

Title	高等教育における理系学生の研究生産性に関する実証研究：同級生の影響
Author(s)	山田, 愛
Citation	年次学術大会講演要旨集, 35: 474-477
Issue Date	2020-10-31
Type	Conference Paper
Text version	publisher
URL	http://hdl.handle.net/10119/17283
Rights	本著作物は研究・イノベーション学会の許可のもとに掲載するものです。This material is posted here with permission of the Japan Society for Research Policy and Innovation Management.
Description	一般講演要旨

高等教育における理系学生の研究生産性に関する実証研究 ：同級生の影響

○山田 愛 (東京大学)
aiyamada@g.ecc.u-tokyo.ac.jp

1. はじめに

アカデミアは知識生産の主要な場所として多くの研究論文を生み出しており(National Science Board, 2008)、その知見は社会や経済の発展に寄与している(e.g. Adams & Clemmons, 2008; Mazzoleni & Nelson, 2007)。特に現代社会では、公的資金に依存することが多い性質上、アカデミアの知識生産性の向上が社会から求められている (Hugo Horta & Lacy, 2011)。

アカデミアにおける知識生産は研究室単位で行われ、小規模家族経営のように研究室の長である主宰者 (principal investigator, 以下 PI) が指揮をとり(Freeman, Weinstein, Marincola, Rosenbaum, & Solomon, 2001)、博士課程の学生 (以下、博士学生) が研究活動を下支えし、時に論文の主たる担い手となっている(Baruffaldi, Visentin, & Conti, 2016)。近年、博士学生は所属研究室だけでなく外部組織との合同研究グループにおいても重要な存在となっており、グループの論文生産では大きな役割を果たしている(Conti, Denas, & Visentin, 2014; Conti & Liu, 2015; Stephan, 2012)。すなわち博士学生の研究能力を向上させることは、研究グループ、ひいてはアカデミア全体の研究生産性を高めることにつながると言え、博士学生トレーニングの効果的な条件を明らかにすることは現代社会の要請に応える上で大変有意義である。しかし先行研究では育成対象の専門領域を科学技術イノベーションの中核である理系に特化したものがなく、さらにトレーニング成果測定の指標として学生の満足度や自己効力感といった主観的要素が採用されているため(e.g. Dericks, Thompson, Roberts, & Phua, 2019; Paglis, Green, & Bauer, 2006)、論文数のような客観的要素による分析が不十分である。

博士課程での研究成果は博士教育の成功を評価する最も重要な指標の一つである(Gu, Lin, Vogel, & Tian, 2011)。博士学生は在籍中に自身の専門分野で論文を書けるようになることが不可欠であり(Nettles, 2006)、在籍時に論文出版を経験している者は非経験者よりもその後のキャリアにおいて優れた研究成果と生産性を持ち、さらに年間被引用数、キャリア通算被引用数がいずれも優れていることが明らかになっている(H. Horta & Santos, 2016)。また在籍時の論文出版経験は、ハイレベルな研究者としての科学的自立性や国際的協力関係への原動力の獲得(H. Horta & Santos, 2016)、学位取得の完遂(Lariviere, 2012)にもつながることから、博士教育の効果的条件を検討するにあたって論文出版数を指標とした知見が必要であることは明白である。

博士教育は伝統的に主宰者の存在する研究室での研究を通じて主に行われており(Austin, 2006)、論文出版や学会発表の方法の習得においては指導教員(supervisor)の影響を強く受ける(Barnes, 2009; Paglis et al., 2006)。しかし既存の議論において、博士学生と指導教員の関係性に対する評価は一様ではない。他の博士学生やポスドクとの関係性と比較し、指導教員との関係性が最も重要であり(Borg et al., 2009)、学生から科学者への移行は、指導教員が重要な役割を果たす社会的相互作用を通じて行われる(Campbell, 2003)といった主張が散見される一方で、指導教員が博士学生の成長に悪影響を及ぼす可能性もある(Lee, 2008)と警鐘を鳴らす研究者もいる。指導教員単独で学生が抱える孤立感を解消することは非常に困難であり(Johnston, 1995)、指導教員と学生を取り巻く環境に第三者が存在すると、指導教員だけが学生にとっての全てであるといった非現実的な圧力の軽減に効果的である可能性が示唆されている(Walsh, 2010)。

先行研究において、同級生や上級生、大学内外の共同研究者といったピアからのサポートは学位取得の促進に重要な役割を果たすことが明らかになっている(Boud & Lee, 2005; Lizzio & Wilson, 2006)。また博士教育の重要な要素は、学生が別のアプローチに触れること、他の学生や経験豊富な研究者と対話する機会を持つことである(Newbury, 2003)との指摘もある。学生の学力向上や研究進展に対するピアサポートの効果を分析した先行研究(Baldwin, Bedell, & Johnson, 1997; Martinsuo & Turkulainen, 2011; Shacham & Od-Cohen, 2009)において、結果はいずれも正の影響を示唆しているが、その分析対象は社会人学生や理系分野以外の学生である。科学・技術・工学・数学分野の総称である STEM 分野は研究者が協力して

課題の解決に取り組むことが多く、人文学や社会科学といった文系学部とは異なる(Parry, 2007)ことから、ピアサポートが学生に与える影響を分析するにあたって研究分野を区別することは必要不可欠であると言える。

フェルドンらは理系分野を対象とした分析を行っており、研究室において上級生やポスドクといったシニアピアによるディスカッションへの積極的な関与は、教員によるメンタリングや研究室活動よりも博士学生のスキル開発に正の影響を与えることを示唆している(Feldon et al., 2019)。ただしこの先行研究から得られた知見はシニアピアの影響のみであり、同級生の影響は明らかになっていない。同級生は博士課程プログラムを同じタイムスケジュールで歩む仲間であり、相談相手やライバルといった様々な役割を持つ存在である。特に同じ研究室に所属する同級生は同じ環境下で切磋琢磨するため、シニアピアはもちろんのこと、他の研究室に所属する同級生よりも強く相互作用する可能性が推察される。

そこで本研究は、理系の博士課程学生を対象とし、彼らの学術論文出版数を指標とした研究生産性に影響を与える要因として、同じ指導教員を持つ同級生に焦点を当てる。

2. 理論的背景

博士学生に関する研究は大半が定性的であり、教育に対する満足度(e.g. Dericks, Thompson, Roberts, & Phua, 2019)や研究に対する自己効力感(e.g. Overall, Deane, & Peterson, 2011)などについて様々な分析がなされている。一方で定量的研究、例えば論文数を指標とした研究生産性に関する分析は、独立研究者を対象に多数行われているにもかかわらず、博士学生を対象としたものは指導教員の性別(Pezzoni, Mairesse, Stephan, & Lane, 2016)やアカデミア経験(Gu, Lin, Vogel, & Tian, 2011)、指導教員によるメンタリング(Paglis, Green, & Bauer, 2006)を説明変数とした3報しか確認されなかった。これらの要因はいずれも指導教員に関するものであるが、学生が学位取得プロセスにおいて指導教員よりも多くの時間を共有するのは同級生であり、特に同じPIを指導教員とする同級生の存在は学生の研究生産性に影響を与える要因になり得ると推察される。そこで本項では、博士学生が学位論文の完遂をもって独立研究者となる過程において、指導教員などの他者から受ける影響を整理する。

2.1. 指導教員からの影響

博士学生の研究スキル発展には教員の指導が不可欠である(Barnes, 2009; Paglis et al., 2006)。教員は学位取得プロセスの中で学生の研究スキルの未発達な点を特定し、それを補うために必要な支援を提供する(Ahern & Manathunga, 2004)。具体的には、研究トピックの決め方や研究デザインの方法、データ分析の方法、読むべき先行論文、論文執筆の方法などが教授され、指導教員との接触頻度が高いほど学生はより多くの論文を発表しており、研究能力が向上すると示唆された(Heath, 2002)。このような実践的教育が指導教員と学生の共著論文作成を通して行われると、博士学生の学位取得や修了後の研究キャリアは正の影響を受けることが明らかになっている(Lariviere, 2012)。実際に、STEM分野において自らの専門分野で学術論文を出版できるようになるための重要課題は、指導教員と学生の共著論文作成によって達成されることが多い(Maher, Timmerman, Feldon, & Strickland, 2013)との指摘もある。

指導教員は学生に必要なスキルを積極的に与えるだけでなく、研究に対する自己効力感や自律性の獲得を促進することが求められる(Overall et al., 2011)。自己効力感とは、バンデューラ(Bandura, 1986)による社会的認知理論の中心的な構成要素であり、「望ましい結果を生み出すために必要な行動をうまく実行できるという確信」として定義されている(Bandura, 1977)。研究に対して自己効力感を強く持つ博士学生は研究遂行に意欲的であることが明らかになっている(e.g. Hollingsworth & Fassinger, 2002)。自律的に考え、意思決定するよう促す指導が学生の自己効力感を強める可能性が高いと示唆されており(Overall et al., 2011)、指導教員からのメンタリングが増えるにつれて長期的に強まると推察されている(Paglis et al., 2006)。また、博士学生の教育に対する満足度においても指導教員のメンタリングが正の影響を及ぼすことが明らかになっている(e.g. Lunsford, 2012)。このように主要なメンターをPI単独で担う形式は、博士学生のトレーニングモデルに関する先行研究において「認知的見習いモデル」と呼ばれ、「カスケードメンターシップモデル」と呼ばれる別のモデルと比較分析されている。

2.2. 指導教員以外からの影響

STEM分野の博士学生は一般的に研究室を基本とした研究チームに参加しており(Cumming, 2009)、様々な専門知識レベルのピアが学生の研究スキル開発に貢献すると考えられている(Feldon, Maher, Hurst, & Timmerman, 2015)。実際、テクニカルスタッフは博士学生の実験スキル習得に重要な存在であ

ることが示唆された(Holley, 2009)。前述のカスケードメンターシップモデルとは、カスケード、すなわち小さい滝のように段々と下位の者がメンターを務めるトレーニングモデルであり、具体的にはPIからポスドク、ポスドクからシニア学生、シニア学生からジュニア学生といった方向でメンタリングが行われる。フェルドンらは、上級生やポスドクのようなシニアピアによるメンタリングは、指導教員によるものよりも博士学生のスキル開発に正の影響を与えやすいため、カスケードメンターシップモデルは有益である(Feldon et al., 2019)と主張している。

また優れた博士学生は、実験スキルだけでなく、研究適性や独立して仕事を行う能力、研究グループへの順応、研究へのモチベーションなど多様な特性を持っている必要がある(Stephan, 2012)。なかでも研究へのモチベーションは博士学生の学位論文完遂の可否や研究成果の質を決定づける重要な要因であることが示唆されており(Lovitts, 2005)、そのモチベーションを維持するためには精神的支援が必要不可欠であると推察される。ケンプらによる学生へのインタビューから、互いの経験を共有、共感することができるという心の支え、すなわち精神的支援は他の学生との関係によって促進されることが明らかになっており(Kemp, Lazarus, Perron, Hanage, & Chapman, 2014)、それは研究を強く進展させるものである(Martinsuo & Turkulainen, 2011)と示唆されている。また他の学生との交流は精神的支援だけでなく、将来的に独立研究者として研究コミュニティで他の研究者とのネットワークを構築する際にも役立つ(Golde, 2005)と指摘されている。

同級生による博士学生の学力向上や研究進展に対する影響を分析した先行研究は極めて少ない。マルティンスオらは社会人博士学生の論文数と達成感(Martinsuo & Turkulainen, 2011)、シャチャムらは社会人博士学生に対するインタビュー(Shacham & Od-Cohen, 2009)、ウォルシュは博士課程留学生に対するインタビュー(Walsh, 2010)によって同級生の影響を分析しており、いずれも正の影響を示唆している。このように社会人や留学生といった博士学生のマイノリティに対する知見は存在するが、我が国の理系博士課程の中心層である20代半ばの学生を対象とした研究は類を見ない。そこで本研究は博士学生の研究生産性に対するピア効果について知見を深めることを目的とする。

3. データ及び分析方法

本研究では東京大学の薬学系研究科及び理学系研究科物理学専攻、同研究科化学専攻において、1999年から2005年に学位を取得した435名の博士学生の情報を抽出してパネルデータを作成した。

対象学生の論文数を被説明変数、対象学生と同一の指導教員をもつ同級生の人数および論文数、日本学術振興会による特別研究員への採用有無を説明変数とした。

4. 分析結果と議論

4.1. 分析結果の概略

上述した変数と、コントロール変数(対象学生の特別研究員への採用有無、指導教員の職位、指導教員の研究生産性、研究費など)を投入した回帰分析の結果、同級生の論文数に関して有意差は認められなかったが、対象学生の論文数に対して、同級生の人数は負の、特別研究員の同級生の有無は正の影響を与えることが示唆された。

4.2. 議論

大学教員は教育や研究だけでなく学内外での公務遂行もその使命であることから、時間的資源における教育への割合には限りがある。このため、指導学生の人数と一人当たりの指導時間は反比例関係、すなわち同一指導教員の同級生が多ければ対象学生が教授できる時間や機会は少なくなるため、研究生産性に負の影響を与えると推察される。他方、特別研究員の同級生は対象学生の研究生産性に正の影響を与える存在であることが明らかとなった。特別研究員は研究者としての資質や研究業績だけでなく、研究計画能力や論理的思考能力など研究遂行に必要な能力が審査対象であり、採用された学生はこれらを満たしていると推察されるため、その交流を通して、精神的支援だけでなく研究生産性の向上に資するものを得ることができると推察される。

近年我が国では、博士課程進学者が減少傾向にあり(MEXT, 2018)、次代の科学技術イノベーションを担う研究者の確保が危惧されている。アカデミア研究者の育成は諸外国でも中心的政策課題の一つとなっており(OECD, 2002, 2008)、本研究は次世代研究者の育成環境に関する議論へ新たな視座を提供するものである。

ただし本研究の主張は、東京大学の3専攻のみを対象とした実証研究によるものである。東京大学の

学生が既に厳選されていることを考慮すると、他の大学も含めて再検討し、より一般化を図ることが求められる。また、同級生の論文数だけでなく、質問票調査による定量的分析、インタビューによる定性的分析も今後検討する方針である。

参考文献

- Ahern, K., & Manathunga, C. (2004). Clutch-starting stalled research students. *Innovative Higher Education*, 28, 237-254.
- Bandura, A. (1977). Self-efficacy: toward a unifying theory of behavioral change. *Psychological review*, 84(2), 191.
- Bandura, A. (1986). The explanatory and predictive scope of self-efficacy theory. *Journal of social and clinical psychology*, 4(3), 359-373.
- Barnes, B. J. A., & A. E. (2009). The role of doctoral advisors: A look at advising from the advisor's perspective. *Innovative Higher Education* 33(5), 297-315.
- Cumming, J. (2009). The doctoral experience in science: Challenging the current orthodoxy. *British Educational Research Journal*, 35(6), 877-890.
- Dericks, G., Thompson, E., Roberts, M., & Phua, F. (2019). Determinants of PhD student satisfaction: the roles of supervisor, department, and peer qualities. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 44(7), 1053-1068.
- Feldon, D. F., Litson, K., Jeong, S., Blaney, J. M., Kang, J., Miller, C., . . . Roksa, J. (2019). Postdocs' lab engagement predicts trajectories of PhD students' skill development. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 116(42), 20910-20916.
- Feldon, D. F., Maher, M. A., Hurst, M., & Timmerman, B. (2015). Faculty Mentors', Graduate Students', and Performance-Based Assessments of Students' Research Skill Development. *American Educational Research Journal*, 52(2), 334-370.
- Golde, C. M. (2005). The role of the department and discipline in doctoral student attrition: Lessons from four departments. *Journal of Higher Education*, 76(6), 669-+.
- Gu, J. B., Lin, Y., Vogel, D., & Tian, W. (2011). What are the major impact factors on research performance of young doctorate holders in science in China: a USTC survey. *Higher Education*, 62(4), 483-502.
- Heath, T. (2002). A quantitative analysis of PhD students' views of supervision. *Higher Education Research and Development*, 21(1), 41-53.
- Holley, K. (2009). Animal research practices and doctoral student identity development in a scientific community. *Studies in Higher Education*, 34(5), 577-591.
- Hollingsworth, M. A., & Fassinger, R. E. (2002). The role of faculty mentors in the research training of counseling psychology doctoral students. *Journal of Counseling Psychology*, 49(3), 324.
- Kemp, M. W., Lazarus, B. M., Perron, G. G., Hanage, W. P., & Chapman, E. (2014). Biomedical Ph.D. Students Enrolled in Two Elite Universities in the United Kingdom and the United States Report Adopting Multiple Learning Relationships. *Plos One*, 9(7).
- Lariviere, V. (2012). On the shoulders of students? The contribution of PhD students to the advancement of knowledge. *Scientometrics*, 90(2), 463-481.
- Lovitts, B. E. (2005). Being a good course-taker is not enough: a theoretical perspective on the transition to independent research. *Studies in Higher Education*, 30(2), 137-154.
- Lunsford, L. (2012). Doctoral advising or mentoring? Effects on student outcomes. *Mentoring & Tutoring: Partnership in Learning*, 20(2), 251-270.
- Maher, M. A., Timmerman, B. C., Feldon, D. F., & Strickland, D. (2013). Factors Affecting the Occurrence of Faculty-Doctoral Student Coauthorship. *Journal of Higher Education*, 84(1), 121-143.
- Martinsuo, M., & Turkulainen, V. (2011). Personal commitment, support and progress in doctoral studies. *Studies in Higher Education*, 36(1), 103-120.
- Overall, N. C., Deane, K. L., & Peterson, E. R. (2011). Promoting doctoral students' research self-efficacy: combining academic guidance with autonomy support. *Higher Education Research & Development*, 30(6), 791-805.
- Paglis, L. L., Green, S. G., & Bauer, T. N. (2006). Does adviser mentoring add value? A longitudinal study of mentoring and doctoral student outcomes. *Research in Higher Education*, 47(4), 451-476.
- Pezzoni, M., Mairesse, J., Stephan, P., & Lane, J. (2016). Gender and the Publication Output of Graduate Students: A Case Study. *Plos One*, 11(1), 12.
- Shacham, M., & Od-Cohen, Y. (2009). Rethinking PhD learning incorporating communities of practice. *Innovations in Education and Teaching International*, 46(3), 279-292.
- Stephan, P. E. (2012). *How economics shapes science* (Vol. 1): Harvard University Press Cambridge, MA.
- Walsh, E. (2010). A model of research group microclimate: environmental and cultural factors affecting the experiences of overseas research students in the UK. *Studies in Higher Education*, 35(5), 545-560.