

熊本学園大学産業経営研究第45号抜刷

2026年3月発行

<一般研究論文>

ベルリン工科大学における経営科学の歴史的展開

幸 田 亮 一

熊 本 学 園 大 学

産 業 経 営 研 究 所

ベルリン工科大学における経営科学の歴史的展開

幸 田 亮 一

はじめに

- 1 ドイツにおける機械工学の誕生
 - ① 機械工業と管理問題
 - ② 英仏における機械工学の誕生
 - ③ ドイツにおける機械工学の誕生と発展
 - 2 第二次産業革命と「経営科学」の誕生
 - ① 第二次産業革命と新たな管理問題
 - ② シュレジンガーの「経営科学」講座
 - ③ ナチ時代の講座運営
 - 3 第二次大戦後のベルリン工大での生産工学の発展
 - ① 戦後の混乱期からシャルプロッホ時代まで
 - ② シュプアの時代
 - ③ ドイツ統一とインダストリー4.0
- おわりに

はじめに

かつて19世紀のパクス・ブリタニカの時代に「世界の工場」と呼ばれたイギリスのみならず、第二次大戦後のパクス・アメリカナの時代に巨大な生産力を誇ったアメリカも、1970年代から世界市場において製造業の地位を低下させてきた。欧米諸国のなかで、産業革命に出遅れたものの、19世紀半ば過ぎから今日に至るまで製造業大国としての地位を保持しているの

はドイツだけである。

ドイツ製造業の強さの要因について、地域ごとの産業集積や、体系的な職業教育制度、ミッテルシュタントと呼ばれる分厚い中小企業など、いくつも考えられる。ここでは、工場レベルで堅牢な管理が行われてきたことに注目し、その担い手である技術者を養成するとともに、機械工学の発展を支えたドイツの工科大学の発展がドイツ製造業の強さの一要因ではないかとのとの仮説をかかげて、ドイツ製造業の代表部門である機械製造業の振興に直接関連する機械工学および経営工学の発展の系譜を、20世紀初頭にベルリン工科大学で生まれた経営科学 (Betriebswissenschaft) に焦点をあてて検討してみたい。

2025年のノーベル経済学賞は、米ノースウエスタン大学のジョエル・モキア (Joel M. Mokyr)、仏コレージュ・ド・フランスのフィリップ・アギヨン (Philippe M. Aghion)、米ブラウン大学のピーター・ホーウィット (Peter W. Howitt) に授与された。受賞理由は「イノベーション主導の経済成長の解明」である。なかでも、モキアは、膨大な技術史文献を渉猟し、啓蒙時代の科学研究が産業革命後の実践的な技術と結びついてヨーロッパが新しい経済成長を実現したことを詳細に明らかにした。モキアは、イギリスで産業革命がすすむなかで、実践面で一歩先を進んだイギリスを、フランスとドイツが理論面で補完し、ヨーロッパ全体での科学技術が発展したことを重視している¹。

¹ モキア (2019)、第3章。

ここで指摘されている実践と理論が組み合わさって発展した部門として、機械工業は最重要部門のひとつである。以下では、西ヨーロッパでの機械工学の誕生と関連付けて、ドイツの工科大学が果たしてきた役割を明らかにしたい。なお、本稿は新しい資料に基づくのではなく、印刷された二次文献資料を用いて、これまでわが国で知られることのなかった、ドイツにおける機械工学分野の知の系譜を整理するものである。

1 ドイツにおける機械工学の誕生

① 機械工業と管理問題

産業革命により機械制大工業時代が到来するなかで、工場を科学的に捉える研究が誕生した。それは、マニファクチュア分業について分析したスミスから始まり、産業革命期の工場を対象にしたバベッジやユアの研究を経て、19世紀半ばの工場を分析したマルクスでひとつの頂点に達した²。

その後、19世紀末からの第二次産業革命のなかでアメリカとドイツがイギリスを追い越すとともに、企業や工場に関する研究の本場も両国に移っていった。アメリカについては、テイラーに象徴される管理改革運動についての詳細な研究が進み、書籍になったものだけでも汗牛充棟の状態といえる³。それに比較して、ドイツの管理改革運動についての研究は乏しい。

その原因としていくつか考えられる。まず、ドイツにおいてはT型フォードの生産のように革新的な生産方法が登場したのではなかったことである。次に、テイラーの改革方法を取り入れて、プラグマティズムに基づくアメリカ経営学が生まれて広がったのに比べて、ドイツ経

営学は規範的・観念的な学問にとどまったことである。そのため、第二次大戦後、ドイツ経営学は衰退し、アメリカ経営学がそれに取って代わるとともに、第二次産業革命期にドイツで展開した管理改革については、従来ほとんど注目されないままだった。

② 英仏における機械工学の誕生

19世紀に機械工学が誕生する下地をつくったのは、中世の技術、なかでも水車と時計と兵器だった。水車は中世に少しずつ改良がすすみ、製粉や製鉄に使われるようになった機械である。その後、中世末期の14世紀から16世紀にかけてのルネサンスの時代に登場したのが、時計と大砲・小銃である。水車と時計は、歯車などの機械部品の研究や製造方法の向上をとおして、着実に機械工学の萌芽を生みだしていった⁴。

18世紀半ばのイギリスで始まった産業革命は人や機械の移動を通じて、ヨーロッパ大陸と北米に伝わった。産業革命は、それまで手工業者のなかで一体となっていた技能と知識を分離し、一方での工学という新しい学問分野、他方での工学的知識の実践者である技術者を生み出した。

新しい技術者の組織化にいち早く対応したのは、産業革命の母国イギリスだった。新しい学識と教養をもつ技術者の団体として民間技術者会 (Society of Civil Engineers) が誕生したのが、産業革命が始まってすぐの1771年のことだったのは偶然ではない。さらに、1830年代からの鉄道建設の広がりは、新しいタイプの多数の技術者を生み出した。これらの鉄道技術者を中心に、1847年にマンチェスターに誕生したのが機械技術者協会 (Institution of Mechanical Engineers) で、初代会長は蒸気機関車の父ス

² 吉田 (1987)、第Ⅱ部第1、2、3章。

³ 最近15年ほどを振り返っても、渡部 (2025) や廣瀬 (2019) が出ており、また、古典の『科学的管理法』について、テイラー (有賀訳) (2009) およびテイラー (中谷訳) (2009) の2つの新訳がでている。

⁴ 中山 (1987)、20-24頁

チーブンソン (Robert Stevenson) がつとめた⁵。だが、イギリスは技術者の組織化で一歩リードしたものの、技術学や技術者養成に関しては大陸ヨーロッパが指導的役割をはたした。

技術の分野を学問的に体系化したのは、ドイツのベックマン (Johann Beckmann) である。ベックマンは、技能をあらわすギリシア語のテクネ (techne) を用いて、テクノロジー (technology) という言葉を創りだした。そして、手工業技術をくわしく観察し、それを1780年から1805年にかけて『発明史』⁶ という大部の本にまとめた。これが英語に翻訳され、テクノロジーという言葉が世界に広がるきっかけになった。

これに対し、技術者の養成について新しい制度を生み出したのはフランスだった。フランス革命が進展すると、ヨーロッパ諸国はイギリスを中心に反仏同盟を結成し、干渉戦争をおこなった。それに対処するために、戦争に必要な技術者が不足していたフランス革命政府は、新しい技術者養成学校を1794年にパリに設立した。翌年、この学校はエコール・ポリテクニク (École Polytechnique) と改名し、数学者のラグランジュ (Joseph-Louis Lagrange) やモンジュ (Gaspard Monge) など錚々たる教授陣が活躍した。そして、科学 (数学・化学・物理など) と技術 (土木・建築・築城・軍事技術など) を結合する画期的なカリキュラムを採用した⁷。

エコール・ポリテクニクは、技術者養成だけでなく、工学の誕生にも貢献した。すなわち、モンジュは、1799年の『画法幾何学』(Géométrie

descriptive) において、機械や建築などの工学製図の基礎を築いた⁸。これにより、高度な技術が図面を通して広がるのが可能になった。それまで職人たちが自分の頭のなかにもつイメージや簡単なスケッチで済ませていた、ものをつくる前の構想作業が、伝達可能な客観的なデータになったのである。ここに構想という暗黙知が図面という明示知に転換したのである。

あわせて、もともと軍事技術者を意味したエンジニア (engineer) から、民間技術者 (civil engineer) が分かれたのもこの頃で、その後、シビルが抜け落ちて、エンジニアだけで民間技術者を指すようになった。そしてエンジニアを教育する専門分野として工学が生まれたのである⁹。

③ ドイツにおける機械工学の誕生と発展

エコール・ポリテクニクを見習ってドイツ語圏の各地に高等技術学校 (Polytechnische Schule) が誕生し、これらは後に、工科大学へと発展していく。ドイツ語圏で最初に開校したのは、1815年のウィーンであり、その後、ベルリンやカールスルーエなどに相次いで高等技術学校が生まれた¹⁰。

これらの高等技術学校はドイツ語圏で技術者を養成するとともに近代工学者を生み出していった。その初期の代表が、近代機械工学の創設者と言われるのがレッテンバッハーとカールマルシュである¹¹。

レッテンバッハー (Jacob F. Redtenbacher: 1809~1863) はオーストリアのシュタイアーで、鉄商人の息子として生まれ、ウィーンのポ

⁵ 三輪 (2012)、118頁。

⁶ ベックマン (1980)。

⁷ 三輪 (2012)、130頁。

⁸ 三輪 (2012)、134頁。

⁹ 三輪 (2012)、155-157頁。

¹⁰ 創立年を詳しく紹介すると、ベルリン (1821年)、カールスルーエ (1825年)、ダルムシュタット (1826年)、ミュンヘン (1827年)、ドレスデン (1828年)、ニュルンベルク (1829年)、カッセル (1830年)、アウグスブルク (1833年)、シュトゥットガルト (1840年)、ハノーファー (1847年) である (古川安 (2018)、168頁)。

¹¹ レッテンバッハーはモキア社の著作でも紹介されている (モキア (2019)、98頁)。

リテクニークで工学を学んだレッテンバッハーは、チューリッヒ技術学校の教師を経て、1840年にカールスルーエ・ポリテクニークの教授となり、近代機械工学の基礎を築いた。数多くの教え子のなかに、自動車の父ベンツ（Carl F. Benz）や、内燃機関の開発者ランゲン（Eugen Langen）、後出の機械工学者ルーローらがいる¹²。

カールマルシュ（Karl Karmarsch: 1803～1879）は、ウィーンの仕立職親方の家に生まれウィーンのポリテクニークで学んで、優れた能力を認められ16歳で同校の助手となった。1831年に開校したハノーファー高等技術学校で機械工学を教えた。ハノーファーの学校を作る際に、プラハとベルリンに旅行し、とくにベルリンでは、プロイセンの殖産興業と技術教育の父と言えるポイト（Peter Beuth）がつくった工業インスティトゥート（Gewerbeinstitut）を見学し、それをモデルに技術学校をつくった。校長としても非凡な手腕を発揮し、同校を1847年にはポリテクニークに改組し、1879年には高等工業学校に発展させた。1837年に『機械工学大綱』（Grundriß der mechanischen Technologie）を出版することによって、19世紀半ばの機械工学の体系化にも貢献した¹³。

ルーロー（Franz Reuleaux: 1829～1905）は、ライン地方の機械製造業者の息子として生まれ、カールスルーエのレッテンバッハーのもとで機械工学を学んだ後、1856年にチューリッヒ高等工業学校の教授となり機械運動学を体系化した。1864年にベルリン高等工業学校教授となり、多くの技術者や工学者を育てた。1875年に出版した『理論的機構学』（Theoretisch Kinematik）はそれまでの機械工学を体系化した。ここでルーローは機械を、(1)外力に対して十分な強さを有する物体の組合せである、(2)こ

れらの物体は必要な相対運動を行う、(3)入力としてエネルギーを受け入れ、これを変換・伝達して人間に役立つ有用な力学的仕事を行う、と定義し、これはその後、今日まで使われている。

さらに、もう一人、フィッシャー（Hermann Fischer: 1840-1915）を付け加えておこう。フィッシャーは、ハルツ地方の水車小屋所有者の息子として誕生し、1856年から4年間ハノーファーのポリテクニークで学び、機械技術者として各地で経験を積んだ後、ハノーファーで機械技術者として働いた。1876年にカールマルシュの後任としてハノーファー高等工業学校に招聘され、研究者・教育者として優れた才能を発揮し、多くの出版物と論文を書き、学生を教育した。フィッシャーはとくに工作機械の研究に力を入れ、これは後に、シュレジンガーなどの工作機械研究者に多大な影響を及ぼした¹⁴。

このように、レッテンバッハー、カールマルシュ、ルーロー、フィッシャー達によって、工学に関する高等教育機関の整備がすすむとともに、機械工学が体系化されていったのである。

2 第二次産業革命と「経営科学」の誕生

① 第二次産業革命と新たな管理問題

1870年の普仏戦争での勝利の結果、プロイセンを中心とするドイツ帝国が1871年に誕生し、戦争賠償金をもとにした投資活動と起業家活動が活発化し、新しい機械工業部門である電気機械工業や自動車工業が急速に発展していった。これらに化学工業を含めた新興部門が第二次産業革命をリードし、ドイツは工業生産でイギリスを追い越し、機械生産大国の地位を獲得し、ドイツは、第一次大戦前には、輸出額では英と米を追い越し、世界最大の機械輸出大国となっていた¹⁵。

¹² Banse/Wollgast (1987), S.167-172.

¹³ Banse/Wollgast (1987), S.184-192.

¹⁴ Matschoss (1925[1975]), S.74.

¹⁵ 幸田 (1994)、135頁。

工業全体のなかで機械工業の比重が増大した結果、ドイツでは業界団体であるドイツ工作機械工業会（VDW: Verein Deutscher Werkzeugmaschinenfabriken）とドイツ機械工業会（VDMA: Verein Deutscher Maschinenbau-Anstalten）が1892年に設立されている。

電気機械や自動車を含む広義の機械工業部門では熟練工・半熟練工・不熟練工が現場で働いていただけでなく、設計や管理のために技術者の役割が増大し、販売や購買、経理などのための事務職員も必要になり、大組織化した企業の管理問題が企業家と研究者の重要課題となった。

19世紀半ばまでは機械工場の管理は、内部請負制によっていた。これは、工場のなかを鑄物部門や旋盤部門、組立部門などにわけ、それぞれに熟練労働者出身の請負人をおき、人事から経理まですべての管理を彼らに任せる制度であり、小さな本社で対応できた。ところが、工場現場は請負人と熟練労働者の支配下にあり、彼らが示し合わせれば作業時間も作業量も自らコントロールでき、会社側は現場の状況を計数的に把握することができなかった。

だが、世界的な競争が広がるなかで、工場を経営する企業家たちは工場の現場を直接、自分たちで管理しようとして経営現場に乗り出してきた。その際、活躍したのが技術者だったのである。このような中で、アメリカとドイツにおいて工場や企業に関する新たな研究が生まれる。

まず、アングロサクソン系のイギリスとアメリカの工場で新しい動きが始まった。経営学史のなかで登場する、ローワンやハルシーといった技術者たちは、賃金制度の改革とともに工場改革に乗り出した。1880年にアメリカで設立された機械技師協会（ASME: American Society of Mechanical Engineers）が画期となった。工場管理の改革運動の頂点に立ったのが、テイ

ラー（Frederic Winslow Taylor 1856-1915）だった¹⁶。

機械工場の技術者として経験を積んだテイラーは、まず、1905年に出た『工場管理』（Shop Management）で、機能的職長制度を提唱し、労務管理だけでなく原価管理までを会社が直接掌握できる制度を提唱した。さらに、ストップウォッチを用いた時間研究による厳密な工場管理を「科学的管理法」として提唱し、多くの企業に影響を与えた。さらに、テイラーは金属切削の研究を開始し、化学者の協力を受けて実験を繰り返すなかで、切削能率を一挙に高めた高速度鋼（high-speed steel）を発明するに至った。このテイラーの切削実験は、生産工学の誕生を促す大きな一歩になった¹⁷。

ドイツに目を転じよう。ドイツの工業化のなかで重要性を増してきた技術者は1856年にドイツ技術者協会（VDI: Verein Deutscher Ingenieure）を設立し、技術者の地位向上のために運動を展開した。その一つが高等工業学校の大学への昇格¹⁸で、1879年のベルリン工科大学、1880年のアーヘン工科大学が最初に登場し、その後、ハノーファーやミュンヘン、ドレスデンなどの工科大学が続いた。そして工科大学の設立がきっかけとなって、商科大学の設立運動が起こり、1898年のライプツィヒとアーヘン、ザンクト・ガレンを皮切りに、1901年にケルンとフランクフルト、1906年にベルリン、1908年にマンハイム、1910年にミュンヘンと続いたのである。

経営を研究する学問として新たに生まれた「経営科学」（Betriebswissenschaft）が工科大学の教授たちによって研究されたのに比し、商科大学の教授たちによって研究されたのが「経営経済学」（Betriebswirtschaftslehre）であった。両者はあまり交流することなく発展してき

¹⁶ ネルソン（1978）、108-113頁。

¹⁷ 橋本（2002）、136-137頁。

¹⁸ ドイツ語の Technische Hochschule は、高等工業学校とも工科大学とも訳されるが、1899年より工学博士が授与できるようになり、大学と同等となった（古川（2018）、169頁）。

たが、あとでとりあげるように垣根を超えた研究者も登場した。

② シュレジンガーの「経営科学」講座

ベルリン工科大学 (Technische Hochschule Berlin) は、2つの高等教育機関、工業インスティテュートおよび建築アカデミーが1879年に合併して誕生した。第一次大戦前にベルリン工科大学を管轄していたのは、ドイツ帝国を構成した諸邦国のなかの最大邦国プロイセンの文部省であった。同省は、ドイツ工業の競争力強化のために、工科大学に生産技術を体系的に研究する講座の設置をもくろんだのであった。

出発点となったのがベルリン工科大学に1904年に設置された講座で、レーヴェ社 (Ludw. Loewe) の主任技師を務めていたシュレジンガー (Georg Schlesinger 1874-1949) が主任教授に招聘された。この講座は創設後すぐに評判となり、プロイセンでは続いて、アーヘン、ハノーファー等に生産技術の講座が設置された。アーヘン工科大学の教授になったのは、すでに、テイラーの『工場管理』のドイツ語訳¹⁹を出して、ドイツにおけるテイラーシステム導入において、シュレジンガーと並んで活動していたヴァリクス (Adolf Wallichs: 1869-1959) であった。

講座の正式名称は「工作機械・工場設備・工場経営講座」であったが、一般的には「工作機械と工場経営」と呼ばれ、さらに短く「経営科学」(Betriebswissenschaft) とも呼ばれた。今日の用語でいえば「生産工学」にあたり、シュレジンガーは「科学的生産工学の開拓者」と評価されている²⁰。シュレジンガーはベルリン工科大学に工作機械研究所を設置し、テイラーが

始めた切削実験を継承して工作機械の科学研究を進めるとともに、経営管理の研究にも力をいれ、テイラーシステムの導入に尽力した。

1914年8月に第一次大戦が勃発すると、シュレジンガーは軍務を志願し、シュパンダウ兵器廠の経営管理や兵器生産での互換性生産方式の導入に尽力した。1918年に大戦が終わると大学に復帰し、革命運動にさらされたワイマル共和国において、ドイツ工業生き残りのためには労使協調による合理化運動が必要であると説いてまわり、自らその先頭に立ち、先のヴァリクスとともにドイツ合理化運動の指導者として知られた²¹。

シュレジンガーの多忙な活動のなかで中心となったのは、工作機械の研究と学生・大学院生の指導および講義であった。1904年の着任以来、1933年までに、シュレジンガーの講座からは64人の博士号取得者を出し、さらに4人の教授資格取得者を出している²²。もちろん、いちばん多いのは工学士 (Diplom Ingenieur) で、製造企業において、経営技師として多くの卒業生が活躍した。そのなかで、もっとも有名なのは、戦後、フォルクスワーゲン社の社長として同社を急成長させ世界企業にしたノルトホフ (Heinz Nordhoff: 1899-1968) であろう²³。

さらに、シュレジンガーは、ドイツにおいて発展してきた、一方での機械工学の研究と、他方での工場管理の研究とを統合させようと努力した。機械工学についてはすでに紹介したので、ここでは工場管理について若干補足しておこう。

19世紀末より、ドイツでは経営に関する研究が、商事的经营論 (Kaufmännische Betriebslehre) と技術的经营論 (Technische Betriebslehre) の2つに分かれて積み重ねられてきた²⁴。シュ

¹⁹ Taylor/Wallich (1909).

²⁰ Buchheim/Sonnemann (1989), S.71.

²¹ Spur (1979), S.184.

²² Spur (2004), S.266.

²³ ノルトホフについての研究書として Edelman (2003) を参照。

²⁴ ともに、研究の出発点になったのは、17世紀から18世紀に登場した官房学 (Kameralwissenschaft) である。官房学は経済問題に加え管理問題を扱うことにより、経営学的研究の端緒となったのである。

レジンガーは、ドイツ経営学の創設者の一人でベルリン商科大学教授を務めたシェアー (Johan F・Schär) や、技術的経営論の分野の先駆者のカルメス (Albert Calmes) らの研究を踏まえたうえで経営科学の研究を推進し、さらにシュマーレンバッハ (Eugen Schmalenbach) の管理会計にも関心を寄せ、自らも管理会計に関する学会報告論考を残している²⁵。とりわけシュレジンガーが重視したのが産業心理学であった。みずから、『心理技術と経営科学』という著作を出したのみならず、ベルリン工科大学のみずからの講座の下に産業心理学研究所を設置し、心理学者メーデ (Walther Moede: 1888-1958) を教授に任命し、その研究を支援したのである²⁶。

だが、シュレジンガーはユダヤ人だったために、ナチ党が政権をとった1933年1月以降、迫害の手がのび、4月30日にナチ党によって拘束され、モアビット刑務所に収監された。関係者の尽力により11月末に釈放されると、すぐに家族でチューリッヒに亡命した。その後、ベルギーを経て、最終的にはイギリスのラフバラ (Loughborough) に落ち着いた。イギリスでは、イギリス自動車業界の重鎮のモリス (William R. Morris: ナフィールド子爵) とオースチン (Herbert Austin: オースチン男爵) が尽力して設置したラフバラ・カレッジ生産技術研究所の所長として迎えられ、豊富な経験に裏付けられ、研究を継続するとともにイギリス工業界の指導に携わった²⁷。

③ ナチ時代の講座運営

シュレジンガー追放の中心的役割を果たしたのは、シュレジンガーから最後の博士号を授

与されたばかりの助手キーケブッシュ (Heinz Kieckbusch) だった。キーケブッシュはベルリン工科大学のナチ学生連盟の熱心なメンバーの一人で、3月16日にシュレジンガーを講座運営費詐欺容疑と国家反逆罪で訴えたのだ。

キーケブッシュたちは、講座内で多大な成果をあげていたユダヤ人スタッフを次々に訴えた。そのため、シュレジンガーの後継者と目された教授資格保持者クライン (Max Kurrein) はイスラエルに移住し、ハイファに設立された工科大学の機械講座の教授となりイスラエル機械工学の基礎を築いた。もう一人の教授資格保持者クロネンベルク (Max Kronenberg) はアメリカに亡命し、シンシナティ・ミリング・マシン社 (Cincinnati Milling Machine Company) に勤めてアメリカ工作機械工業の発展に貢献した²⁸。

シュレジンガーを中心とする指導者を失った講座はしばらく混乱が続いた。キーケブッシュはナチ党の力を利用して講座の運営を担おうと画策したが失敗し、西南ドイツの工作機械メーカーの技術者になった後、BMW社のアイゼナッハ工場支配人を経て、1938年からはダンツイヒ工科大学の経営科学・工作機械講座の教授になった。さらに、軍備局に勤めたあと、ドレスデン工科大学の教授になった。だが、戦後、ナチ加担を問われ、1948年にアルゼンチンに亡命し、軍需会社や自動車で技術者として働いた後、1993年にブエノスアイレスで死去した²⁹。

混乱期の講座運営のために、ベルリンの工作機械メーカーのラボマ社 (RABOMA) の支配人などが手助けをし、レーヴェ社やフリッツ・ヴェルナー社 (Fritz Werner) の技師長を招聘しようとしたがうまくいかなかった³⁰。後任選定にあたっては、政治信条よりも研究力量が

²⁵ Schlesinger (1923), S.152-154.

²⁶ Spur (2000), S.292-300.

²⁷ Spur (2000), S.463-474.

²⁸ Spur (2004), S.266-268.

²⁹ Spur (2004), S.266.

³⁰ Spur (2004), S.299.

優先された結果、実績を積み上げてきたキーンツレ (Otto Kienzle: 1893-1969) が、1934年4月にシュレジンガーの後任としてベルリン工科大学教授に着任することになった³¹。

キーンツレは1893年にヴェルテンベルクの森林監督官の家に生まれ、アビトゥアを終えたあと、まずシュトゥットガルト工科大学で電気工学を専攻し、後にベルリン工科大学に転校しシュレジンガーの教えを受けた。第一次大戦中、まず兵器工場で働いた後、1916年にシュトゥットガルト工科大学で学士号を得て、ジューメンズ社 (Siemens) の設計技術者になり、その後、Fabro³² で働いた。この時、キーンツレは、規格化とはめ合い問題に取り組み、1921年にシュレジンガーの指導のもと「はめ合い」についての学位論文をまとめた。第一次大戦が終わると、キーンツレは、技術者コッホ (Richard Koch) と共にコンサルタント会社 (Koch & Kienzle) を設立し、技術者として流れ作業の導入などに助言をおこなった。さらに、ベルリン商工会議所で合理化指導の技術者として活動するなかで、シュレジンガーを継承する規格化運動の第一人者としてドイツ内外で知られるに至った³³。

キーンツレ着任後の講座は、シュレジンガー時代に比べてスタッフが手薄になった。ユダヤ人のクラインやクローネンベルクらが追放され、後任が補充されなかったからだ。それにもかかわらず、有力な工作機械メーカーからの委託研究³⁴ は継続され、工作機械研究³⁵ も存続した。

第二次大戦が進展するなか、1941年よりキーンツレを含む主要スタッフが軍務に駆り出され

て、研究能力はさらに低下した。それでも、キーンツレの時代に、28の学位論文および1つの教授資格論文が承認されている。もっとも、学位論文のうち5つはシュレジンガー時代に着手された研究だった。1945年になり敗戦が迫るなかで、講座のスタッフと設備の疎開が始まり、ゲッティンゲンなど数カ所にヒトとモノが移動された。設備のなかには戦災で被害を受けたり、戦後の混乱のなかで持ち去られたものも多数あった。キーンツレの自宅も戦災で焼失するなかで、キーンツレの講座の中核はエルツェン (Aerzen) に疎開した³⁶。

戦後、極度の混乱のためベルリンへの復帰はできなかった。そしてキーンツレは1945年12月よりハノーファー工科大学での講義を開始することになり、47年よりニーダーザクセン州文化相より正式に招聘され、1961年に引退するまで、約100人の博士号取得者を出した³⁷。

3 第二次大戦後のベルリン工科大学での生産工学の発展

第二次大戦末の度重なるベルリン空襲、ソ連軍の侵攻により、ベルリン工科大学は甚大な被害を受けただけでなく、戦後には略奪と設備解体が続き、再建が見通せないほどになった。ようやく、1945年6月にベルリン工科大学再建委員会ができ、イギリス占領軍の管理のもと復興への道を歩みだした。その際、工学に特化した学部構成を見直し、人文系学部を増設することにより、ベルリン工科大学 (TU:

³¹ Spur (2004), S.307.

³² 1916年末に兵器増産のためにプロイセン王立シュパンダウ兵器廠のなかに設立されたのが王立製造局 (Königliche Fabrikationsbüro 略称 Fabo) である (Hahn (2018), S.14)。

³³ Spur (2004), S.303-306.

³⁴ Billeter & Klunz Schiess Pittler Wanderer などである (Spur (2004), S.313)。

³⁵ 学位論文の授与は大幅に減少したが、そのなかで、1936年から翌年にかけてのプレス機械に関する学位論文の成果は、キーンツレが委員長を務めた1939年の ISA 第3小委員会承認され、20年後にそのまま、ISO 第3小委員会採用されている (Spur (2004), S.321)。

³⁶ Spur (2004), S.311-321.

³⁷ Spur (2004), S.343-345.

Technische Universität) に改名した³⁸。だが、本稿では慣例にしたがってベルリン工科大学と表記する。

だが、その後の東西ベルリンへの分割、首都機能のボンへの移転、企業の倒産や逃避により、ベルリンは不安定な状態が続き、西ドイツの他の工科大学に比べて再建の困難は大きかった。

① 戦後の混乱期からシャルプロッホ時代まで

ベルリン工科大学の経営科学および工作機械に関する講座・研究所は、1939年には1112平方メートルあったのが、戦後はわずか235平方メートルが利用できるだけだった。キーンツレがハノーファー工科大学に移ってしまったこともあって、戦後の混乱はなかなか収まらなかった。

ようやく1953年10月にシャルプロッホ (Heinrich Schallbroch: 1897-1978) が主任教授に着任して混乱はおさまった。シャルプロッホは1897年にニーダーラインに生まれ、第一次大戦中にバイエルン陸軍砲兵隊に従軍したのち、いくつかの工場で経験を積み、アーヘン工科大学のヴァリックスの下で機械工学を学び、工作機械会社シース (Schiess) 社³⁹の技術者を経て、アーヘン工科大学工作機械・経営講座で働き、教授資格を得た。その後、ブラウンシュヴァイク工科大学を経てミュンヘン工科大学の教授としての経験を積んでいた。

ベルリン工科大学への招聘後は、ベルリン州や大学当局、工業会などに精力的に働きかけ名

門講座の再建に尽力した。その結果、ファザーネン通り (Fasanenstrasse) に新しい敷地を獲得し、3階建ての講座用教室と実験棟を新設することに成功した。総額84万マルクの建設費は、ベルリン州政府やドイツ研究振興協会 (Deutsche Forschungsgemeinschaft) などの他、VDMA やVDW が担った。なかでももっとも大きな支援をしたのがVDW とその会員企業であった⁴⁰。ここには、シュレジンガー以来のベルリンの生産技術研究への感謝が込められているといっただろう。

この新しい研究所において、シャルプロッホの指導のもと、多くの研究者が育ち、独自の研究に加え、企業からの委託研究に取り組み着実な成果を積み上げ、次の時代の飛躍のための土台ができたのである。

② シュプアの時代

1965年にシャルプロッホの後任として着任したのが、中興の祖といえるシュプア (Günther Spur: 1928-2013) である。シュプアは1928年にブラウンシュヴァイクに生まれ、ブラウンシュヴァイク工科大学で機械工学を学んだのち、工作機械メーカーのギルデマイスター社 (Gildemeister)⁴¹で技術者として経験をつんだ。ドイツの機械工学者は例外なく民間企業で働いた経験をもっている。

シュプアは設計部長として同社の発展に貢献したあと、1965年にベルリン工科大学教授に就任した。その後のシュプアの働きはめざましいものだった。着任するや否や、他の工科大学

³⁸ Spur (2004), S.347.

³⁹ シース社は技術者シース (Ernst Schiess) によってデュッセルドルフに1857年に設立され、1900年代に従業員1000人を超え、とくに大型工作機械で世界に知られた工作機械メーカーである (幸田 (1994), 206頁)。第二次大戦後も存続したが、ドイツ再統一の頃に経営危機に陥り、所有者が変遷したあと、最終的には2004年に、瀋陽機床 (集団) 有限責任公司 (Shenyang Machine Tool Group) に買収された。

⁴⁰ Spur (2004), 376-378.

⁴¹ ギルデマイスター社は、機械工ギルデマイスターが1864年にビーレフェルトに設立した作業場から始まり、1870年にギルデマイスター工作機械製造所となった。ビーレフェルトは金属加工業が盛んで、1870年代からの自転車・ミシン工業が集積したこともあり、ギルデマイスター社は急速な発展をとげ、20世紀に入ってからは、とくに自動旋盤の生産をとおして、ドイツにおける代表的な工作機械メーカーの一つになった (幸田 (1994), 208-209頁)。

の教授たちと共同して、NC工作機械の新しいプログラム言語 EXAPT (extended automatically programmed tools) の開発に従事した⁴²。

1970年代に入ると、シュプアを取り巻く環境に大きな変化が生じた。まず、ベルリン工科大学が大幅な組織再編をすすめるなかで、シュレジンガー以来の伝統をもつ IWF (Institut für Werkzeugmaschinen und Fertigungstechnik) について、陸の孤島となった西ベルリンには不要との議論が出てきたが、シュプアの尽力で1972年に存続が決定した。だが、同じ頃、内外での評判の高いシュプアを、ブラウンシュヴァイク工科大学とアーヘン工科大学が、ベルリン工科大学から引き抜こうとする動きが起こっていた。

シュプアをベルリンに引きとめるために、1972年初頭に、ベルリン州政府は「ベルリン生産技術研究所」の設立をシュプアに打診した。2月7日から新しいプロジェクトの検討が始まり、シュプアは、ベルリン州首相と経済担当大臣だけでなく、企業や団体、ベルリン商工会議所との交渉を開始した。その結果、同年9月のベルリン経済基本方針のなかに「生産技術研究所」の設置が不可欠だという項目が盛り込まれた。

当時、シュプアは各地へ講演にでかけ、新しい研究所の必要性をくりかえし語った。それらの講演のひとつが、この結論が出た日から4日後の9月30日に開かれたベルリン・シュパンダウ地区のジューメンス工場設立75周年の記念式典である。この時、シュプアはおおむね以下のような話をしている。

ドイツ連邦共和国はベルリン経済に補助金を出し

ています。これはベルリン経済の存続にとって必要不可欠です。この援助が将来を見据えた方向に投入されるかどうかを、長期的視点から検討しなければなりません。たとえば、最先端の生産設備を備えたモデル工場がベルリンに建設されるなら、工業生産システムの将来の発展の好例となるでしょう。

ベルリンでそのような生産構造を実現するための前提条件はしっかりと存在します。人は必要に迫られるとよい知恵を生み出すものです。ベルリンの不利な地理的制約は、最新の生産技術の観点からは長所になりうるのです。すなわち、周りを囲われているため、強制的に内部に向かわざるをえない構造は高度の生産密度を生み出します。・・・ベルリン経済の発展のためには、中小企業から手工業に至るまでの健全な発展が不可欠です。経済政策の観点から言えば、これらの企業にも技術的成果を出すように要求することを意味します。とりわけそれを促進する役割を担うのが、この数年にわたって計画されてきた「ベルリン生産技術研究所」ということになります。・・・この分野の知識と洞察を一貫したものにまとめることが重要であり、他方で発展のリスクは明確に認識されねばなりません。リスクの大部分を国が担うなら、そのリスクは軽減されます。国は開発コストを負担し、製品の購入者となり、必要な専門知識を提供することができるし、またそうしなければなりません。将来、私たちの産業を進歩させるのは、イデオロギーや政治的策略ではなく、技術的な必要性と経済的制約です⁴³。

精力的な活動の結果、1974年12月16日に、西ドイツ連邦政府首相シュミットの主催により「ベルリン経済コンファレンス」が開催された。その場で、ベルリン商工会議所は具体的に「生産技術研究所」の設立を提案し、シュプアを委

⁴² EXAPT の意義について、日本機械学会の『機械工学事典』は以下のように説明している。「1960年代にドイツで開発された APT を拡張した NC 自動プログラミングシステム。形状処理に主体をおいた APT に対して、EXAPT では、適切な加工工具の選択、加工条件の決定、加工手順の決定などの加工技術情報の自動的な処理も実現している。この機能を利用するには、機械、工具、材料などのファイルを事前に準備しておく必要がある。その用途としては、穴あけ・フライス加工用 (EXAPT1)、旋削・中ぐり加工用 (EXAPT2)、軸輪郭加工用 (EXAPT3) などがある」 (<https://www.jsme.or.jp/jsme-medwiki/doku.php?id=19:1000411> (2025年11月30日閲覧))

⁴³ Spur (2004), S.454f.

員長とする「生産技術研究所作業委員会」を設置し、精力的な検討をすすめた。

それを踏まえ、75年7月25/26日に第2回の「ベルリン経済コンファレンス」が再びシュミット首相を交えて開催された。それを受けて、ドイツ連邦研究技術省は、予定される研究所の担い手としてフラウンホーファー研究機構 (Fraunhofer-Gesellschaft)⁴⁴ がふさわしいとの結論を出した。76年8月2日にフラウンホーファー研究機構理事会は、同年9月1日に新しい研究所を開設することを決定した⁴⁵。この結果、76年9月1日にフラウンホーファー生産設備設計技術研究所 (IPK: Fraunhofer-Institut für Produktionsanlagen und Konstruktionstechnik) がベルリンに誕生することになった。

そして86年には、写真1が示すように、斬新な建築で話題になった生産技術研究センター (PTZ: Produktionstechnische Zentrum) とい

写真1 PTZの外観



出典) Spur (2000) 表紙カバーより。

う最新の生産技術複合センターが竣工したのである。PTZは、2つの組織、すなわちベルリン工科大学の工作機械・生産技術研究所 (IWF) およびフラウンホーファー協会の生産設備・設計技術フラウンホーファー研究所 (IPK) の共同利用施設である。両研究所の所長は、ベルリン工科大学教授シュプアが兼任した。1億4000万マルク (当時の日本円に換算すると約130億円) をかけて研究施設を完成させた。PTZの研究者は160人、研究費は年間約3000万マルク (当時の日本円に換算すると約28.5億円) に達した⁴⁶。

PTZの最大の特徴は、面積3850平方メートルの、工場とも受け取れるほど広い実験棟で、当時、世界最大の生産技術研究所であった。ここにはマシニングセンター2台を中心としたフレキシブル生産システムや、電子部品を組み立てる組み立てロボット主体の自動組み立てライン、各種工作機械が設置されていた。

西ドイツの工作機械業界は一般に中規模の企業が多く、一社だけで十分な研究ができる体制にはなかった。そこで各社が研究資金を持ち寄り、PTZに研究を委託し、研究結果は各社が自由に使えた。西ドイツ製の工作機械が世界的に評価を受けたのは、このような産学協同の研究体制がうまく機能したからであろう。とくに自動車業界からの委託研究が重要だった。たとえばフォルクスワーゲン社は、当時、乗用車「ゴルフ」生産のために、自動化率が20%を越す最終組み立てラインを備えていたが⁴⁷、この基礎的な研究はPTZが担当した⁴⁷。

⁴⁴ 1949年にバイエルン州の産官学の連携組織として発足したフラウンホーファー研究機構は、1973年に連邦政府が関与するようになって以降、応用研究の拠点として重要性を急増させた。今日ではヨーロッパ最大の応用研究機関として知られ、8つの研究グループのもと、72の研究所がドイツ各地に存在し、企業・州政府・連邦政府の出資による36億ユーロの年間予算をもち、3万人を越す専任スタッフを擁している (2025年現在 <https://www.fraunhofer.de/en/about-fraunhofer.html>)。研究所の所長は大学教授が兼ねており、スタッフの多くも大学院生を兼ねており、博士論文をまとめながら実践的な研究に従事し、修了後に企業に就職する。大学院生にとっても、給与を得ながら、実践的な研究ができ、博士論文の準備もできるので、フラウンホーファー研究機構で働くことを希望する若手研究者は多い。

⁴⁵ Spur (2004), S.458.

⁴⁶ 日本経済新聞 1990年9月28日朝刊。

⁴⁷ 日本経済新聞 1990年9月28日朝刊。

西ドイツにおいても、大学が民間企業から研究委託を受けるためには面倒な手続きが必要であった。だが、フラウンホーファー研究機構は、もともと民間企業の研究委託のために作られた研究組織で、その目的は応用技術を開発し産業界に移転することなので、民間企業からの研究委託を迅速に受け入れ、大学の研究者の協力も得ながら遂行することができたのであり、それが今日まで続いている。

シュプアは研究所を着実に発展させていった。1965年に着任したとき IWF は 5 人のスタッフが働いていたにすぎなかったが、70年には25人に、76年には約70人に増大した。その後、PTZ の建設を経て、1985年までに両研究所を合わせると200人以上のスタッフを抱えるまでになった。シュプア退官一年前の1996年には、IWF に128人（研究職99人と事務職29人）、IPK に110人（研究職83人と事務職27人）、合計238人であった。⁴⁸そして、シュプアは退官するまでに130人以上の学位取得者を養成したのである⁴⁹。

シュプアの貢献はそれだけにとどまらず、工学者としては異色で、歴史を重視する姿勢を一貫して持ちつづけた。シュレジンガーの再評価に力をいれ、自ら音頭をとって数冊の大部の著作を編集した。そのなかには、『ゲオルク・シュレジンガーと工場経営の科学』（2000年）というシュレジンガー伝も含まれる。これはベルリン自由大学の経済史研究者フィッシャー教授との共同編集によるもので、654ページからなる大作に仕上がっている。

シュレジンガーの業績を継承発展させるというシュプアの強い意志と実行力は、ドイツ工作機械工業の発展にも反映されている。すなわち、

1952年にアメリカで発明された新しい工作機械である NC 工作機械に対し、在来型の工作機械の生産が好調であったため、ドイツの専門家も企業家も最初は否定的な見方をしていた。

これに対し、シュプアはいち早く NC 工作機械の重要性を認識し、機械言語である EXAPT 開発の音頭をとり、最新の設備を備えた IPK をベルリンに設立し、ドイツ工作機械工業の発展のために尽力したのである。1970年代から2000年代にかけての日本工作機械工業の躍進により、世界市場での地位を急低下させたアメリカとは異なり、シュプアたちによる産学連携の成果もあり、ドイツの工作機械工業は日本と競って、世界トップの工作機械生産国の地位を維持していったのである⁵⁰。

③ ドイツ統一とインダストリー4.0

PTZ 設立から4年後の1990年には、誰も予想しなかったドイツ再統一が実現し、ベルリンは地理的な重要性を取り戻した。生産技術研究センターはまさに時代の波に乗ったのである。

世界が注目する生産技術・工作機械の研究拠点をベルリンにつくりあげたシュプアは、1980年代には「未来の工場の父」(Vater der Fabrik der Zukunft) と呼ばれるようになり、1997年に退官するまで、多くの学生、研究者を指導し、「生産技術のベルリン学派」を築きあげた⁵¹。ここは、シュレジンガー以来、ふたたび世界中から注目される、生産技術に関する知のセンターとなったのである。

また、シュプアは、工学者の連携と社会的役割の増大にも尽力した。ここでは2つだけ紹介しておこう。

まず、生産技術分野の工学研究者の連携を

⁴⁸ Wissert (2023), S.130.

⁴⁹ Spur (2004), S.827-837, PTZ (1996), S.16.

⁵⁰ 幸田 (2011), iii 頁。なお、シュプアも重要な貢献者の一人となったフラウンホーファー研究機構は、イノベーション・リサーチグループなど8つの研究グループをもち、その一つが生産技術グループである。この生産技術グループは IPK を含む9つの研究所から構成され、ドイツ工作機械工業を支えてきたのである (中山 (2018), 68頁)。

⁵¹ acatech (2018), S.5.

推し進めたことである。すでに戦前に、アーヘン工科大学のヴァリクスが音頭をとり、1937年のライプツィヒ国際見本市のときに集まった18大学の22人の教授により、工科大学経営科学グループ（HGF: Hochschulgruppe Betriebswissenschaft）が誕生していた。第二次大戦で中断したあと、戦後に復活した。そして、1987年の設立50周年の際に、シュプア会長による記念講演を開くとともに、組織名を生産技術に関する大学人グループ（WGP: Wissenschaftliche Gesellschaft für Produktionstechnik）に改めた。この新組織は、ドイツ工作機械工業会や工作機械メーカーだけでなく、幅広くものづくりの世界に関わり産学連携を強めていった。

次に、シュプアを筆頭とする有力な工学者が発起人となり、2002年にドイツ工学アカデミー（Deutsche Akademie der Technik）を設立したことである。工学アカデミーとは、工学・技術に関する課題や政策について、政府や社会に中立の立場から科学的根拠にもとづいて助言や提言を行う組織で、産官学連携の推進や若手育成も目的に含める。このようなアカデミーを設立することは、19世紀末以来の長年にわたる課題であったが、ドイツにおいては伝統的に、科学や芸術に比べて工学を下にみる風潮があったため、ようやく21世紀になって誕生することになった。そして、ドイツ生まれの世界的ソフトウェア企業であるSAP社の最高経営責任者を務めたカガーマン（Henning Kagermann）が会長に就任し2008年より本格的な活動を開始した。

そして、カガーマンが音頭をとって2011年より推進したのがインダストリー4.0である。インダストリー4.0とは、工場の機械をインターネットに接続することにより、サプライチャー

ンも巻き込んで、生産のデジタル化・自動化・バーチャル化をすすめ、コストの極小化をめざす、ドイツの官民あげた取り組みである⁵²。シュプアが創設したベルリンのIPKも、その主導的役割を担う組織の一つである⁵³。

おわりに

以上の考察から、第二次大戦の戦災で甚大な被害をうけたものの、ベルリンは、ドイツにおける機械工学の拠点の一つとしての伝統を今日に至るまで持ち続けていることを確認できた。

ベルリン工科大学の生産技術講座の担い手を整理すると、シュレジンガーやキーンツレ、シャルブロッホ、シュプアと強い指導力を持った主任教授の時代に多くの実績を残してきたのである。これらの教授たちは例外なく民間企業の技術者として現場の知識にも通じており、国や企業、工業会との太いパイプをもち、理論研究と実践をつないできた。

最初に紹介したモキイアは、近代社会における知識の役割を詳しく分析した。そして、発見につながる「命題的知識」および発明につながる「指図的知識」の2つに区分し、これらが19世紀末に大学や理工工学校、公的研究機関において制度的にフィードバックされる仕組みができて、技術発展が促されたと指摘している⁵⁴。1904年にベルリン工科大学に誕生した経営科学講座は、まさに産学連携により、生産技術に関する知識の研究と応用を深めていく制度の成功事例であり、第二次産業革命のなかでシュレジンガーが開拓し、第三次産業革命のなかでシュプアが発展させたものだったということができよう。そして、シュプアは第四次産業革命の準備もしたのである。

⁵² カガーマンたちがインダストリー4.0構想を発表したのは、2011年4月春のハノーファー工業見本市の時である（Kagermann/Wahlster/Helbig（2011））。

⁵³ <https://www.ipk.fraunhofer.de/de/kompetenzen-und-loesungen/industrietrends/industrie-40.html>（2025年11月28日最終閲覧）。

⁵⁴ モキイア（2019）、123頁。

参考文献一覧

- acatech(2018), *Günter Spur: Zukunft Denken, Wandel Gestalten* (https://www.acatech.de/wp-content/uploads/2018/05/GuenterSpur_Zukunft_denken_Wandel_gestalten.pdf).
- Banse, Gerhard /Wollgast, Siegfried(1987), *Biographien bedeutender Techniker, Ingenieure und Technikwissenschaftler : eine Sammlung von Biographien*, Berlin: Volk und Wissen Volkseigener Verlag,
- Buchheim, Gisela /Sonnemann, Rolf(1989), *Lebensbilder von Ingenieur-Wissenschaftlern*, Basel: Springer Basel.
- Edelmann, Heidrun(2003), *Heinz Nordhoff und Volkswagen : ein deutscher Unternehmer im amerikanischen Jahrhundert*, Göttingen: Vandenhoeck & Ruprecht.
- Hahn, Theresa(2018), Von der Waffenschmiede zum Mischkonzern: Die Demilitarisierung der Spandauer Heereswerkstätten nach 1918, *Zeitschrift der Stiftung Deutsches Technikmuseum Berlin*, Ausgabe 3/2018.
- Kagermann, Hennig /Wahlster, Wolfgang/ Helbig, Johannes (2011), Industrie 4.0: Mit dem Internet der Dinge auf dem Weg zur 4. industriellen Revolution, *VDI Nachrichten*, Nr. 13.
- Matschoss, Conrad(1975), *Männer der Technik : ein biographisches Handbuch*, VDI-Verlag (Original 1925).
- PTZ(1996), *Produktionstechnisches Zentrum Berlin Jahresbericht 1996*.
- Schlesinger, Georg(1923), Die Entwicklung der deutschen Organisationswissenschaft für industrielle Betriebe, *Werkstattstechnik*, Heft 5.
- Spur, Günter(1979), *Produktionstechnik im Wandel: Georg Schlesinger und das Institut für Werkzeugmaschinen und Fretigungstechnik 1904-1979*, München/Wien: Carl Hanser Verlag.
- Spur, Günter(2004), *Vom Faustkeil zum digitalen Produkt : ein kulturgeschichtlicher Beitrag zur Entwicklung der Berliner Produktionswissenschaft*, München/Wien: Carl Hanser Verlag.
- Spur, Günther /Fischer, Wolfram(2000), *Georg Schlesinger und die Wissenschaft vom Fabrikbetrieb*, München/Wien: Carl Hanser Verlag.
- Taylor, Fred. W. /Wallich, A. (1909), *Die Betriebsleitung insbesondere der Werkstätten : Autorisierte deutsche Ausgabe der Schrift "Shop management"*, Berlin: Julius Springer.
- Wissert, Thomas(2023), *Einführung der NC-Maschinen in der Bundesrepublik Deutschland zwischen 1950 und 1980 unter besonderer Berücksichtigung von Baden-Württemberg*, Berlin : Logos Verlag.
- テイラー、フレデリック・W (有賀裕子訳) (2009)、『新訳科学的管理法：マネジメントの原点』ダイヤモンド社。
- テイラー、フレデリック・W (中谷彪・中谷愛・中谷謙訳) (2009)、『科学的管理法の諸原理』晃洋書房。
- ベックマン、ヨハン (1980)、『西洋事物起原』ダイヤモンド社 (2000年に岩波文庫所蔵)。
- モキイア、ジョエル (2019)、『知識経済の形成：産業革命から情報化社会まで』名古屋大学出版会。
- ネルスン、ダニール (1978)、『20世紀新工場制度の成立－現代労務管理確立史』広文社。
- 種田明 (1990)、「ドイツ技術者教育の成立と制度化－工科大学の生成・発展とその社会的地位について」『技術と文明』5巻2号。
- 幸田亮一 (1994)、『ドイツ工作機械工業成立史』多賀出版。
- 幸田亮一 (2011)、『ドイツ工作機械工業の20世紀』多賀出版。
- 清水敏充 (1975)、「西ドイツ企業における管理と技術の特質」(伊東光晴他責任編集『世界の企業4 西ドイツの経済と産業』筑摩書房、所収)。
- 今野登 (1972)、「ドイツにおける『経営管理学的』研究」(経営学研究グループ編『経営学史』亜紀書房、所収)。
- 中川誠士編 (2012)、『テイラー』文眞堂。
- 中山秀太郎 (1987)、『機械発達史』大河出版。
- 中山力ほか「ドイツ製造業を支えるフラウンホーファーの研究力」『日経ビジネス』2018年9月10日号。
- 橋本毅彦 (2002)、『<標準>の哲学』講談社選書メチエ。
- 廣瀬幹好 (2019)、『フレデリック・テイラーとマネジメント思想』関西大学出版部。

ベルリン工科大学における経営科学の歴史的展開

古川安（2018）、『科学の社会史 ルネサンスから20世紀まで』ちくま学芸文庫.

三輪修三（2012）、『工学の歴史 機械工学を中心に』ちくま学芸文庫.

吉田文和（1987）、『マルクス機械論の形成』北海道大学出版会.

渡部直樹（2025）、『テイラー「科学的管理法」再考：AI時代の今こそ、テイラーに学ぶ』中央経済社.

『日本経済新聞』1990年9月28日朝刊.