



RIETI Policy Discussion Paper Series 21-P-009

高等教育と生産性・イノベーション

乾 友彦

学習院大学

池田 雄哉

科学技術・学術政策研究所

柿埜 真吾

学習院大学



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/>

2021 年 4 月

高等教育と生産性・イノベーション*

乾 友彦（学習院大学・国際社会科学部）

池田 雄哉（科学技術・学術政策研究所・第1研究グループ）

柿埜 真吾（学習院大学大学院・経済学研究科）

要 旨

本稿では、高等教育を通じた人的資本の蓄積が労働者の生産性に与えた効果に関する既存研究のサーベイ及び企業における博士号保持者の存在がイノベーション活動に与えた影響について検討した。日本の大学院卒の賃金プレミアムを測定した研究によると、大学院卒の賃金プレミアムは 20～30%程度であった。一方、米英の既存研究では、大学院卒の賃金プレミアムは 10～30%と推定されており、日本の水準との差異は小さい。このことより、日本の大学院教育が人的資本の蓄積に伴う生産性の向上に一定程度貢献している可能性が示唆された。

博士号保持者は知識吸収能力が高く、企業のイノベーション活動のパフォーマンスを高める効果を持つことが期待される。博士号保持者が企業のイノベーション活動に与える影響について、組織管理の方法も考慮しつつ分析した。その結果、博士号保持者が在籍している企業はそれ以外の企業に比べて、プロダクト・イノベーション実現率が 4.5%ポイント高く、プロセス・イノベーション実現率については 3.8%ポイント高いことが分かった。また、分析結果から組織管理がイノベーション実現に正の効果を持つことも明らかになった。

キーワード：高等教育、人的資源、賃金プレミアム、イノベーション

JEL classification: J24, J31, I26, O32

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。

*本稿は、独立行政法人経済産業研究所（RIETI）におけるプロジェクト「東アジア産業生産性」の成果の一部である。本稿の分析に当たっては、科学技術・学術政策研究所（NISTEP）の全国イノベーション調査の調査票情報を利用した。また、本稿の原案に対して、深尾京司特任教授（一橋大学）、矢野誠理事長（RIETI）、森川正之所長（RIETI）ならびに経済産業研究所ポリシー・ディスカッション・ペーパー検討会の方々から多くの有益なコメントを頂いた。また、乾は JSPS 科研費 16H06322、乾、池田は JSPS 科研費 19H01488 の助成を受けた。ここに記して、感謝の意を表したい。

1. はじめに

20 世紀以降の高等教育¹の普及には目覚ましいものがある。1900 年には世界で大学に進学するのは 100 人に 1 人だったが、20 世紀末には 5 人に 1 人となり (Valero and Van Reenen, 2019), 2019 年の世界の大学進学率は, UNESCO Institute for Statistics により 38.8%と推定されている。第二次世界大戦前には, 多くの国で一部のエリートのものであった高等教育は, 戦後の民主化や教育投資の重要性への認識の高まりで, 今では先進国においては広く一般にも享受できるものとなった。こうした変化は経済にも大きな影響を与えてきたと考えられる(例えば, Lucas, 1988)。

人的資本理論によれば, 教育は労働者の生産性を高める投資である。また教育の便益には金銭的便益だけでなく, 幸福度や健康につながるなどの非金銭的便益も伴っている。さらに, 教育の便益は教育を受ける本人だけにとどまらない。教育は正の外部性を伴う投資であり, 社会全体に便益をもたらす。したがって, 人的資本が高い人材は周囲の生産性にも正の効果を与えると考えられる。人的資本の水準が高まれば知識スピルオーバー効果が高まり, イノベーション活動が活発になる可能性がある。こうした外部経済も金銭的な効果に限定されるものではない。例えば, 教育によって民主的制度の価値や他者への尊重を学んだ人材は社会制度のより円滑な機能に貢献する可能性も指摘されている (Valero and Van Reenen, 2019; Hermannsson et al., 2017)。今後, 人工知能(AI)等の新技術への期待が高まるにつれて, 高等教育の意義はますます高まるものと考えられる。

教育産業のアウトプットとして, Jorgenson and Fraumeni, (1992)は人的資本の所得への貢献度に注目し, 賃金の水準で評価することを提唱している。この考えに従えば, 教育産業のアウトプットは, 教育が賃金に与えた効果を計測することによって把握することが可能となる²。そこで本稿では高等教育が賃金に与えた影響に関する研究をサーベイするとともに, 博士号保持者が企業のイノベーション活動に与えた影響について分析する。本稿の構成は以下の通りである。第 2 節では教育が賃金に与える研究をサーベイし, 第 3 節では大卒賃金プレミアムに関する研究, 第 4 節では大学の質が賃金に与える影響に関する研究, 第 5 節では大学院卒賃金プレミアムに関する研究をサーベイする。第 6 節は, 博士号保持者と企業のイノベーション活動に関する実証分析である。最後に本稿のまとめと, 今後の課題について議論する。

¹ 高等教育(tertiary education)は, 国際標準教育分類(ISCED)によれば, 中等教育を終えた者を対象とした教育段階(第 3 期の教育)を指し, 学士, 修士, 及び博士のみならず, 短期高等教育(短期大学, 専門学校, 高等専門学校等)を含んでいる。しかしながら, 本稿で高等教育という場合はもっぱら学士以上の教育課程に焦点を当てていることに留意いただきたい。

² 上記の通り, 教育には非金銭的便益や外部経済効果もあることから, 賃金に与える効果のみに限定することは教育産業のアウトプットを過少評価することになる。

表 1:教育による収益の種類

	私的収益	外部収益(社会的収益)
金銭的収益	賃金の上昇 雇用の増加 失業率の低下	他の労働者の生産性向上(生産性スピルオーバー効果) 知識スピルオーバーによる全要素生産性(TFP)の上昇
非金銭的収益	健康 平均寿命の上昇 幸福度の改善	犯罪率の低下 民主化 市民社会の発展

出所: Hermannsson et al., (2017)

2. 教育年数と賃金の関係

教育年数と賃金の関係については、賃金を教育年数と学卒後の経過年数である潜在経験年数、潜在経験年数の二乗で回帰分析を行った Mincer, (1974) の古典的研究以来、膨大な研究の蓄積がある。一般に教育の収益率は途上国で高く、教育年数が経過するにつれて穏やかに低下する傾向があるものの、近年の世界的な教育年数の上昇にもかかわらず、教育の収益率はほとんど低下していない。多くの研究は、教育年数が 1 年伸びるごとに賃金が約 10% 上昇すると報告している (例えば, Montenegro and Patrinos, 2014; Psacharopoulos and Patrinos, 2018)。近年の傾向として特に注目されるのは、高等教育の収益率の高まりである。従来は初等教育、中等教育、高等教育と段階が上がるにつれて収益率は低下する傾向が指摘されていたが、1980 年代以降、高等教育の収益率は進学率の上昇にもかかわらず世界的に上昇傾向にあり (Psacharopoulos and Patrinos, 2018)、高等教育の収益率は初等教育や中等教育を超えると報告する研究もある (Montenegro and Patrinos, 2014)。これは近年、技術の高度化に伴い高度人材の需要が高まっていることが原因と思われる。

しかしながら、ミンサー型の賃金関数を用いて教育の収益率を分析することに対しては、しばしば内生性の問題が指摘されている。通常、生来の能力が高いほど教育年数は長くなり、またその収益性が高い傾向がある。そのため賃金に与える影響について、生来の能力に起因するものか、教育に起因するものかを識別することが難しいという問題が生じる。単純な OLS 推定では、教育の効果に生来の能力の効果を含んでしまうため、その推定結果は上方バイアスを持っている可能性が高くなる。この内生性の問題に対処するため、家庭の環境や生来の能力をコントロールする方法として、Ashenfelter and Rouse, (1998) 以来、兄弟や双子のデータを利用して、家庭環境や遺伝的要因を制御した兄弟固定効果モデル、双子固定効果モデルを用いた研究が盛んになっている。Ashenfelter and Rouse, (1998) は、米国における双子のデータから家庭環境や遺伝的要因を考慮しても教育の収益率は OLS の結果とほとんど変わらないことを明らかにした。他の先進国の研究はほぼ同じ結果を得ているが、中国について Li et al., (2012) は、遺伝的要因を考慮すると教育の

収益率は大幅に低下するとし、その背景には入学試験重視の教育制度があるのではないかと考察している。一方、日本は入学試験重視の教育制度は中国と共通するが、Nakamuro et al., (2017) は日本の一卵性・二卵性双生児のデータを使い、他の先進国同様、遺伝的要因を考慮しても OLS 推定に近い結果を得ている。分析によってばらつきがあるものの、多くの先行研究では能力バイアスや欠落変数バイアスに対処した場合でも教育の収益率は十分に高いことが報告されている。

賃金の上昇が教育による生産性向上を反映したものか、それとも、大卒の資格が能力の高さを示すシグナリングとして働いているのかについても議論がある。最近の研究では、Carlsson et al., (2015) がスウェーデンの徴兵における 18 歳男性の IQ テストの成績と学校教育の関係を調査して、在学年数と同義語テスト、技術的理解力テストの点数に有意な関係があることを明らかにしている³。この結果は単純なシグナリング仮説を否定するものであり、認知能力と教育年数の間には一定の関係があることを示しており、高等教育が人的資本の蓄積に一定の貢献をしているものと考えられる。またコロンビア共和国の名門校であるアンデス大学の 2006 年のカリキュラム変更に着目した Arteaga, (2018) は、大学の経済学科とビジネス学科卒業に必要な単位がそれぞれ 20%, 14%削減されたことで、卒業生の賃金がそれぞれ 16%, 12%低下したと報告している。賃金の低下は、卒業生の優良企業への雇用可能性の低下を反映したものと考えられる。アンデス大学の入学者数や入学試験成績、大学の相対的地位は変化していないことから、賃金低下はシグナリング仮説では説明困難であり、人的資本蓄積の低下によるものだと考察している。

3. 大卒賃金プレミアムの研究

米国では、1980 年代から大卒賃金プレミアムが上昇し始め、2000 年代までこうしたトレンドが続いたことが知られている。Goldin and Katz, (2008) は、米国における長期的な大卒賃金プレミアムを推定し、1915 年以降 1940 年代まで大卒賃金プレミアムは縮小傾向にあったが、それ以降は横ばいが続き、1980 年代以降は拡大に転じ、2005 年には 1915 年と同程度の水準に戻っていると指摘している。

大卒者数が増加し続けたにもかかわらず、大卒賃金プレミアムが拡大を続けた要因については、様々な説明が試みられてきたが、最も有力な仮説の一つは教育と技術の競争に着目するものである (Goldin and Katz, 2007; Autor et al., 2020)。この考え方によれば、現代の経済成長は技能偏向的な技術進歩によるものであるため、高学歴労働者の需要は拡大していく傾向にあるが、教育システムがそれに見合った大卒労働者の供給に成功しなければ大卒賃金プレミアムは拡大することになる。Goldin and Katz, (2008) は 20 世紀初めから 1940 年代までの大卒賃金プレミアムの縮小は大卒者の増加で説明でき、1980 年代以降の賃金プレミアムの拡大も相対的な大卒者の供給不足で説明できると指摘している。

³ ただし、空間把握能力と論理力のテストでは教育年数の効果は見られないとしている。

米国とは異なり、日本では 1980 年代以降も大卒賃金プレミアムは拡大しなかったが、この違いを説明する要因は相対的な大卒者の供給拡大にあると考えられる。Kawaguchi and Mori, (2016) は、1985–2008 年について、米国で大卒賃金プレミアムが拡大したのに対して、日本ではむしろ大卒賃金プレミアムがわずかに低下していることを指摘している。彼らは、日米の生産関数を推定した上でシミュレーションを行い、日米の違いの約 6 割は、この時期に日本の大卒者数が米国の二倍の速さで増加したことに起因すると説明している。Autor et al., (2020) は、Goldin and Katz, (2008) の推定を延長し、1980–2000 年には大卒賃金プレミアムの急拡大がみられたのに対して 2000–2017 年には拡大は緩やかになり、学歴間の格差よりも同一学歴内での格差拡大が重要になりつつあることを指摘している。

Ashworth and Ransom, (2019) は、米国の代表的な 5 つの賃金統計を用いて、25–34 歳のフルタイム労働者のミンサー型の賃金関数を推定し、近年にはいずれの統計でも大卒賃金プレミアムがフラット化しており、NLSY (National Longitudinal Surveys of Youth) を使った場合、1980–1984 年生まれのコホート(2000–2010 年代)については賃金プレミアムの縮小がみられると指摘している。特にこの傾向は男性に顕著であるとしている。

Valletta, (2016) も、1980 年代に拡大した、大卒賃金プレミアムは 2000 年以降安定しており、2000 年代にまだ拡大していた大学院卒プレミアムも 2010–2015 年にはほぼ変化しなくなったことを指摘している。こうした変化は、定型的な仕事の自動化で高度人材への需要の減少したことによる仕事の分極化現象(polarization)と、近年のIT投資の停滞によりそれと補完的な先進的な認知能力への需要が減少したこと (Beaudry et al., 2016) で説明可能としている。Valletta, (2016) によれば、2000 年から 2015 年にかけて、非定形的な認知能力を必要とする仕事の割合は、大学院卒では 90%で変化しなかったのに対し、大卒では 68%から 64%に低下している。

一方、Carneiro and Lee, (2011) は、大学進学率が上昇するにつれて学生の質が低下したことが賃金プレミアムの縮小につながっていると論じている。1960–2000 年にかけて大卒賃金プレミアムは 20%拡大したものの、平均的な学生の質の低下は大卒賃金プレミアムを 6%下落させたという。

4. 大学の質の違いは賃金に影響するか

大学が人的資本への投資なのであれば、大学教育の質の高さは賃金や生産性に正の影響を与えと考えられる。だが、実証研究の結果はまちまちで、大学の質と賃金、生産性との間に明確な関係は確認できない (Dale and Krueger, 2002, 2011, Nakamuro and Inui, 2013)。

Dale and Krueger, (2002) は、米国のデータを用いて、一流大学に合格したものの進学しなかった学生は、進学した学生と同様の賃金を得ており、能力を考慮すれば大学の質は賃金に影響しないことを明らかにしている。ただし、低所得者の場合は進学した大学が賃金に影響するという。Dale and Krueger, (2011) も、より新しいデータを使用し、貧困層が多い黒人とヒスパニックを除き、能力を調整すると大学の質は賃金に影響しないことを確認している。

一方, Hoekstra, (2009) は回帰不連続デザインの手法を用いて大学入学資格のボーダーライン上の合格者と不合格者のその後を比較し、白人男性の場合はトップ州立大学への入学は5-10年後に賃金を20%高めるが、白人女性の場合、効果は確認できないとしている。

日本に関する研究として、Nakamuro and Inui, (2013) は、一卵性双生児のデータを用いて、大学の人気度(selectivity)や大学の質(私立・公立、学生に対する教職員の割合や専任教員比率、学費等)が賃金に影響を与えているかどうかを OLS と双子固定効果モデルで検証している。彼らは、OLS 推定では大学の人気度や大学の質のいくつかの指標が有意な結果になるとしているが、ほとんどの場合、有意性は低く、固定効果モデルによって遺伝や家庭環境等の観察できない要因を制御すると、大学の質は賃金に影響を与えないと報告している。ただし、低所得世帯の場合は大学の外国人学生の割合や外国人教員の割合等が有意な結果になる。

自然実験を用いた興味深い研究としては、Kawaguchi and Ma, (2008)がある。Kawaguchi and Ma, (2008) は、学生紛争のため 1969 年の東京大学の入学試験が直前に中止されたことを利用し、東京大学の卒業者が高い地位に就いているのは学生の元来の能力が高いためか、東京大学に入学したことによる効果なのかを検証している。彼らによれば、本来は東京大学に進学した学生が受験したと考えられる上位の大学の 1973 年度の卒業生が他の年度の卒業生に比べて中央省庁の幹部になる割合が有意に高いものの、その効果は小さく、東京大学の卒業生の公的部門での優位性は、入学する学生の能力の高さだけでは説明できないという。

現状では、大学の質が賃金や生産性を高めているのか明確な証拠はないといえる⁴。これは人的資本理論を強く支持する結果ではないが、大学の質を測定することは難しく、測定上の問題が分析結果に影響している可能性もある。教育の質を測る指標としては大学への政府支出、学生に対する教職員の割合や専任教員比率等が使われているが、これらは学力テスト等で測られる教育達成度とはほとんど関係がないことが報告されている (Hanushek and Woessmann, 2017)。

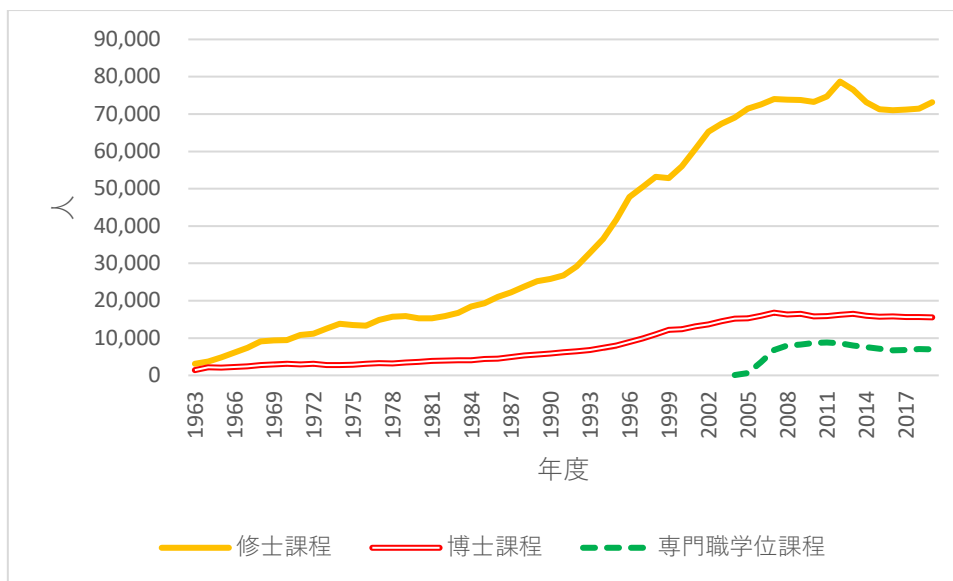
⁴ Araki et al., (2016) では、人事データを用いて出身大学と企業内の昇進等の関係を分析している。その結果、名門大学出身者は非名門大学出身に比べて昇進するものの、その効果は入社年次が経過していくにつれて弱まる、と報告している。名門大学出身と職務執行能力(人的資本)はある程度相関するものの、完全に関係するものではない。

5. 大学院卒賃金プレミアムの研究

2012 年時点で米英の大学院修了者(以下、「大学院卒」)は成人労働力のうち約 14%, 大学卒業者のうち約 38%であり, 大学院卒の平均的な賃金は高いことが報告されている(Lindley and Machin, 2016)。大卒賃金プレミアムの拡大が 2000 年代には一服した一方, 米英では大学院卒の賃金プレミアムは 2000 年代以降も拡大していた。Lindley and Machin, (2016) は, こうした変化は大卒労働者の定型的労働が機械と代替される一方, 大学院卒労働者の高度な知識・技能と補完的な非定型的労働への需要が増加したことで説明できるとしている。

日本では大学院重点化の影響で 1990 年代から 2000 年代には大学院進学率が上昇し, 大学在籍者に占める大学院生の割合は 2019 年度には約 8.7%に達している等, 新卒採用市場でも無視できない規模である。とはいえ, 日本では大学院進学はまだ少なく, 2011 年度をピークに大学院生数は減少し, 大学院を設置する大学数も横ばいになっている。背景には人口減少で高等教育の需要が減少している上, 企業も大学院卒の人材を求めておらず, 就職率が低迷していることがある(Cyranoski et al., 2011)。

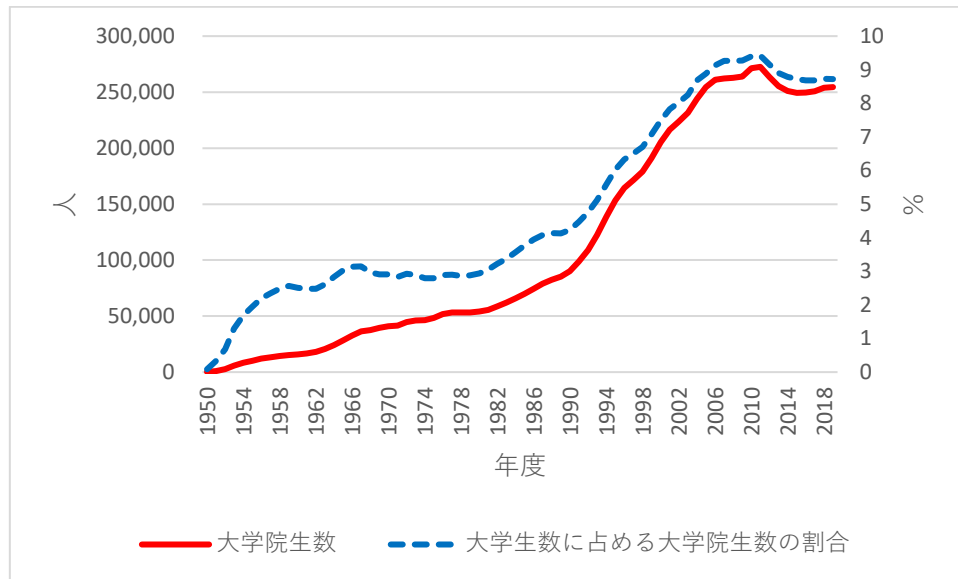
図 1: 日本における大学院修了者の推移(1963-2019)



出典: 文部科学省「学校基本調査」

註: 博士課程修了者には, 所定の単位を修得し, 学位を取得せずに満期退学した者を含む。

図 2: 日本における大学院生数の推移 (1950－2019)



出典: 文部科学省「学校基本調査」

日本の大学院卒の収益率を求めた研究として、2007 年の就業構造基本調査⁵の集計データを使用した森川, (2011) がある。森川, (2011) によれば、日本の大学院卒の賃金プレミアムは約 20%で、男性に比べて女性の大学院卒の賃金プレミアムが大きく、大学院卒の男女間賃金格差は大学卒よりも小さい。1990-2010 年代の英米の研究は大学院卒の賃金プレミアムを 10~30%とするものが多く、日本の水準はほぼ同じと言える。大学院卒は、60 歳を超えてからも賃金の減少が小さく、高齢でも就労し続ける傾向があるという。私的収益率は 10%程度で、社会的収益率はさらに高い可能性があると推察している。

就業構造基本調査の個票データを使った Morikawa, (2015) は、賃金プレミアムを約 30%とし、集計データを用いた森川, (2011) とは異なり、女性の方が男性よりも大学院卒賃金プレミアムが高い傾向はないが、その他の点では低い貧困率、高い就業率、高齢まで働き続ける傾向、高い内部収益率⁶といったほぼ同じ特徴があることを確認している。柿澤他, (2014) は、就業構造基本調査の個票データに基づき、大学院卒と大卒の賃金プロファイルを比較し、男性においても女性においても大学院卒の生涯収入は大卒よりも高く、日本においても大学院卒の経済的価値は高いと指摘している。大学院進学率の収益率は修士まで進学した場合、男性は 11.4%、女性は 10.1%、博士まで進学した場合、男性は 5.9%、女性は 5.7%であると報告している。

Suga, (2020) は、生来の能力や景気循環による自己選択バイアスの影響を考慮に入れた大学院修士の賃金プレミアム推定について、家計経済研究所が収集した「消費生活に関するパネル調

⁵ 従来、大卒と大学院卒は同一のカテゴリーに分類されていたが、2007 年調査より両者は区別して調査されている。

⁶ Morikawa, (2015) では、大学院(修士課程)修了による生涯給与の増加分の現在価値および大学院教育に要する費用(機会費用を含む)の推計を使用して、内部収益率を計算している。

査」やリクルートワークス研究所の「ワーキングパーソン調査」等の個人レベルのパネルデータを使用して推定した。推定結果は、大学院卒の賃金プレミアムは男性で 16.5～23.7%、女性で 13.5～26.4%であったことを報告している。

もっとも、全ての大学院教育が同程度に有利だと考えるのは誤りであり、専攻等による違いがあると考えerべきなのは当然である。平尾他, (2011) は、企業人事部アンケートの個票データを用いて、1998 年から 2009 年にかけて大学院卒賃金プレミアムは低下しており、特に文系の賃金プレミアム低下は著しいと指摘している。これは企業に需要がない中で大学院卒の供給が大幅に増えた結果である。いたずらに高学歴化を促進することは過剰教育の不適格な人材を送り出すことにつながるため、慎重な対応が望まれる。

また文系に比べて高く評価されがちな理系の労働市場での評価に関しても批判的研究がある。安井, (2019) は、理系の学生の大学院進学率は文系に比べて高いことから、理系の賃金プレミアムには大学院卒の効果が含まれている可能性がある」と指摘している。安井, (2019) は、2000 年と 2014 年にリクルートワークス研究所が実施した「ワーキングパーソン調査」を用いて、理系の賃金プレミアムと大学院の賃金プレミアムの双方を考慮した場合、大学院の賃金プレミアムが有意な正の効果を持つのに対し、理系の賃金プレミアムは大きく低下し、男性の場合は有意ではなくなっている。こうした結果は、従来、理系の賃金プレミアムと考えられてきたものは、大部分が大学院の賃金プレミアムであることを示唆するものである。

6. 日本の大学院卒とイノベーション

6. 1. 大学院卒とイノベーション, 組織管理

先行研究は大学院卒の賃金が高く、その生産性が高いことを示唆しているが、大学院卒の高度人材、特に博士号保持者は企業のイノベーション活動に貢献しているだろうか。博士号保持者は (1) 社外の知識・技術を吸収する知識吸収能力, (2) 大学・公的研究機関で蓄積された先端的知識の移転, (3) 大学・公的研究機関との関係性の構築を通じて企業のイノベーション活動に関与することが期待される (池田・乾, 2018)。しかしながら、日本企業は、博士号保持者の採用に必ずしも積極的でない。「科学技術指標 2020」によると、2019 年における日本の研究者が企業の全従業員に占める割合は 10.5%と、米国の 5.5% (2017 年) より高いが、研究者に占める博士号保持者の割合は 4.5%と、米国の 10.8% (2017 年) より低い (科学技術・学術政策研究所, 2020)。

池田・乾, (2018) は、文部科学省科学技術・学術政策研究所(NISTEP)が実施した全国イノベーション調査 2015 年調査 (第 4 回調査) を使用して博士号保持者が企業のプロダクト・イノベーションやプロセス・イノベーションに与える影響を分析した。全国イノベーション調査 2015 年調査で測定されたプロダクト・イノベーションやプロセス・イノベーションは、企業が 2012 年度から 2014 年度までの 3 年間に行われた新しい製品・サービスの市場への導入や新しい生産工程・配送方法等の自社内への導入である。分析の結果、博士号保持者が在籍している企業はそれ以外の企業に比べて、プロダクト・イノベーションとプロセス・イノベーションの実現率が高いことを示している。具体

的には、博士号保持者が在籍している企業はそれ以外の企業に比べて、プロダクト・イノベーション実現率が11%ポイント高く、プロセス・イノベーション実現率については7~8%ポイント高いことが判明した。

近年の研究においては、組織管理がイノベーションを含む企業パフォーマンスの向上に重要な役割を果たすことが指摘されている。例えば Bloom et al., (2017) は、34 か国における11,000 を超える工場レベルのデータを分析したところ、工場における全要素生産性の差異の30%は、組織管理の手法の差異に起因することを指摘している。Haneda and Ito, (2018) は、NISTEP による全国イノベーション調査2009年調査(第2回調査)を使用して組織管理とイノベーションの関係を分析した。その結果、組織管理の方法のうち「部門横断的なプロジェクト・チームを結成」や「研究開発拠点を新設／移転／統合」がプロダクト・イノベーション及びプロセス・イノベーションと有意に正の関係があり、また「研究開発部門出身者の取締役就任」や「研究者・技術者の評価への研究開発成果の反映」が企業のプロダクト・イノベーションに有意に正の影響があったと報告している。

6.2. 博士号保持者とイノベーションの関係の既存研究のサーベイ

博士号保持者の採用は、大学で創出・蓄積された知識 (Zellener, 2003)、発明やその商用化に貢献する暗黙知 (Agrawal, 2006) を企業に取り入れる効果的な方法である。研究開発重視型の産業、特にハイテク産業の企業では、先端的知識の創出や吸収に対する需要が高く、博士号保持者を積極的に採用する傾向がある (Herrera et al., 2010)。博士号保持者は研究開発だけでなく、それらを利用した製品の製造やマーケティング等にも不可欠であり (Herrera and Nieto, 2015)、大学と企業との関係性を構築し、共同研究を進める上でも重要な役割を果たす (Cruz-Castro and Sanz-Menéndez, 2005)。博士号保持者は専門的研究の価値を理解でき、R&D の効果的モニタリングが可能のため、取締役会に博士号保持者を含む企業は R&D に積極的で特許件数や被引用件数が多い (Francis et al., 2015, Swift, 2018)。

欧州のデータを用いた Mariani and Romanelli, (2007) は、博士号保持者が多い企業では特許件数が有意に多いと指摘しており、米国のデータを用いた Kim et al., (2007) も同様の結論を得ている。一方、イタリアのデータを用いた Schettino et al., (2013) は、特許件数には有意な差がないが、博士号保持者の特許引用件数は非大卒に比べ有意に多いとする。Hoisl (2007) は、博士号保持者はキャリアのスタートの遅さを考慮すると、通常の実験者と比べて特許件数が多いとは言えないとするが、Onishi and Nagaoka, (2012) は、キャリアのスタートの遅れを考慮しても課程博士の生涯の研究生産性は最も高いとしている。こうした博士号保持者の企業業績へのプラスの影響は博士号取得者の元来の能力の高さを反映する部分もあるが、身に付けた専攻分野の知識による部分も大きい。資産運用会社を分析した Chaudhuri et al., (2020) によれば、経済学やファイナンス専攻の専門知識を持つ博士号保持者の運用成績は他分野専攻者を上回る。以上のように博士号保持者のイノベーションに与える影響に関する研究は増えつつあるものの、博士号保持者の企業内での知識活用に関する研究はまだ不明な点が多く残されている。

6. 3. データおよび推定式

本稿では、NISTEP が実施した全国イノベーション調査 2018 年調査の個票データを使用した。同調査では従業者数 10 人以上の企業(一部の産業を除く) 505,917 社を対象母集団として 30,280 社の標本企業を無作為抽出して調査を実施している。このうち分析で用いたデータの観測数は 9,486 社である。なお、全国イノベーション調査 2018 年調査では 2015 年から 2017 年までの 3 年間に実施した活動の内容が調査の対象となっているが、データは 1 期のクロス・セクションデータとして構成されている。

池田・乾, (2018) では、博士号保持者が在籍している企業の方がそれ以外の企業に比べて、プロダクト・イノベーションとプロセス・イノベーションの実現率が高いことを示したが、これらのイノベーションの実現には企業規模や産業といった企業特性の違いが影響すると考えられる。本稿ではこれらの企業特性をコントロールして、博士号保持者の在籍がプロダクト・イノベーション実現とプロセス・イノベーション実現に及ぼす影響を検証する。具体的に、プロダクト・イノベーション実現とプロセス・イノベーション実現を従属変数とする推定モデルをそれぞれ下記の(1)式及び(2)式に定式化し、二項選択モデル(ロジット・モデル)によって推定する。

$$\begin{aligned} \Pr(\text{PrdIn}_i = 1) = & F(\beta_1 \text{PhD}_i + \beta_2 \text{Master}_i + \beta_3 \text{RD}_i + \beta_4 \text{SIZE}_i + \beta_5 \text{Export}_i + \beta_6 \text{Group}_i \\ & + \beta_7 \text{DirRD}_i + \beta_8 \text{RwdPf}_i + \beta_9 \text{RwdInv}_i \gamma + \beta_{10} \text{RetEmp}_i \\ & + \gamma \text{Region}_i + \delta \text{Industry}_i \\ & + \varepsilon_i) \end{aligned} \quad (1)$$

$$\begin{aligned} \Pr(\text{PrcIn}_i = 1) = & F(\beta_1 \text{PhD}_i + \beta_2 \text{Master}_i + \beta_3 \text{RD}_i + \beta_4 \text{SIZE}_i + \beta_5 \text{Export}_i + \beta_6 \text{Group}_i \\ & + \beta_7 \text{DirRD}_i + \beta_8 \text{RwdPf}_i + \beta_9 \text{RwdInv}_i \gamma + \beta_{10} \text{RetEmp}_i \\ & + \gamma \text{Region}_i + \delta \text{Industry}_i \\ & + \varepsilon_i) \end{aligned} \quad (2)$$

各変数は、表 2 のように定義した。各変数の添字の i は、観測単位である企業 i をあらわし、 ε は、誤差項である。Haneda and Ito, (2018) では、「研究開発部門出身者の取締役就任」や「研究者・技術者の評価への研究開発成果の反映」がイノベーション実現に正の効果をもたらすと報告されている。そこで、本稿においても研究開発部門の組織管理に関連する次の 4 つの変数を推計式に加えた。具体的に、 DirRD (研究開発部門出身者の取締役就任)、 RwdPf (研究者・技術者への研究開発成果への反映)、 RwdInv (職務発明に対する報奨制度)、 RetEmp (定年退職となった研究者・技術者への再雇用)である。各変数の基本統計量は、表 3 のとおりである。

表 2: 変数の定義

変数	シンボル	定義
プロダクト・イノベーション実現	<i>PrdIn</i>	1:2015 年から 2017 年までの 3 年間に、新しい又は改善した製品・サービスを市場に導入した。0:それ以外。
プロセス・イノベーション実現	<i>PrcIn</i>	1:2015 年から 2017 年までの 3 年間に、新しい又は改善した製品の生産方法等(製品の生産方法又はサービスの提供方法;製品・サービスのロジスティクス、配送方法、又は流通方法;情報処理又は情報伝達に関する方法;会計又は他の管理業務に関する方法)を自社内に導入した。0:それ以外。
博士号保持者の在籍	<i>PhD</i>	1:2017 年に博士号保持者(博士課程修了者又は論文博士)が在籍していた。0:それ以外。
修士号保持者の割合	<i>Master</i>	高等教育修了者に占める修士号保持者の割合(%)
研究開発集約度	<i>RD</i>	社内及び社外研究開発支出額(2017 年)/売上高(2017 年)
企業規模	<i>Size</i>	従業者数(2017 年末時点)の自然対数値
海外展開	<i>Exprt</i>	1:2015 年から 2017 年までの 3 年間に、製品又はサービスを海外で販売又は提供した。0:それ以外。
企業グループへの所属	<i>Grp</i>	1:2017 年末時点で、親会社又は子会社を有していた。0:それ以外。
研究開発部門出身者の取締役就任	<i>DirRD</i>	1:2015 年から 2017 年までの 3 年間に、研究開発部門出身者の取締役が就任し、その重要度を高又は中と評価した。0:それ以外。
研究者・技術者への研究開発成果への反映	<i>RwdPf</i>	1:2015 年から 2017 年までの 3 年間に、研究者・技術者への研究開発成果への反映を実行し、その重要度を高又は中と評価した。0:それ以外。
職務発明に対する報奨制度	<i>RwdInv</i>	1:2015 年から 2017 年までの 3 年間に、職務発明に対する報奨制度を実行し、その重要度を高又は中と評価した。0:それ以外。

定年退職となった研究者・技術者への再雇用	<i>RetEmp</i>	1:2015 年から 2017 年までの 3 年間に、定年退職となった研究者・技術者への再雇用を実行し、その重要度を高又は中と評価した。0:それ以外。
地域ダミー	<i>Region</i>	企業の所在地(都道府県)をあらわすダミー変数であり、政令指定都市を有する都道府県(計 16 群)に限定して定義している。
産業ダミー	<i>Industry</i>	企業の産業分野をあらわすダミー変数であり、日本標準産業分類の大分類に従って定義している。

表 3: 基本統計量(クロス・セクション)

	平均値	標準偏差
<i>PrdIn</i>	0.194	0.396
<i>PrcIn</i>	0.353	0.478
<i>PhD</i>	0.090	0.287
<i>Master</i>	2.897	9.900
<i>RD</i>	0.048	3.605
<i>Size</i>	4.385	1.606
<i>Export</i>	0.216	0.412
<i>Grp</i>	0.465	0.499
<i>DirRD</i>	0.047	0.211
<i>RwdPf</i>	0.081	0.272
<i>RwdInv</i>	0.076	0.265
<i>RetEmp</i>	0.223	0.416

6. 4. 推定結果

表 4 の (i) 及び (ii) は従属変数がプロダクト・イノベーション実現である(1)式の推定結果, (iii) 及び (iv) は従属変数がプロセス・イノベーション実現である(2)式の推定結果である。(i) の推定結果は、博士号保持者の在籍(*PhD*)がプロダクト・イノベーション実現に正に有意な効果があることを示している。この効果は (ii) において様々な組織管理に関する変数を考慮に入れた場合でも変化しない。(ii)での *PhD* の限界効果は 0.045 であり、これは博士号保持者が在籍する企業はそれ以外の企業に比べて、プロダクト・イノベーションの実現率が 4.5%ポイント高いことを示している。組織管理を考慮に入れない(i)での *PhD* の限界効果は 0.078 であることから、組織管理を考慮しな

い場合は博士号保持者在籍が及ぼす効果が過大評価されている可能性がある⁷。

表 4 の (iii) 及び (iv) の推定結果は、博士号保持者の在籍がプロセス・イノベーション実現に正に有意な効果があることを示している。(iv) での *PhD* の限界効果は 0.038 であり、これは博士号保持者が在籍する企業はそれ以外の企業に比べてプロセス・イノベーションの実現率が 3.8%ポイント高いことを示している。組織管理に関する変数を考慮に入れない(iii)での *PhD* の限界効果は 0.072 であることから、プロダクト・イノベーション実現と同様に、組織管理を考慮しない場合は博士号保持者在籍が及ぼす効果が過大評価されている可能性がある。

組織管理に関して、*DirRD*(研究開発部門出身者の取締役就任)は、プロダクト・イノベーション実現に正の効果が見られたものの、プロセス・イノベーション実現には有意な効果が見られなかった。一方で、*RwdPf*(研究者・技術者の評価への研究開発成果の反映)、*RwdInv*(職務発明に対する報奨制度)、及び *RetEmp*(定年退職となった研究者・技術者への再雇用)はいずれもプロダクト・イノベーション実現とプロセス・イノベーション実現の両者に有意で正の効果があるとする結果が得られた。これらの結果は、組織管理を重視する企業はイノベーションの実現率が高いことを示唆している。

⁷ 記載を割愛したが、本稿では組織管理に関する変数(*DirRD*, *RwdPf*, *RwdInv*, *RetEmp*)と *PhD* の交差項を推定したものの、いずれも有意の結果を得られなかった。したがって、組織管理の優劣によって博士号保持者在籍がイノベーション実現に及ぼす効果を増加(又は減少)させるという結果は示唆されない。これら交差項に関する結果は従属変数がプロダクト・イノベーション実現である場合のみならずプロセス・イノベーション実現にも共通していた。

表 4: ロジットモデルによる推定結果

	(i)	(ii)	(iii)	(iv)
	<i>PrdIn</i>	<i>PrdIn</i>	<i>PrcIn</i>	<i>PrcIn</i>
<i>PhD</i>	0.078*** (0.012)	0.045*** (0.013)	0.072*** (0.018)	0.038** (0.018)
<i>Master</i>	0.001*** (0.000)	0.001* (0.000)	0.001** (0.001)	0.001 (0.001)
<i>RD</i>	0.028 (0.022)	0.019 (0.022)	0.570 (0.517)	0.395 (0.419)
<i>Size</i>	0.030*** (0.003)	0.024*** (0.003)	0.044*** (0.003)	0.039*** (0.003)
<i>Exprt</i>	0.151*** (0.008)	0.127*** (0.008)	0.095*** (0.012)	0.069*** (0.012)
<i>Grp</i>	0.007 (0.008)	-2.93×10^{-4} (0.008)	0.038*** (0.010)	0.032*** (0.010)
<i>DirRD</i>		0.050*** (0.018)		0.032 (0.027)
<i>RwdPf</i>		0.092*** (0.014)		0.111*** (0.021)
<i>RwdInv</i>		0.071*** (0.014)		0.046** (0.021)
<i>RetEmp</i>		0.032*** (0.009)		0.094*** (0.011)
地域ダミー	Yes	Yes	Yes	Yes
産業ダミー	Yes	Yes	Yes	Yes
擬似対数尤度	-4,098	-3,998	-5,800	-5,719
Wald χ^2	995***	1,051***	631***	704***
観測数	9,486	9,486	9,486	9,486

注: 数値は限界効果。括弧内の数値は頑健標準誤差。*, **, *** はそれぞれ, 10%, 5%, 1%水準での統計的有意性をあらわす。

6. 5. 頑健性の確認

上記の結果は、企業の博士号保持者とイノベーションの関係に正の関係があることを示したが、推定結果には観測できない企業固有の効果(unobserved fixed-effects)が影響していることも考えられる。そこで本節では、全国イノベーション調査の2015年調査と2018年調査のいずれにおいても回答があった企業を抽出し(事業所母集団データベースが付与する共通コードによる識別)、2

期間のパネルデータを作成した。その結果、当該データセットに含まれる企業数は 1,238 社(観測数は 2,476 社)となった。

この作成されたパネルデータを使用して、博士号保持者の在籍がプロダクト・イノベーション実現とプロセス・イノベーション実現に与える効果について、下記の(3)式及び(4)式のように定式化して、企業個別効果(変量効果)を考慮した二項選択モデル(パネルロジット・モデル)により推定する。

$$\begin{aligned} \Pr(\text{PrdIn}_{it} = 1) = & F(\beta_1 \text{PhD}_{it} + \beta_2 \text{Master}_{it} + \beta_3 \text{RD}_{it} + \beta_4 \text{SIZE}_{it} + \beta_5 \text{Export}_{it} + \beta_6 \text{Group}_{it} \\ & + \gamma \text{Region}_i + \delta \text{Industry}_i + u_i \\ & + \varepsilon_{it}) \end{aligned} \quad (3)$$

$$\begin{aligned} \Pr(\text{PrcIn}_{it} = 1) = & F(\beta_1 \text{PhD}_{it} + \beta_2 \text{Master}_{it} + \beta_3 \text{RD}_{it} + \beta_4 \text{SIZE}_{it} + \beta_5 \text{Export}_{it} + \beta_6 \text{Group}_{it} \\ & + \gamma \text{Region}_i + \delta \text{Industry}_i + u_i \\ & + \varepsilon_{it}) \end{aligned} \quad (4)$$

なお、各変数の定義は表 2 と同じである。推定に使用したデータの基本統計量は表 5 に示す通りである。

表 5: 基本統計量(パネルデータ)

	平均値	標準偏差
<i>PrdIn</i>	0.181	0.385
<i>PrcIn</i>	0.268	0.443
<i>PhD</i>	0.090	0.286
<i>Master</i>	3.637	11.529
<i>RD</i>	0.006	0.048
<i>Size</i>	4.335	1.479
<i>Export</i>	0.158	0.365
<i>Group</i>	0.492	0.500

表 6 には、(3)式及び(4)式の推定結果を示している。(i) 及び (ii) は全サンプルのデータを使用した推定結果、(iii) 及び (iv) は製造業のみのデータを使用した推定結果である。この推定結果から、博士号保持者の在籍はプロダクト・イノベーションに対して、有意に正の効果があることがわかる。推定結果は限界効果を示しており、(i) では *PhD* の限界効果が 0.044 となっており、これは博士号保持者が在籍している企業は、そうでない企業に比べて、プロダクト・イノベーション実現率が 4.4%ポイント高いことを示している。一方で、(ii) 及び(iv)で示すように、プロセス・イノベーション実現に対する有意な効果はなく、表 4 とは整合的な結果を得られなかった。

表 6: パネルロジット・モデルによる推定結果

	(i) <i>PrdIn</i> (全サンプル)	(ii) <i>PrcIn</i> (全サンプル)	(iii) <i>PrdIn</i> (製造業)	(iv) <i>PrcIn</i> (製造業)
<i>PhD</i>	0.044** (0.022)	-0.004 (0.030)	0.105** (0.047)	0.087 (0.056)
<i>Master</i>	0.001 (0.001)	0.001* (0.001)	0.001 (0.001)	-0.001 (0.002)
<i>RD</i>	0.818 (0.574)	0.682 (0.369)	2.643** (1.166)	1.997* (1.038)
<i>Size</i>	0.038** (0.006)	0.043** (0.007)	0.059** (0.013)	0.057** (0.017)
<i>Export</i>	0.138** (0.019)	0.100** (0.024)	0.154** (0.029)	0.088** (0.040)
<i>Group</i>	0.010 (0.017)	0.016 (0.019)	-0.004 (0.031)	-0.060 (0.038)
地域ダミー	Yes	Yes	Yes	Yes
産業ダミー	Yes	Yes	—	—
擬似対数尤度	-964	-1,305	-405	-543
Wald χ^2	174**	157**	84**	49**
観測数	2,476	2,476	894	894

注: 数値は限界効果。括弧内の数値は頑健標準誤差。*, **, *** はそれぞれ, 10%, 5%, 1%水準での統計的有意性をあらわす。

7. おわりに

本稿では、高等教育による人的資本の蓄積が労働者の生産性やイノベーション活動に与えた影響について検討した。Jorgenson and Fraumeni, (1992) は、教育産業のアウトプットを、人的資本の所得への貢献度に注目し、賃金水準で評価することを提唱している。日本の大学院卒の賃金プレミアムを測定した研究によると、大学院卒の賃金プレミアムは 20～30%程度であった。一方、英米の既存研究では、大学院卒の賃金プレミアムは 10～30%と推定されており、日本の水準との差異は小さい。このことは、日本の大学院教育が人的資本の蓄積に一定程度貢献していることを示唆している。ただし、これらの既存研究の結果が日本と英米の大学院教育の質が同様な水準にあることを意味することではないことには注意を要する。加えて既存研究では専攻分野の違いや職

業選択の内生性に関する課題が残されており (Altonji and Zhong, 2020), 今後より一層厳密な分析が望まれる。

また、長岡, (2010) が指摘するように、博士号保持者は知識吸収能力が高く、企業のイノベーション活動のパフォーマンスを高める効果を持つことが期待される。本稿では全国イノベーション調査から作成したデータセットを用いて、博士号保持者が企業のイノベーション活動に与える影響について、組織管理の方法も考慮しつつ分析した。その結果、博士号保持者が在籍している企業はそれ以外の企業に比べて、プロダクト・イノベーション実現率が 4.5%ポイント高く、プロセス・イノベーション実現率については 3.8%ポイント高いことが分かった。また、分析結果では、組織管理がイノベーション実現に正の効果を持つことも明らかになった。

本稿の分析結果は、博士号保持者がイノベーション実現に重要な役割を果たしており、我が国における高等教育を通じた人的資本蓄積の有効性を示唆するものである。今後、AI をはじめとするデジタル化の発展により非定型的な仕事への需要が増えることが予想され、より高度な専門知識を備えた人材の供給がますます重要となる。その点で、大学院教育の強化・充実により高度人材の育成のみならず社会人の知識・技術の向上を図っていく必要がある。くわえて、産業のイノベーション・プロセスにおいて科学的知識の重要性が高まっている、いわゆる“サイエンス経済”の下では、博士号保持者を通じた企業への知識移転もますます期待されており、博士号保持者が産業界で活躍できるような環境整備をさらに進める必要もあろう。

参考文献

- Agrawal, Ajay (2006) “Engaging the Inventor: Exploring Licensing Strategies for University Inventions and the Role of Latent Knowledge,” *Strategic Management Journal*, Vol. 27, pp.63-79.
- Altonji, Josheph G. and Ling Zhong (2020) “The labor market returns to advanced degrees,” *NBER Working paper Series*, W26959.
- Araki, Shota, Daiji Kawaguchi, and Yuki Onozuka (2016) “University prestige, performance evaluation, and promotion: Estimating the employer learning model using personnel datasets,” *Labour Economics*, Vol. 41, pp.135-148.
- Arteaga, Carolina (2018) “The effect of human capital on earnings: Evidence from a reform at Colombia's top university,” *Journal of Public Economics*, Vol. 157, pp.212-225.
- Ashenfelter, Orley and Cecilia Rouse (1998) “Income, schooling, and ability: Evidence from a new sample of identical twins,” *The Quarterly Journal of Economics*, Vol. 113 (1), pp.253-284.
- Ashworth, Jared and Tyler Ransom (2019) “Has the college wage premium continued to rise? Evidence from multiple US surveys,” *Economics of Education Review*, Vol. 69, pp.149-154.
- Autor, David, Claudia Goldin, and Lawrence F. Katz (2020) “Extending the race between education and technology,” *AEA Papers and Proceedings*, Vol. 110, pp.347-51.

- Beaudry, Paul, David A. Green, and Benjamin M. Sand (2016) “The great reversal in the demand for skill and cognitive tasks,” *Journal of Labor Economics*, Vol. 34 (S1), pp. 199-247.
- Bloom, Nicholas, Raffaella Sadun, and John Van Reenen (2017) “Management as a technology?” *NBER Working Paper*, No. 22327.
- Carlsson, Magnus, Gordon B. Dahl, Björn Öckert, and Dan-Olof Rooth (2015) “The effect of schooling on cognitive skills,” *Review of Economics and Statistics*, Vol. 97 (3), pp.533-547.
- Carneiro, Pedro and Sokbae Lee (2011) “Trends in quality-adjusted skill premia in the United States, 1960-2000,” *American Economic Review*, Vol.101 (6), pp.2309-49.
- Chaudhuri, Ranadeb, Zoran Ivković, Joshua Pollet, Charles Trzcinka (2020) “A tangled tale of training and talent: PhDs in institutional asset management,” *Management Science*, Vol. 66 (12), pp.5623-5647.
- Cruz-Castro, Laura, and Luis Sanz-Menéndez (2005) “The Employment of PhDs in firms: Trajectories, mobility and innovation,” *Research Evaluation*, Vol. 14 (1), pp.57-69.
- Cyranoski, David, Natasha Gilbert, Heidi Ledford, Anjali Nayar, and Mohammed Yahia (2011) “The PhD factory,” *Nature*, Vol. 472, pp.476-479.
- Dale, Stacy Berg and Alan B. Krueger (2002) “Estimating the payoff to attending a more selective college: An application of selection on observables and unobservable,” *The Quarterly Journal of Economics*, Vol. 117 (4), pp.1491-1527.
- Dale, Stacy Berg and Alan B. Krueger (2011) “Estimating the return to college selectivity over the career using administrative earning data,” *NBER Working Paper*, No. W17159.
- Francis, Bill, Iftexhar Hasan, and Qiang Wu (2015), “Professors in the boardroom and their impact on corporate governance and firm performance,” *Financial Management*, Vol. 44 (3), pp.547-581.
- Goldin, Claudia and Lawrence F. Katz (2008), *The Race between Education and Technology*, Cambridge, Mass. ; London : Belknap Press of Harvard University Press.
- Haneda, Shoko and Keiko Ito (2018) “Organizational and human resource management and innovation: which management practices are linked to product and / or process innovation?” *Research Policy*, Vol. 47, pp.194-208.
- Hanushek, Eric A. and Ludger Woessmann (2017) “School resources and student achievement: A review of cross-country economic research,” Monica Rösen, Kajsa Yang Hansen, and Ulrika Wolff (eds.) *Cognitive Abilities and Educational Outcomes*, Springer, Cham. pp.149-171.
- Hermannsson, Kristinn, Katerina Lisenkova, Patrizio Lecca, Peter G McGregor, and J Kim Swales (2017) “The external benefits of higher education,” *Regional Studies*, Vol. 51 (7), pp.1077-1088.
- Herrera, Liliana, Maria Felisa Muñoz-Doyague, and Mariano Nieto (2010) “Mobility of public researchers, scientific knowledge transfer, and the firm’s innovation process,” *Journal of Business Research*, Vol. 63, pp.510-518.

- Herrera, Liliana, and Mariano Nieto (2015) “The Determinants of firms’ PhD recruitment to undertake R&D activities,” *European Management Journal*, Vol. 33, pp.132-142.
- Hoekstra, Mark (2009) “The effect of attending the flagship state university on earnings: A discontinuity- based approach,” *The Review of Economics and Statistics*, Vol. 91 (4), pp.717–724.
- Hoisl, Karin (2007) “Tracing mobile inventors—The causality between inventor mobility and inventor productivity,” *Research Policy*, Vol. 36 (5), pp.619-636.
- Jorgenson, Dale W. and Barbara M. Fraumeni (1992) “The Output of the Education Sector,” In Zvi Griliches (Ed.), *Output Measurement in the Services Sector*. Chicago, IL: The University of Chicago, pp.303-338.
- Kawaguchi, Daiji and Wenjie Ma (2008) “The causal effect of graduating from a top university on promotion: Evidence from the University of Tokyo's 1969 admission freeze,” *Economics of Education Review*, Vol. 27 (2), pp.184-196.
- Kawaguchi, Daiji and Yuko Mori (2016) “Why has wage inequality evolved so differently between Japan and the US? The role of the supply of college-educated workers,” *Economics of Education Review*, Vol. 52, pp.29-50.
- Kim, Jinyoung, Sangjoon Lee and Gerald Marschke (2007) “Research Scientist Productivity and Firm Size: Evidence from Panel Data on Inventors,” Discussion Paper Series 0708, Institute of Economic Research, Korea University
- Li, Hongbin, Pak Wai Liu, and Junsen Zhang (2012) “Estimating returns to education using twins in urban China,” *Journal of Development Economics*, Vol. 97 (2), pp.494-504.
- Lindley, Joanne, and Stephen Machin (2016), “The rising postgraduate wage premium,” *Economica*, Vol. 83 (330), pp.281-306.
- Lucas, Robert E. (1988) “On the mechanics of economic development,” *Journal of Monetary Economics*, Vol. 22 (1), pp.3-42,
- Mariani, Myriam, and Marzia Romanelli (2007), ““Stacking” and “picking” inventions: The patenting behavior of European inventors,”” *Research Policy*, Vol. 36 (8), pp.1128-1142.
- Montenegro, Claudio E. and Harry Anthony Patrinos (2014) “Comparable estimates of returns to schooling around the world,” *The World Bank Policy Research Working Paper*, No.7020.
- Morikawa, Masayuki (2015) “Postgraduate education and labor market outcomes: an empirical analysis using micro data from Japan,” *Industrial Relations: A Journal of Economic and Society*, Vol. 54 (3), pp.499-520.
- Nakamuro, Makiko and Tomohiko Inui (2013) “The returns to college quality in Japan: Does your college choice affect your earnings?” *ESRI Discussion Paper Series*, No.306.
- Nakamuro, Makiko, Tomohiko Inui, and Shinji Yamagata (2017) “Returns to education using a sample of twins: Evidence from Japan,” *Asian Economic Journal*, Vol. 31 (1), pp. 61-81.

- Onishi, Koichiro and Sadao Nagaoka (2012) “Life-cycle Productivity of Industrial Inventors: Education and other determinants,” *RIETI Discussion Paper Series*, 12-E-059.
- Psacharopoulos, George and Harry Antony Patrinos (2018) “Returns to investment in education,” *World Bank Policy Research Working Paper*, No.8402.
- Schettino, Francesco, Alessandro Sterlacchini and Francesco Venturini (2013), “Inventive productivity and patent quality: Evidence from Italian inventors,” *Journal of Policy Modeling*, Vol. 35 (6), pp.1043–1056.
- Suga, Fumihiko (2020) “The returns to postgraduate education,” *The Japanese Economic Review*, Vol. 71, pp.571–596.
- Swift, Tim (2018) “PhD scientists in the boardroom: the innovation impact,” *Journal of Strategy and Management*, Vol. 11 (2), pp.184-202.
- Mincer, Jacob (1974). *Schooling, Experience and Earnings*. New York: National Bureau of Economic Research.
- Valero, Anna and John Van Reenen (2019) “The economic impact of universities: Evidence from across the globe,” *Economics of Education Review*, Vol. 68, pp.53-67.
- Valletta, Robert G. (2016) “Recent flattening in the higher education wage premium: Polarization, skill downgrading, or both?” *National Bureau of Economic Research*, W22935.
- Zellener, Christian (2003) “The Economic Effects of Basic Research: Evidence for Embodied Knowledge Transfer via Scientists’ Migration,” *Research Policy*, Vol. 32, pp.1881-1895.
- 池田雄哉・乾友彦 (2018)「博士号保持者と企業のイノベーション: 全国イノベーション調査を用いた分析」, *NISTEP Discussion Paper*, No.158, 文部科学省科学技術・学術政策研究所.
- 科学技術・学術政策研究所 (2020)『科学技術指標 2020』, 調査資料, No.295, 文部科学省科学技術・学術政策研究所.
- 柿澤寿信・平尾智隆・松繁寿和・山崎泉・乾友彦 (2014)「大学院卒の賃金プレミアム マイクロデータによる年齢—賃金プロファイルの分析」, *ESRI Discussion Paper Series*, No.310, 内閣府経済社会総合研究所.
- 長岡貞男 (2010)「日米のイノベーション過程: 日米発明者サーベイからの知見」, *RIETI Policy Discussion Paper Series*, 10-P-013, 経済産業研究所.
- 平尾智隆・梅崎修・松繁寿和 (2011)「大学院卒の処遇プレミアムとその変化—人事管理の 2 時点間比較」, 『社会政策』, 3 巻 2 号, ミネルヴァ書房, 99-109 頁.
- 森川正之 (2011)「大学院教育と人的資本の生産性」, *RIETI Discussion Paper Series*, 11-J-072, 経済産業研究所.
- 安井健悟 (2019)「大学と大学院の専攻の賃金プレミアム」, 『経済分析』, 199 号, 内閣府経済社会総合研究所. 42-67 頁.

付論:博士号保持する研究者がいる企業の特徴

付表1にあるように、博士号保持する研究者がいる企業は、プロダクト・イノベーション及びプロセス・イノベーションの実現率、修士号保持者の人数、研究開発比率、企業の規模、海外展開、企業グループへの所属においてサンプルの平均的な企業を上回る。

また、業種では建設業、製造業、情報通信業、その他、において博士号保持する研究者のいる企業の割合が、博士号保持する研究者のいない企業の割合を上回る。

付表 1. 基本統計量, 博士号保持者有無別(クロス・セクション)

	全サンプル (n=9,486)		博士号保持者有り (n=857)		博士号保持者無し (n=8,629)	
	平均値	S.D.	平均値	S.D.	平均値	S.D.
<i>PrdIn</i>	0.194	0.396	0.418	0.493	0.172	0.377
<i>Prcln</i>	0.353	0.478	0.534	0.499	0.335	0.472
<i>Phd</i>	0.090	0.287	-	-	-	-
<i>Master</i>	2.897	9.900	14.206	19.262	1.774	7.548
<i>RD</i>	0.048	3.605	0.457	11.968	0.007	0.243
<i>Size</i>	4.385	1.606	5.298	1.636	4.294	1.574
<i>Exprt</i>	0.216	0.412	0.497	0.500	0.189	0.391
<i>Grp</i>	0.465	0.499	0.627	0.484	0.448	0.497
(産業)						
農林水産業	0.025	0.157	0.008	0.090	0.027	0.162
鉱業	0.010	0.101	0.004	0.059	0.011	0.104
建設業	0.041	0.199	0.043	0.203	0.041	0.199
製造業	0.439	0.496	0.467	0.499	0.436	0.496
電気・ガス等	0.024	0.154	0.012	0.107	0.025	0.158
情報通信業	0.041	0.197	0.063	0.243	0.038	0.192
運輸業	0.066	0.249	0.033	0.178	0.070	0.255
卸売業	0.059	0.235	0.046	0.209	0.060	0.237
小売業	0.067	0.250	0.039	0.193	0.070	0.255
金融業	0.037	0.188	0.025	0.155	0.038	0.191
不動産業	0.030	0.171	0.011	0.102	0.032	0.177
その他	0.153	0.360	0.247	0.432	0.143	0.351