

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 26 日現在

機関番号：35301

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2012～2015

課題番号：24653093

研究課題名(和文)戦後日本企業と技術的知識に関する実証研究

研究課題名(英文)An empirical study on Japanese firms and the technological knowledge creation process

研究代表者

川合 一央(Kawai, Kazuhisa)

岡山商科大学・経営学部・講師

研究者番号：80330538

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,100,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は、戦後日本の「ものづくり」系および「科学に基礎をおく産業」系企業における研究開発・製造部門に所属した人々が有した知的内実、技術的知識の生成過程を明らかにするもので、次の事実を確認した。

(1)「ものづくり」系企業の製造部門において、技術者は、高等教育機関にて習得した知識およびスキルを用いて、新技術の導入を実現させ、作業員が体得していた技能を定量化・マニュアル化していった。(2)「科学に基礎をおく産業」系企業における研究開発部門の人々は、物質の分子構造や反応メカニズムという目に見えない世界の現象を言語化でき、それらを操作して目標とする機能を有する物質を創出できる能力を有していた。

研究成果の概要(英文)：This research aims to analyze the technological knowledge creation process within Japanese firms and finds the following facts.

(1)Engineers at the production division, who graduated from higher education institution, were to introduce newly developed machines and to create technological knowledge based on quantitative information about the unique technical skill embodied in workers. (2)Researchers and engineers at the research and development division of the chemical industry could specify the molecular structure of substances and the mechanism for reactions that could not be seen with the naked eye, and they were to create the substances which equipped with the intended functions by designing the compounds and processes.

研究分野：経営史

キーワード：研究開発部門 製造部門 技術的知識の生成 知的内実 日本企業 技術者 作業員

1. 研究開始当初の背景

戦後日本企業、特に「ものづくり」系日本企業の「強み」は組織能力にあることが経営学研究によって明らかにされてきた(藤本、2006)。この一翼を担った熟練研究においては、技術者は、設計情報を創造するとき、それが具現化された製品や設備に生じる現象を予め全て知るわけではないため、それを補完するべく熟練を有する作業員・労働者が貢献してきたことが明らかにされてきた(佐々木、1994; 佐々木、1997; 小池、2001; 中馬、2001)。

他方「科学に基礎をおく産業」に属する日本企業を対象にして、イノベーション論の視点から研究が展開されつつある。そこでは、同産業を取り巻く制度(Nelson, 1993; 後藤・児玉、2006)、研究開発部門の研究者・技術者という職位の人々に関心が向けられ、企業の研究者・技術者が企業外部の人々と作り上げるネットワーク、企業外部の経営資源の活用のあるり方(Chesbrough, 2003)が明らかにされてきた。

以上は本研究の前提となる重要研究だった。ただし下記の諸点をふまえれば、見過ごされてきた点も依然として残されていたことがわかる。

第一に、企業において知識創造活動は循環的に繰り返されるという野中(1990)の主張をふまえれば、熟練研究のもう一方の過程、つまり技術者の熟練労働者への貢献という視点の研究は十分に蓄積があるとは言いがたい。つまり、熟練を有する作業員・労働者の知的貢献を利用しつつ、同じ部門に属した技術者という職位・職務の人々が、人工物に関わる技術的知識を生成させるという過程、あるいは技術者による成果が熟練労働者に対して与えた影響過程といった観点に基づく研究は看過されてきたと言えよう。

第二に、戦後日本の「科学に基礎をおく産業」系企業の研究開発部門には、高等教育機関を経て研究者・技術者となった人々のみならず、中等教育出身の人々が属してきたという事実や、彼らの貢献がなければ成果を出しえなかったであろうという認識を研究者・技術者が有している実態があった。このことは、先行研究において対象とされてきた高等教育機関出身の技術者・研究者が技術的知識生成のなかで果たした役割や知的貢献についての議論に対する批判の根拠となるものではない。しかし、企業における技術的知識生成の過程を組織的学習や組織内相互作用の過程と捉えた場合、中等教育出身の人々が果たした役割を無視しては、日本企業における組織学習のあり方について正しい理解が得られない可能性が残されていた。

第三に、以上のような技術的知識の生成過程をめぐる研究は、経営学分野のみならず、技術史分野においても展開されてきた。ただし後者においては、その関心は企業組織における技術的知識に限定されているわけでは

なかった。そのため、分析単位として、個人、共同体(Constant, 1980)、社会集団(Bijker, et al., 1989)あるいはそれらが複合的に用いられ、かつ組織という分析単位に限定した研究はむしろ少数だった。こうした研究状況を勘案すれば、企業組織構成員としての研究者・技術者と労働者・技能者の相互作用という分析視角、および組織という分析単位に限定した研究は技術史に対して貢献をなし得るものと考えられた。

第四に、経営史研究においては、戦前期戦後期を問わず、技術開発をテーマとする研究であっても、技術開発をめぐる労務や生産の管理の仕組みおよびその運用の知識を日本企業の構成員が形成してきた過程、すなわち組織構成員管理の枠組みとしての組織(制度)に焦点が当てられてきた。つまり、そのような組織(制度)のなかで組織構成員がどのような取り組みや相互作用をすることによって技術の開発を行い、技術という知識を生成していったかについては、実証の困難さのためか、制度を論じた研究に比べて蓄積があるとは言いがたい状況にあった。

2. 研究の目的

したがって本研究は、戦後日本企業、特に「ものづくり」系企業および「科学に基礎をおく産業」系企業の研究開発部門・生産部門において、企業組織構成員たちは、製品に関わる技術的知識を組織内でどのような学習や相互作用の過程を経て生成させていったかを実証的に明らかにすることを目的とした。

3. 研究の方法

上記の目的を達成するため、以下の方法で明らかにしていくこととした。

(1) 研究開発部門・製造部門に属した企業組織構成員の職位と能力の内実(知識内容とスキル)の関係、に基づき、能力を比較することによる特徴の抽出、企業組織構成員同士の相互作用という組織過程の実態について、個別企業の事例に則して史的かつ実証的に明らかにする。

(2) 具体的な調査対象。「ものづくり」系企業については輸送用機械器具に分類される企業、「科学に基礎をおく産業」系企業については化学工業に分類される企業とした。前者に関して、冒頭に述べた「ものづくり」系日本企業の「強み」は組織能力にあるという共通認識は、主として輸送用機械器具を対象とした研究を通じて形成されてきたことによる。後者に関して、日本の広義の化学工業においては、日本の産業のなかで最も付加価値額の大きい輸送用機械器具分野以上に研究費が投入されていたためである。

(3) 実証のため用いる資料やデータについて、公刊された書籍・雑誌類に加えて、企業

に所蔵される資料へのアクセス、該当業務に従事してきた人物に対するインタビュー調査（オーラル・ヒストリー）を行い、それらのドキュメント解析を行うこととした。

4. 研究成果

(1) 輸送用機械器具部品製造企業における技術者の有した能力とその役割。

調査の結果、全従業員に占める比率は低かったとはいえ、高等教育機関出身の技術者たちは、新技術導入を実現する役割、およびそれまで専ら作業員に体化されていた技能を定量化・マニュアル化する役割を果たしてきたことが明らかとなった。

調査対象となった企業においては、鑄造・加工（一部の製品に対して旋盤が利用される）・仕上げを含む製品の製造工程は、1970年代にはいるまで、すべて手作業によって行われており、製品製造にかかわる技術・技能もまたすべて作業員に体化されたものだった。

こうした職場に、1970年代初頭、全従業員に占める比率は低いながらも高等教育機関出身者が技術者として採用され始めることとなった。折しも当時、加工工程においてイノベーションが起こりつつあった。つまり数値制御によって切削用ツールを多軸で動かし、曲面の加工を可能にする工作機械が日本において開発・製造されはじめていた。同機械が調査対象企業に1970年代に導入されることになったさい、装置の機能を完全に発揮させるためのプログラム作成が必要となった。この職務の唯一の担い手となったのが、高等教育機関出身の技術者だった。鑄造・加工・研削という製造工程において手作業を通じて技能を形成してきた中等教育出身の作業員は、自らの有する鑄造の仕方・加工の仕方・研削の仕方という技能を自らの手作業を通じて発揮できたものの、それをプログラムという言葉に変換する能力、つまり新技術にもとづく機械の機能を発揮させる能力を有していたわけではなかったためである。むしろそれは高等教育機関における教育課程においてプログラム作成の能力を習得した技術者のみが有していたものだった。

高等教育機関出身の技術者によるイノベーション導入の実現は、作業員の技能の変革、設計職務の高度化の契機となった。前者について、従来、プラスマイナス1mmとされていた設計図と製品の公差は、加工機械導入後、100分の1mmに変化した。このため、工程全体のなかで作業員の技能だけがないうる職務や高めるべき技能の内実が、企業組織にとっても、作業員にとっても明確になった。後者について、加工機械導入以前、計算上優れた仕様が決定されたとしても、それは製品においてはプラスマイナス1mmの公差の範囲内で実現されたものでしかなかった。しかし、公差単位が100分の1mm単位に変化した後、コンピュータ化と相まって、よりすぐれた仕

様を決定することが可能となった。

高等教育機関出身の技術者たちが果たした第二の役割内容とは、製品製造工程において支配的だった作業員の技能を定量化・マニュアル化することだった。例えば製造工程のうち、特に鑄造工程は、もともとと質量効果が係数化されにくい性質を有している。このため、作業員の経験とそれに基づく勘による判断が必要とされ、同時に、それが製品競争力の一つの源泉となっていた。しかし、こうした工程に高等教育機関出身者が配置された結果、マニュアル化された鑄造方法が作成され、例えば「神様」と呼ばれる作業員がいなければ鑄造できなかったような製品やそれ以上の製品も鑄造可能となった。つまり、作業員に体化されていた仕方という形態の技能を、技術者たちが、定量化という思考枠組みを用いることによって、共有可能な形の知識たる技術に変換していったのだった。

(2) 輸送用機械器具部品製造企業における作業員の技能形成。

上記の技術者による取り組みの結果、彼らの取り組みがなければ決して生じないような、技能形成を作業員は経験することになった。

高等教育機関出身の技術者が製造工程に進出した同年に採用された作業員は、当初、当該企業における従来どおりの技能形成過程を経験した。つまり、彼は製造部門において作業を通じて技能を体得することを求められた。しかし、技術者たちによって生産技術開発という、これまでの製造工程にはなかった職務が遂行され始めると、これらの職務に作業員も従事することが要請されはじめた。その結果、作業員は、技術者との交流や学習をつうじて、技能や作業対象としての人工物に生じた現象の科学的原理に基づく理解の仕方、あるいは自分の思考過程を工学等で用いられる言語にて表現する仕方を習得することになった。例えば、職長の口頭による助言にもとづいて加工の仕方を身体的技能として形成していた作業員は、自らが作業を通じて経験した現象について物理的なメカニズムやその単位を用いて理解するようになった。

他方で、製造工程において、手順を含めて体得された技能を有する者は、その経験がない人々に比べて、コスト・質の点で優れた耕具・治具、時には生産技術を生み出してきた事実も確認された。

以上から理解されるように、作業員の技能の高度化は組織内部の能力を異にする人々によって促され、組織全体としてみれば、作業員の技能形成は、技術者と作業員の相互作用を通じて促され生じていく性質をもつものでもあるといえる。

(3) 機能性素材企業における技術者とそのスキル・相互作用

研究開発部門における技術的知識の生成過程の内実を明らかにするため、本研究では機能性素材を事業の主力とした企業を調査対象とした。同社における研究開発部門は、1980年代には、約1000名を擁し、中等教育機関出身者と高等教育機関出身者はほぼ1対1だった。後者に含まれる大学院修了者のうち、修士課程修了者は8割、博士課程修了者は2割だった。また、この当時、同部門には売上高の6%程度の額が研究開発費として投入されていた。

同社の研究開発部門によって実現された技術的知識の水準を市場成果の観点から見ると、以下のことが確認された。当該の機能性素材市場においては、戦前期より外国企業による製品の販売量が世界的に見て最多であり、これは製品へ転写された技術的知識の総量の差によるものであるという認識が企業・消費者によって共有されてきた。しかし、1970年代に入って、本研究対象企業を含めた日本企業は、外国企業によって特許登録された技術を侵害しないまま、同種の製品機能を実現する代替的技術、あるいは外国企業の製品を凌駕する技術的知識を生み出すようになり始めた。そして1970年代半ば、本研究対象企業が製品技術上のブレイクスルーを実現した後、1980年代半ば頃に国際競争力を有するに至った。その後、同社により提唱された製品技術上の指標が産業内の研究開発の焦点となり、同社は常に技術的優位を維持するに至った。こうした製品技術は、同社が1970年代初頭から開発の取り組みを開始していたものだった。なお、研究開発成果は、特許登録され、また研究者コミュニティとしての学会にて発表されていた。ただし、技術開発競争あるいは市場競争における最先端の技術的知識は、特許や学会発表で公開されていたとはいえ、公開された技術的知識の実現の仕方、および製品への転写の仕方等は公開されなかった。

上記の技術開発の担い手としての研究者・技術者について、高等教育機関において有機化学の知識・スキルを習得した人々が職位のなかで大部分を占めていた。彼らが企業に入社する以前に習得していた知識・スキルの内実とは、以下のとおりだった。

有機化学にかかわる教育および研究は、日本においては、主として高等教育機関、つまり大学の理学部・工学部・薬学部・農学部およびその大学院において実施されてきた。ここでは研究者たる教官・教員の指導のもと、学生は有機物質にかかわる主要な二つの能力、すなわち天然物を精製した上でその分子構造を決定するという「ものとり」の能力と、目的とする物質をえるために合成経路などを発見・創造するという「ものづくり」のスキルを養成されることになる。例えば前者について、天然物を精製するためには装置が必

要となる。こうした装置の選択・作成の仕方、それを用いた抽出の仕方を学生は習得する。また上記の手順を経て取り出された物質の構造を決めるため、赤外線・NMR等の測定機が用いられる。こうした機器により示される信号データをどう読み取るのか、その解釈の仕方を学生は教官・教員をはじめとする研究室に所属する他者との対話を通じて習得する。さらに、物質同士が反応するメカニズムを明らかにするさい、仮説の立て方、実験を通じた仮説の検証の仕方を学生は学ぶことになる。こうした教育課程を経て、学生は、物質の有する性質やその物質が他の物質と反応するメカニズムを、他者と共有可能な言語たる化学式に変換できる能力を習得することになる。

研究者・技術者の職位を有する人々には、必ずしも多数とは言えないものの、中等教育機関出身の人々もいたことが確認された。彼らが入社以前に習得していた知識・スキルとは、未知の物質の性質・反応メカニズムを明らかにするという高等教育機関における教育とは異なり、そこで明らかにされた物質にかかわる既知の知識・実験の仕方を数種類記憶するというものだった。したがって、彼らは、OJT、あるいは高等教育機関出身の研究者・技術者による業務時間外における私的な教育を通じて、業務遂行に必要な知識やスキルを習得していくことになった。

上記の化学の知識を有する研究者・技術者たちは研究開発・技術開発の現場に約20年から30年間在籍していた。その職務内容は、高等教育機関における「ものとり」「ものづくり」と同質のものだったと言える。これは、職務経験を蓄積するにつれて、設計・製造予定の人工物の作動状況などの推論が構想・設計段階において可能になる分野とは異なり、有機化合物の場合、そうした推論は基本的に困難であり、また現在と異なってシミュレーション技術も発達していなかったためである。したがって、機能性素材化学企業における研究開発・技術開発においては、実際に化合物を作成し、その反応メカニズムや化合物の性質を確認する手順が必要とされていた。つまり、実験や測定などを通じてえられたデータをもとに推定を行い、物質の反応メカニズムやそれが有する分子構造を、共通理解が可能な言語、すなわち化学式に変換するという作業が繰り返されていたのである。こうした内実の職務を比較的長期にわたって日常的に繰り返すことにより、最終的に彼らは、目標として設定した性質を有する物質の分子設計を行い、それを現実に存在するものにしていった。

以上の研究開発過程において、同じ職場といえ異なるチームに属する、「ものとり」「ものづくり」それぞれの能力を有する者同士の会議やミーティングといった相互作用、および合成にかかわるスキルを有する中等教育機関出身の職員による貢献が確認された。

(4) 成果の位置づけ等

「ものづくり」系日本企業における製造部門を事例とした本研究の位置づけについて以下の諸点を指摘しうる。

まず、研究開始当初の背景に示したように、同分野を対象とした研究においては、技術者の熟練労働者への貢献という視点の研究はこれまで少なかったという状況だった。これを補う形で実証研究を進めた結果、日本企業における組織学習の過程のあり方を改めて考察する材料を提供できたといえる。

次に、本研究の成果は、史的研究からは提出されにくかった議論を可能にするという意味ももちうる。かつてクリステンセン(1997)は、HDD 産業の調査研究をもとに、破壊的イノベーションが産業に与える影響について一般的知見を提出した。そのきっかけは、遺伝学において、一日で世代交代をすることから、検証が行いやすいショウジョウバエが用いられることを知ったことだった。これと同様に、本研究の輸送用機械器具部品製造企業において対象とされた企業を、戦後日本の一企業に見られた事例と単に捉えるのではなく、作業員の有する技能が支配的だった職場に(近代的)技術者が進出した際の職場の変化の事例と捉えると、史的研究からは提出が不可能だった議論に示唆を与えるものとなる。つまり、史的研究において、例えば明治期に工業化が目指されてから職人的作業員のもつ熟練(スキル)が支配的だった職場に日本の高等教育機関出身の技術者が技術を持ち込んだ時、その技術者数、当該職場を擁する企業における制度や成果が明らかにされてきたものの、技術的成果を実現したメカニズムや技術的知識が生成される過程については、ブラックボックスのままとされてきた。言い換えれば、高等教育機関出身の日本人技術者がいれば、ある技術的成果が必ず実現されるという暗黙裏の前提から研究が進められてきた。本研究も、直接的に明治期以降の日本の工業化過程における技術的成果を実現するメカニズム、技術的知識生成メカニズムを明らかにするものではない。しかし、論証としては弱いと言わざるをえないものの、作業員の有する技能が支配的だった職場に(近代的)技術者が進出した際の職場の変化について、従来に比べれば根拠ある類推を可能にする事例としての意味をもつと考えられる。

「科学に基礎をおく産業」系日本企業における研究部門を事例とした本研究の位置づけについては以下の諸点を指摘しうる。

先行研究において化学工業やそれに分類される企業が経営学・経営史学の文脈で取り扱われる場合、観察者としての研究者が目にするのできる装置の名称、化学者共同体内部の共通言語である化学式や物質名は成果として記述されてきた。しかし、それはどのように実現されたか、それを可能にした研

究者・技術者の能力とはいかなるものだったかについては、彼らの学生時代における専攻分野や入社後の職位・所属学会が記されることはあっても、出身校で習得された知識やスキルの内実、職務遂行のなかで発揮された能力については、「文系の学問的訓練を受けた研究者が理系の人材の職務を研究することに伴う困難さが壁」(市原、2007)になって蓄積があるとは言えない状況だった。

こうした研究状況に対して、本研究は、有機化合物という、目に見えない物質の世界にかかわる研究者・技術者たち人々の有する知識や技能をその教育訓練を受けたことのない人々にも共有可能な形に言語化しようとして取り組み、提示した数少ない研究の一つとして位置づけられよう。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計 1 件)

川合一央「戦後日本の機械系企業における技術者の役割と作業員の技能形成」『岡山大学経済学会雑誌』(査読無)46 巻 2号、p. 199 - 212.

6. 研究組織

(1) 研究代表者

川合一央(KAWAI KAZUHISA)

岡山商科大学・経営学部・講師

研究者番号：80330538