

# 転換期の技術と社会・経済思想：初期内燃 機関技術史とディーゼル

山岡 茂樹

<b>Citation</b>	技術と文明, Vol.5, No.1, pp.19-45
<b>Issue Date</b>	1989-03
<b>Type</b>	Journal Article
<b>Textversion</b>	Publisher
<b>Rights</b>	この記事は、私的な目的でのみダウンロードすることができます。その他の使用には、事前に著作権者の許可が必要です。 This article may be downloaded for personal use only. No other uses without permission.

Self-Archiving by Author(s)  
Placed on: Osaka City University

論 文

# 転換期の技術と社会・経済思想

——初期内燃機関技術史とディーゼル——

山 岡 茂 樹

## 転換期の技術と社会・経済思想\*

——初期内燃機関技術史とディーゼル——

山 岡 茂 樹\*\*

1. はじめに
2. 技術の思想・技術者の動機
3. 技術の改良と革新
4. 産業史としての小形動力革命
5. 批判的諸説とそれが見落したもの

### 1. はじめに

19世紀末から20世紀初頭にかけて内燃機関や電動機を主役とする動力技術革新が世界的に進展した。いわゆる動力革命である。とりわけドイツにおけるこの過程には遅れた先進国ならではの異常な熱気が認められる。当然それは技術史、経済史、経済学説史などの対象として扱われて来ており、程度の差はあるもののそれぞれに興味深い成果が提供されている。技術史におけるバウアー、ディーゼル、カードウェル、富塚らの著作<sup>(1)</sup>はその好例である。他方、経済史家の間では——当事者の一角を占めた歴史学派的論客や一部の統計学者を除けば——水車対蒸気機関という問題設定のしめくくりとしていきなり電力に言及する態度が支配的であった。このためかドイツ経済史に関する比較的最近の研究例でも動力革命の中身に立ち入らず、手工業ないし中間層問題の一背景として、これに触れることで終わっているように見える。<sup>(2)</sup> 経済学説史的

\* 1989年2月17日受理、内燃機関技術史、ディーゼル機関、ルドルフ・ディーゼル、小形動力思想、動力革命

\*\* 大阪市立大学

(1) Bauer, K., *Die sozialpolitische Bedeutung der Kleinkraftmaschinen* (1907), Diesel, E., *Diesel Der Mensch Das Werk Der Schicksal* (1937) 以下 Diesel と略, Diesel, E., G. Goldbeck, F. Schildberger, *Vom Motor zum Auto* (1957) 山田勝哉訳『エンジンからクルマへ』, 山海堂, 1984年, Cardwell, D. S. L., *Technology, Science and History* (1972) 金子務訳『技術・科学・歴史』, 河出書房, 1982年, 富塚清『内燃機関の歴史』(第3版), 三栄書房, 1982年。

(2) Saitzew, M., *Die Motorenstatistik Ihre Methode und Ihre Ergebnisse* (1918).

(3) 八林秀一「帝政期ドイツの手工業」(『東京大学・経済学研究』20号, 1977年10月), 柳沢治「ドイツ

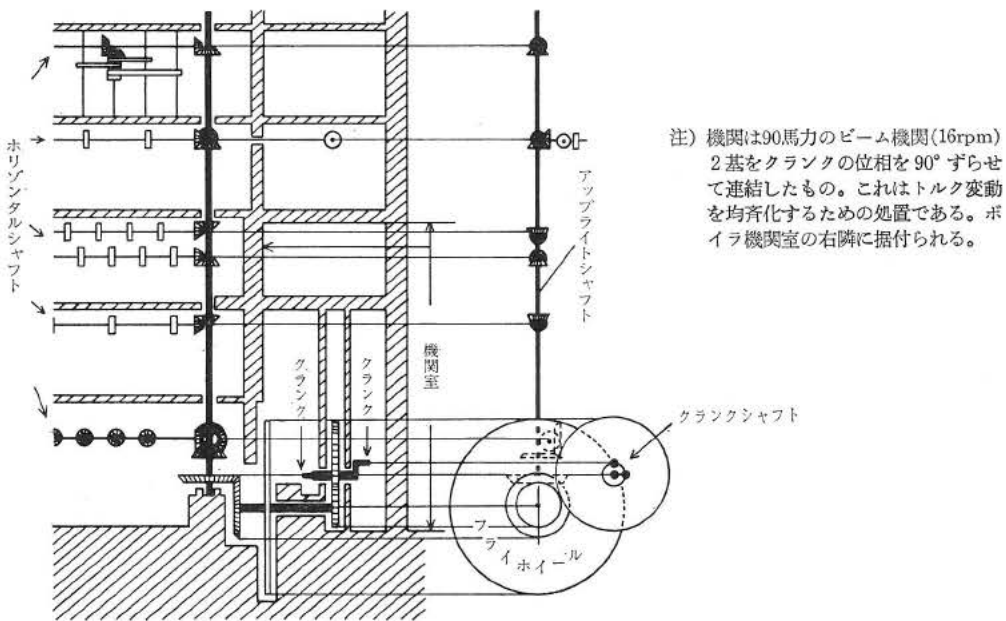
研究は更に手薄である。エアガソクのモノグラフ<sup>(4)</sup>は辛うじてその注の一つで小形動力と小経営の問題に触れている。政策論の書である関一の業績<sup>(5)</sup>には優れた学史的サーヴェイが含まれる。しかしこの2点は全くの例外である。

とは言え、いずれの成果を尋ねてみても筆者は技術開発の動機づけ、技術の到達水準及び受容形態という3つの要素が一つの相関のもとに呈示されていないため、動力革命そのものの実在感に今ひとつ迫り切れない、というもどかしさを感じざるを得なかった。本稿の狙いは動力革命全般ではなく、そこに現れた思想・技術及び歴史の一端をルドルフ・ディーゼルの業績との係わりに留意しつつ取り上げることにある。もちろん、そうした作業は動力革命の内容に立ち入ることを妨げて来た思想的枠組みがいかなるものであったかという点について自覚を促す契機となり得るであろう。

## 2. 技術の思想・技術者の動機

小経営動力化思想の歩みは古典的蒸気動力自給方式への批判という形で開始された。古典的蒸気動力自給方式とは低圧ボイラ・機関と歯車伝動系とから成る体系である。この体系を2大

図-1 W&F体系の一例



出典：A. Ure, *The Cotton Manufacture of Great Britain*. (1836) Vol. 1, Plate 2 を模式化。

における階級形成—社会移動論の展開」(『思想』710号, 1983年8月), 「第二帝政期ドイツにおける中小産業資本の形成」(『社会科学研究』第37巻4号, 1985年11月)。

- (4) Ergang, C., *Untersuchungen zum Maschinenproblem in der Volkswirtschaftslehre* (1911).  
 (5) 関一『工業政策』, 東京宝文館, 1913年, 上巻第七章。

功勞者の名に因みW&F (Watt & Fairbairn) 体系と仮称しておく(図-1)。低圧蒸気機関による馬の代替に philosophy of manufactures の本領がある、と述べたA・ユア(1778-1857)は生前のワットを知り、グラスゴウの mechanics' class ではW・フェアベアンを教えた経歴を持つ人物で、言わば筋金入りのW&F体系賛美者であった。周知のようにマルクスは生産力認識の多くをこのユアに負っている。これらの大工業主義者たちが技術進歩の文字通り原動力と見なしたW&F体系はしかし、図体の大きさばかりでなく次のような理由からも定常運転=連続操業=大量生産向きの、規模の経済の権化とも言うべき動力自給方式であった。即ち、巨大なやかんの如き低圧ボイラは蓄熱器として優れる反面、蒸気発生までに時間を喰う。低温低圧蒸気は僅かの温度降下でも復水し易く、シリンダ温度の下がる断続又は部分負荷運転に不利である。ガタつきの多い歯車伝動系も発停によるトルク変動を嫌う。要するに、当時の主導部門であった綿紡績業以外でまともにも使いこなせるようなシステムではなかったのである。

これに対して批判的見解を表明したのがケンブリッジの数学教授C・バベジ(1791-1871)である。彼は平等主義的精神と独仏両国の産業的追い上げに対する危機感に突き動かされ、イギリス産業構造の高度化を実現すべき革新的小規模機械工業の創説を提唱し、その条件のひとつとして水圧ないし空気圧伝動による小形動力機を掲げた。これは中央の蒸気原動所で加圧した媒体を配管によって分配し、各需要地点で動力に再転換するというアイデアなのだが、些か空想的な提案として液化ガスを充填した圧力容器による動力分配についても触れられている。以上の点から見て彼の所説が小経営動力化思想の嚆矢たることはほぼ確実である。しかし、その基調はあくまでもベンチャービジネス論的な考え方であり、この限りでは例外的な議論に属する。<sup>(6)</sup>その後ヨーロッパ諸国で盛んとなったのは工場制への呪詛や反マルクス主義の立場からなされた多かれ少なかれ退嬰的な小経営存続論である。しかし、これらの思想は小形動力技術の進歩と具体的接点を持つものではなかった。

小経営動力化問題と結びついた小形動力思想がより現実的な基盤の上で語られるようになったのは当然のことながら19世紀も終盤、つまりドイツにおける小形動力技術革新の昂揚以後のことである。もちろん、その背景には復古主義的手工業保護政策(Mittelstandspolitik)<sup>(7)</sup>なるドイツの伝統があり、これとは一線を画しつつ合理主義的・啓蒙主義的立場から講じられた手工業政策も存在した。<sup>(8)</sup>しかし、政治問題の重点が旧中間層から新中間層へと移行して行く流れの中<sup>(9)</sup>

(6) 拙稿「A・ユアの大工業(マニュファクチャ)論」(『経済学雑誌』83巻3号, 1982年9月), 「技術進歩思想における労働主体把握——C・バベジとユア」(同84巻6号, 1983年3月)。

(7) ビスマルクのいう「その存在が国家生活にとって極めて必要な分枝」である「健全な中間」を保護する政策の内、復古主義的・反ユダヤ主義的政策をMittelstandspolitikと称する。関前掲書上巻, 455—464頁, 『社会政策学会論叢 第十一冊 小工業問題』(1918)所収の上田貞次郎報告29—38頁参照。

(8) 産業組合(信用, 原料購買, 器具共同使用, 販売, 生産)や後述の技術指導など。

(9) 顧客向け注文生産を(次注で述べるF・ルーローに倣って)倫理的に善しとし, 大量生産を悪とした手工業保護論者G・シュモラー(1838-1917)さえ「高給労働者」や「職員」など「新中間身分」を旧中間層に代る階級対立の緩衝材と見なすに至っている。雨宮昭彦「第一次大戦前ドイツにおける職員階層論」(『思想』715号, 1984年1月)。

で最も光彩を放ったのは新中間層内部からの、とりわけ動力技術革新をリードしようという動機と然るべき実績を有した技術者自身による発言である。<sup>10)</sup>

その一人、スターリング機関を扱った論文で工学界に登場し、電力技術をはじめ多面的な業績を残したウェルナー・フォン・ジーメンス(1816-1892)は小経営保護政策に関しても重要な役割を演じている。1862年から1866年まで、即ち、宰相ビスマルクの就任から軍事費支出増大を巡る憲法紛争、更には対オーストリー戦から軍事費増大事後承諾案の議会通過までの5年間をレンネッパ・ゾリンゲン選挙区代表の国会議員として過した彼の功績のひとつに独仏通商条約準備のための「金属及び金属製品」部会の特別委員時代にドイツ製品の自国ブランド表示義務を明文化させた点が挙げられる。当時、ドイツの輸出金物製造業者には優良品をイギリス製と詐称し、粗悪品を自国製として販売する悪弊があった。自国ブランド表示の義務化はこれに対する矯正策であった。もうひとつの、そしてより重要な功績はドイツにおける近代の特許法制定運動の中で指導性を発揮したことである。<sup>11)</sup>

又、自励式発電機の発明によって大容量発電の可能性を一挙に拡大したことで電力時代のリーダーとなったジーメンスは1880年頃、大形の蒸気牽引車(表-3)を使用し得ない小農経営の合理化を担うべき小形電動犁の開発にも手を染めている。こうした経歴に裏付けられたジーメンス技術論の核心は次の一節に集約される。

「我々のもつて現在進行している社会的発展に敵対的な人々が洩らす外見上最も深刻な嘆き、即ち、発展によって極めて多くの人々が工場での労役を宣告され、又、労働の細分化によって個々人の自由な労働には少しの余地も残されていないという嘆きに対してさえ自然科学の時代の自然な歩みは救済手段を用意する。有用物を安く生産するために工場が不可欠だというのは本質的には現在未だ低い水準にある機械技術の発展に制約されていることである。これまでのところ大形の機械は小形のものより遙かに経済的に機能するものであったし、後者を労働する人々の住居に据え付けることはますます困難となっている。しかし技術は、特に、安価な機械的動力——このあらゆる産業にとって基礎となるもの

(10) 小形動力技術開発に直接携わったN・A・オットー(1832-1891, ガス機関), G・ダイムラー(1834-1900, ガソリン機関), C・ベンツ(1844-1929, 同)らについてはもちろんだが、小経営救済の切札として小形オットー機関開発の必要性を認め、かつ、社会主義に対しては上からの産業組織とツフツトの積極面を止揚した協同組合化に努めて防禦を固めよと説き続けたF・ルーロー(1829-1905)あたりはやはりこの時期、VDI やその他の機関に参集したドイツ技術者群像の一典型と目される(cf. Braun, H-J., *Ingenieure und Sozial Frage 1870-1920. Technische Mitteilungen* 73. Jahrgang, Heft 11/12, Nov./Dez. 1980)。なお、当時唱えられていた諸説については cf. Bauer, *ibid.*, SS. 9-10, Lux, H., *Der Kleinmotor und das Kleingewerbe. Sozial Praxis, Centralblatt für Sozialpolitik* (1895), ders., *Die wirtschaftliche Bedeutung der Gas- und Elektrizitätswerke in Deutschland* (1898), S. 29, Thurston, A. M., *A History of the Growth of the Steam-Engine* (1878), p. 324. 但しこの内ルクス自身は小経営動力化に対して悲観的な立場をとる。

(11) Fürst, A., *Werner von Siemens Der Begründer der modernen Elektrotechnik* (1916) 藤原肇訳『ジーメンス伝』, 二見書房, 1943年, 55-56, 218, 246-251頁, 飯田他『ドイツ現代政治史』, ミネルヴァ書房, 1966年。

——を労働する人々の比較的小きな仕事場や住居に供給することを通じて、競争力ある手工業への回帰に対する障害を必ずや取り払うであろう。それゆえ、自然科学の時代の進歩の最終目標は豊かな資本家たちが所有し、その内部で『労働の奴隷』が露命をつなぐ一連の大工場<sup>99</sup>ではなく、独立した労働への回帰に置かれる」

こうした見通しはもちろん純然たる幻想のままに終わった。事態は全く逆に進行し、内燃機関の大衆化を果たした人物、H・フォードが総括したように「産業を調革から解放した」電力は「大工場」における大量生産の、従って「大会社」「現代産業」の基礎となった<sup>99</sup>。しかし、周知のようにフォードその人は自動車の発達によって大都市は解体するなどという幻想に囚われていたのである。ここで重要なのは、むしろ、開拓者につきものこのいった幻想の中に彼らの出自や彼らを取り巻いた歴史的状況が鋭く反映されているという点である。そして我々はディーゼル機関の発明者、ルドルフ・ディーゼル(1858-1913)の思想と業績の中にこの関係をよりはっきりと認めることができる。

ミュンヘンの工業学校(当時は Polytechnikum 後の Technische Hochschule)在学中、ディーゼルはカール・リンデよりカルノー・サイクルの理論と共に現行の蒸気機関が6~10%の熱効率しか発揮していないという事実を教えられた。彼はこれを契機として「等温過程を実用的な形で具体化し得ないものか否かを研究」すべき自らの使命に想到したと述べている<sup>100</sup>。つまり、19世紀の中頃から始まったカルノーの再発見は熱力学の第Ⅰ及び第Ⅱ法則の確立を通じて物理学の世界像の転換を促しただけでなく、ディーゼル機関の発明という技術史的過程にも発端を与えたわけである。しかも、カルノー理論の実践的意義の検討を通じて確たる成果を引き出し得たのはディーゼルただ一人である。等温過程の実現に対して彼が示したほとんど理解し難いようなこだわりはこの点に関する自負心によってのみ説明され得る<sup>100</sup>。しかし、ディーゼルは遙かに多面的な意味において時代の子であった。

第一に、長子オイゲンが夙に指摘しているごとく、イギリス産業革命の圧力とフランス革命からナポレオン戦争に至る動乱を背景としてフランス社会に生じた歪みの解消を企図したサン・シモン(1760-1825)及びその後裔たちの教説——所謂産業主義——これがディーゼルの技

(12) *Tageblatt der 59. Versammlung deutscher Naturforscher und Arzt* (1886), S. 59, zitiert in Albrecht, H., *Die volkswirtschaftliche Bedeutung der Kleinkraftmaschine*. *Jahrbuch für Gesetzgebung, Verwaltung und Volkswirtschaft in Deutschen Reich* (1889).

(13) フォードは電動機によるダイレクト駆動によって機械配置の適正化、工場規模の拡大、機械運転速度の向上が果され、スケールメリットが顕著になると述べている。Ford, H., *Edison as I knew Him* (1930), 別府一郎訳『エヂソン伝』, 改造社, 1931年, 42-43頁。

(14) Diesel, R., *Die Entstehung des Dieselmotors* (1913, 1984), SS. 1-2. 以下 *Entstehung* と略。

(15) Diesel, R., *Theorie und Konstruktion eines rationellen Wärmemotors zum Ersatz der Dampfmaschinen und der heute bekannten Verbrennungsmotoren* (1893), an English translation *THEORY AND CONSTRUCTION OF A RATIONAL HEAT MOTOR* by Bryan Donkin (1894), Bryant, L., Rudolf Diesel and His Rational Engine. *Scientific American*, Aug. 1969.

術思想の形成に大きく与った<sup>64</sup>。何しろ、ディーゼルが製本業をなりわいとするドイツ人の両親の間に誕生し、普仏戦争勃発までの少年期を送り、更に工業学校卒業後間もなく技術者として本格的な第一歩を印したバリはかつて「社会主義のるつぼ」と呼ばれた都市である。そうした中で彼が「科学的能力と産業的能力とを結合する階級としてエンジニア階級に注目し、産業体制確立のためのかれらの役割、ならびにこれを養成する高等工芸学校や高等土木学校などの実業諸学校の役割を重視<sup>65</sup>」したサン・シモンの思想に深く共鳴する所を見出したことは蓋し当然と言わねばなるまい。

第二に、ディーゼルは闘争ではなく協調による進歩を説く有機体論的社会進化思想、とりわけA・フイエ、E・デュルケーム、L・ブルジョワらに代表されるフランス・ラディカリズムの流行思想「Solidarité」=社会連帯主義から直接の影響を受けている。そこから現れたのが彼自身の社会連帯主義「Solidarismus」であった。曰く：

「今日、資本、知識、経験及び活力の計り知れない貯えが我民族の中に集積されている。今や貯えられたこの巨大なエネルギーを不毛な政治的、宗教的党派闘争に囚われることなく、冷静で目標を見失なわない平和的事業の形で、かつ、団結して有益に行使すべき時である。……人類の進歩は決して偶発的諸力の戯れなどではなく、常に目標を見失なわない統一された意志の結果としてある<sup>66</sup>」

では、彼の理想社会とはどんなものか。まず、資本は連帯を希望する労働者たちから国庫に供託されている。「兄弟」と呼ばれる生産者たちが自らの意志の下に生産、例えば靴を作る大きな企業体を組織化しようとする場合、国庫から50年までの期限で低利の借入れを行うことができる。彼らは代表を選び、その指導下に株式会社の合理主義に則り、最良の機械、技術的手段を手配する。利益は労働の対価としても、又、不時の用意としても成員全体のものである。自分達の共同の利益を高めるべく成員は最も勤勉に働く。かくて、この生産組織は生産拠点であるだけでなく、経済生活総体の拠点となり「誕生から死まで」成員達のものであり続ける。ディーゼルは「兄弟達」即ち生産者を蜜蜂(Bienen)に、生産組織を蜜蜂の巣箱(Bienenstock)に、そして労働の成果は蜂蜜(Honig)に譬えるのであった<sup>67</sup>。

(64) Thomas, Jr., D. E., Diesel, Father and Son: Social Philosophies of Technology. *Technology and Culture*, 19. (1978).

(65) 坂本慶一『近代フランスの農業思想』, 世界書院, 1987年, 98—99頁注60。原語は省略。

(66) Thomas, Jr. *ibid.*

(67) Diesel, SS. 394—395. 1904年1月の講演より。

(68) Diesel, R., *Solidarismus Natürliche wirtschaftliche Erlösung des Menschen* (1903), SS. 3—5. 有機的な社会組織にこうした比喩を当て嵌めるやり方は格別珍しいものではない。Thomas, Jr., *ibid.* はこの譬えを「馬鹿気たもの」酷評とするに留まっている。しかし、生産者を蜜蜂に、非生産者をスズメ蜂に譬えたサン・シモンとの関連を無下に否定するわけにも行かない。

なお、Braun, *ibid.* はディーゼルの Bienenstock とフリーリエの Phalange との類似性などを根拠に挙げた上で、ディーゼルに対するフランス初期社会主義の影響という点ではサン・シモンよりブルドン、ルイ・ブラン、そして特にフリーリエの方が強かったと判定している。



当時、2大労働者政党のゴータ合同(1875)から社会主義鎮圧法の廃止(1890)を経てドイツの労働者階級は政治的発言力を強めつつあった。とりわけマルクス主義は社会民主党のエルフルト綱領制定(1891)以来、その前衛に進み出ていた。こうした流れを背景にディーゼルはルーローなど一部の技術者や社会政策学派の論者と同様、資本主義と社会主義との両面批判を志したのである。彼は「これまでに蓄積され体系づけられた社会科学の成果から結論を引き出し、国民経済の更なる発展のために有害な諸現象が一掃され有益なものが保持される決定的な労働組織計画の提起をなすべき時が来た」(カール・ビュッヒャーへの手紙、1903年12月3日付)と確信していた。実際、ディーゼルは„Solidarismus“の提起及び普及活動を自らが果たすべき第一の使命とみなし、「私がディーゼル機関を発明したことは好ましくもあり幸福でもある。しかし私の主要な仕事は社会問題を解決した点にある」とまで述べているのである。残念ながら、彼の思想に対する社会的評価はこれと全く逆であった。一般的な受け止め方は黙殺ということに尽きる。彼はビュッヒャーなど著名人に献本した他、友人であり改良主義者として盛名を馳せていたW・オストワルドやL・ブレンターノらと語り、無政府主義者P・クロボトキンとの間にも手紙の遣り取りがあった。物質を異った種類のエネルギーの単なる複合的存在状態と解し、既成の物質観を虚構とみなすエネルギー一元論の立場から「力学的唯物論」「科学的唯物論」を排撃する一方、これを社会問題にも拡張し、エネルギー変換効率の改善に社会改良の途を求めた著名な化学者であるオストワルドはディーゼルの考えに理解を示した。ディーゼルの方もオストワルドのエネルギー一元論に同調的であった。これに対してクロボトキンはディーゼルの分権的・自主管理的生産組織から構成される理想社会を実現しようとするれば途方もない国家権力の強制に頼らざるを得ないのではないかと批評することを忘れなかったという。

第三の、そして最も重要な点はディーゼルが破壊されつつある社会的調和をひとまず回復するための手段、即ち小経営の競争力を高めるべき小形原動機を開発するという発想ないし技術思想に立脚して具体的な成果に到達したことである。彼は当初から新しい原動機は既存の蒸気機関に代る高効率小形熱機関でなければならないと考えていた。アンモニアの過熱蒸気を用いた凝結式機関の可能性に期待を抱いて研究を進める過程で実際より10年早まってその開発に目鼻がついたと確信したディーゼルは1887年、新しい熱機関の適用業種として歯科技工師、時計師、木材輾轆師を、又、個別的用途としてミシン、自転車、辻馬車、弓鋸盤、車椅子、洗濯絞り機、野菜切り機などを数え挙げた。言うまでもなく、その幾つかは手工業、小工業関連機械である。更に彼はケルビン卿などからも注目された1893年の著書第7章においてエンジンアブ

(1) Diesel, S. 395.

(2) *Solidarismus* は一万部印刷されたが、売れたのは僅か数百冊であった。Braun, H-J., *Technikhistorische Einführung zu: Rudolf Diesel, „Die Entstehung des Dieselmotors“ und Lebensbild Rudolf Diesels, in Entstehung* (1984).

(3) Thomas, Jr., *ibid.*, オストワルドとの関係については Diesel, SS. 406—407.

リケーションに関する展望を述べているのだが、その中には次のような一節が含まれている。

#### 「Ⅱ(陸用)小形動力エンジン

表記の目的のためにこの新機関は便利かつ軽快である。非常に小さな動力として用いられる場合、それはほとんどミシンのそれに比肩され得べき軽量性と可搬性を発揮するであろう。それは単純でガス機関以上に運転のための技術的知識を要するわけでもないから、都市において動力を分配している中央原動所方式のエンジンシステムに対してさえ競争力を発揮するであろう。小工場をそれが現在詰込まれているような状態で薄暗く、空気のよどんだ、密集した人口集積地に雑居するままに任せておくのではなく、都市から郊外ないし地方に移転するのは確かに良いことである。しかし、それは本書で述べたような、ガスや水といったものとは全く独立したエンジンによって動力が調達される場合にのみ実現可能である。この新機関は非常に運転経費が安いので1台の大きなエンジンを用いるよりも多くの小形エンジンを用いる方が恐らく経済的となるだろう」

この文章は Donkin による英訳によっている。Bryant (1976) によると英訳ではエンジンアプリケーションに関する原文が一部省略されている。彼自身の前掲論文を (1969) 見ると、ディーゼルの展望そのものは蒸気機関によって没落の瀬戸際に追い込まれた手工業者の地位回復にまで及んでいたようである。ディーゼル機関はディーゼルのかかるドイツのないしジーマンス・ルーローのな動機に触発されて形成の途につき、「大衆のための動力機 („Kraftmaschine für das Volk“ „Kraftmaschine des Volkers“) を目指して来たジーマンスやオットー以来の取り組みに対して内燃機関の側から提供され得る最終的な——能う限りカルノーの理想に接近した——解決方針として誕生したのである。

ディーゼルの „Solidarismus“ には自らの手で解放されつつある技術文明の諸力が依然として旧来からの不合理かつ対立的な社会体制の枠組に閉じ込められているという状況認識が苛立ちと共に表現されていた。既に見たように、この思想そのものは何ら記録するに足る影響力を及ぼし得なかったのだが、大工業制度への一元的傾斜に与することを潔しとしない分権的産業主義とでも表現すべき思想水脈は彼の技術的貢献の背後に一貫して流れていた。そして動力革命はこの種の思想と動機を多少なりとも共有した人々の手によって切り拓かれた。ジーマンスやオットー、とりわけディーゼルが一連の過程を代表する人格であり得た所以はここに求められる。次に、そうした過程の概観を試みてみよう。

### 3. 技術の改良と革新

バベジの力説を待つまでもなく、経営主体の大多数をなす小経営はW&F体系やその応用物である動力レンタルシステムではなく、簡便・低コストかつ小単位の自給動力を求めていた。

(24) Bryant, L., The Development of the Diesel Engine. *Technology and Culture*, 17. (1976).

そしてこの要求に応じて実に多彩な小形動力機が提案された。これを先ず蒸気動力における集中方式と分散方式とから縦覧してみる。

集中方式とは独立した蒸気原動所から配力媒体(水や空気)を圧送し、これを末端の動力取出し機(液圧・空気圧機関→注30)で小単位動力に変換するものである。上述のようにバベジは早くからこの方式に期待を表明していたし、博学の才人W・S・ジェボンズもその著書の中でこれを評価している。この内、動力水道は1890年代のロンドンなどに現れたが、管抵抗によるロスが大きく、普及には至っていない<sup>29)</sup>。圧縮空気はこの点有利で、1880年代のヨーロッパでは小工業向けの配力媒体として本命視されていた。配管継手からの漏洩や膨張時の温度降下による結露凍結などの難点にも拘らず、パリ、バーミンガム、オッフェンバッハでは相当規模の施設が設けられた。又、空気圧の利用には負圧による方式もあり、こちらはイギリスで鉄道車輛牽引動力として少数ながら試みられている。けれども、集中方式はいずれも実験的な企画にとどまり、開発の力点は動力機の小形化=分散方式に置かれていた<sup>30)</sup>。

小形高圧機関及びボイラの開発はR・トレビシック、O・エヴァンズ、J・パーキンス、E・アルバンなど著名な先覚者たちの手で進められた(表-1)。その一方、H・モズレーは工作機械駆動用テーブル機関を、J・モズレーは振り子機関をそれぞれ1807年、1827年に開発ないし実用化した。J・ネスミスが1839年に発明した蒸気ハンマは小形機関に転用され、1851年のロンドン博で賞を獲得し、やがて船用機関として普及して行く。こうした用途分布が手工業一般ではなく、移動用、工作機械駆動用など、動力コストの回収が容易な高付加価値分野に片寄っていた点は留意されるべきである。ボイラはトレビシックのコルニッシュ型からW・フェアベアンのランカシャ型へと発展し、後には機関車用の煙管式ボイラが加わった。これらは全て横型である。据付面積を取らない堅型ボイラとしてはコ克蘭ボイラや堅型煙管ボイラが現れた。水管式ボイラは90年代より試用段階に入った<sup>31)</sup>。

汎用的な小形機関として普及したのは堅型単筒複動式高速機関である。これは1870年代に大衆化して以来、一部では第2次大戦以後まで使用され続けた。堅型ボイラとの共用を常とし、屋外使用のため双方を台板にセットした半可搬式ユニットも作られている。出力下限は2馬力

29) Jevons, W. S., *The Coal Question*, 3rd. ed. (1906), pp. 172—173.

30) Bauer, *ibid.*, SS. 32—33. 上水道の利用は料金が嵩むために行われていない。

31) ders., *ibid.*, SS. 52—53. 町原嗣『動力発生及分配』, 博文館, 1902年は集中方式について「遠距離に動力を伝達する方法としては現在最も経済的なる方法のひとつにして将来も亦長く然るべし」「軌近漸く市街動力分配に利用されるに至りて其進歩其長所は益々発揮せられたり」(508, 510頁)と述べている。しかし、1891年に発足したオッフェンバッハのシステムは1898年に倒産、身売りし、再建後も顧客170軒中、動力として使用する軒数は僅か30という体たらくで、大半のユーザーは化学工業や醸造業における送風・換気用に用立てる者であった。

なお、気圧鉄道については Thurston, *ibid.*, pp. 201—202, 菅建彦『英雄時代の鉄道技師たち』, 山海堂, 1987年, 198—201頁参照。

32) コルニッシュ型は煙道が1本、ランカシャ型は2本、煙道内に燃焼ガスを導き、周囲の水を加熱させる。コルニッシュ型を堅にしたのがコ克蘭ボイラである。煙管式は煙道の数を増して多管式としたもの。水管式は逆に水管内の水を外部から加熱するもの。

表一 初期の小形高圧機関開発例

	開発年	kg/cm <sup>2</sup>	D×S (mm)	備考
O. エヴァンズ (1755~1819)	1800又は1801	?	152.4×457.2	ヒーム機関
	1804	"	152.4×203.2	堅形直動機関30rpm(複動単筒)
J. パーキンス (1766~1849)	1823	29.6~38.4	—	高圧実験
	1823(?)	"	50.8×304.8	単筒機関(恐らく単動)10PS
	1827	55.8	?	単動単筒 締切1/8
	"	97.7	?	ウールフ複式
	?	139.5	152.4×508	単動単筒 30PS, 締切1/16
E. アルバン (1791~1846)	?	69.8	114.3×304.8	単筒(恐らく単動)4 PS, 75 rpm, 効率3.8%
	1828	45.3	76.2×457.2	10 PS, 単動対向2気筒
	?	?	?	30 PS, 効率4.9%
	"	10.5	"	ピストン速度9.14 m/min (振り子機関)

出典: Thurston, *ibid.*, pp. 155, 323-7. Dickinson (1938) pp. 94-5, 98より。

注 1) エヴァンズはアメリカ人, パーキンスはアメリカ人で1808年にイギリス移住, アルバンはドイツ(プロシヤ)人。

2) 石炭の低発熱量を7000kcal/kgと仮定, 表一も同じ。

程度であった<sup>29</sup>。又、同じ頃、横型煙管ボイラに横型単筒複動機関を背負わせたロコモビルも普及した(表一2)。下回りに据付式、被牽引式、自走式の別があり、蒸気牽引車は自走式の変種である(表一3)。

19世紀末に現れたド・ラヴァル・タービン(単式衝動)や特殊な小形高速機関を除けば以上で蒸気動力小形化の推移はほぼカバーできたことになる。各々を比較すると図一2に示されるように蒸気消費率は小形機関ほど悪い。小形化は機関と同時にボイラの効率も低下させるから表一4に示すように運転経費の著増を招く。加えて、蒸気機関は連続全負荷運転をせねば効率が極端に落ちるため、機械工場が製粉を兼業するなどという苦肉の策も採られたりした。又、蒸気機関の効率的運転には専門の機関士が不可欠であるが、小形ロコモビルでの実測はベテランの間にも燃料消費率にして10~15%の個人差が存在することを教えていた。その上、ボイラの破裂事故は年間数百件を数えた。かかる非効率性と簡便性、信頼性の欠如は小経営に対する

<sup>29</sup> Thurston, *ibid.*, pp. 307-310, 菅原菅男『蒸気及び蒸気原動機』丸善, 1954年, 緒言 参照。

<sup>30</sup> Thurston, *ibid.*, Dickinson, W. H., *A Short History of Steamengines* (1938), 菅原前掲書参照。なお、特殊機関としてはW・マードックのロータリー蒸気機関やその変種、P・ブラザーフッドの3気筒機関、G・E・ベリスの複式機関などがある。最後の2つは工場照明発電動力を主な用途としたが、ブラザーフッドの機関は水圧、空気圧機関としても用いられている。

<sup>31</sup> cf. Musson, A. E., *Industrial Motive Power in the United Kingdom 1800-70. Economic History Review*, 2nd. series, vol. xxv, No. 3, Aug. 1976, p. 427. 妙な兼業例として織布と製材、鑄造と製粉なども見られる。

<sup>32</sup> ボイラ破裂事故に関する技術論的分析については石谷清幹『工学概論(増補版)』, コロナ社, 1977年, 121-133頁参照。なお、19世紀後半のドイツ工学会ではボイラなしエンジンの開発が焦眉の課題とされていた(Diesel u. a. *ibid.*, Kap. 1)。

表-2 小形ロコモビルの例

<イギリス>

1867年 Bury における農業フェアでの測定値

メーカー	ボア×ストローク (mm)	出力 (名目/実測) (PS)	回転数 (rpm)	燃料消費率 (kg/PS-h)	熱効率 (%)
Clayton, Shuttelworth & CO.	254.0×508.0	10/11.00	71.5	1.86	4.85
Reading Iron-Works Company	219.1×508.0	10/10.43	109.4	1.90	4.75

1870年 Oxford における農業フェアでの測定値

Clayton, Shuttelworth & CO.	177.8×304.8	4/4.42	121.65	1.68	5.37
Brown & May	182.6×304.8	4/4.19	125.65	2.00	4.51
Reading Iron-Works Company	146.1×355.6	4/4.16	145.7	2.09	4.32

<アメリカ>

The J. C. Hoadley CO.	254.0×457.2	20/?	125	?	?
					(使用蒸気圧 8.7 kg/cm <sup>2</sup> 重量 4.5 t)

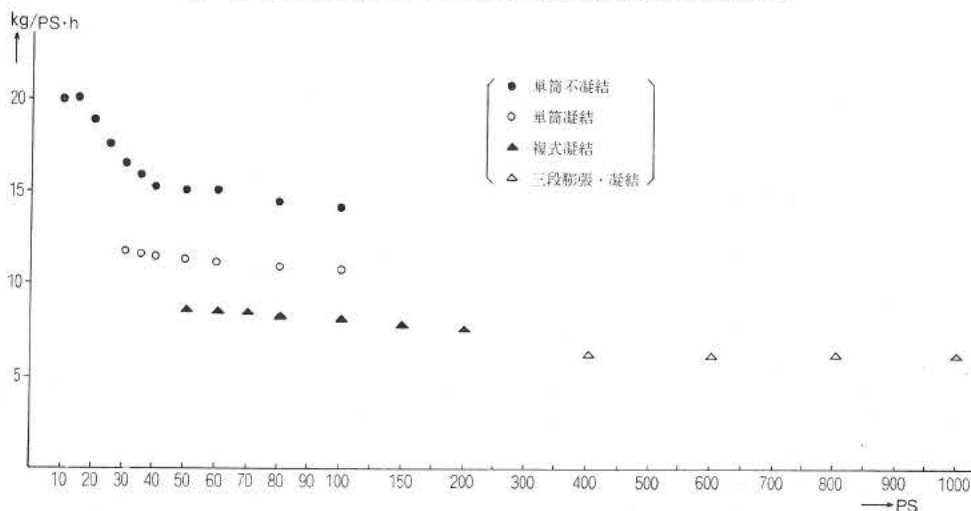
出典: Thurston, *ibid.*, pp. 352-5より.

表-3 ある蒸気トラクターの諸元

全備重量	5.24 t	動輪径	1524.0 mm
動輪上重量	4.54 t	ボイラ長×径	2438.4 mm
最小回転半径	5.49 m	機関ボア×ストローク	196.85×254.0 (mm)
牽引重量	101%において 10,350 kg (6.44 km/h) 43%において 28,350 kg (3.22 km/h) …別仕様		

出典: Thurston, *ibid.*, pp. 357-9より.

図-2 20世紀初頭のドイツにおける各種蒸気機関の蒸気消費率



出典: Bauer, *ibid.*, S. 35, Tab. 12 より.

表一 4 各種蒸気機関のコスト比較

出力 (PS)	1	4	6	6	8	200	600	1000
形式	蒸気節約形機関			ロコモビル ウールフ複式 過熱・凝結			3段膨張・凝結	
イニシアルコスト	1,625	2,875	3,475	5,300	5,475	57,100	152,200	236,100
運 転 雑 費	495	870	1,067	1,211	1,502	9,723.5	23,130.5	34,381.5
	395	695	850.3	994.3	1,193.7	—	—	—
燃 料 費	168	614.4	864	633.6	806.4	5,952	23,904	38,400
	84	307.2	432	316.8	403.2	—	—	—
ランニングコスト	663	1,484.4	1,931	1,844.6	2,308.4	15,675.5	47,034.5	72,781.5
計	479	1,002.2	1,282.3	1,311.1	1,596.9	—	—	—
1時間1PS当り	22.10	12.37	10.73	10.25	9.62	2.61	2.61	2.43
ランニングコスト	31.93	16.70	14.24	14.57	13.31	—	—	—
燃 料 消 費 率	3.5	3.2	3.0	2.2	2.1	0.62	0.83	0.8
熱 効 率 (%)	2.4	2.6	2.8	3.8	4.0	13.6	10.2	10.5

出典：Bauer, *ibid.*, S. 37, Tab 13, S. 39, Tab 14より。

注) 貨幣単位はマルク。但し、1時間1PS当りのみベニツヒ。  
費用、上段は1日10時間、下段は1日5時間、それぞれ300日稼働時の年額。  
なお運転雑費は減価償却費等を含む。  
燃料消費率の単位はkg/PS・h。石炭の低発熱量は7500kcal/kgと仮定。以下同じ。

経済的・技術的不適合性を意味している。蒸気動力技術の古典的改良策は小経営存続の技術的条件たり得べき理想的な小形動力の提供という課題を全くこなせずに終わった。動力問題の隘路は技術体系の根本的刷新によってのみ打開され得たのである。

新たに提示された動力体系に集中方式(電力)と分散方式(熱機関)とに分れる。これをほぼ登場順に取り上げて行くと、最近本格的な復活の兆しを見せ始めたスターリング機関についての叙述は各種内燃機関の構造解説と共に割愛する。

内燃機関はガス機関、ガソリン機関、石油機関、アルコール機関という顔ぶれでスタートした。この内ガス機関には燃料の供給方式により灯用ガス(都市ガス)機関と自家発生炉付の動力ガス機関とがある。外部から燃料の供給を受ける灯用ガス機関は比較的小形化でき(表一5)、停止中ガスを空費しない強みを持つ。しかし精製度の高い灯用ガスは単価が高く、小経営用動力源として必ずしも適格ではない。動力ガス機関は燃料費節約に威力を発揮するものの、ガス

(3) スターリング機関についての当時の記録として Bauer, *ibid.*, SS. 39—40, Barth, F., *Die zweckmäßigste Betriebskraft*, 2bde. (1919) I, SS. 93—97 を挙げておく。

(34) しかしデュッセルドルフ市などは「低廉なる動力機は手工業、小工業、家内工業の存続及奨励に欠くべからざる所なり、手工業が多くの工業において機械力を利用するものと競争するを得ざるに当りては、之を救済するの途として、手工業者及家内工業者にも之を利用し得るの途を開くの外なし」として市営ガス事業における料率を灯火用と動力用とに別した(関開掲書、465—466頁)。

(35) 燃料としては無煙炭、コークスなどを常用する。但し、当時既に褐炭、泥炭、汚水沈殿物など代用燃料に関する研究がドイツ社(Gasmotorenfabrik Deutz)で試みられていた(Bauer, *ibid.*, SS. 45—

表-5 クロスレー社製小形ガス機関の概要

使用燃料別出力(PS)		ボア×ストローク (mm)	長サ×巾 (mm)	はずみ車径 (mm)	重量 (kg)
都市ガス	発生炉ガス				
1.2	—	88.9×127.0	1,016.0× 736.6	584.2	250
2.5	—	101.6×203.2	1,295.4× 914.4	800.1	400
4.0	—	114.3×266.7	1,676.4× 863.6	889.0	550
5.7	—	127.0×304.8	1,981.2×1,092.2	1,290.2	900
8.0	5.5	144.5×381.0	2,286.0×1,219.2	1,371.6	1,250
11.0	8.0	169.9× "	" × "	1,422.4	1,450
14.5	10.0	177.8× "	2,590.8×1,346.2	1,524.0	1,500
17.5	13.0	215.9× "	2,743.2×1,524.0	1,676.4	2,700

出典：内丸最一郎『内燃機関 後篇』丸善、1931年、p.471、27表より。

表-6 各種ガス機関のコスト比較

出力(PS)	0.5	1	2	3	4	6	8	6	8	200	600	
形式	灯用(都市)ガス機関							動力(吸込)ガス機関				
イニシャルコスト	1,200	1,500	1,900	2,200	2,600	3,500	4,000	6,550	7,300	63,500	164,000	
運転雑費	215.0	280.5	380.5	463.0	568.0	785.5	957.0	1,239.1	1,400.0	11,765.0	27,300.0	
	201.0	258.0	341.0	408.5	494.0	675.5	777.8	1,150.8	1,294.0	—	—	
燃料費	117.0	210.0	402.0	567.0	720.0	1,044.0	1,344.0	374.0	474.6	9,012.0	25,233.7	
	58.5	105.0	201.0	283.5	360.0	522	672.0	187.0	237.3	—	—	
ランニングコスト 計	332.0	490.5	782.5	1,030.0	1,288.0	1,829.5	2,301.0	1,613.1	1,874.6	20,777.0	52,533.7	
	259.5	363.0	542.0	692.0	854.0	1,197.5	1,449.8	1,337.8	1,531.3	—	—	
1時間1PS当り	22.13	16.35	13.04	11.44	10.73	10.16	9.59	8.96	7.81	3.46	2.92	
ランニングコスト	34.60	24.20	18.07	15.38	14.23	13.31	12.08	14.86	12.76	—	—	
燃料消費率	0.78	0.70	0.67	0.63	0.60	0.58	0.56	0.83	0.79	0.6	0.56	
熱効率(%)	16.2	18.1	18.9	20.1	21.1	21.8	22.6	10.2	10.7	14.0	15.0	

注) 貨幣単位はマルク。但し、1時間1馬力当りのみベニヒ。出典：Bauer, *ibid.*, SS. 43, 45. Tab. 15, 16より。  
 費用上段は1日10時間、下段は1日5時間、それぞれ年間300日稼働時の年額。  
 運転雑費は減価償却費等を含む。  
 燃料消費率は灯用ガス機関の場合m<sup>3</sup>/PS-h、動力ガス機関の場合石炭でkg/PS-h。  
 熱効率は灯用ガスの低発熱量を5000kcal/m<sup>3</sup>として計算。

発生までに時間を要し、起動後は停止中にも燃料を喰う。発生炉の据付にも場所をとる。それゆえ産業用動力の分野では高炉ガスを燃料とする物を筆頭として専ら大経営向け設備、特に自家発電用原動機として重きをなした(表-6・8)。

ガソリン・石油・アルコール機関は同じ系統に属し、いずれも蒸気機関やガス機関より簡便である。だからこそ後年、移動用動力源として成功したのだが、据付機関の分野では案外普

46)。

例) 著名なガス機関メーカーに MAN, ドイツ, ベンツ, ケルチング(以上ドイツ), クロスレー, ナショナル(イギリス), アリスチャーマーズ, ウェスチングハウス(アメリカ)などがある。発生炉式の場合、発生炉はエンジンと別のメーカーで作られることが多かったようである。

例) ここでは焼玉系石油発動機を除外する。

表一七 ガソリン・石油・アルコール機関のコスト比較

出力 (PS)		0.5	1	2	3	4	6	8
イニシャルコスト		1,450	1,750	2,050	2,450	3,200	3,700	4,300
運 転 雑 費		344.0	405.0	475.0	553.0	697.0	864.0	1,056.0
		277.3	362.5	422.2	491.8	621.3	754.0	906.8
燃 料 費	ガソリン	180.0	324.0	648.0	945.0	1,224.0	1,728.0	2,304.0
		90.0	162.0	324.0	472.5	612.0	864.0	1,152.0
	石 油	158.4	303.6	607.2	871.2	1,108.8	1,623.6	2,164.8
		79.2	151.8	303.6	435.6	554.4	811.8	1,082.4
	アルコール	141.8	270.9	529.2	756.0	957.6	1,398.6	1,814.4
		70.9	135.5	264.6	378.0	478.8	699.3	907.2
ラン ニ ン グ コ ス ト (計)	ガソリン	524.0	729.0	1,123.0	1,498.0	1,921.0	2,592.0	3,360.0
		367.3	524.5	746.2	964.3	1,233.3	1,618.0	2,058.8
	石 油	502.4	708.6	1,082.2	1,423.2	1,805.8	2,487.6	3,220.8
		356.5	514.3	725.8	927.4	1,175.7	1,565.8	1,989.2
	アルコール	485.8	675.9	1,004.2	1,309.0	1,654.6	2,262.6	2,870.4
		348.2	498.0	686.8	869.8	1,100.1	1,453.3	1,814.0
一 時 間 一 馬 力 当 り の ラン ニ ン グ コ ス ト	ガソリン	34.93	24.30	18.72	16.64	16.01	14.40	14.00
		48.97	34.97	24.87	21.43	20.55	17.98	17.16
	石 油	33.49	23.62	18.04	15.81	15.05	13.82	13.42
		47.47	34.29	24.19	20.61	19.60	17.18	16.58
	アルコール	32.38	22.53	16.74	14.54	13.79	12.57	11.96
		46.42	33.20	22.89	19.31	18.34	16.15	15.12
燃 料 消 費 率	ガソリン	0.40	0.36	0.36	0.35	0.34	0.32	0.32
	石 油	0.48	0.46	0.46	0.44	0.42	0.41	0.41
	アルコール	0.45	0.43	0.42	0.40	0.38	0.37	0.36
熱 効 率 (%)	ガソリン	15.0	16.7	16.7	17.2	17.7	18.8	18.8
	石 油	13.2	13.7	13.7	14.4	15.0	15.4	15.4
	アルコール	25.5	26.7	27.4	28.7	30.2	31.1	31.9

出典：Bauer, *ibid.*, S. 49. Tab 17より.

注) 表記法は表6に同じ。

燃料消費率はkg/PS-h.

熱効率は燃料の低発熱量をガソリン 10500, 石油 10000, アルコール 5500kcal/kgとして計算.



表-8 ドイツの電力事業者の類別 (1897年3月現在)

発 生 電 力 別				原 動 機 別 発 電 能 力			
	件 数	発電機 (kw)	蓄電池 (kw)	計 (kw)		件 数	発電機 (kw)
直 流 (蓄 電 池 有)	163	31,177.6	9,775.6	40,953.2	蒸 氣	151	56,461.8
” ( ” 無)	41	13,320.0		13,320.0	水 力	45	4,301.7
交 流	26	11,269.1		11,269.1	ガ ス	6	460.0
三 相 交 流	16	7,685.0		7,685.0	圧 縮 空 気	1	14.0
交 直 混 合	—	—	—	—	電 動 機	3	126.0
三 相 交 流 + 直 流 (蓄 有)	11	3,478.0	888.0	4,366.0	水 ・ 蒸 補 完	45	5,255.5
交 流 + 直 流 (蓄 有)	3	410.4	196.5	606.9	水 ・ ガ ス 補 完	3	190.0
不 明	5	—	36.4	36.4	蒸 ・ ガ ス 補 完	4	513.5
					水 ・ ガ ソ リ ン 補 完	1	17.6
					不 明	5	—
合 計	265	67,340.1	10,896.5	78,236.6	合 計	264	67,340.1
一事業所当り平均供給能力			41.1	295.2	255.1		

出典：Lux, *ibid.*, SS. 7-8より。

注) ベルリンに蓄電池のみの事業者が1件あるため、合計件数は合わない。

表-9 小形電動機のコスト比較

出 力 (PS)	0.5	1	2	3	4	6	8
形 式	直流モーター(減速機付) A. E. G. 製						
イニシャルコスト	352	442	630	765	910	1,085	1,255
運 転 雑 費	67	87	120	146	173	210	247
	58	74	102	125	147	178	207
電 力 費	126	269	559	854	1,145	1,738	2,318
	63	135	280	427	573	869	1,159
ランニングコスト	193	356	679	1,000	1,318	1,948	2,565
計	121	209	382	552	720	1,047	1,366
1 時 間 1 PS 当 り	12.86	11.87	11.32	11.11	10.98	10.82	10.69
ランニングコスト	16.13	13.93	12.73	12.26	12.00	11.63	11.38
電 力 消 費 量	784	1,678	3,489	5,337	7,154	10,864	14,485

出典：Bauer, *ibid.*, S. 60. Tab 9より。

注) 貨幣単位はマルク。但し1時間1PS当りのみペニッチ。  
 費用上段は1日10時間、下段は1日5時間。それぞれ年間300日稼働時の年額。  
 運転雑費は減価償却費等を含む。  
 電力消費量の単位はkwh。

及していない。ガソリン機関は燃料の価格と引火性に、石油機関は気化器調整及びカーボン落しの煩雑さに、アルコール機関は馬鈴薯澱粉から得られる燃料の価格不安定、嵩の割に小さい出力及び機関内部の発錆に難点があった。更に共通の短所として始動性、部分負荷効率の悪さと回転ムラがあった。これらは起動・停止・負荷変動の繰返しに耐えるべき小経営向け動力として致命的な欠陥である。表一七にこの種の原動機のコスト比較を示しておく。

次に電力を取り上げる。と言っても、この言葉から電気エネルギーの集中生産→広域配給体制を連想するのは的外れである。大電力網は決して一挙に開花したのではなく、電力産業史は小規模事業者の乱立状態から始まったからである(表一八)。こうした小規模電力事業者の供給能力に対しては不安が絶えず、よって大口需要家——紡績工場や鉄道など——が経済的不利をさほど被らずに済む大容量自家発電に依存し、又、これを併用することは現代より遙かにさかんであった。1920年代まで栄えたこの種の小規模電力事業や大容量自家発電において、原動機は蒸気機関からガス機関、ディーゼル歴関、更には水力及び蒸気タービンへと発展し、広域配電体制も確立して行った。表一九はこうした電力革命期の電動機に関するデータである。

この段階(ディーゼル機関以前)での暫定評価を試みるため表一10、図一3に20世紀初頭における内・外燃機関、電動機の運転経費総覧を掲げる。電動機を除く何れにあっても小形化の不利は顕著である。特に小形内燃機関は期待に背いている。最良の物さえ小形蒸気機関に対する経済的優位を確保していない点は比較条件の設定に因る所大であるとは言え致命的である。加えて、それらが起動・停止などの操作性、保守の簡便性において電動機の足許にも及ばなかったことは動かし難い事実である。ドイツ小形動力革命の渦中における主役交替劇は表一11に窺われる通りである。20世紀を迎えた時点で早くも電力の優位は確立していたのである。

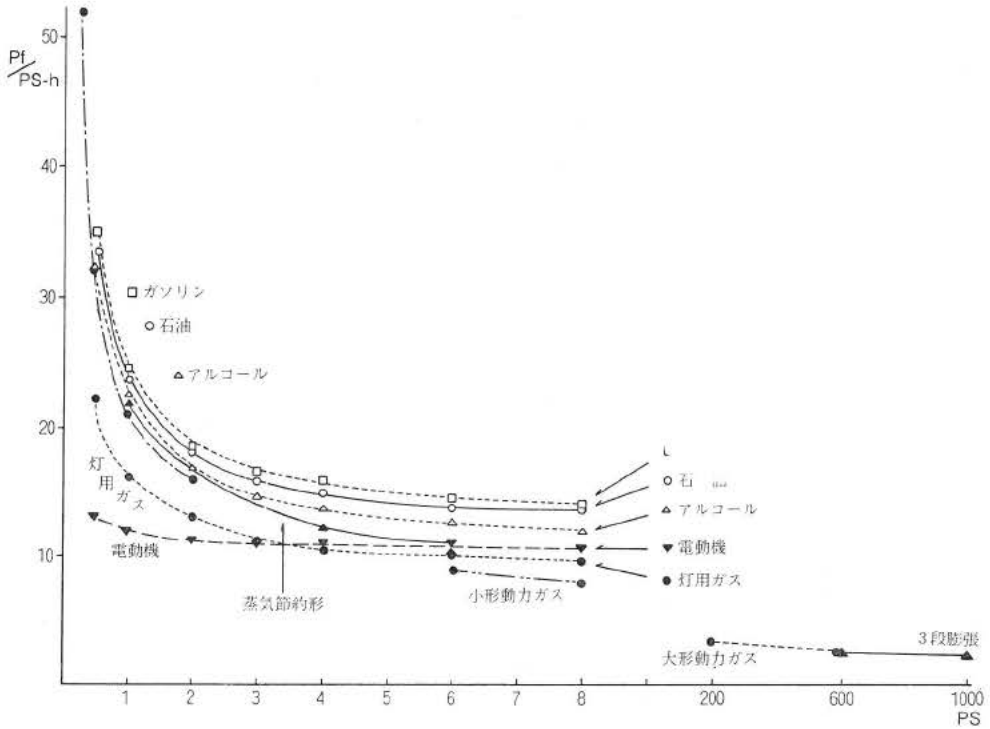
ディーゼル機関は上記の各種動力機に次いで実用化された。しかし構造や材質、燃料及び燃

表一10 20世紀初頭における各種動力機械の運転費 (Pf/PS-h. 3000h/年)

種別	出力(PS)	0.25	0.5	1	2	3	4	5	6	8	200	600	1000
3段膨張機関		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2.61	2.43
大形ロコモビル		—	—	—	—	—	—	—	—	—	2.61	—	—
大形動力ガス機関		—	—	—	—	—	—	—	—	—	3.46	2.92	—
小形動力ガス機関		—	—	—	—	—	—	—	8.96	7.81	—	—	—
電動機		—	12.86	11.87	11.32	11.11	10.98	—	10.82	10.69	—	—	—
灯用ガス機関		—	22.13	16.35	13.04	11.44	10.73	—	10.16	9.59	—	—	—
小形ロコモビル		—	—	—	—	—	—	—	10.25	9.62	—	—	—
スターリング機関	52.00	32.00	21.00	16.00	—	—	—	—	—	—	—	—	—
蒸気節約形機関		—	—	22.10	—	—	12.37	—	10.73	—	—	—	—
アルコール機関		—	32.38	22.53	16.74	14.54	13.79	—	12.57	11.96	—	—	—
ドラバルタービン		—	—	—	—	15.89	—	14.26	—	—	—	—	—
石油機関		—	33.49	23.62	18.04	15.81	15.05	—	13.82	13.42	—	—	—
ガソリン機関		—	34.93	24.30	18.72	16.64	16.01	—	14.40	14.00	—	—	—

出典：表一4・6・7・9及びBauer, *ibid.*, SS. 37, 39-40より。

図一三 20世紀初頭のドイツにおける各種動力機械の運動コスト(単位ベニツヒ/PS-h)



出典：表一〇より。

表一〇 ドイツにおけるガス機関・電動機の総出力推移

	ガス機関			電動機		
	合計出力(PS)	台数	平均出力(PS)	合計出力(PS)	台数	平均出力(PS)
1895	55,481.4	14,226	3.9	5,635		
1896	58,193.02	15,194	3.83	10,254		
1897	69,316	16,120	4.3	21,809		
1898	74,724.8	16,987	4.4	35,867	不	不
1899	82,305	17,700	4.65	68,629		
1900	87,086.4	18,143	4.8	106,368		
1901	93,274.25	18,325	5.09	141,414	明	明
1902	95,139.84	18,582	5.12	192,059		
1903	97,028.64	18,804	5.16	218,953		
1904	98,865.48	19,086	5.18	263,036		

出典：Bauer, *ibid.*, SS. 13-4より。

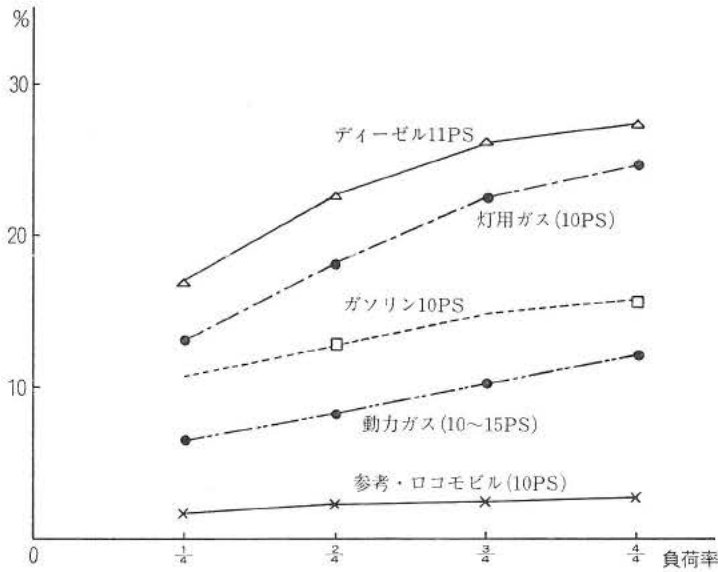
注) 電動機は1894~5を1895, 1895~6を1896等と表示。  
 なお、電動機は自家発電使用分を除き電気鉄道分を含む。

表-12 MAN 製小形ディーゼル機関の出力別全負荷燃料消費率(g/PS-h)及び熱効率(%)

出力 (PS)	単筒	8	11	12	15	20	25	30	35	40	50	60	70	80	100
	2気筒	—	—	—	30	40	50	60	70	80	100	120	140	160	200
全負荷燃料消費率		235	230	220	215	210	205	200	195	195	195	190	185	185	185
熱 効 率		26.9	27.5	28.7	29.4	30.0	30.8	31.6	32.4	32.4	32.4	33.3	34.2	34.2	34.2

出典：Schmidt, F., *Wirtschaftlichkeit in technischen Betrieben insbesondere der Kraftanlagen*(1921)S. 59 より。  
 注) ここでの燃料の低発熱量は10000kcal/kg.

図-4 10PS 級内燃機関各種の負荷別熱効率



出典：Schmidt, *ibid.*, SS. 52, 53, 59. Niemann [1930] SS. 66, 67 より。

表-13 1920年代終盤における各種動力調達方式のコスト比較(Pfg/PS-h) (3000h/年)

種別	PS	2	4	6	10	20	30	50	100	330	524	700	1100	1450
吸込ガス機関		—	—	—	—	4.76	4.14	3.53	3.06	2.75	2.78	2.41	—	—
4サイクルディーゼル		—	—	—	6.02	5.34	—	—	3.76	3.27	3.23	—	3.12	3.11
2サイクルディーゼル		—	—	—	—	—	5.21	4.22	3.92	—	—	—	—	—
灯用ガス機関		14.58	11.69	10.16	9.26	8.15	7.76	—	—	—	—	—	—	—
石油機関		18.11	14.49	12.72	12.16	—	—	—	—	—	—	—	—	—
電力購入費		7.25	6.25	5.80	5.35	4.91	4.64	4.22	3.89	?	?	?	?	?
ガス自家発電		—	—	—	—	—	—	4.49	3.72	3.35	3.22	2.92	—	—
ディーゼル自家発電		—	—	—	—	—	—	5.24	4.49	3.92	3.77	—	3.60	3.59
電動機固定費		3.32	1.75	1.44	0.98	0.69	0.62	0.50	0.94	0.61	0.42	—	—	—

出典：Niemann, P., *Die wirtschaftliche Kraftversorgung für kleinere und mittlere Industrie und Gewerbe-Betriebe*(1930)SS. 65, 99, 100, 101, 104, 105, 108, 109より。

注) 電力購入費は S. 65 におけるプラッツ(ライン河畔)電力会社の大口需要家向料率表より計算。?印のところは計算データがない。

電動機の運転コストは電力購入費+電動機固定費+その他、その合計は吸込ガス機関の2倍弱となる。

料供給方式の最適化に時間を要したためディーゼル機関が初めて自力運転に成功したのは1894年2月17日、公式試運転の挙行はそれから丁度3年後であった<sup>68)</sup>。それ以後ディーゼル機関は中形機関として次第に実用度と適応能力を高めて行くことになるのだが、無気噴射装置の開発・量産化が遅れたこともあり、こと小形化に関しては著しい遅れをとった。余り実用的でない5馬力のディーゼル機関にブリュッセル博でグランプリが贈られたのが1910年、ヤンマーによる実用5馬力機関の開発が1933年であるからディーゼル機関は小形動力をもってする小経営動力化を巡る実務的判定が固まった後に登場したわけである。しかし、ディーゼル機関は移動用動力源としての確立に先立つ第1次大戦までに小形据付動力界に市民権を獲得していた。これは熱効率の点であらゆる実用熱機関を凌ぎ、かつ、部分負荷運転においてもその優位が保たれるという特性に依っている(表-12・図-4)。第1次大戦中及び戦後の「合理化」時代はドイツ産業界におけるディーゼル機関の本格的導入期をなすが、これは爆撃に対する危険分散への配慮からディーゼル自家発電が奨励された結果であった。表-13に1920年代終盤における各種動力機の運転経費を示す。小形動力思想に導かれた技術革新の経過と到達点はかくの如くであった。

#### 4. 産業史としての小形動力革命

小形動力先進国ドイツの個性は手工業会議所など業界団体が機械化奨励のための博覧会を各地で開催し、小形動力技術に関する実地の啓蒙活動に腐心した点にかいま見ることができる。博覧会については例えば1903年マグデブルク、ブレスラウ、1904年フルダ、1905年ハンブルク、ケルン、1908年アルトナ等々。又、デュッセルドルフやニュルンベルクには産業博物館が常設された。

アルトナにおける『小工業向け原動機、機械及び工具博覧会』は同地の産業連盟により1908年9月6日から21日まで開催され、参加53社(内4社は共同)が各種小工業関連機器の展示を行った。表-14に示すように動力機械関連企業は13社あり、ドイツガス機関会社やフェアバンクス社(アメリカ)などをはじめ有名無名のメーカーが名を連ねている。

この博覧会と並行して美術・工芸・技術に関する書籍及び最新の定期刊行物を入れ替り展示し閲覧に供する『手工業・工芸学校』が公立図書館に、特許関係文書の説明が王立機械製造学校に、『海上漁業博覧会』、シュレースヴィッヒ・ホルジュタイン地方の動物生態、文化史、住居・衣服についての文献及び読書室が市立博物館にそれぞれ用意されていた<sup>69)</sup>。

この種の小博覧会は電力事業者の商機でもあった。1905年6月ケルンで開催された『手工業博覧会』用に „Berggeist“ 電力会社が発行した小冊子<sup>70)</sup>はこの点を示す。ブリュールを本拠地に

<sup>68)</sup> Diesel, SS. 229—230, *Entstehung*, S. 74.

<sup>69)</sup> Bauer, *ibid.*, SS. 10—11, Altonaer Industrieverein, *Ausstellung kleingewerblicher Motore Maschinen und Werkzeuge* (1908).

<sup>70)</sup> Elektrizitätswerk „Berggeist“, *Die Elektromotoren in Kleingewerbe* (1905).

表-14 アルトナ博覧会参加事業者

原動機 電動機	Heinr. Bösch, J. Konzwald, Gasmotorenwerk Deutz, Grade-Motorwerke, The Fairbanks Company, Gasmotorenfabrik A.-G., Moritz Hille, Max Alverdes, F. Klamborg, Gebr. Rademacher, Louis Wahlmann, Bieberstein & Goedicke, Adolph Paris.
工作機械	Rud. Leonhardt & Co, J. F. Jens Söhne, Böffinger & Schäfer, Paul Grosset.
金工機械 工具等	Autogen-Werke, Balduin Oehme, Joseph Lang, Wilh. Bruns, J. Philip, Ernst Kertscher, Anselm Lehle, Gustav Enderweit, Milius & Co, S. Blättner.
木工機械	E. Kiessling & Co., Schwarz & Scheffel, F. Fikentscher, Anthon & Söhne, Böttcher & Gessner.
その他	Eisenwerk Phönix, Hanseatische Vulcanfiber Ges., A. Gropp, Berthold Schmieder, Nordische Azetylen-Industrie Fischer&Foss, Otto Christian&Co, Singer Co. Nähmaschinen Act. Ges., Max Cohn, Hermann Michaelson, Eduard Kanning, Franz Kahibrandt, Kollektiv-Ausstellung für die Papier-und Druck-Industrie, J. Ehlers, Albert Zipplies, Maria Schneider, Filzfabrik Adlershof A.-G., A. Först, F. Kanitz Nachf..

出典：Altonaer Industrieverein, *ibid.* より。

表-15 小経営における電動機使用例

業種	事業所数	使用機械例	電動機出力 (PS)	年間稼働時間	電動機初期投資 (マルク)	電気代 (マルク)
パン屋	42	こね機・ひき割機 穀物分離機	1~5	127	350~650	30.1~150.5
肉屋	31	肉刻み機 まぜ機	1~7.5	60	350~950	14.6~109.5
指物師 車大工	42	丸鋸・帯鋸 鉋	1~15	108	350~?	26.4~396.0
錠前師 鍛冶屋	20	ふいご・砥石盤 旋盤・ボール盤・帯鋸	1~5	305	350~650	74.5~372.5
洗濯屋	10	洗濯機・脱水機 ポンプ・艶出しロール	2~4	337	450~600 (?)	165.0~330.0

出典：Elektricitätswerk „Berggeist“, *ibid.* より。

注) 年間稼働時間がいかに僅少であったかに注目！(短時間に大きな力の行使を要する工程の存在)。なお、平均賃金は約1000マルク/年。

表一16 1905ないし1906年におけるガス機関・電動機の用途別使用例

業種又は用途	ガス機関	電動機	合計
指物・木工	95	1,654	1,749
鋳前師	60	66	126
雑金物	22	5	27
刃物鍛冶・研ぎ師	5	3	8
銅鍛冶	4	0	4
ガラス	1	8	9
印刷	53	2,082	2,135
衣料品	179	306	485
靴・皮革	2	141	143
パン屋	53	208	261
肉屋	77	1,207	1,284
その他食料品	9	24	33
機械工場	20	3,449	3,469
ポンプ等諸機械駆動	28	2,077	2,105
エレベータ・換気	0	4,058	4,058
雑	180	4,410	4,590
計	788	19,698	20,486

出典：Bauer, *ibid.*, Tab. 4~11より。

注) 業種分類が元表毎に異なるので余り正確な区分は出来ていない。なお、家庭用としてはガス機関が10台あるのみ、農業用としてはガス機関・電動機共3台ずつ。

表一17 20世紀初頭のヨーロッパ諸国における経営規模別動力利用状況

		ドイツ 1907	フランス 1906	オーストリア 1902	スイス 1905
小経営	従業者数・人(同・1件当り)	3,166,734( 1.7)	916,441( 1.7)	1,552,065( 1.7)	285,985( 1.6)
	件数 (構成比%)	1,822,234( 90.0)	531,958( 87.4)	913,472( 94.2)	176,618( 92.7)
	動力利用件数(利用率%)	59,386( 3.3)	35,150( 6.6)	26,764( 2.9)	10,145( 5.7)
	総出力・PS(同・1件当り)	609,628( 10.3)	384,034( 9.9)	196,204( 7.3)	85,241( 8.4)
中経営	従業者数・人(同・1件当り)	2,526,136( 14.3)	1,291,348( 17.9)	840,354( 15.7)	167,424( 13.7)
	件数 (構成比%)	176,103( 8.7)	72,209( 11.9)	53,392( 5.5)	12,177( 6.4)
	動力利用件数(利用率%)	45,805( 26.0)	26,305( 36.4)	10,851( 20.3)	4,811( 39.5)
	総出力・PS(同・1件当り)	1,464,816( 32.0)	897,857( 34.1)	392,192( 36.1)	156,631( 32.6)
大経営	従業者数・人(同・1件当り)	5,180,831(190.4)	1,471,999(328.2)	920,877(293.3)	264,052(145.2)
	件数 (構成比%)	27,205( 1.3)	4,485( 0.7)	3,140( 0.3)	1,819( 1.0)
	動力利用件数(利用率%)	17,612( 64.7)	4,105( 91.5)	2,378( 75.7)	1,452( 79.8)
	総出力・PS(同・1件当り)	5,887,483(334.3)	1,711,361(416.9)	866,478(364.4)	293,747(202.3)

出典：Saitzew, *ibid.*, SS. 250-251. Tab. 72より。

ケルン、ボン、ジークブルク及びライン河支流方面をテリトリーとした同社はこの小冊子の中で契約者中代表的小経営と目される5業種145事業者の営業成績をもとに小経営電化の利益を強調している。表-15はそこから拾った数字である。

こうした小博覧会が単なる地方的行事にとどまらぬ国家的事業であった点も見逃されるべきではない。「親方向け講座及び小経営に適用可能な機械器具博覧会の開催と維持のための」国家予算は1900年以来毎年計上され、1922年にはこれを追認すべき産業振興法が下院を通過している<sup>41</sup>のである。

けれども、小形動力の小経営に対する導入実績について立ち入ったデータを得ることは当時までさえ困難であつたらしい。さしあたり8つのガスないし電力事業者の契約リストにもとづいたバウアーの個人的な調査結果から表-16を掲げる<sup>42</sup>。

以上要するに小経営向け動力の提供という社会的要請への自覚に導かれた様々な開発努力は第1次大戦までに広域電力網を主とし、ディーゼル機関を従とする現存型据付動力体系への基本路線に収斂した。これと並行して小形動力の普及・啓蒙活動が繰り広げられ、20世紀を迎える頃から小経営動力(特に電化)はかなりの程度まで進展した<sup>43</sup>。表-17はこの頃のヨーロッパにおける動力化事情を示す。

## 5. 批判的諸説とそれが見落したもの

小経営動力化思想と小形動力革命との関連はかくの如くであつたが、時の思想界が全てこの流れに与していたわけではない。新歴史学派の大物カール・ビュッヒャー(1847-1930)は自然淘汰説的な高みから手工業の没落を諦観し、その動力化についても批判的な見解を唱えた。彼は各種原動機の動力コスト比較データをもとに小形化の不利を確認し、手工業における稼働率維持(連続運転)・体系的分業・大量仕入れの困難及び販売力の欠如について力説した上で

「2種類の経営が技術的に同等の立脚点に立ったとしても、それによって経済的に対等の位置を占めるようになったことにはなり得ない<sup>44</sup>」

と結んでいる。

マルクス主義の理解者と目された前歴と学風で知られるウェルナー・ゾンバルト(1863-1941)<sup>45</sup>はマルクスの小経営没落論を復誦した最後の巨匠であつた。大著『近代資本主義』の初版(1902)Ⅱ巻33章において彼は統計的根拠を示し、

(41) Bauer, *ibid.*, S. 11.

(42) 農業に関しては Kautsky, K., *Die Agrarfrage* (1899), 向坂逸郎訳『農業問題』, 岩波文庫, 1946年, に簡単なデータが掲げられている。邦訳上巻77-90頁参照。

(43) もちろん, この過程には手工業の製造から修理・サービス部門への転換が含まれている。

(44) Bücher, *Die Entstehung der Volkswirtschaft*..., 16. Aufl. (1922), 権田保之助訳『国民経済の成立』, 栗田書店, 1942年, 205-234頁参照。

(45) 理解者としての評価については『資本論』第3巻へのエンゲルスの補遺を参照。

(46) *Der Moderne Kapitalismus*, Erste Aufl. 2bde. 1902 は第2版以降とは全く別の著作である。「手工業と機械」と題するこの章に対応する章は2版以降には見られない。



「最良の小形原動機といえども、それが一般には手工業的生産の領域内に応用されていない以上、手工業の没落を阻止し得る立場にはない」

と述べた上、作業機を含む機械体系に論を進め、織機やミシンなどの「統合的 (integrierende)」作業機の電化は有望だが、それは却って問屋制家内工業 (賃加工) の延命強化をもたらし、木材・金属加工機のような「異種的 (differenzierende)」作業機の電化は手工業者層の両極分解を招くといったように電化は何れにしても手工業者の利益にはならないと展望した。

「近代の機械技術の法則は小形原動機へのあらゆる展開にも拘わらず手工業的生産の本質とは相入れない。……機械というものが手工業にとっては異物であり、彼とは無縁な観念と社会関係とから成る世界に適合するものだ、というのは正しい見解である。近代的な機械は近代の経済的合理主義の嫡子である。それによって生きようとする手工業者はそれによって死ぬ」

これが彼のテーゼであった。かくて、発展は資本の集中へと導く。確かに手工業はこの法則に従っていないように見える。しかしそれはシュルツェ・デーリッチの名と共に知られる信用組合など、政策的阻止要因の影響に過ぎない、というのが彼の見解である。

ゾンバルトがたどりついた最終的な立場——ドイツの社会主義——は生産諸力の発展のみならず民族の適性にもかなった生産関係を理想とするものである。しかし、彼の言説から一切の夾雑物と粉飾を排してその合理主義的側面のみを取り出した場合、議論の骨格はマルクスのそれとはほとんど重なってしまう。つまり、徹底した大工業主義しか残らないのである。

では、動力革命に対するマルクス主義者たちの反応はどのようなものであったのだろうか。残念ながら、数次の恐慌を経つつ重化学工業化への歩調を速めて行った当時のドイツにあって、小経営を巡るマルクス主義者たちの関心は農業に向けられていたため、小工業動力化といったテーマへの本格的言及は極めて乏しい。こうした中でK・カウツキー (1854-1938) は手工業に関して『有閑階級の理論』(1899)におけるヴェブレンを思わせるような鋭い指摘を行ったばかりか、小形動力の本質とそれが一国の産業構造に対してもたらす多面的な変化について次のような洞察さえ示した。

「蒸気力は大量の運動において、及び殆ど休止されない経営においてのみ有利に使用され

(47) Beuer はゾンバルトが依拠する1895年の統計ではデータとして古過ぎると批判している。

(48) 問屋制家内織布業の電化に伴う低賃金長時間労働の蔓延に対する警告として cf. Wilbrandt, R., Elektrischer Antrieb mit Maximalarbeitstag und Mindestlohntarif in der Hausweberei. *Jahrbücher für Nationalökonomie und Statistik*, III Folge, 28. Band (1904)。

(49) 阻止要因論については Kap. 34-37。なお、ゾンバルトの小形動力論は照度単位に名をとどめる注10前出のルクスのそれにほぼ全てを負っている。cf. Lux. H., [1895], [1898], SS. 28-30, 67, 130-131。

なお、ゾンバルトの言う「正しい見解」とは次のごときマルクスの主張に他ならない。

「靴匠よ、汝の靴型を守れ！」この手工業的叡知の極致は時計師ワットが蒸気機関を、理髪師アークライトが経糸紡機を、宝石細工職人フルトンが汽船を発明した瞬間から恐るべき愚昧となったのである(『資本論』1巻4篇13章9節)。

(50) Kautsky, *ibid.*, 邦訳上巻239-247頁参照。

得るものである。……

その力を容易に分割し、遠い距離まで伝導し、その作用を適当に中絶して再び進行させることが出来、そのモーターが場所を少なくとり、且つ容易に取扱い得るところの電気、これこそ、交通生活並に農業に於いて、モーターとしての馬の諸機能を引受けるものである」<sup>(61)</sup>

しかしながら、彼の議論はこれ以上展開しなかった。彼は電力の革新的使途と内燃機関によって開拓されつつあった領域——例えば自動車——とを区別できなかった。又、議論の焦点は農業構造上の変化（馬匹及び馬匹飼料生産の衰退）に合せられており、しかも、そのトーンは電力の恩恵は大農により厚く及ぶから小農の相対的地位は低下するというマルクスの小農没落論のそれを踏襲しただけのものであった。小経営動力化といった一般化への可能性は初めから閉ざされていたのである。

これに比べれば時代の変化に対する鋭い嗅覚をもって知られるE・ベルンシュタイン（1850-1932）の議論あたりは検索に値しそうに見える。事実、彼は小農の協同組合方式による機械化や小工業動力化への注意を喚起している。この内、後者に関しては主著への「第1万3千部への序文」（1908年12月）中に「使用人及びモーターを用いる経営」の件数、就業者数の増加についての指摘と中間層必滅論に対する批判が見られる。しかし、それだけである。ベルンシュタインは「ギルド社会主義」的ロマンチズムに与しなかったが<sup>(62)</sup>、さりとて技術者を含む新中間層問題をつきつめたわけでもない。又、当時広く認識されていた電化による家内工業の労働条件悪化や農民の債務負担増大に対する分析も進め得なかった。どう見ても彼がユニークな議論を展開したとか正統派の認識水準を陵駕していたとは言えないのである。もっとも、カウツキーやR・ヒルファーディング（1877-1941）に代表される正統派も工業化の様々な局面における小経営問題についての議論を進展させるどころか「超帝国主義」や「組織資本主義」といった資本主義像に走り、『近代資本主義』第2版以降のゾンバルトと全く同様、小形動力問題からは離れる一方であった。こうしたなし崩し的な展開の背景として第1次大戦に向けた戦時生産体制構築途上にヨーロッパ諸国に定着し始め、ドイツの戦後「合理化」過程を支える使命を担ったテラー主義やフォードシステムの影響<sup>(63)</sup>、更には統制経済の経験といった既成事実を挙げ

(61) *ibid.*, 邦訳下巻99—100頁。

(62) Bernstein, E., *Die Voraussetzungen des Sozialismus und die Aufgaben der Sozialdemokratie*, 1921, 佐瀬昌盛訳『社会主義の諸前提と社会民主主義の任務』, ダイヤモンド社, 1974年。

(63) *ders.*, *Der Sozialismus einst und jetzt, Streitfragen des Sozialismus in Vergangenheit und Gegenwart*, 2. Aufl., 1923, 上田肇訳『社会主義の過去及現在』, 日本評論社, 1936年, 300—335頁参照。

(64) 注(48)及び Kautsky, *ibid.*, 邦訳上巻152—161, 178—183, 305—313頁参照。

(65) Kautsky, *Der Imperialismus*. *Neue Zeit* (1914-9/11) 他。波田野真編訳『帝国主義論』, 創元文庫, 1953年, Hilferding, R., *Das Finanzkapital*, 1910, 岡崎次郎訳『金融資本論』, 岩波文庫, 1955—56年, 中巻113—115頁, *ders.*, *Problem der Zeit. Die Gesellschaft*, (1924) 参照。

(66) テラー主義のヨーロッパへの浸透については cf. Friedson, P., *Unternehmenspolitik, Rationali-*

ることはたやすい。<sup>65)</sup>しかし、究極的な要因は何といてもマルクスがユアから引き継いだ大工業主義的・科学主義的技術論や単線的発展史観にあった。ユア→マルクス流の大工業主義は製造から修理・メンテナンス部門への棲み替えと結び付いた小工業の技術的近代化を単純に「没落」として片付けて来た。第2次産業革命期においてはとりわけ重工業の巨大化した固定資本の体系に眩惑され、技術進歩を促す市場ないし開発動機の提供者として、又それを支援する周辺領域として無視し得ない役割を演じた産業がいかなる経営形態をとり、これに対して小形動力がどんな意義を持ち得たのか、そしてこの関係が将来どのように変化して行くのかといった問題を検討する視点を見出し得なかったわけである。

研究開発、生産、メンテナンスから果ては資源リサイクルまで、工業社会の機能を完結させるために技術の担い手たちが形作って来た階層構造は時間的にも空間的にも様々に異っている。大工業主義を全く無意味とすることはもちろんできないが、重要なのは技術進歩の個別局面において社会的・経済的に階層化した産業構造と革新的技術とがいかなる思想を接点として出会い、どういった効果を生み出したのかを見落さないことである。内燃機関史の最初の数ページは革新的な、しかし未熟な技術と低位の社会的・経済的階層に属する産業領域とがほとんど幻想に類するような技術思想に媒介されて結び付き、その中から新たな飛躍が準備されるといって極めてダイナミックな過程であった。ディーゼル機関はその濫觴において据付動力として期待されながら、ついに、所期の目標を完遂できなかった。事態はまさに「何事かを達成しようとするなら人は多くのことを望まねばならない。その中の最も僅かな部分だけが最後に残る」というディーゼルの言葉 (*Entstehung*, S. 151) 通りに進行したのである。ディーゼルその人は800馬力ディーゼル機関の傍らでオイゲンに「(発明という)一切の事実が目的を持つのかどうか、人類がそのことによってより幸福になったのかどうか——私にはもう分らない」 (*Diesel*, S. 474) と洩らしてから数日後の1913年9月29日、ドーバー海峡に身を投じなければならな

sierung und Arbeiterschaft: französische Erfahrungen im internationalen Vergleich, 1900 bis 1929. *Kritische Studien zur Geschichtswissenschaft*. Bd. 40. 1979. フォードシステムに対する当時の啓蒙書としては cf. Rippel, P., *Ford Betriebe und Ford-Methoden*. 1925, Sozialen Museum in Frankfurt a. M., *Ford und Wir*, 2. Aufl. 1927。

65) Hilferding (1924) は変革主体としての労働者の当事者能力を高める必要性、生産体系の合理的組織化における技術者の役割の増大、生産統制のために組合(組合官僚)の力が決定的となったことを力説しており、この点ではヴェブレンの『技術者と価格体制』(1921)の後を追う格好となっている。

66) マルクスにとっては電力さえもが社会主義の物質的基礎であった。

「やがて私たちの話は、自然科学の分野にすすみ、マルクスは革命をくびり殺したと思いで、自然科学が新しい革命を準備していることに気づかない、勝ち誇ったヨーロッパの反動勢力を嘲笑した。前世紀に世界を変革した王者=蒸気機関がやぶれ去り、くらべものにならぬほど偉大な革命家——電気火花がそれといれかわった。それでマルクスは、数日前からリージェント街に、汽車をひっぱる電気機械の模型が陳列してあるということを、全く熱中して語った。『いまや問題は解決されている、——結果ははかり知れぬものがある。政治的変革は経済的変革のあらわれにすぎぬのであるから、経済的変革には必然的に政治的変革がともなわねばならない』」 (Liebknecht, W., *Erinnerung an Karl Marx*, 1947, 土屋保編訳『マルクス回想』, 国民文庫, 1955年より)。

ったのだが、この時期に獲得ないし準備されつつあった技術は程なくスタートする移動用動力源としての広範な展開を基礎づけることになった。その歩みは船用を中心とする大形低速機関と自動車・車輛用を中心とする小形高速機関への分岐を伴っていたのだが、後者への途こそは小経営向けの小形動力の開発という理想のもとに踏み出されたあの第一歩に直接端を発していたのである。開発者の思想と需要者の期待、思い入れが一種の社会的高揚を醸し出したことによって多くの提案が現れ、篩い分けられて行っただけのいきさつ全体を抜きにしてディーゼル機関、ひいては内燃機関技術一般の確立を語ることはできないのである。

一般に、技術開発ないし技術修得の契機がどこから与えられたのかという問題は産業技術史を考える場合、最も重要なポイントをなす。我々が見て来た動力革命の展開はこのことを象徴的に示している。又、翻って言えば、大工業主義に呑み込まれない工業化の経路を現代における経済開発過程の中に見出そうとする議論が現実性を持ち得るか否かも、畢竟、それがいかなる思想に裏付けられたどのような技術とその使い手との出会いを念頭に置くものであるのかによって判定されねばならないのである。

〔付記〕 本稿で引用ないし参照の機会を得た文献の入手にあたり、大阪教育大学の三宅宏司先生に多大の御高配を賜ったことを付記し、感謝の印とさせていただきます。

## Technology and Social Economic Thought in a Transitional Period

by

Shigeki YAMAOKA

(Osaka City University)

The latter decades of the 19th century and the former decades of the 20th century saw the worldwide development of the "Power Revolution". In Germany, development was especially explosive, because the social and technological conditions were ripe for such innovations. The development of the technology of internal combustion engine and electric motive power was motivated by the small scale industries which had to modernize their techniques in order to defend themselves against the competitiveness of

69 「どのような製造部門でも、どの程度作れば習得できるかの差こそあれ、『作る』ことが最大の技術習得機会であることはかわりない。この『作る』機会が市場の問題に他ならないから、技術習得の問題は市場の問題とならざるを得ない。……低位の技術が跳躍のための仕事機会と、その準備のための経験蓄積の仕事機会を市場のどこに求めうるかという問題は今後の分析でも核心的課題とならねばならぬ」、中岡哲郎「いわゆる『後発性の利益』と中進国の技術的追いつき過程(上)」(『経済学雑誌』87巻2号、1986年7月)。

もちろん、「仕事機会」の重要性は日本の内燃機関技術史に関する既存の研究が示しているように、既存技術習得の場合であろうと新技術開発の場合であろうと、或いはその中間形態においてであろうと変りない。

the larger industries.

The technological thought of the slogan "Kraftmaschiner für das Volk" which was put out by W. Siemens, N. A. Otto and R. Diesel did not accomplish all that they had hoped for, but the enthusiasm generated became the back ground for the technological development of small, highspeed internal combustion engines for example, gas-, gasoline-, and especially diesel-motors.

Generally, to set the technological development in motion, first the problem of market has to be solved, therefore, the growth in the demand for small machines for small industries contributes to the growth of business opportunities. The interrelationship between technological progress and technological thought is a critical factor when considering the history of industrial technologies.