

Title	技術開発における過去の成功とパフォーマンスの低下
Author(s)	吉岡（小林），徹；渡部，俊也
Citation	年次学術大会講演要旨集，30： 59-62
Issue Date	2015-10-10
Type	Conference Paper
Text version	publisher
URL	http://hdl.handle.net/10119/13225
Rights	本著作物は研究・技術計画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 Science Policy and Research Management.
Description	一般講演要旨

技術開発における過去の成功とパフォーマンスの低下

○吉岡（小林） 徹（一橋大学），渡部俊也（東京大学）

1.はじめに

革新的な技術をいかに新市場の創出（イノベーション）に結びつけるかは、我が国のみならず国際的な関心の対象である[1]。革新的な技術の創出自体が不確実な活動であるが、その実用化はいつその不確実さを伴う。いかに効率的に多数の技術を生み出すかは依然として重要なテーマである。

多数の新技术を生み出すという観点では、生産性の高い研究者を中心に据え、彼らのパフォーマンスをいつそう高めることがマネジメント上の手段として考えられる。実際、組織内では少数の者が大多数の技術的成果を生み出す傾向が知られている[2][3]。もちろんこれは、組織内の研究資源の配分が、研究者の地位や評判、あるいは、担当技術の戦略性に依拠して偏っているために生じている可能性もある。しかし、経験的には、個人の創造性の差もまた大きな影響を与えていると考えられるところであろう。

では、生産性の高い研究者への依存は革新的な技術の創出につながるのだろうか。Audia ら[4]は、ハードディスク産業分野において、平均的な年間の特許出願件数を超えた特許出願を行った者（彼らはこれを「成功」と捉えた）は直後に当人にとって未知の技術分野を開拓しなくなる傾向があることを発見した。生産性の高い研究者への依存は技術の開拓には不向きであることがわかる。March[5]が議論するとおり、環境変化が激しい中で技術の開拓が行われないことは環境への適応を遅らせることにつながる。

ならば、過去に実績を挙げた研究者に依存することはどうだろうか。Audia らの直接の検証の対象では無いが、彼らの議論に基づけば、成功体験に基づく経路依存が生じ、技術の探索傾向が低下し、革新的な成果にはつながりにくくなるようにも思われる。本研究はこの点を検証する。

2.先行研究と仮説

過去に高い実績をあげた研究者が引き続いて高い実績をあげるかについて分析する場合に、過去の実績に基づいて発生する組織や個人の意思の影響を取り除く必要がある。そこで、高い実績をあげた研究者が組織内でどのように扱われるか、また、どのような心理的傾向を有するか、そしてそれらの行動の変化によって、技術開発実績にどのような影響を与え得るかを検討する。

第一に考えられることは、実績を挙げた研究者に組織が優先的に研究資源（研究費、人的資源）を割り当てる可能性が高いということである。研究資源の多さはそのまま成果の質の向上につながるものが想定される【仮説 1：研究資源増加仮説】。

仮説 1-1：直近に革新的な技術を生み出した研究者には多くの研究資源が割り当てられる

仮説 1-2：研究資源の多さは革新的な技術の創出に結びつく

第二に考えられることは、組織が実績に基づき昇進をさせ、管理業務を担わせることにより、技術開発 1 件あたりにかけるエフォートが減少するというものである[6]。エフォートの減少により当該研究者の関与する技術の質は低下することが想定される【仮説 2：エフォート減少仮説】

仮説 2-1：直近に革新的な技術を生み出した研究者は実質的に関与できる技術開発の量が減少する

仮説 2-2：実質的に関与した技術開発の量の多さは革新的な技術の創出に結びつく

第三に考えられることは、組織が当該革新的な成果の磨き上げや周辺技術の特許化を当該研究者に求める可能性である。これにより当該研究者においては組織を超えた知識の獲得が疎かになると考えられる。組織外の知識の獲得（Beyond Local Search）は革新的な成果につながる[7]ことから、組織内の知識活用は成果の革新さを下げるものが推測される【仮説 3：組織外知識獲得減少仮説】。

仮説 3-1：直近に革新的な技術を生み出した研究者はその後生み出す発明に占める組織外知識探索の成果の割合が減少する

仮説 3-2：自社内知識の活用をせず組織外知識を探索することは革新的な技術の創出に結びつく

第四に考えられることは、研究者が当該革新的な成果に固執し、新規な技術分野の開拓を行わなくなる傾向である。これは既に Audia ら[4]により実証されている。既に述べたとおり、このような知識探索傾向は革新的な成果に結びつきにくい【仮説 4：未経験技術分野開拓減少仮説】。

仮説 4-1：直近に革新的な技術を生み出した研究者は未経験の技術分野の探索に消極的になる

仮説 4-2：未経験の技術分野を探索することは革新的な技術の創出に結びつく

3.分析手法

(1)分析の枠組み

上記の仮説をモデル化すると、図 1 左図のとおりである。過去の実績に基づき、研究資源は増加するものの、エフォート、組織外知識探索、未経験技術分野開拓がそれぞれ低下し、それによって当年の実績に正負双方の影響を及ぼすことが推測される。

(2)分析の対象

設定したモデルを実証的に検証するため、1990 年～2009 年に日本の家電大手 4 社（パナソニック、日立製作所、東芝、ソニー）及びその主要子会社が出願した特許 719,372 件を用いた。出願人名、発明者名は、独自に定めた基準[8]に則り名寄せを行った。

個人の創作性は過去と当年の実績双方に影響を与えられことから、この効果を制御するため、発明者レベルのパネルデータを構築し、固定効果モデルでの検証を行うこととした。発明者別に見ると、特許出願を実施した年が短い発明者が少なくない。少なくとも 1995 年～2009 年の間に 5 年以上の活動期間を有する発明者に絞って分析を実施した（発明者の 26.0%のみを使用）。被引用数を変数として採用することから、切断バイアスを考慮し、分析期間は 1995 年～2007 年に限った。

(3)変数

技術開発の実績は、各特許が受けた審査官被引用数（ただし、自社からの被引用数を除く）を代理指標とした。技術分野や出願年の違いを制御するため、各特許に付与された筆頭国際特許分類 3 桁別×出願年別の被引用数の標準偏差を求め、各特許の被引用数をこれで除した。その上で、発明者別に各年に出願した特許について、上記変換済の審査官被引用数を合算した。

研究資源は当年の共同発明者数で代理した。エフォートは、当年に出願した各発明についてその発明者数で除した値（実質関与発明数）で代理した。組織外知識探索比率は、当年に出願した各発明の審査官引用において 1 件も自社特許の引用が含まれていないものの比率を用いた。未経験技術分野開拓数は、各発明者の経験技術分野を各特許の筆頭国際特許分類によって定義し、過去 5 年の経験分野に含まれない分野の数をカウントした（分業を加味すると全ての分類を含めることが妥当でないため。しかし、依然として正確性に課題は残る）。なお、過去 5 年に限定した理由は技術の陳腐化が概ね 5 年とされている[9]ためである。

制御変数として、当年の共同発明者に占める過去 5 年に共同した経験のない者の割合（当年新規共同発明者比率）、当年の発明のうち単独発明の比率（当年単独発明比率）、発明者が 1990 年以降最初の出願を行った年からの経過年（発明キャリア。1989 年以前は計測できていない点が課題）を加えた。

(4)分析モデル

上記の説明変数には当年の特許出願件数が 0 件の場合に計算が出来ないもの（組織外知識獲得比率）が含まれる。そこで当年の特許出願件数が 0 のパネルは除外し、不均衡パネルとして分析を行った。これにより発明者がライフイベントや留学等によって発明に従事できなかった可能性も制御した（他方で、成果が出なかった場合までも推計から排除する扱いとなっている）。被説明変数のうち組織外知識獲得比率は最小二乗法、当年出願特許 1 件あたり審査官被引用数はポアソン分布モデルの一般化線形モデル、その他の被説明変数は負の二項分布モデルの一般化線形モデルにより推計した。

4.統計分析結果

記述統計と相関行列を表 1、推計結果を表 2 に示す。

表 1 記述統計・相関行列表

	平均	標準偏差	1)	2)	3)	4)	5)	6)	7)	8)	9)	10)	11)	12)
1) 当年出願特許1件あたり審査官被引用数[当人]	0.731	0.867	1											
2) 当年共同発明者数	4.124	6.003	.118	1										
3) 当年実質関与発明数	0.910	1.513	-.019	.252	1									
4) 当年組織外知識探索比率	0.282	0.359	.064	.086	-.009	1								
5) 当年未経験技術分野開拓数	0.503	0.819	.048	.295	.303	-.071	1							
6) 過去5年出願特許1件あたり審査官被引用数[当人]	0.711	0.637	.274	.120	.019	.053	-.011	1						
7) 過去5年出願特許1件あたり審査官被引用数[共同発明者]	0.502	0.550	.314	.447	.172	.094	.255	.307	1					
8) 当年新規共同発明者比率	0.599	0.361	.003	-.014	-.033	-.052	.228	-.119	-.065	1				
9) 過去5年実質関与発明数	4.294	5.478	.011	.160	.436	.032	-.010	.045	.070	-.179	1			
10) 過去5年発明経験分野数[当人]	3.143	2.584	.076	.253	.209	.019	.085	.177	.169	-.240	.482	1		
11) 過去5年発明経験分野数[共同発明者]	6.177	8.935	.123	.668	.285	.077	.389	.118	.463	-.095	.215	.441	1	
12) 当年単独発明比率	0.199	0.365	-.097	-.299	.142	-.125	-.049	-.096	-.353	.057	.076	-.098	-.298	1
13) 発明キャリア	7.826	4.222	-.036	.041	.002	.109	-.131	.060	-.031	-.144	.173	.230	.045	-.042

表 2 推計結果

被説明変数:	当年共同発明者 数	当年実質関与 発明数	当年組織外知識 探索比率	当年未経験技術 分野開拓数
	[負の二項分布・ 固定効果]	[負の二項分布・ 固定効果]	[正規分布・ 固定効果]	[負の二項分布・ 固定効果]
過去5年出願特許1件あたり審査官被引用数 [当人]	0.027*** (0.003)	0.070*** (0.004)	0.012*** (0.002)	-0.001 (0.006)
当年新規共同発明者比率			-0.014*** (0.002)	0.688*** (0.010)
過去5年実質関与発明数		-0.001* (0.000)		
過去5年発明経験分野数[当人]				-0.130*** (0.002)
過去5年発明経験分野数[共同発明者]				0.037*** (0.000)
当年単独発明比率	-2.039*** (0.009)	0.673*** (0.006)	-0.085*** (0.005)	0.558*** (0.019)
発明キャリア (定数項)	-0.002*** (0.000)	-0.009*** (0.001)	0.017*** (0.000)	-0.020*** (0.001)
	1.261*** (0.006)	3.923*** (0.099)		6.726*** (1.327)
観測パネル数			218,976	
発明者数			33,917	
Log-Likelihood	-501,550.7	-248,579.1		-145,399.3
AIC	1,003,109	497,168		290,815
調整済みR ²			.027	
F統計量			1241.49***	

標準化偏回帰係数。カッコ内は標準誤差。***: $p < 0.001$, **: $p < 0.01$, *: $p < 0.05$, +: $p < 0.1$

被説明変数:	当年出願特許1件あたり審査官被引用数 (自己被引用除く)		
	[ポアソン分布・固定効果]		
	[1]	[2]	[3]
過去5年出願特許1件あたり審査官被引用数 [当人]	-0.135*** (0.004)		-0.175*** (0.004)
過去5年出願特許1件あたり審査官被引用数 [共同発明者]		0.224*** (0.005)	0.264*** (0.005)
当年共同発明者数		0.007*** (0.000)	0.008*** (0.000)
当年実質関与発明数		-0.041*** (0.002)	-0.036*** (0.002)
当年組織外知識探索比率		0.147*** (0.007)	0.151*** (0.007)
当年未経験技術分野開拓数		0.043*** (0.003)	0.031*** (0.003)
観測パネル数		218,976	
発明者数		33,917	
Log-Likelihood	-194,126.7	-192,952.6	-192,121.9
AIC	388,255	385,915	384,256

標準化偏回帰係数。カッコ内は標準誤差。***: $p < 0.001$, **: $p < 0.01$, *: $p < 0.05$, +: $p < 0.1$

推計の結果、発明者の過去5年の出願特許1件あたりの実績の高さ（自己被引用を除く審査官被引用数）は、当年の共同発明者数（研究資源）、当年の実質関与発明数（エフォート）、当年の組織外知識探索比率を0.1%水準有意で高めることが確認された一方、当年未経験技術分野開拓数とは有意な関係を見出せなかった。仮説2-1、3-1は真逆の結果が得られ、4-1は有意な結果が得られなかった。

なお、新規な共同発明者が加わるほど、組織外知識の探索は行わない傾向がある一方、未経験技術分野の開拓が進むことがわかった。新規な共同発明者の多くは組織内の研究者であることが推測され、組織内の知識交換によって未経験技術の開拓が行われていることが示唆される。単独発明である割合が高いことは実質的に関与する発明数を増やし、また、未経験分野の開拓も進むことがわかる。発明キャリアの長さは研究資源、エフォート、未経験分野開拓には有意に負の影響を及ぼし、組織外知識探索には正の影響を及ぼすことがわかる。

また、研究資源、組織外知識探索比率、未経験技術分野開拓数は、発明者の当年の出願特許1件あたりの実績を0.1%水準有意で高める一方、エフォートは実績を0.1%水準有意で引き下げる効果があるこ

とがわかった。なお、発明者の過去5年の出願特許1件あたりの実績の高さの推計式3は内生性を含むものであるため参考に留まる推計結果であるが、その符号は他の考えられる要因を制御してもなお負であり、過去の実績の高さ独自の負の要因が残されている可能性を示唆している。

5. 議論及び結論

以上の推計結果をまとめると図1右図のとおりである。分析の結果から、過去に実績をあげた研究者は、引き続き平均的に高い成果を示すものではないことがうかがわれた。その理由は、組織外知識の探索が減ることやAudiaら[4]が議論したように技術分野開拓が減ることによるものではなく、エフォートが増えたことで1件あたりの質が下がってしまうことが要因の一つであることがわかった。

Audiaら[4]の発見事実は、多数の発明を生み出すことと質的に優れた成果を出すとの間に決定的な差異があることを示唆している。特定領域で多数の発明を生み出しているとは、当該領域で技術が成長過程にあり、当該分野の特許の獲得競争が盛んである状況を反映しているに留まる可能性がある。未知技術開拓が進まなくなるのではなく、開拓に対する動機付けが乏しいためである可能性が考えられる。

本結果からは、過去に実績をあげた研究者は、一見すると継続的な貢献が難しいと推測されるように見える。しかし、これは必ずしも組織にとって望ましくない状況とは言い切れない。発明者の当年の出願特許1件あたりの実績の推計結果を見ると、共同発明者に高い実績をあげている者を迎え入れることは当人の実績を有意に高めている。高い実績をあげた研究者は、技術の指導などを期待され、組織の意思や組織内の他の研究者の意思で多くの発明創出に携わっている可能性が考えられる（これは[10]の議論と整合する）。この結果は、実績をあげた研究者は技術の指導にあたることで、当人が関与した全ての発明を平均するとその質は低下しているように見えてしまうものの、組織としては技術の質の向上に寄与していると推測される。質的な成功体験をした者は、共同発明を通じて他の研究者の質を引き上げていることが、少なくとも分析対象企業においては行われてきたことを推測させる。

この結果から、次のマネジメント上の示唆が得られる。すなわち、過去に実績をあげた発明者は他の共同研究者から選ばれることを通じて組織の技術的な能力の向上に寄与し得る。このため、当人の成果を評価の素材とし、これを定量的成果指標のみを用いて評価することは危険である。

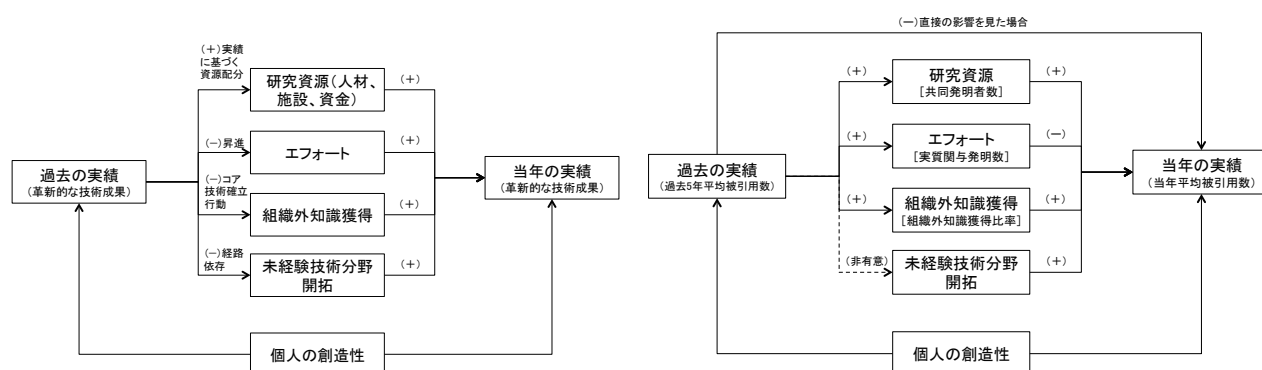


図1 仮説（左図）と検証結果（右図）

参考文献

- [1] A. Datta, D. Mukherjee and L. Jessup, Understanding commercialization of technological innovation: taking stock and moving forward, *R&D Management*, 45(3), 215-249(2015).
- [2] F. Narin and A. Breitzman, Inventive productivity, *Research Policy*, 24(4), 507-519(1992).
- [3] H. Ernst, C. Leptien and J. Vitt, Inventors are not alike: The distribution of patenting output among industrial R&D personnel, *IEEE Transactions in Engineering Management*, 47(2), 84-199(2000).
- [4] P. G. Audia and J. A. Goncalo, Past success and creativity over time: A study of inventors in the hard disk drive industry, *Management Science*, 53(1), 1-15(2007).
- [5] J. G. March, Exploration and exploitation in organizational learning, *Organizational Science*, 2(1), 71-87(1991).
- [6] 石田英夫, 研究開発人材のマネジメント, 慶應義塾大学出版会, 3-28/49-62(2002).
- [7] D.J. Miller, M.J. Ferm, and L.B. Cardinal, The use of knowledge for technological innovation within diversified firms, *Academy of Management Journal*, 50(2), 308-326(2007).
- [8] T. Yoshioka-Kobayashi and T. Watanabe, Linking product design and technology: An empirical study on performance and experience in novel product development teams. Paper presented at *PICMET 2015* (4 Aug. 2015, Portland)(2015).
- [9] 山田節夫, 特許の実証経済分析, 東洋経済新報社(2009)
- [10] 犬塚篤, 渡部俊也, 研究開発組織におけるネットワーク生成とその効果, 組織学会, 2015 年度組織学会研究発表大会予稿集(2015).