降はベンチャーキャピタル間の資本金規模に関する positive assortativity が確認されるという本稿での結果は、投資ラウンドが進むにつれて同質なベンチャーキャピタル間の低い取引コストがより重視される傾向にある可能性を示唆している。

<sup>10</sup> 投資ラウンドが進むにつれて assortativity が上昇する他の可能性として、IPO が確実視された段階で、そうした情報にアクセスしやすい類似のVCがメンバーに加入するというケースも考えられる。

表-7 IPOに関するProbit推計結果

		Model 1	Model 2	Model 3	Model 4
Dependent var = EARLYIPO_ DUMMY	Independent var	dy/dx	dy/dx	dy/dx	dy/dx
	LEAD_AGE	0.004	0.004	-0.004	-0.004
	LEAD_CAP	0.004	0.004	-0.025	-0.025
	LEAD_EMP	0.001	0.001 *	0.002	0.002 *
	DIFF_AGE	0.005	0.004	0.003	0.003
	DIFF_CAP	0.049 *	0.048 *	0.087	0.087 *
	DIFF_EMP	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001
	Obs	243	243	87	87
	Wald chi2	28.130	28.440	13.560	13.560
	P	0.02	0.03	0.41	0.48
Pseudo-R2	0.08	0.08	0.11	0.11	
Log pseudo-likelihood	-154.490	-154.133	-53.430	-53.429	
		Model 1	Model 2	Model 3	Model 4
Dependent var = LATEIPO_ DUMMY	Independent var	dy/dx	dy/dx	dy/dx	dy/dx
	LEAD_AGE	-0.004	-0.004	0.004	0.003
	LEAD_CAP	0.015	0.015	0.042	0.054
	LEAD_EMP	-0.001	-0.001	-0.002	-0.002
	DIFF_AGE	-0.007	-0.007	-0.007	-0.007
	DIFF_CAP	-0.035	-0.032	-0.057	-0.045
	DIFF_EMP	0.000	0.000	0.001	0.001
	Obs	237	237	79	79
	Wald chi2	34.540	38.740	14.040	14.940
	P	0.00	0.00	0.30	0.31
Pseudo-R2	0.12	0.14	0.14	0.15	
Log pseudo-likelihood	-141.778	-139.039	-47.354	-46.724	
年ダミー	yes	yes	yes	yes	
ベンチャー企業業種ダミー	no	yes	no	yes	
推計サンプルの計測ラウンド	All	All	1st round	1st round	

(注) 上表は投資対象ベンチャー企業のIPOに関連するダミー変数を被説明変数としたProbit推計結果のうち、リードVCと各ラウンドの投資額第二位のメンバーVCの属性に関連変数について推計された限界効果をもとめたものである。被説明変数は、初回投資ラウンドからIPOまでの期間に関するサンプル中位値（2年）以下でIPOを実施した場合に1をとるダミー変数EARLYIPO\_DUMMYと同中位値を超えてIPOを実施した場合に1をとるダミー変数であるLATEIPO\_DUMMYのいずれかを用いている。推定に当たっては、リードVCと各ラウンドの投資額第二位のメンバーVCとの全ラウンドもしくは各ラウンドにおけるマッチをサンプルの計測単位として用いた。\*\*\*、\*\*、\*はそれぞれその係数の推定値が1、5、10%有意水準で統計的に有意であることを表す。

### (3) 企業ダイナミクスに関する

#### プロビット推定

投資案件のスクリーニングが集中的に行われる初回投資ラウンドにおいて、ベンチャーキャピタル間のassortativityが殆ど見られないという前節の結果は、初回投資ラウンドにおいて多様なベンチャーキャピタルが共同投資を行う何らかの理由があることを示唆している。すなわち、多様なベンチャーキャピタルの協働が何らかの経済的な価値を生み出している可能性がある。また、投資ラウン

ドが進むにつれてベンチャーキャピタル属性間のpositive assortativityが上昇していくという事実は、日本のベンチャーキャピタル産業において、第二ラウンド以降の投資における多様なベンチャーキャピタル間の協働が経済価値の創出に繋がっていないという解釈も出来るだろう。これらの結果を踏まえて、本節では、共同投資メンバーの構成が投資対象企業のパフォーマンスへ与える影響について検討する。

表-7は、式③の要領で投資対象ベンチャー企業のIPOダミー変数を被説明変数としたProbit推

計を行った結果をまとめたものである。被説明変数は、初回投資ラウンドからIPOまでの期間に関するサンプル中位値（2年）以下でIPOを実施した場合に1をとるダミー変数*EARLYIPO\_DUMMY*と同中位値を超えてIPOを実施した場合に1をとるダミー変数である*LATEIPO\_DUMMY*のいずれかを用いている。推定に当たっては、リードVCと各ラウンドの投資額第二位のメンバーVCとの全ラウンドもしくは初回投資ラウンドにおけるマッチをサンプルの計測単位として用いた。

推定結果から、第一に、*EARLYIPO\_DUMMY*を被説明変数としたケースにおいて、共同投資グループ*g*のリードVC属性と同グループにおける二番目の投資規模を示すメンバーVC属性との差の絶対値を要素とするベクトル $|LVC_{gt} - MVC_{X_{gt}}|$ の要素のうち、*DIFF\_CAP*の限界効果がプラスで統計的に有意な値を示していることが分かる。この結果は、全てのラウンドにおけるデータを用いた場合でも、初回ラウンドの共同投資データのみを用いた場合でも同様である。前節の分析から、初回ラウンドにおけるリードVCとメンバーVCとの間の属性のassortativityが殆ど確認されないことを見たが、本節での推定結果は、初回投資ラウンドにおいてリードVCとメンバーVCとがその資本規模（＝資金availability）に関して何らかの理由で異なる属性を有している場合には、早期のIPOが達成される可能性が高いという関係を示唆している。表-7の推定結果はまた、*LEAD\_EMP*の限界効果がプラスであることから、人的資本が豊富なリードVCが共同投資メンバーに含まれている場合において、早期のIPOが実現される可能性が高いことを示唆している。なお、こうした傾向は、プロビット推定の被説明変数として*LATEIPO\_DUMMY*を用いた場合には観察されない。初回投資ラウンドにおいて多様なベンチャー

なメリットは、IPOまでの期間が長期化する場合には有意な意味合いを持たないと解釈出来る。

表-8は、式③と同様のフレームワークをIPO企業のみを含むサブサンプルへ適用し、被説明変数としてより上位の株式市場への移動を果たした場合に1をとるダミー変数*UPGRADE\_DUMMY*、もしくは上場廃止の場合に1をとるダミー変数*DELISTED\_DUMMY*を用いたプロビット推定の結果である。この分析の目的は、IPOを実現した後の長期の企業パフォーマンスとベンチャーキャピタルによる共同投資メンバーの構成との間の関係を検討することにある。

第一に、*UPGRADE\_DUMMY*を用いた推定結果から、各投資ラウンドにおいて計測したリードVCと第二位のベンチャーキャピタルとの間の社齡（＝経験の代理変数）に大きな差がある場合に、より高い確率で上位の市場への移動が実現されていることが分かる。IPO実現確率に対してはこの属性の差が有意な影響を与えていなかったにも関わらず、長期の企業パフォーマンスを対象とする当該推計において有意な影響が観察されたという結果は、ベンチャーキャピタルの有する資源の種類によって、その活用によって生み出される経済的な価値が多岐に亘る可能性を示唆している。興味深いことに、*DELISTED\_DUMMY*を用いた推定結果から、リードVCとメンバーVCとがその資本規模（＝資金availability）に関して異なる属性を有する場合において、上場廃止の確率が高まる、すなわち長期的な企業パフォーマンスが悪化する傾向にあることが確認される。この結果は、早期のIPOを実現するために異なるベンチャーキャピタルの参画が効果的であるという既述の結果の評価について一定の留保を与えるものである。速やかなIPOが長期的には必ずしも高い企業パフォーマンスを上げていないという結果については、将来的に一層の分析が期待される。

表-8 IPO後の長期パフォーマンスに関するProbit推計結果

		Model 1	Model 2	Model 3	Model 4
Dependent var = UPGRADE_ DUMMY	Independent var	dy/dx	dy/dx	dy/dx	dy/dx
	LEAD_AGE	-0.002	-0.001	0.007	0.007
	LEAD_CAP	-0.003	-0.002	-0.027	-0.024
	LEAD_EMP	0.000	0.000	0.000	0.000
	DIFF_AGE	0.005 *	0.005 *	0.008	0.008
	DIFF_CAP	0.003	0.008	-0.002	-0.003
	DIFF_EMP	0.000	0.000	-0.001	-0.001
	Obs	146	146	47	47
	Wald chi2	12.8000	14.5300	9.6800	9.4100
	P	0.31	0.27	0.47	0.58
Pseudo-R2	0.09	0.11	0.15	0.15	
Log pseudo-likelihood	-44.1270	-43.1782	-18.2466	-18.1276	
		Model 1	Model 2	Model 3	Model 4
Dependent var = DELISTED_ DUMMY	Independent var	dy/dx	dy/dx	dy/dx	dy/dx
	LEAD_AGE	-0.008 **	-0.008 **	-0.017 **	-0.017 **
	LEAD_CAP	0.037 **	0.037 **	0.147 ***	0.144 ***
	LEAD_EMP	0.000	0.000	-0.001	-0.001
	DIFF_AGE	-0.002	-0.002	-0.006	-0.006
	DIFF_CAP	0.015	0.015	0.107 **	0.109 **
	DIFF_EMP	0.000	0.000	-0.001	-0.001
	Obs	222	222	55	55
	Wald chi2	11.6500	12.9700	13.7600	13.7800
	P	0.56	0.53	0.18	0.25
Pseudo-R2	0.06	0.07	0.35	0.35	
Log pseudo-likelihood	-84.0231	-83.1031	-17.9917	-17.9044	
年ダミー	yes	yes	yes	yes	
ベンチャー企業業種ダミー	no	yes	no	yes	
推計サンプルの計測ラウンド	All	All	1st round	1st round	

(注) 上表は投資対象ベンチャー企業がIPOを実施した後の長期パフォーマンスに関連するダミー変数を被説明変数としたProbit推計結果のうち、リードVCと各ラウンドの投資額第二位のメンバーVCの属性に関連数変数について推計された限界効果をまとめたものである。被説明変数は、IPO後に上場企業が上位のマーケットへ移動した場合に1をとるダミー変数UPGRADE\_DUMMYと逆に上場廃止になった場合に1をとるダミー変数DELISTED\_DUMMYであるLATEIPO\_DUMMYのいずれかを用いている。推定に当たっては、リードVCと各ラウンドの投資額第二位のメンバーVCとの全ラウンドもしくは各ラウンドにおけるマッチをサンプルの計測単位として用いた。\*\*\*、\*\*、\*はそれぞれその係数の推定値が1、5、10%有意水準で統計的に有意であることを表す。

#### (4) IPOまでの時間に関するハザード推定

本節では、前節において行ったプロビット推定の結果を、VCによる投資後の経過期間を明示的に取り扱ったハザード推定の枠組みで再度検討する。まず、ハザード関数の形状やスペルの分布に対して何らかの仮定を置いた(セミ)パラメトリック推定を行う前に、ノンパラメトリック推定の結果を概観する。この手法の利点は、分析に当たっ

て何らかの仮定を置く必要が無い点にある。以下では、式で定義されるNelson-Aalen's cumulative hazard function (累積ハザード関数)を用いる。

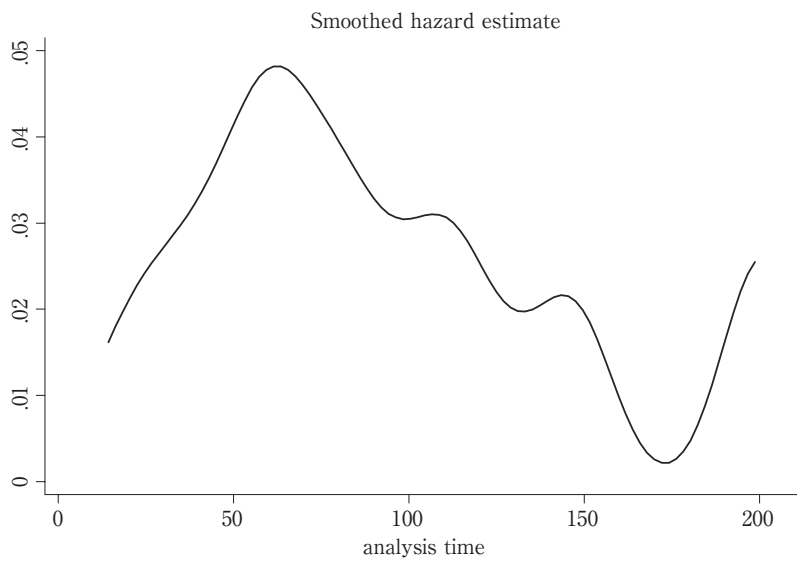
$$\hat{H}(t) = \sum_{j: t_j \leq t} \left( \frac{d_j}{n_j} \right)$$

$n_j$ :  $t_j$ 期首までにIPOを行っていない企業数

$d_j$ :  $t_j$ 期中にIPOを行った企業数

⑧

図-3 ノンパラメトリック推定結果



(注) 横軸は第一投資ラウンドから計測した経過月数を示す。縦軸はIPOイベントのハザードを示す。

上式を用いて累積ハザードを求めた上で、適当なbandwidthを設定したGaussian kernelを用いることで、ハザード関数を近似することが出来る。図-3はbandwidth=10の下で近似されたハザード関数を描画したものである。同図の描画に当たっては、240ヵ月を超える長期にわたってIPOを行っていないサンプル(全サンプルの1%以下)を除外している。

同図から、ハザード関数がスベルに対してU字型の形状を示していることが分かる。そのピークは60ヵ月(5年)前後であり、先行研究の結果とも整合している(e.g., 1,000~1,500日: Giot and Schwienbacher 2007)。比較的長いスベルにおける右上がりのハザードは、非常に少数の企業が長期に亘って上場していない中、数社がIPOを行ったことに依っているものと考えられる。

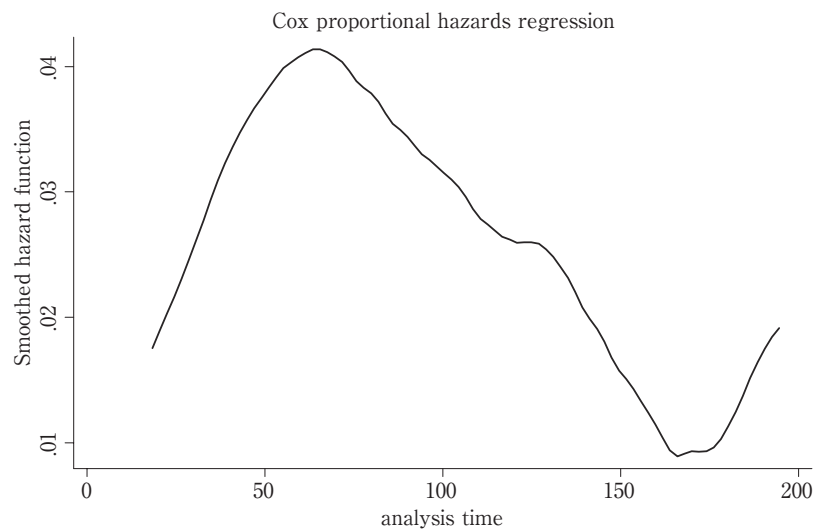
次に、ハザード関数の形状やスベルの分布について何らかの仮定を置いた推計手法を用いる。第一に、Coxの比例ハザードモデルを用いる(Cox 1972)。このモデルの利点は、比例ハザードの構

成要素のうち、ベースラインハザード $\lambda_0(t; a)$ について特定の仮定を置く必要が無く、推定結果からハザード関数を描画出来る点にある。前節でのノンパラメトリック推定の結果と、この結果を用いることで、どういった仮定を置いた上でパラメトリック推定を行うべきかという点に関する示唆が得られる。また、このセミパラメトリック推定は、ベースラインハザードに制約を課していないという意味で自由度の高い推定であり、各説明変数の係数について、ベースケースとなる推定値を得ることが出来る。

図-4は、ベースラインハザードを描画したものである。各説明変数の係数に関する推定値(IPOのハザードへのインパクト)は、表-9(a)と(b)にまとめられている<sup>11</sup>。第一に図-4におけるハザード関数の形状は、図-3の結果と整合的である。第二に、表-9(a)において、説明変数のうちNKY\_RETURNの係数が有意に1より大きいことから、株式市場が好調である時期にIPOが促進されることが分かる。この点は、VBとVCが市場

<sup>11</sup> 図-4は表-9(a)の結果を基にしている。

図-4 セミパラメトリック推定結果



(注) 横軸は第一投資ラウンドから計測した経過月数を示す。縦軸はIPOイベントのベースラインハザードを示す。上図は、15産業に対応する産業ダミーを含むモデル結果を用いて描画されている。

環境を踏まえて上場時点を選択する (market timing) という既存研究の発見と整合的である (Ritter 1984, 1991; Baker and Wurgler 2000)。注目すべきは、*LN\_NKY\_AVR* が有意な係数を持たないという点である (表-9(b))。これは、“buy low & sell high” という VC の姿勢を表している可能性がある。すなわち、単に株価が高いというだけではなく、過去のある時点 (本来は投資時点) と比較して現在の株価が高いことが重要であることを示唆している。第三に、表-9(a) 及び (b) の第一列 (当該 VC への累積投資額を示す *AMOUNT\_INVEST\_ACC* を除いた推定) から、VC 数と VC タイプ数の両方が IPO の早期化に寄与していることが分かる。この結果は、VC シンジケートの大きさだけでなく、関与している VC の多様性が、IPO 迄の期間にとって重要であることを意味している。表-9(a) 及び (b) の第二列は、この推定へ *AMOUNT\_INVEST\_ACC* を加えたものであるが、ここでは、VC の多様性のみが有意な影響を示している。*AMOUNT\_INVEST\_ACC* のハザードへの影響が正 (同変数が増加することで、IPO 迄の時間が短縮される) であることを踏

まえると、同変数と VC 数とが代理している要因が一定程度共通しているという推測も可能である。この結果はまた、VC 数を VC のスクリーニング能力等の代理変数として用いることが適切ではない可能性を示唆している。第四に、表-9(a) 及び (b) の第三列は、相対的に多くのサンプルを含む幾つかの産業に対して設定された産業ダミーのみを含む推定結果であるが、製薬業の IPO 迄の時間が相対的に長く、逆に不動産は短いことが分かる。Giot and Schwienbacher (2007) 等の先行研究で指摘されているような、情報通信業に関する特徴 (IPO 迄が短期) は認められていないが、これは、本稿における産業分類がインターネット、バイオテクノロジー、コンピューター、半導体、医療、または通信メディアといった分類を適切に代理していないことによっているかも知れない。産業分類の再設定を行ったうえで、再度同様の分析を行う事は、今後の重要な研究課題である。第五に、VC 数と VC タイプ数の二乗項は、ハザードに対して負の影響を持っている、このことは、非常に多くの多様な VC が投資に関与しているときには、IPO 迄の期間が長期化する傾向に

表－9(a) セミパラメトリック推定結果（株価リターンを用いた場合）

Metric = Proportional Hazard Cox										
Hazard Estimates (First-Round to IPO)	Hazard Ratio	Robust Std.	Effect on Duration	Hazard Ratio	Robust Std.	Effect on Duration	Hazard Ratio	Robust Std.	Effect on Duration	
NKY_RETURN	4.104	2.995	－	4.104	2.998	－	4.167	3.033	－	
VCNUM_TOTAL	1.023	0.011	－	1.018	0.011		1.016	0.011		
VCNUM_TYPE	1.182	0.111	－	1.195	0.110	－	1.192	0.109	－	
VCNUM_TOTAL_SQ	1.000	0.000		1.000	0.000		1.000	0.000		
VCNUM_TYPE_SQ	0.976	0.011	＋	0.976	0.011	＋	0.976	0.011	＋	
AMOUNT_INVEST_ACC				1.045	0.018	－	1.043	0.019	－	
ベンチャー企業業種ダミー		Full			Full			Selected (below)		
製薬							0.528	0.148	＋	
一般機械							1.070	0.294		
電子機械							0.798	0.166		
情報通信							0.896	0.085		
卸売							0.906	0.159		
小売							1.187	0.151		
不動産							1.491	0.258	－	
Obs				24997						
Subjects				615						
Failures				613						
Time at risk				24997						
Wald chi2		375.74		378.84			44.56			
Prob > chi2		0.000		0.000			0.000			
Log Pseudo-Likelihood		－3320.58		－3318.26			－3321.48			

(注) 被説明変数は、IPOイベントに対応したハザードである。各変数の定義は表－2に記載の通りである。変数名に\_SQが記載されているものは、当該変数の二乗項であることを意味する。全ての説明変数は同時決定バイアスを回避する狙いから前月の値を用いている。データの単位は個々のVBであり、全ての標準誤差はVB単位でクラスターされたものを用いている。“Effect on Duration”列は、各説明変数に対する「IPOまでの期間」の反応を示したものである（+/-は当該説明変数の値が上昇した場合に、IPOまでの期間が長期化／短期化することを意味する）。+++/---，+/-，and +/-はそれぞれその係数の推定値が1、5、10%有意水準で統計的に有意であることを表す。“Industry Dummy”行において“Full”と表示されているケースは、VBに関する15業種に対応するダミー変数を分析に含めた場合を指す一方で、“Selected”は上表に示された7業種に関するダミー変数のみを含めている。

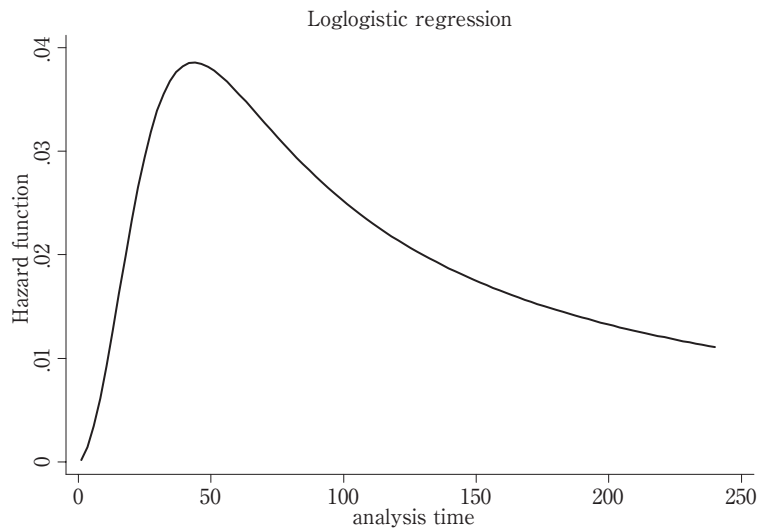


表－9(b) セミパラメトリック推定結果（株価水準を用いた場合）

Metric = Proportional Hazard Cox										
Hazard Estimates (First-Round to IPO)	Hazard Ratio	Robust Std.	Effect on Duration	Hazard Ratio	Robust Std.	Effect on Duration	Hazard Ratio	Robust Std.	Effect on Duration	
LN_NKY_AVR	0.9567	0.176		0.9618	0.177		0.9551	0.175		
VCNUM_TOTAL	1.0222	0.011	--	1.0172	0.011		1.0153	0.011		
VCNUM_TYPE	1.1805	0.111	-	1.1938	0.110	-	1.1896	0.109	-	
VCNUM_TOTAL_SQ	0.9999	0.000		1.0000	0.000		1.0000	0.000		
VCNUM_TYPE_SQ	0.9764	0.011	++	0.9761	0.011	++	0.9767	0.011	++	
AMOUNT_INVEST_ACC				1.0453	0.018	---	1.0426	0.019	---	
ベンチャー企業業種ダミー		Full			Full			Selected (below)		
製薬							0.5289	0.148	++	
一般機械							1.0641	0.293		
電子機械							0.7983	0.163		
情報通信							0.8962	0.085		
卸売							0.9086	0.158		
小売							1.1874	0.151		
不動産							1.4851	0.258	--	
Obs				24997						
Subjects				615						
Failures				613						
Time at risk				24997						
Wald chi2		371.76		374.65			39.87			
Prob > chi2		0.0000		0.0000			0.0001			
Log Pseudo-Likelihood		-3322.18		-3319.87			-3323.11			

(注) 被説明変数は、IPOイベントに対応したハザードである。各変数の定義は表－2に記載の通りである。変数名に\_SQが記載されているものは、当該変数の二乗項であることを意味する。全ての説明変数は同時決定バイアスを回避する狙いから前月の値を用いている。データの単位は個々のVBであり、全ての標準誤差はVB単位でクラスターされたものを用いている。“Effect on Duration”列は、各説明変数に対する「IPOまでの期間」の反応を示したものである（+/-は当該説明変数の値が上昇した場合に、IPOまでの期間が長期化/短期化することを意味する）。+++/---, ++/--, and +/-はそれぞれその係数の推定値が1、5、10%有意水準で統計的に有意であることを表す。“Industry Dummy”行において“Full”と表示されているケースは、VBに関する15業種に対応するダミー変数を分析に含めた場合を指す一方で、“Selected”は上表に示された7業種に関するダミー変数のみを含めている。

図-5 パラメトリック推定結果 (Log-logistic分布)



(注) 横軸は第一投資ラウンドから計測した経過月数を示す。縦軸はIPOイベントのベースラインハザードを示す。上図は、15産業に対応する産業ダミーを含むモデル結果を用いて描画されている。

あることを意味している。これは、Steffens et al. (2012) 等で議論されている「異質性のコスト」と整合的である。

最後に、セミパラメトリック推定の結果を踏まえて、U字型のハザード関数を許容するパラメトリック推定を行う。具体的には、スベルの分布に対してlog-logistic分布を仮定した上で、同分布に対応したベースラインハザードの形状を選択し、最尤法推定を行う。表-10の第一列及び第二列は、全ての産業ダミー及び幾つかの限定的な産業ダミーを含む推定結果を示している。図-5は、このパラメトリック推定の結果として得られるハザード関数を描画したものである。

第一に、パラメトリック推定の結果から、ベースラインハザード関数の形状が、単調減少ではなくU字型であることが統計的に識別される<sup>12</sup>。第二に、推定結果は、VCタイプ数に関する上記の結果を支持するものとなっている。このことは、セミパラメトリック推定で得られた結果が頑健であることを意味している。

## 6. おわりに

本稿では、本邦未上場企業に対して複数のVCが共同投資を行う際のメンバー構成について実証的に分析した。推定結果から、第一に、初回投資ラウンドにおけるリードVCとメンバーVCとの間の経験や規模に関するassortativityがほぼ確認されることが分かった。第二に、二回目の投資ラウンド以降はVC間の資本金規模に関するpositive assortativityが強まる傾向にある。第三に、異なる資本金規模のリードVCとメンバーVCが初回投資ラウンドに共同で投資を行っているケースでは、IPOが早期に実現される確率が高いことが確認された。以上の結果は、規模の面で異質なVCが協働して投資を行うことの意義を示唆しているが、初回投資ラウンドにおけるnegative assortativityがIPO後の上場廃止確率と正の相関を有している点には注意が必要である。

本稿ではまた、クライアント企業 (VB) の

<sup>12</sup> ベースラインハザード関数の形状を特定化するためには、幾つかの方法が考えられる。詳細についてはMiyakawa (2011) を参照。

表-10 パラメトリック推定結果

Metric = Accelerated Failure Time Loglogistic												
Hazard Estimates (First - Round to IPO)	Failure Time	Robust Std.	Effect on Duration	Failure Time	Robust Std.	Effect on Duration	Failure Time	Robust Std.	Effect on Duration	Failure Time	Robust Std.	Effect on Duration
NKY_RETURN	-0.655	0.553		-0.610	0.558		-0.673	0.544		-0.731	0.528	
VCNUM_TOTAL	0.004	0.014		0.004	0.014		0.010	0.013		0.002	0.013	
VCNUM_TYPE	-0.118	0.067	-	-0.112	0.067	-	-0.111	0.067	-	-0.114	0.065	-
VCNUM_TOTAL_SQ	-0.000	0.000		-0.000	0.000		-0.000	0.000		-0.000	0.000	
VCNUM_TYPE_SQ	0.016	0.007	++	0.015	0.007	++	0.015	0.007	++	0.016	0.008	++
AMOUNT_INVEST_ACC	-0.030	0.017	-	-0.031	0.016	--	0.015	0.011		-0.032	0.013	--
VCNUM_TOTAL (1st round)							-0.023	0.027				
VCNUM_TYPE (1st round)							-0.036	0.097				
VCNUM_TOTAL_SQ (1st round)							0.001	0.001				
VCNUM_TYPE_SQ (1st round)							0.007	0.015				
AMOUNT_INVEST_ACC (1st round)							-5.590E-8	0.000	---			
cons	3.762	0.126	+++	3.729	0.090	+++	3.813	0.135	+++	3.702	0.082	+++
<Shape Parameter>												
/ln_gamma	-0.986	0.034	Hump	-0.978	0.033	Hump	-0.996	0.034	Hump	-0.963	0.035	Hump
/ln_p												
ベンチャー企業業種ダミー	Full		Selected (below)				Full		No			
製薬			0.372	0.196	+							
一般機械			-0.068	0.168								
電子機械			0.106	0.135								
情報通信			0.049	0.070								
卸売			-0.005	0.115								
小売			-0.104	0.097								
不動産			-0.338	0.097	---							
Frailty	No			No			No			Yes		
Likelihood-ratio test of theta=0												
chibar2(01) = 1.5e-05												
Prob>=chibar2 = 0.498												
Obs							25614					
Subjects							615					
Failures							613					
Time at risk							25614					
Log Pseudo-Likelihood	-604.43			-608.62			-601.65			-618.62		

(注) 被説明変数は、IPOイベントに対応したハザードである。各変数の定義は表-2に記載の通りである。変数名に\_SQが記載されているものは、当該変数の二乗項であることを意味する。全ての説明変数は同時決定バイアスを回避する狙いから前月の値を用いている。データの単位は個々のVBであり、全ての標準誤差はVB単位でクラスターされたものを用いている。“Effect on Duration”列は、各説明変数に対する「IPOまでの期間」の反応を示したものである（+/-は当該説明変数の値が上昇した場合に、IPOまでの期間が長期化/短期化することを意味する）。+++/-, ++/-, and +/-はそれぞれその係数の推定値が1、5、10%有意水準で統計的に有意であることを表す。“Industry Dummy”行において“Full”と表示されているケースは、VBに関する15業種に対応するダミー変数を分析に含めた場合を指す一方で、“Selected”は上表に示された7業種に関するダミー変数のみを含めている。“ShapeParameter”行において、Humpは推定されたベースラインハザード関数が逆U字型であることを意味する。“Frailty”行は、推定されたモデルが企業レベルのshared frailtyを含んでいるか否かを示している。

IPOにシンジケートを構成したVCが与える影響について、VCタイプの異質性に注目した分析を行った。IPOを行った615社のVBに関する投資ラウンド毎の詳細なVC投資履歴を用いたIPOのハザード推定から、より多くのVCが関与しているだけでなく、より多様なVCが関与することで、IPOまでの期間が短縮されることが示された。このことは、多様なバックグラウンドを持つVCが、投資案件のスクリーニングや投資期間中のコーチングに関する補完性を発揮することによって、よりスムーズなIPOを実現している可能性を示唆している。

本稿の貢献は、日本のベンチャーキャピタルを分析対象として、ベンチャーキャピタルが共同投資を行う際のメンバー構成とその経済的含意を初めて分析した点にある。本稿での分析結果から、銀行を中心とする間接金融を主たる資金供給チャネルとしてきた日本の金融市場において、特に初回投資ラウンドにおけるスクリーニング機能の面では多様なメンバー構成が経済的な利益をもたらす可能性があることが分かった。この結果は、「異質なベンチャーキャピタルの協働を促すことが資本市場の機能をより高める可能性がある」という重要な政策的含意を提供している。特に、投資対象企業のスクリーニングに際してこうした協働体制が有効となる可能性があるという結果を踏まえると、投資案件情報の共有やベンチャーキャピタル間での人的交流を促進するような公的プラットフォーム

フォームを整備することが一つの政策的取り組みとして期待される。また、投資ラウンドが進むにつれて属性の近いベンチャーキャピタルが共同投資を行う傾向にあるという結果については、投資対象企業に対するモニタリングやコーチングの面において、多様なベンチャーキャピタルが保有する知見を活用する余地が残されているという解釈も可能であろう。この意味でも、上記のプラットフォームの整備がベンチャーキャピタル産業の機能強化に資する可能性が認められる。

なお、本稿の結果は、ベンチャーキャピタルが提供する経済的な価値が多岐に亘っている可能性も示唆している。異なる投資ステージにおいて様々なベンチャーキャピタルが果たしている多様な役割をより明示的に実証分析することが、今後の重要な課題の一つである。また、VCのタイプの異質性が、VBのIPO後のパフォーマンスにどのような影響を与えるのかについてのより詳細な考察が期待される (Tian 2012)。このほか、IPO後のパフォーマンスと同時に、IPOの意思決定にVCシンジケートが与える影響についても考察することは興味深い。この点に関しては、VCタイプ数の水準だけではなく、どのようなタイプのVC (例えば大学系と独立系など) が共同で関与することで、より良いパフォーマンスを達成できるのかといった観点からの分析も意義深いと考えられる。

#### <参考文献>

- 滝澤 美帆・宮川 大介 (2015) 「共同投資メンバーの構成パターンとその含意：ベンチャーキャピタルによる投資ラウンド明細を用いた分析」 *RIETI Discussion Paper Series 15-J-009*.
- Baker, M., Wurgler, J. (2000) "The equity share in new issues and aggregate stock Returns." *Journal of Finance* 55, pp.2219-2257.
- Bercovitz, J., Feldman, M. (2011) "The Mechanism of Collaboration in Inventive Teams: Composition, Social Networks, and Geography." *Research Policy* 40, pp. 81-93.
- Boot, A. W. A. (2000) "Relationship Banking: What Do We Know?" *Journal of Financial Intermediation* 9, pp. 7-25.

- Brander, J. A., Raphael A., Antweiler, W. (2002) "Venture-Capital Syndication: Improved Venture Selection vs. the Value-Added Hypothesis." *Journal of Economics and Management Strategy* 11, pp. 423–452.
- Bubna, A., S. Das, N. Prabhala, (2014) "Venture Capital Communities," Unpublished working paper.
- Casamatta, C., Haritchabalet, C. (2007) "Experience, Screening, and Syndication in Venture Capital Investments." *Journal of Financial Intermediation* 16, pp. 368–398.
- Cox, D. (1972) "Regression Models and Life Tables." *Journal of the Royal Statistical Society* 24, 187–201.
- Cumming, D. (2006) "The Determinants of Venture Capital Portfolio Size: Empirical Evidence." *Journal of Business* 79, pp. 1083–1126.
- Du, Q. (2013) "Birds of a Feather or Celebrating Differences?" Unpublished working paper.
- Giot, P., Schwienbacher, A. (2007) "IPOs, Trade Sales and Liquidations: Modelling Venture Capital Exits Using Survival Analysis." *Journal of Banking and Finance* 31, pp. 679–702.
- Gompers, P., Lerner, J. (2001) "The Venture Capital Revolution." *Journal of Economic Perspectives* 15, pp. 145–168.
- Hamilton, B. H., Nickerson, J. A., Owan, H. (2003) "Team Incentives and Worker Heterogeneity: An Empirical Analysis of the Impact of Teams on Productivity and Participation." *Journal of Political Economy* 111, pp.465–497.
- Hopp, C. (2010) "When Do Venture Capitalists Collaborate? Evidence on the Driving Forces of Venture Capital Syndication." *Small Business Economics* 35, pp. 417–431.
- Hochberg, Y. V., Ljungqvist, A. Lu, Y. (2007) "Whom You Know Matters: Venture Capital Networks and Investment Performance." *Journal of Finance* 62, pp. 251–301.
- Hotchberg, Y., Lindsey, L., Westerfield, M. (2012) "Partner Selection in Co-Investment Networks: Evidence from Venture Capital," Unpublished working paper.
- Jones, B. F. (2009) "The Burden of Knowledge and the Death of the Renaissance Man: Is Innovation Getting Harder?" *Review of Economic Studies* 76, pp. 283–317.
- Kiefer, N. M. (1988) "Economic Duration Data and Hazard Functions." *Journal of Economic Literature* 26, pp. 646–679.
- Kerins, F., Kutsuna, K., Smith, R. (2007) "Why Are IPOs Underpriced? Evidence from Japan's Hybrid Auction-Method Offerings" *Journal of Financial Economics* 85, pp.637-666.
- Kutsuna, K., Smith, R. (2004) "Why Does Book Building Drive Out Auction Methods of IPO Issuance? Evidence from Japan," *Review of Financial Studies* 17, pp.1129-1166.
- Kutsuna, K., Smith, J. K., Smith, R. (2009) "Public Information, IPO Price Formation, and Long-run Returns: Japanese Evidence." *Journal of Finance* 64, pp.505-546.
- Lerner, J. (1994) "The Syndication of Venture Capital Investments," *Financial Management* 23, pp. 16-27.
- Lockett, A., Wright, M. (2001) "The Syndication of Venture Capital Investments." *Omega* 29, pp. 375–390.
- Manigart, S., De Waele, K., Wright, M., Robbie, K., Desbrieres, P., Sapienza, H., Beckman A. (2002) "Determinants of Required Returns in Venture Capital Investments: A Five Country Study." *Journal of Business Venturing* 17, pp. 291–312.
- Megginson, W. L., Weiss, K. A. (1991) "Venture Capitalist Certification in Initial Public Offerings." *Journal of Finance* 46, pp. 879–903.
- Miyakawa, D. (2011) "Hump-Shaped Hazard of Firm-Bank Relationships." Working Paper.
- Miyakawa, D., Takizawa, M. (2013) "Time to IPO: The Role of Venture Capital Firm Heterogeneity," *RIETI Discussion Paper Series* 13-E-022.
- Rajan, R. G. (1992) "Insiders and Outsiders: The Choice between Informed and Arm's-length Debt." *Journal of Finance* 47, pp. 1367–1400.
- Rin, M. D., Hellmann, T., Puri, M. (2013) "A Survey of Venture Capital Research," in Constantinides, G., Harris, M.,

- Stulz, R. (eds.) *Handbook of the Economics of Finance*, vol 2, Amsterdam, North Holland.
- Ritter, J. R. (1984) "The hot issue market of 1980." *Journal of Business* 57, pp. 215–240.
- Ritter, J. R. (1991) . "The long-run performance of initial public offerings." *Journal of Finance* 46, pp. 3–27.
- Sahlman W. A. (1990) "The Structure and Governance of Venture Capital Organizations." *Journal of Financial Economics* 27, pp. 473–521.
- Sah, R. K., Stiglitz, J. E. (1986) "The Architecture of Economic Systems: Hierarchies and Polyarchies." *American Economic Review* 76, pp. 716–727.
- Steffens, P. Terjesen, S., Davidsson, P. (2012) "Birds of a Feather Get Lost Together: New Venture Team Composition and Performance." *Small Business Economics* 39, pp. 727-743.
- Tian, X. (2012) "The Role of Venture Capital Syndication in Value Creation for Entrepreneurial Firms." *Review of Finance* 16, pp. 245–283.
- Tykvová, T., Walz, U. (2007) "How Important is Participation of Different Venture Capitalists in German IPOs?" *Global Finance Journal* 18, pp. 350–378.
- Wilson, R. (1968) "The Theory of Syndicates." *Econometrica* 36, pp. 119–32.
- Wright, M., Lockett, A. (2003) "The structure and management of alliances: Syndication in the venture capital industry." *Journal of Management Studies* 40, pp. 2073–2102.