

戦前期の技術革新と発明家*

関 権

本稿の目的は、技術革新と発明家との関係を明らかにすることである。在来産業と近代産業との対比を通じて議論すること、統計分析と事例分析を平行して行うこと、が本稿の特色である。分析の結果、在来産業における技術革新活動と発明家のタイプは、近代産業のそれとは多くの点で異なっていたことが明らかになった。分析から得られた主な結論は次の3点にある。第1に、経済発展の初期には個人的な発明家の役割が大きかったが、後期になると組織的な発明家の貢献が増大した。第2に、在来産業における発明には「需要プル」、近代産業におけるそれには「技術プッシュ」によるものがそれぞれ多かった。第3に産業発展による人材需要に合わせた人材供給(教育)政策が概ね成功した。

1. はじめに

日本の特許制度が成立した1885年から1945年までの60年間に、16万件の特許と34万件の実用新案が認められた¹⁾。これらの技術革新の多くは欧米先進国の先行的発明を模倣・改良したものであり、必ずしも独創的なものとは言えないかもしれない。しかし、それが戦前日本の技術発展ないし産業発展に大きく貢献したことは誰もが否定できない事実であろう²⁾。

戦前日本の技術革新のパターンや発生メカニズムなどについては、まだ解明されていない部分が多い。例えば、市場構造と技術革新との関係、政府の技術政策の役割などがまだ明らかにされていない。本稿では技術革新と人的資源との関係を論じたいが、具体的に発明家を取りあげて議論を進める³⁾。

これまでに、経済学の見地から発明家と技術革新との関係を正面から取り扱う先行研究はあまり多く見られない。欧米では、Schmookler (1957)やJewkes *et al.* (1969)などの先駆的研究があるが、日本では石井正(1979)と清川雪彦(1995)がよく知られる。しかし、後者の2つはいずれも繊維産業に限定したケース・スタディである。これらの研究と比べて、産業全体(ここでは製造業)を在来産業と近代産業に分けて分析すること、ミクロとマクロの両側面からア

プローチすること、の2点が本稿の特色と言える。

第2節では、統計分析を通じて産業の特性と発明家のタイプとの関係を析出する。次に第3節では、在来産業と近代産業からそれぞれ代表的事例を取り出してやや詳しく比較検討を行う。最後に第4節では、発明家を生み出した社会的・経済的背景を探る。

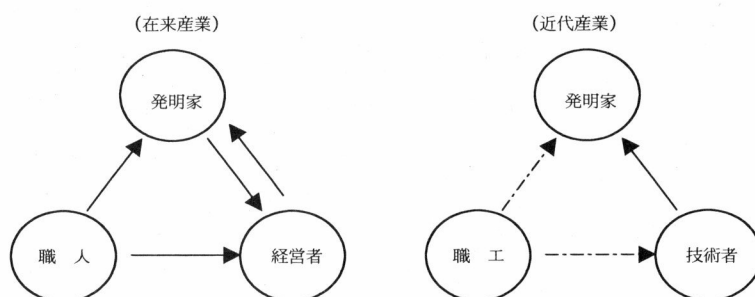
2. 統計分析

2.1 予備的考察

在来産業と近代産業が競合しながら発展したことは、戦前日本の産業発展の大きな特徴であった。産業全体を在来産業と近代産業に分ける理由の1つは、両産業の技術体系の相違にある。すなわち、在来産業では伝統技術が、近代産業では導入技術が、それぞれ多く所有されるのである。技術体系が違うということは、その資本設備に体化されるハードの技術だけでなく、そこで働く人々の持つ技術知識も異なることを意味する。技術知識が違えば、その人々が行う技術革新の性質も異なるはずである。

以上の推論が果たして成立する与否かが、統計分析を通じて検証されるべきである。本稿では、発明家の教育水準と職業的身分の2つのカテゴリーに注目した。教育水準は大まかに初等・中等・高等の3段階に分けられるが、職業

図1. 在来産業と近代産業における発明家のタイプ(概念図)



注) 実線は通常のパターン、点線はまれな事例を示す。

的身分は考え方によって多くの分類が可能である。ここでは、技術革新活動が基本的に専門知識を持つ産業内部の人間によって行われることであると仮定し、発明家の身分(或いは出身)を職人・職工・技術者・経営者の4種類に分類した。

図1は、これらの身分と発明家との関係を在来産業と近代産業に分けて示したものである。ここでの考察は2つの仮定を前提にしている。1つは、在来産業には職人が存在するが職工と技術者が存在しないのに対し、近代産業には職工と技術者が存在するが職人が存在しない⁴⁾。もう1つは、在来産業では経営者が自ら技術革新活動に従事するが、近代産業ではその逆である。従って、在来産業では職工と技術者が近代産業では経営者が図1から外されている。

まず、在来産業について次の2種類のケースが考えられる。1つは職人が技術革新活動を行い、その成果を企業化して経営者となるケースであり(例えば、第3節の松山原造と高北新治郎)、もう1つは職人出身の経営者が企業を経営しながら技術革新活動に携わるケースである(例えば、第3節の深見平次郎)。在来産業には中小企業が多いためそこでの分業体制が発達しておらず、単純作業と技術革新活動が必ずしも明確に分かれていないこと、また在来産業の技術体系には比較的単純なものが多く職人の経験や熟練などで十分間に合うこと、などがその根拠である。一方、近代産業では職工が技術者に昇格したり発明家になったりするケースは少ない⁵⁾。技術者が技術革新を行って発明家になる

ことは一般的である(例えば、第3節の鳥潟右一、丹羽保次郎、小林正次)。これは、近代産業には大企業が多いためそこでの分業体制が整っており、技術革新活動は専門的スタッフ=技術者が担当すること、また近代産業の技術体系には高度なものが多く近代的科学知識が要求されること、などによるものである。

以上の推論的考察から、在来産業の発明家には低学歴の経営者が多いのに対し、近代産業のそれには高学歴の技術者が多いという仮説を提示することができよう。

2.2 資料の解説

発明家に関する研究が少ない理由の1つは、分析可能な資料が欠けているからである。発明家に関する記録は一般に「伝記」の形をとる。「伝記」には、ある特定の発明家を詳細に記載するものと、複数の発明家を簡略に紹介するものがある。現実には、この分類の境は必ずしも明確ではない。本稿では次の理由で後者を利用した。第1に、統計分析の性格から見れば、より多くの発明家(サンプル)に関する情報があることが望ましい。第2に、個人伝記を多く収集することは至難の業である。第3に、個人伝記にはその親族や友人などが執筆するものが多く公正さに欠ける傾向にある。

後者はあまり多く存在しないが、本稿で利用されたものを挙げておこう。

a) 奈良繁太郎(1930)：国家表彰の受賞者を中心に、199人の生い立ちや発明動機・経過・内容などについて詳しく紹介している。

b)大阪発明協会(1936):機械,化学,電気3部門の9,946人について,氏名・住所,特許・実用新案番号,発明名称・内容が記載されている。一部(400人程度)についてはその略歴も載せられている。

c)日本発明大辞典刊行会(1939):機械,化学,電気,繊維,殖産の5部門43分野の代表的な発明家1,038人について,氏名・住所・略歴,発明名称・要領・実施概況,特許・実用新案番号と登録年月日が記載されている。

d)松原憲太郎(1952):1951年までに「藍綬褒章」を受章した発明家を中心に,50件の重要発明を行った61人について,その生い立ちや発明の動機・経過・内容及びその影響などが発明家自身の執筆によって掲載されている。

e)奈良繁太郎(1961):国家表彰を受けた発明家260人について,その生い立ち,発明の動機・経過・内容などが紹介されている。

これらの資料はそれぞれ長所と短所を持っている。(a),(d),(e)は記録は詳しいが,分類されていないため利用しにくい。(b)は発明家を数多く網羅した利点を持つ一方,個々の情報が少ない欠点を有する。

2.3 統計分析

上記資料の性格を吟味した上,我々は資料(c)を中心に発明家のデータベースを作成し,そこから機械(268人),化学(168人),電気(195人),繊維(100人),殖産(133人)の5部門43分野について,合わせて864人を分析の対象に選んだ⁶⁾。そして在来産業と近代産業を明確に区別するように,特許取得者比率(X_1),高学歴者比率(X_2),技術者比率(X_3)の3変数を採用した⁷⁾。

表1から分かるように,特許取得者比率(X_1)は殖産では6割以下で最も低いのに対し,化学と電気では9割という高い数値になっている。高学歴者比率(X_2)は繊維では3割前後で最も低い,電気では9割という高さである。同じ傾向は技術者比率(X_3)についても言える。全体として,在来産業の発明家には特許取得者比

率(X_1),高学歴者比率(X_2),技術者比率(X_3)が共に低いのに対して,近代産業のそれは共に高い。しかし,この判断はまだ印象論的なものであり,厳密な統計分析による検証が必要である。そこで,表1の43分野について上記3変数を用いて主成分分析(Principal component analysis)を行った。

分析の結果は図2に示されているが,全体として発明家のタイプが産業の特性によく反映されている(累積寄与率は92.6%)。両者の関係は第1主成分と第2主成分によって総合的に判断されるべきであるが,第1主成分だけでも大まかに確認できる(寄与率は76.0%)。例えば,通信,電気機械,送変電,金属,電気化学,油脂,化学薬品,燃料などの近代産業が図の右側に位置するのと対照的に,庖厨,圧搾機,装身具,農業,家庭用具などの在来産業が左側に位置する⁸⁾。また,第1主成分値の各変数の係数がすべてプラスでしかも0.8以上の数値を示していることは,3変数が共に両者の関係判断に大きく貢献していることを物語っている。

3. 事例分析

3.1 在来産業の事例:犁

明治以降における犁の改良は,牛馬耕の普及と深く関わっている。明治前期まで,牛馬耕は西日本である程度普及していたものの,東日本ではほとんど普及していなかった⁹⁾。西日本では主として「長床犁」を使用していたが,例外的に北九州や隠岐島などで「無床犁」が馬耕用として使われていた。特に,「抱持立犁」は筑前地方で広く利用されていたが,馬耕教師を通じて全国各地に普及した。しかし,当時の人々は無床犁と長床犁の長所を共有する「短床犁」に期待していた。「肥後犁」はその一種であり,古くから熊本県の限られた地域で使われていた。金物農具商・大津末次郎はこの地元の犁を改良し,その成果を「肥後のコ犁」と名付けて1902年に特許を得た(第5317号)。また,福岡市の磯野製作所は1899年頃「大間押犁」と「新在押犁」を考案した。同じ福岡市の深見平次郎も優秀な福岡式牛馬耕法を普及させた¹⁰⁾。さらに,

表 1. 産業(技術分野)別発明家の特徴

産 業・技 術 分 類	発明家 人 数	特許取得者 比 率 (X_1)	高学歴者 比率 (X_2)	技 術 者 比 率 (X_3)
機械工業(平均)	268	68	49	47
(1) 理学的装置	23	87	87	57
(2) 原動機	22	73	68	82
(3) 流体操作	13	69	54	39
(4) 武器・火薬	4	100	50	100
(5) 機構	5	80	20	0
(6) 交通・運輸	26	62	54	39
(7) 清浄・衛生	12	83	42	42
(8) 建築・土木	24	79	71	50
(9) 採鉱	5	100	80	80
(10) 工作機	5	80	40	40
(11) 製造機	25	72	8	28
(12) 压榨機	3	33	33	33
(13) 印刷・写真	22	91	73	86
(14) 文具・計算器	10	80	50	40
(15) 家庭用具	23	48	22	26
(16) 運動・娯楽	12	58	42	25
(17) 装身具	11	18	27	46
(18) 庖厨	12	8	33	17
(19) 機械雑	11	73	82	64
化学工業(平均)	168	98	79	69
(20) 化学薬品	16	100	100	69
(21) 燃料・燃焼装置	16	100	75	88
(22) 金属	34	97	97	84
(23) 窯業	9	100	67	67
(24) 各種製造法	23	96	65	62
(25) 染料・染色・塗料	16	94	56	50
(26) 飲食物・嗜好品	25	92	76	67
(27) 油脂	15	100	87	87
(28) 衛生材料・化粧品	14	100	86	50
電気工業(平均)	195	92	96	94
(29) 電気機械	54	85	98	98
(30) 電灯・電熱器	27	85	100	81
(31) 送電・電気制御	41	90	88	100
(32) 電気通信	61	97	100	100
(33) 電気化学	12	100	92	92
繊維工業(平均)	100	78	33	41
(34) 織機	19	79	41	50
(35) 製糸機械類・雑	35	77	47	59
(36) 織物	19	68	37	18
(37) 編物	10	70	40	40
(38) 筵織機	8	88	0	38
(39) 編網機	9	89	33	44
殖産(平均)	133	59	53	37
(40) 農業	89	38	16	25
(41) 蚕業	15	80	47	25
(42) 水産	17	59	65	53
(43) 乾燥・冷凍装置	12	58	83	46
総計(平均)	864	79	62	58
特許者比率(X_1)		1.000		
高学歴者比率(X_2)		0.538	1.000	
技術者比率(X_3)		0.601	0.771	1.000

注) 1) 変数欄(X_1 , X_2 , X_3)の数字は比率(%).

2) 特許取得者比率=特許取得者数÷(特許取得者数+実用新案取得者数)×100.

ただし, 特許取得者には特許と実用新案の両方を取っている人が含まれる.

3) 高学歴者比率=高卒以上の者÷全員×100.

ただし, 専門学校などは高学歴者に含まれる.

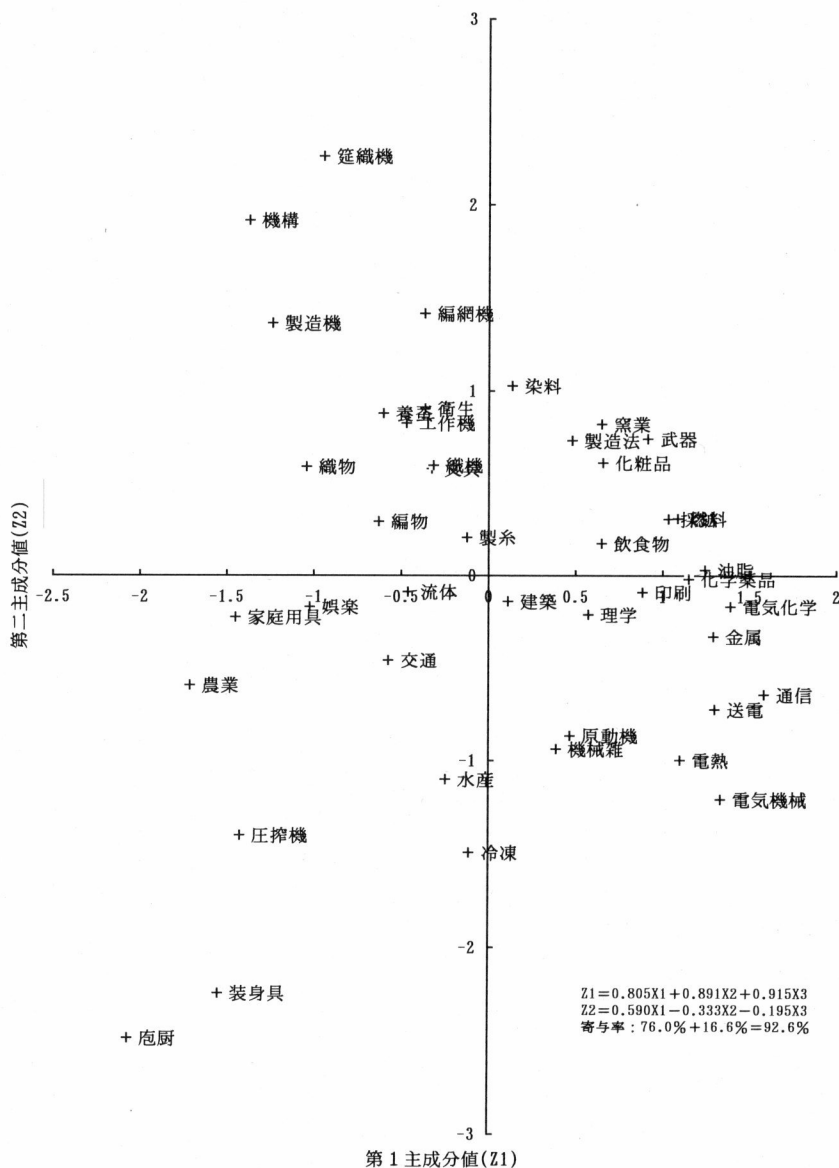
4) 技術者比率=技術者数÷(技術者数+経営者数)×100.

ただし, 経営者には自営業が, 技術者には教師がそれぞれ含まれる.

5) 最下部の数字は相関係数である.

資料) 本文参照.

図 2. 産業(技術分野)別発明家の類型

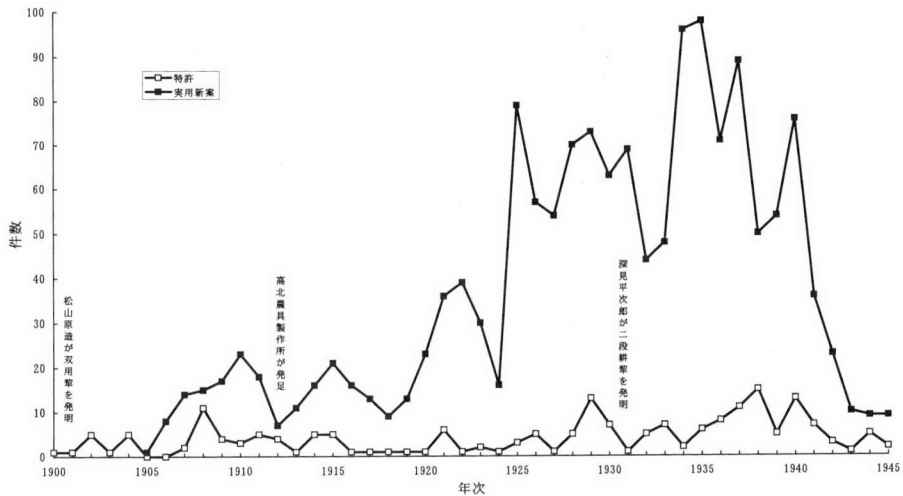


長野県の松山原造¹¹⁾は双用犁を考案して大きな功績を残し、特に当時牛馬耕の普及が不十分であった東日本にその耕耘技術を飛躍的に発展させる功績を残した¹²⁾。その後、短床犁は高北新治郎¹³⁾による改良、及び深見平次郎の二段耕犁開発などによって定着していった。

この犁に関する活発な技術革新活動は、戦前期を通じて196件の特許と1,524件の実用新案が認められたことからその一端が窺える(図3)。実用新案が特許より圧倒的に多い(ほぼ8

倍)ことは、この分野の在来的性格を示している。在来産業の技術体系が単純であるため、画期的な技術革新が生まれにくいからである。実用新案は1930年代の半ば頃までS字型の形を取って伸びていくことは、技術普及を伴う成長を続けたことを意味する。すなわち、最初に限られた発明家が独創的発明を行い、その誘発効果によって多くの競争者が加わる。例えば、特許の動向に3つの山が見られるが、そのいずれの前にも大きな発明が生まれた。すなわち、松

図 3. 犁に関する発明の推移



注) 1984年分類第1類「農芸」第1種目「整地」から犁に関するもの。
出所) 特許庁(1958)。

山原造，高北新治郎，深見平次郎たちの発明はその後の発明活動に大きなインパクトを与え，それと連動するように実用新案は大きく伸びていくのである。

3.2 近代産業の事例：通信機械

通信分野では優れた技術革新が数多く見受けられる。ここで紹介する「TYK 無線電話」，「八木アンテナ」，「NE 式電送写真」がその代表例と言えよう¹⁴⁾。

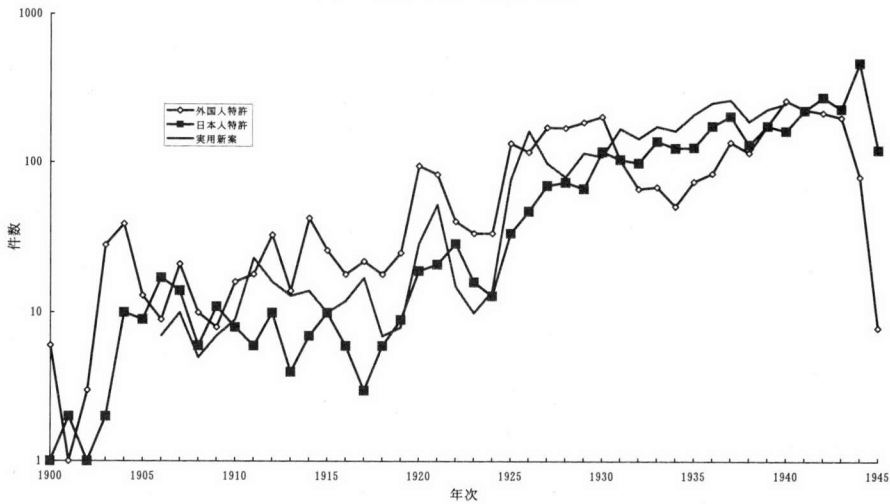
無線通信で最初に解決すべき問題は検波器であった。通信省電気試験所の浅野応輔が1903年水銀検波器を発明した後，佐伯美津留の磁石鉄粉検波器や鳥潟右一のタンタラム検波器・鉱石検波器などが相次いで開発された。検波器の次に電波の発生装置が問題になってくる。1911年に鳥潟右一¹⁵⁾，横山英太郎，北村政治郎がその開発に成功した(特許 22347 号)。それはいわゆる「TYK 無線電話」(3 人の名前の頭文字)の発明であり，1914年に鳥羽～神島間 14 km に設置されて良好な成績を収めた。これは世界で最初の無線電話の実用化であった。

初期の無線技術は，初期の電信・電話技術と同様に模倣が比較的簡単であった。しかし真空管時代に入ると，真空技術，材料技術，微細加工技術などが高く要求されるため，外国技術に

強く依存していた。東北帝国大学電気工学科の八木秀次¹⁶⁾教授が学生の卒業論文を指導する中で新しい事実を発見した。八木研究室の宇田新太郎がさらに研究した結果，1926年にいわゆる「八木アンテナ」を発明した(特許 69115 号)。それは現在のテレビ・アンテナの原型であるが，当時日本では特に注目されなかった。太平洋戦争中，イギリスの電波兵器に「YAGI ARRAY」という言葉の記載が見つかったため，この技術はイギリスで先に応用されたことが分かった。

電気通信技術は，まず文字を符号化して送る電信から始まった。次に言葉を音にして送る電話が登場し，さらに無線通信が発達した。次の課題は画像を送ることである。写真電送技術は，19世紀半ば頃から1920年代にかけて欧米でそれぞれ独立の方式で確立された。その技術が日本に紹介されたのは1926年であった。昭和天皇即位式(1928年)の写真を各地に速く送るために，通信社や新聞社はドイツとフランスからその技術を購入した。しかし，そのいずれも性能が悪かった。結局，丹羽保次郎と小林正次¹⁷⁾が開発した NE 式写真電送システムが採用された。丹羽保次郎が海外出張したとき(1924～26年)に，ちょうど欧米では写真電送技術が実用化される段階にあり，その重要性を認識して帰国してから直ちに開発に着手したのである。

図 4. 通信に関する発明の推移



注) 1921年以前分類の97類, 1921年分類の197, 199類。
出所) 特許庁資料。

表 2. 在来産業と近代産業における発明・発明家の特性

発 明 者	発明内容	(1)学歴	(2)職歴	(3)動機	(4)独創性	(5)形式	(6)応用	(7)競争の開発
(犁)								
松山原造	双用犁	小学校	経営者	経験工夫	独創的	個 人	速 い	有
高北新太郎	双用犁	小学校	経営者	経験工夫	改良的	個 人	速 い	有
深見次郎	二段耕犁	特にない	自営業	経験工夫	改良的	個 人	速 い	有
(電気通信)								
鳥潟右一	TYK 無線電話	大 学	技 師	発想転換	改良的	組 織	遅 い	無
八木秀次	八木アンテナ	大 学	教 授	科学実験	独創的	組 織	遅 い	無
丹羽保次郎	NE 式電送写真	大 学	技 師	海外出張	改良的	組 織	遅 い	無

注) 独創性は犁については筆者の判断, 電気通信については石井正(1979-80)を参照。
資料) 本文参照。

図 4 では、通信分野の発明の推移が描かれているが、そこから次の諸点が読みとれる。第 1 に、全時期を通じて急上昇するが、特に 1920 年代以降の成長が著しい。これはその技術の成熟化と実用化を意味するであろう。第 2 に、外国人による発明が目立つ。戦前期を通じて外国人特許は 3,571 件で、日本人特許の 3,479 件よりも多い。特に 1930 年までに完全に日本人特許を上回っていた。このことは、この分野の技術革新は基本的に外国技術に対する模倣であったことを示している。さらに第 3 に、実用新案が相対的に少ない(特に犁と比べて)。特許(外国人特許を含む)が実用新案の倍よりも多いことは、この分野の近代性を示唆している。

3.3 産業の特性と発明家のタイプ

在来産業と近代産業の発明家の特徴は表 2 にまとめられる。両者の間に明らかに多くの相違点がある。例えば、学歴と職業は統計分析の結果と同じように、両者の間で大きく違っている。在来産業の発明家はほとんど小学校或いはそれ以下の学歴を持つ一方、近代産業の発明家は全員大卒である。また在来産業では個人企業の経営者が多いのに対して、近代産業では大企業の技術者或いは大学教師が多い。

発明動機は、在来産業では日常的経験の蓄積や工夫による必然的な発明が多いが、近代産業では科学実験などを通じた偶然的な発明が少なくない。それは在来産業の技術体系は伝統的経験科学であり、近代産業のそれは近代的実験科学であるからである。発明の独創性は、両産業

とも独創的なものもあれば改良的なものもある。戦前期の技術水準が全般的に低かったため独創的な発明が生まれにくいからであろう。技術革新活動の組織形式は、在来産業では個人によるものが多い一方、近代産業では組織的活動が中心である。在来産業の技術体系は比較的単純であるため個人でも可能であるが、近代産業のそれは高度で複雑であるため集団の作業が必要である。発明後の実用化は一般に在来産業では近代産業より速い。在来産業では潜在的需要が存在するため、発明が一旦成功すれば市場は敏速に反応するものの、近代産業では潜在的需要が存在しないため自ら市場を開拓せねばならない。従って、在来産業の技術革新は需要プルによって、近代産業のそれは技術プッシュによって引き起こされる傾向にある。最後にこの市場の違いによって、在来産業の技術革新活動は一般に中小企業によって激しい競争の中で行われるのに対し、近代産業では独占的大企業によって行われる。

以上の議論は、あくまでも前述の典型的事例に基づいたものであり、現実にはその両極端の中間に位置する産業(いわゆる「グレイゾーン」)が存在する。それらの産業は当然中間的な性格をもつが、一般に次の2種類があると思われる。1つは従来の在来産業を土台にして導入技術によって改造された産業であり、製糸業や織物業などがその典型である。他の1つは欧米からの移植産業ではあるが、技術的にも生産組織的にも在来産業に近い産業であり、マッチ工業や石鹼工業などがこの類に属する¹⁸⁾。前者では近代的要素と在来的要素が混じり合っているため、その発明家には専門的訓練を受けた人とそうでない人の双方が入っている。自動織機を発明した豊田佐吉・喜一郎親子はその典型と言えよう。一方、後者は在来産業とほとんど変わらないため、その発明家の多くは現場の経験や直感などによって技術革新活動を行う。自転車工業の宮田栄助(二代目)や岡本松造などがそれである¹⁹⁾。

4. 社会的・経済的背景

4.1 教育発展と人材供給

近代日本では、産業発展の要請に応じてさまざまな人材を養成していた。経済発展の初期には、初等教育と高等教育が重要視され、比較的に早い段階で整備された。近代社会の秩序を守るための読み書き能力と、先進技術を導入するための専門知識が同時に必要であった。一方、中等教育の出発が遅れたものの、発展のスピードがきわめて速かった。近代産業の発展によって、熟練工や技能工に対する需要が急速に増えたからである。ひとこと言え、戦前の教育発展は産業発展のパターン(在来産業から近代産業への移行)と対応している。

これまでの分析では、在来産業の技術革新には学歴の低い個人によるものが多いのに対して、近代産業のそれには学歴の高い技術者の集団によるものが多いと主張している。ここでは、別の角度から再度この主張を確認しよう。初等教育の卒業生(或いは在學生)比率(初等教育卒業生が全教育階級の卒業生に占める割合)と個人特許比率(個人特許が全日本人特許に占める割合)とを比較すると、日露戦争後までは両者とも9割以上を占めていたが、その後次第に後退した。1920年には前者が71.0%(在學生が74.1%)と低下したが、後者が依然として86.8%で高かった。中等教育がかなり伸びてはいたが、まだ組織的技術革新活動に影響を与えていなかった。さらに、1940年には前者も後者も同じく5割にまで低下した²⁰⁾。これは中等教育の成長がもたらした結果であろう。

以上は、在来産業と初等教育、近代産業と高等教育という対応関係を中心に議論を展開してきたが、それは決して中等教育が重要でないことを意味しない。むしろ産業発展に伴って、中等教育の役割がますます大きくなったのである。実際、中等教育機関在學生の成長率(年平均17.7%)が、戦前期(1885~1945年)を通じて初等教育(5.4%)と高等教育(9.6%)のそれより速い。特に、近代教育制度がほぼ整備された時期(1885~1910年)には、中等教育の成長(34.3%)

が目を見張るほど著しかった(初等9.5%, 高等12.8%)²¹⁾。

4.2 産業発展と人材需要

産業発展は単に企業数の増加や規模の拡大だけでなく、労働者の技能上達や資本設備の性能改善などによる技術進歩をも伴う。産業の発展に伴って、単純労働者だけでなく熟練労働者や技術者及び管理者(経営者を含む)に対する需要が増えてくる。特に技術革新の観点から見れば、技術者の役割がますます大きくなるのである。実際、戦前日本では技術者の増加が著しかった。

内田星美(1988)によれば、技術者総数は1880年にわずか86人であったが、1900年に1,565人、さらに1920年には1万4,162人に達した。また『工場統計表』によれば、技術者数は1920年に内田データの3.8倍の5万3千人にものぼる。その後しばらく横這いであったが、1930年代の後半から再び急増し、1940年には15万7,952人に達した²²⁾。これらの技術者は、必ずしも全員技術革新活動に従事するわけではないが、機械設備の性能改善や企業内の技術教育などを通じて間接に技術革新活動に貢献したと考えられる。

技術者と技術革新との関係を数量的に確認しよう。技術革新活動における技術者の役割が産業間に格差が存在するか否かを調べるために、技術者集約度と法人特許比率の相関関係を産業中分類レベルで計算した²³⁾。その結果、1919年に0.743、1929年に0.783、1939年に0.902と、両者の間でかなり強い相関関係が存在することが分かった。すなわち、機械工業・化学工業・金属工業などの近代的性格を持つ産業では技術者による組織的発明が多いのに対して、木製品工業・繊維工業・窯業・食料品工業・その他工業などの在来的性格をもつ産業ではその逆である。前節の本稿の主張がここでも裏付けられている。

組織的発明の増加は、1920年代以後政府と民間の研究機関が急増したためであろう。例えば、1923年に民間研究所の数が162、国立研究所が43、公立工業試験所や講習所が65であった。8

年後の1931年には民間は193(研究者数は1,349人)、国立が73(同829人)、公立が83(同551人)で大きく伸びている。さらに8年後の1939年にはそれぞれ383(従業員数は8,988人)、118(同5,306人)、173(同3,950人)とほぼ倍増した。これらの研究機関のスタッフによる発明は当然法人発明になる。そして、その研究成果は一般にレベルの高いものである。例えば、4つの代表的国立研究機関(理化学研究所、東京工業試験所、大阪工業試験所、電気試験所)の特許比率は1913年から1945年にかけて80%~90%にものぼる²⁴⁾。

組織的技術革新の重要性が次第に増大することは、個人発明家の役割が低下したことを意味する。しかし、それは決して個人発明家を完全に代替することはない。生産活動と違って、技術革新活動にはある種の創造力をもつ「天才」がどうしても必要である。この点では、J. SchmooklerやE. Mansfield及びJ. Jewkesたちの観点と一致する²⁵⁾。しかし、産業技術の複雑化と高度化に加えて研究開発の資金が高額になるため、個人の発明家が厳しい現実に直面することは間違いない。

5. おわりに

本稿の分析から得られた結論は主に以下の諸点にある。第1に、在来産業と近代産業における発明家のタイプが多くの点で異なっている。(1)在来産業の発明家には低学歴の経営者が、近代産業のそれには高学歴の技術者が多い。(2)在来産業の技術革新活動には日常の仕事の中で蓄積された経験によるものが多いのに対して、近代産業のそれには科学実験を通じて実現されるものは少なくない。(3)在来産業には個人的革新活動が多いのに対して、近代産業には組織的研究開発が中心的な役割を果たす。(4)在来産業の発明の実用化は速いが、近代産業では相対的に遅い。(5)在来産業の技術革新活動は激しい競争の中で行われるが、近代産業では独占的に行われる傾向にある。

第2に、経済発展の初期には個人発明家の役割が相対的に大きい。後期には組織的発明家

の貢献が増大する。それは、経済発展の初期には在来産業が多いが後の時期には近代産業が増えてくる、という産業発展のパターンと対応している²⁶⁾。

第3に、在来産業の技術革新は主として「需要プル」に、近代産業のそれは基本的に「技術プッシュ」によるものである。在来産業での技術革新活動は常に市場の需要を意識して行われたものが多い。すなわち、在来産業では「需要は発明の母」という原理が働く。一方、近代産業では事前に市場が存在しない(或いは小さい)ため、その技術革新活動は科学の進歩によって推し進められるものが多く、市場は後から開拓されるのである。

第4に、発明家を生み出した社会的・経済的背景として、教育発展が人材供給に、産業発展が人材需要に、それぞれ重要な役割を演じた。経済発展の前期には初等教育と高等教育が在来産業に、後期には中等教育と高等教育が近代産業に、より多くの人材を供給した。一方、近代産業の増大によって技術者に対する需要が増え、技術者集団による研究開発は次第に重要な位置を占めるようになった。その中で、民間及び政府の研究機関による研究開発はより重要な役割を演じた。

(論文受付日 1998年7月13日・採用決定日
1999年9月22日、一橋大学大学院商学研究科)

注

* 本稿の作成に当たり、尾高煌之助(法政大学)、清川雪彦(一橋大学)、斎藤修(一橋大学)、牧野文夫(東京学芸大学)、村上直樹(東京都立大学)、橋野知子(駒沢大学)の各氏と本誌のレフェリーから多くの有益なコメントをいただいた。また片岡康子氏(一橋大学)に日本語のチェックをお願いした。ここに記して感謝の意を表したい。

1) 実用新案はその法律が成立した1905年以降の数字である。

2) この主張は、決して大きい技術革新の意義を過小評価することはない。ただし、次の2点を強調したい。1つは、小さい技術革新にはプロセス革新が多く、その経済的効果(コストの低減)が生まれやすい。もう1つは、小さい技術革新は一般に市場の需要を前提にしているため、不確実性が相対的に小さい。

3) 技術政策の一般論としては、広重徹(1973)、内田星美(1986)、橋本寿朗(1994)があげられる。特許制

度の解説書は多数ある。特許庁編(1955)、通産省(1964)、市川一男(1965)がそれである。

4) 職人、職工、技術者に関する定義やその相互関係については、尾高煌之助(1993)を参照。

5) ここで言っているのは一般的な傾向であり、必ずしも例外を排除することはない。

6) 表1の分類はデータの制約で技術分類であり、産業分類ではない。両者は必ずしも一致しないが、大きく変わることはない。以下の叙述では「産業」という表現を使う。

7) データベースには、発明家の生年月日や発明(或いは特許・実用新案の取得)時点、受賞時点、受賞ランク(例えば大賞、有功賞)などの情報もあるが、欠損値も多いため今回は割愛した。なお、各変数の定義と内容については表1の注を参照。

8) 製糸や染料及び建築など図のまん中に位置する産業もある。これらの産業は、在来産業と近代産業の中間的性格を持っている。例えば、製糸業は中村隆英氏の言う「新在来産業」の代表である。在来産業と近代産業の区分については、中村隆英(1976)、松田芳郎ほか(1984)、関権(1997)ではそれぞれ独自に行われている。

9) 犁の技術発展史については清水浩(1953)、清水浩(1954)、嵐嘉一(1957)などを、牛馬耕普及の経済的意義については牧野文夫(1996)を参照。

10) 磯野製作所と深見商店は古くから隣接した有名な鋳物業製造者である。先代平次郎は伝統産業の発展に貢献したため1927年に緑綬褒章を受章した。二代目平次郎は31年に単用二段耕犁の発明に続き、37年に双用二段耕犁を完成させた。57年に紫綬褒章を受章した。

11) 松山原造は尋常小学校を卒業後、大日本実業学会の通信教育を受け続けた。農事教師を経て抱持立犁の改良に専念し、1901年双用犁を発明して特許(4975号)を得た。翌年、自らの発明を生産するために「松山犁製作所」を創設した。特許13件と実用新案58件の発明がある。帝国発明協会から3回(22年、26年、29年)にわたり表彰された。51年に藍綬褒章を受章した。

12) 1949年に全国では、単用犁と双用犁をそれぞれ25.4万台と25.3万台とほぼ対等に保有している。しかし単用犁の77%が西日本で、双用犁の90%が東日本で保有している(清水浩(1954)、272頁)。

13) 高北新治郎は三重県の貧農の家に生まれる。小学校を中退して金物店に丁稚奉公し、犁を販売しながらその研究をし続けた。1913年に「高北農具製作所」を創立した。除草機を含めて240件の発明がある。28年に帝国発明協会から特等賞を授賞されたほか、50年に藍綬褒章に続いて、58年に紫綬褒章を受章した。

14) 日本の通信技術発展史については、日本無線史編纂委員会(1950-51)および石井正(1979-80)を参照。

15) 鳥潟右一は東京帝大電気工学科を卒業後、大学院に進んだ。1906年逓信省電気試験所に入所し、無線電話の研究に専念した。英米留学(1909-10年)後、11年に鉱石検波器の発明に続き、14年に振動放電間隙を発見して無線電話送話装置を完成した。帝国発明協会から数回表彰を受けた。彼の共同研究者は全員専

門教育を受けた電気試験所の技術者である。

16) 八木秀次は東京帝大電気工学科を卒業後、仙台高等工業学校の教授になった。1913～16年ドイツ留学した後、19年に東北帝大教授になった。宇田助教授と共に「八木・宇田空中線」を発見した(八木アンテナ)。電気学会会長、東京工科大学長、技術院総裁、阪大総長などを歴任したほか、51年に藍綬褒章を、56年文化勲章を受章した。

17) 丹羽保次郎は東京帝大電気工学科を卒業後、通信省電気試験所に入所した。1923年日本電気株式会社に入社した直後に欧米視察した。電気学会会長、発明表彰委員長などを勤めた。小林正次は東京帝大電気工学科を卒業した後、日本電気株式会社に入社し、同社の研究所長や取締役などを勤めた。31年と38年に欧米留学した。1933年帝国発明協会から大賞を授賞されるほか、51年藍綬褒章を受章した。

18) これらの産業は、中村隆英氏が主張する「新在来産業」である。

19) 関権(1996)は宮田栄助と岡本松造の技術革新活動を紹介している。

20) 卒業生や在学生については、文部省(1962)174～179頁、192～195頁を参照のこと。法人特許数は特許庁資料による。

21) 文部省(1962)174～179頁。ただし、中等教育の在学生には準中等教育の数字は含まれていない。

22) 内田氏の言う技術者は、大卒及び高等工業学校卒のエンジニアに限定しているが、『工場統計表』のそれは専門学校や実業学校の卒業生を含んでいるため、両者が大きく異なっている。例えば、1920年両者の相違を産業別に示すと次表のとおりである。

	金属	機械	窯業	化学	食品	紡織	造船	製紙
内田データ	635	1,324	302	570	180	1,103	1,071	207
工場統計表	3,071	7,731	2,663	4,272	5,061	17,814	4,254	1,609

注) 内田データは内田星美(1988)表3による。

23) 技術者集約度は全従業員数に占める技術者数の割合を、法人特許比率は日本人特許数(個人特許数と法人特許数の合計)に占める法人特許数の割合を指す。

24) 特許比率は特許数と実用新案数の合計に占める特許数の割合を指す。数字は通産省(1979)による。

25) Schmookler(1957)、Mansfield(1968)、Jewkes *et al.*(1969)を参照。

26) 製造業における在来産業から近代産業への構造変化については、関権(1997)を参照。

参 考 文 献

- 嵐嘉一(1957)『犁耕の発達史』農山漁村文化協会。
 関権(1996)「戦前期における自転車工業の発展と技術吸収」『社会経済史学』第62巻第5号、pp. 1-31。
 関権(1997)「製造業における近代産業と在来産業の構造変化」『経済と経済学』
 橋本寿朗(1994)「戦前日本の技術政策」『社会科学研究』第46巻第3号、pp. 233-255。

広重徹(1973)『科学の社会史：近代日本の科学体制』中央公論社。

市川一男(1965)『日本の特許制度』日本発明新聞社。
 石井正(1979-80)「近代日本の通信技術と発明(1-6)」『発明』第76巻第9号～第77巻第6号。

清川雪彦(1995)『日本の経済発展と技術普及』東洋経済新報社。

牧野文夫(1996)『招かれたプロメテウス：近代日本の技術発展』風行社。

松原憲太郎(1952)『日本発明家50傑選』発明図書刊行会。

松田芳郎・佐藤正広・有田富美子(1984)「明治後期の工場生産」『一橋論叢』第92巻第3号、pp. 17-40。

文部省(1962)『日本の成長と教育』帝国地方行政学会。

中村隆英(1976)「在来産業の規模と構成：大正9年国勢調査を中心に」梅村又次・新保博・西川俊作・速水融(編)『日本経済の発展：近世から近代へ』日本経済新聞社。

奈良繁太郎(1930)『帝国発明家伝(上・下)』帝国発明家伝記刊行会。

奈良繁太郎(1961)『日本発明家伝』特許新聞社。

日本無線線編纂委員会(1950-51)『日本無線線(1-3巻)』電波監理委員会。

日本発明大辞典刊行会(1939)『日本発明家大辞典』。

尾高煌之助(1993)『職人の世界・工場の世界』リポート。

大阪発明協会(1936)『帝国発明家名鑑』。

清水浩(1953)「牛馬耕の普及と耕耘技術の発達」農業発達史調査会『日本農業発達史(第1巻)』中央公論社。

清水浩(1954)「農機具発達的一段階」農業発達史調査会『日本農業発達史(第4巻)』中央公論社。

特許庁編(1955)『特許制度70年史』発明協会。

特許庁編(1958)『特許分類別総目録』技報堂。

“(”) 『実用新案分類別総目録』技報堂。

通産省(1964)『商工政策史(第14巻・特許)』商工政策史刊行会。

通産省(1979)『商工政策史(第13巻・工業技術)』商工政策史刊行会。

内田星美(1986)「技術政策の歴史」中岡哲郎・石井正・内田星美『近代日本の技術と技術政策』東京大学出版会。

内田星美(1988)「技術者の増加・分布と日本の工業化」『経済研究』第39巻第4号、pp. 289-297。

Jewkes, J., D. Sawers and R. Stillerman (1969) *The Sources of Invention 2nd*. London: Macmillan (星野芳郎ほか訳『発明の源泉(第2版)』岩波書店、1975年)。

Mansfield, E. (1968) *The Economics of Technological Change*, New York: Norton(伊藤史郎訳『技術進歩の経済学』日本経済新聞社、1972年)。

Schmookler, J. (1957) “Inventors Past and Present,” *Review of Economics and Statistics*, Vol. 39, No. 8, pp. 321-333。