

J. H. クラパム『近代イギリス経済史 第2巻 第3編 自由貿易と鋼, 1850-1886年』要綱, 第1章, 第2章, 第3章

一ノ瀬 篤
(岡山大学名誉教授)

第1章 ブリテンと諸外国, 1848-53年

(保護政策は「過去のもの」: 遺された関税)

1851年のロンドン世界博覧会で、ヴィクトリア女王もイギリス全体も、エンジンを中心とする工業の勝利を確信した。通商面では、もはやピールの推進した自由化政策が逆転される見通しもなくなっていた。2, 3の商品には25%というような高関税が課されていたが、かつてイギリスの重要な産物であった絹でも今やせいぜい15%, 他の製造業産品にも10%以上の関税がかけられていることはなかった。鉄, 羊毛, 獣皮は関税ゼロであったし, 石炭, 生きたままの動物, 肥料なども同様だった。植民地からの普通種の材木は価格ベースで2%程度の関税で輸入できた。實際上, ブリテンはみずから生産する品目のほぼ全てについて自由市場となっていた。

(食糧貿易の自由化とその効果)

アイルランド飢饉の全時期を通じて, 開放された市場は(1846年, 穀物法撤廃), よくその機能を果たした。あらゆる種類の穀粒・穀粉の連合王国への輸入は, 1849年にピーク値に達した。その後の輸入量の推移は以下の通り(単位は100万クォーター)。

1849年: 11.9	1851年: 9.7	1853年: 10.1
1850年: 9.1	1852年: 7.8	1854年: 7.8

1849年を別とすれば, 輸入量の半分以上は小麦・小麦粉が占めていた。1850-52年をとると, 年平均でほぼ490万クォーターの小麦が輸入されており, いわば同時期にブリテンに住んでいたほぼ2,118万5000人のうち500ないし600万人が, 外国のパンに依存していたことになる。

半ば製造業産品であった小麦粉に関しては, 海外(とくにルーアンやパリ)の製粉業者が効率的だったために, 自由化が国内の製粉工場を廃業に追いやる可能性が, 事前に自由化論者からも指摘されていた。自由化はその本来の機能を発揮し, 優れた業者の競争力をいっそう強め, 劣位の業者(アイルランドなどの)を駆逐し, 全体としての輸入量は1851年の27万トンとピークとして, 1852-56年の5年間は年平均18万トンにまで低下した。

外国と競争関係にある他の食糧の輸入量は, 小麦に比べると, したたものだった。たしかに生きたままの牛や羊の輸入, バターなどの輸入は増えたが, 連合王国は, アイルランドからの年々の輸入を加味すると, これらに関しては十分な自給能力があった。ただ, 穀物の輸入量だけは, 自由化の結果, 材木(30年前までは高張る商品として唯一のものであった)と張り合えるほどに増えたのである。

(木材, 羊毛, 鉱物取引の自由化)

さて木材は海軍からの戦艦用需要が根強く、1851年になっても海軍当局のスポークスマンは「鉄船は戦艦に不向き」と述べていたが、国内産木材を保護育成する政策はなく、論点は植民地から調達するか外国から調達するか、にとどまっていた。ピールは外国(本章冒頭の「木材関税2%」は「植民地」産)で伐採された材木には価格ベースでは20%程度の関税を遺していたが、1851年にはこれも半減された。この関税は取引の障害になっていたとはいえ、それでも木材はスカンディナヴィアやバルト海諸国から流入していた。1853年の輸入量は240万4000荷であったが、そのうち半分ほどが植民地産であった。国内で伐採されていた木材の量は不明だが、国産のトネリコ、樫、ブナ、などの硬い材は、刀類の束、ハンドル、地方における車輪・荷馬車などの用途に依然として用いられていて、この後30年ほどはその地位を失わなかった。鉄道の客車や貨車用には国産材も輸入材も共に用いられていた。植樹による若いカラマツやトウヒは坑道の支柱に用いられたようだが、坑道用でも大きな材は外国産だった。海軍当局の戦艦用国産樫に対する偏見に似た愛着は根強かったが、やむなく漸次的に外国産の代替材に頼るようになっていった。1855年の海軍当局の備蓄材は外国産の代替材4,596荷に対して国内産樫1,868荷となっている。鉄道は、大部分輸入されたモミ材の枕木の上を走っていた。概して、大口の用途には輸入材が用いられていた。国内で大量伐採が可能な場所が十分でない状況では当然のことだった。

羊毛については自由貿易の原理がうまく働いて、労働の地域別分業が進展した。連合王国からの羊毛輸出は1850年には重量で1,200万ポンド、価格で62万4000ポンドとなっており、これは従来の最大値だった。その最大の顧客はフランスだった。輸入量は輸出の数倍の規模で、1850年には7,300万ポンド(重量)となっており、そのうち1,400万ポンド以上が再輸出(これも主としてフランスへ)されていた。この頃にはオーストラリアからの輸入が全体の半分以上を占めていた。その15年前の1835年にはドイツからの輸入が過半を占めていたのに対比すると変化は急激である。再輸出の顕著な成長(原著7頁の一覧表では、1855年になると全輸入量の3分の1近くが再輸出されている)はロンドンがオーストラリア羊毛の集散センターとしての地位を確立したことを示す。

鉱業でも事情は同じだった。銅鉱石ではトンあたり1s、粗銅ではトンあたり2sの輸入関税が残っていたが、1853年頃のトンあたり価格は100ポンドを超えていたので、税率はネグリジブルだった(ただし、錫の場合は1850年代初頭にまだ価格ベースで6%程度の関税が残されていた)。1850年、1851年には年当たり5,000トン程度の非製錬銅・半製錬銅および4万トンほどの銅鉱石が輸入されていたが、他方で6,500トン以上の銅塊類と1万2000トンを超える簡単な形態の素材銅(銅板、釘など)、さらに種々の銅・真鍮製品が輸出されていた。鉛も銅と同じく、輸出額が輸入額をはるかに超えていた。錫の場合はそこまで行かなかった(素材ベースで2,3百万トンの入超)が、しかし錫板輸出額は1851年に100万ポンドに達していたし、錫は多くの輸出製品に材料として入り込んでもいた。英国産錫の価格も上昇していた。石炭と鉄に関してはイギリスが卓越していた。19世紀第1四半期に確立されたその優位性は、維持され発展していた。石炭は、輸入に関しては何の問題もなく、輸出は緩やかにしか伸びていなかったが、これは他国の保護政策(代表的にはフランス)に依るところ大であった。鉄の輸入は相当の量に達していたが(年3ないし4万トン)、これは外国の競争力が大であったためではなく、シェフィールドの繁栄がもたらしたものである。同地では、刃物生産等のためにスウェー

デンやロシアから比較的安価に棒鉄（スウェーデン産のいわゆる charcoal bar）を輸入し、これを刃物に加工していた。さらに、これを鋼生産にも用い、それを鍛造しない段階で比較的高価に輸出していた。

イギリスにおける鉄生産技術の発達（送風式攪鍊炉や圧延装置）につれて、また諸外国が次々に鉄道時代に突入して行くにつれて、膨大な量の鉄が海外に輸出されていった。1839年には年当たり19万1000トンが輸出されていたに過ぎないが、1849年には55万4000トン、わずか4年後の1853年には126万トンが輸出されていた。1849年の数値は殆ど銑鉄、鋳鉄、鍊鉄など粗野な形態の鉄で構成されているのだが、1853年の数値のほぼ3分の2は相対的に高度な形態、つまり棒鉄、ボルト、ロッド、様々な種類の鍊鉄を体現していた。アメリカが依然として大口購入者だった。鉄製品の輸入は皆無と言って過言ではなかった。

（自給自足問題：ブリテンの状況と見通しに関する同時代人の意見）

穀物法が、自力による食糧確保上、保険（食糧上の安全保障）の役割を果たしたというのは陥りやすい考え方である。しかし、当時の我が国の制海権は強大で、それが侵犯されることは想定できなかったし、万一、制海権が制約される事態が生じて、我が国は数ヶ月間、食糧を自給自足でやっていける力をもっていた。保険の必要はなかったと言える。当時の自由貿易主義者達は当然、保険不要論であったが、他方で、我が国が安価な食糧、石炭、鉄、機械、資本などによって獲得した経済上の指導力を永遠に保持できるとは想定しておらず、究極的には合衆国の文化や富の力が世界を制覇する可能性を十分に念頭に置いていた。たとえばコブデンやエコノミスト誌（1851年3月8日号）はそのことを明確に意識し、指摘していた。

これに先立つ1851年1月11日号のエコノミスト誌は、国際収支問題を議論している。この論文はおそらく近代的な国際収支の諸項目に関する我が国最初の分析であろう。もっとも、当然のことながら、統計的な吟味は欠けている。この論文は結果的に、全体として我が国の国際収支の強さを示唆するものとなっている。内容は以下の通り：輸出に関しては申告金額が分かる：輸入については正確な量を知りうるが、金額に関しては公式の古くさい額しか分からず、時価の尺度として当てにならないことは周知である：そもそも、必要な情報を確保できるかどうか疑問である：しかし、申告輸出額に対してはいずれも額の不明な、イギリス船の運賃収入、英国商會が積送品に関して外国で得る利潤、外国で用いられている英国資本からの収入・利潤や海外公務員からの国内向け送金、などが加算されて然るべきだ：また、通常看過されているが非常に重要なことは、我が国が輸出の際には長期信用を与え、輸入の際にはロンドン金融市場を利用して短期に支払っていることである：つまり、我が国は「貸すばかりで借りていない」と言える：イギリスの信用がほぼ全世界に資本を供給しているのだ。（このエコノミスト誌論文の内容をクラバムが上記アメリカ脅威論とどう関係づけて紹介しているのか不明だが、同じ雑誌でも時期が違えば、イギリスの将来見通しについて異なったニュアンスの議論をしている〔1月11日論文はイギリスの強さを示唆〕、という指摘かもしれない）

（アメリカの産業と発明：製造業における外国との競争）

上記に加え、イギリス製造業の卓越ぶりはいっそう顕著だった。もっとも、機械を用いた手作業の分野では、すでにアメリカ人がイギリス人にまさっていることが情報通には知られていた。梳かれた羊毛の細糸を機械で梳毛ローラーからはずし、緩い綱状（「しの」）にして送り出し、これをミュール

機に架けるといふ圧縮工程（condensing process）は、1832年以前にマサチューセッツのJ. グールディング（John Goulding）によって十分に工夫・解決されていた。それは手動のピリー機で「しの」を準備して、次にミュール機に架けるといふ旧式の手作業的な始紡（slubbing：「しの」に初めて緩い撚りを架ける）工程を駆逐した。1850年頃、グールディング機はニュー・イングランドで広範に用いられており、イギリスにもごく一部で導入されていたが、使用は地域的に局限されていた。

アメリカに後れをとっていたのは羊毛紡績だけではなく。新型のキャップ式精紡機やリング式精紡機も起源はアメリカだった。1851年の世界博覧会およびその後のデモンストレーションで最も注目を集め好評だったのは、米国マッコーミック（McCormick）社の刈り取り機だった。また、同じ博覧会でアメリカ製のミシンも展示されており、エコノミスト誌はその素晴らしい速度に驚嘆している。もっとも、アメリカの諸発明はブリテンの既存製造業に対して、あまり競争力がなかった。前者は後者を補完する分野での需要を満たしたにすぎない。この頃までは、まだアメリカ工業製品全てを合計しても取るに足らない輸入額であって、貿易統計には表れてこない程度だった。

しかし、欧州製造品の幾つかは、そうはいかなかった。2, 3の商品は、関税がまだ高くても、ブリテンの市場で競争力があつた。我が国で用いられている玩具はほぼ全てスイス、ババリア、ドイツの中央諸州から来ていたし、フランス製の装身具や流行品の多くも、趣味、流行、手芸などにおける優位性によって、我が国に入ってきた。

優美な諸商品への関税が標準的な10%に切り下げられ（より粗野な形態の諸商品にかかる関税は既になくなっていた）、かつ欧州が1848年の動乱をくぐり抜けた後は、新関税の効果が十分に現れてきた。洗練された商品がとくにフランスとスイスから次第に大量に入ってきた。僅かの例外を除けば、それらは新たな機械産業の製品の類ではなく、商人達に方向付けされ組織された、安価で趣味の良い熟練手作業製品だった。フランスのなめし革や靴、手袋の製造では機械は殆ど用いられていなかったが、これらの輸入が次第に増加した。国内で使用される手袋を例にとる。1853年までには、300万対（pairs）が輸入されたのだが、人口2,200万人のうちの手袋使用人口を考えると、驚くべき数値である。ブーツの場合、靴の甲革部分に関してはフランス製が、底革部分に関してはブリテン製が勝っており、前者が大いに輸入された。手作業による安価なフランス・スイス製の置き時計・携帯時計も、もう一つの重要な輸入品群だった。1853年の7ヶ月に（6-12月）13万5000個の置き時計と4万3000個の携帯時計が入ってきた（それまでは統計が当てにならない）。1854年にはこれがそれぞれ、22万8000個、7万9500個になっていた。

多くの国々からの、様々なガラスの輸入も増加していた。窓、板ガラス、フロントガラスなどだが、とりわけフランス、イタリア、ボヘミア、サクソニーからのカット物、カラー物、装飾用ガラスなどが主要なものだった。1840年にはまだ輸入関税が非常に高く、通常種のガラス輸入は禁止されていたも同然だった。この頃、ガラスにはまだ内国消費税が課されていた。この結果、適切な生産方法が阻害され、光学ガラスなどの特殊ガラスはほぼ全てが輸入されていた。1845年にピールが内国消費税を廃止した結果、イギリスのガラス製造業はただちに飛躍成長した。スタウアブリッジ（Stourbridge：第6章で見たケンブリッジのスターブリッジ〔Sturbridge〕もしばしば Stourbridge と表記されるが、これとは別。西ミッドランドの町で、比較的近年まで、ガラス工業の中心地だった）のチャンス兄弟商会（Chance Bros.）

は1845年に灯台用の商品生産を始め, 1848年革命時にフランスから専門家を保護的に招請して技術を高め, 我が国最強のガラス企業となった。

競争的輸入が最も話題となったのは, やはり繊維産業だった。フランスの絹は関税が下がるたびに我が国のドアで待機していた。そのために絹には特別に5%の関税が残されたのだった。しかし綿は, 東インドからの綿布, 欧州大陸からの綿手袋・綿靴下・綿糸などを除けば, ランカシャーとクライズデール (Clydesdale: グラスゴーを含むクライド川流域地域) の独壇場だった。手袋等々も, 再輸出用が主であったり, 競争的ではなく補完的な輸入であったり, という具合だった。何しろ我が国の, 金額3,000万ポンドを超える綿製品と綿糸 (cotton goods and yarns) 輸出額に対比してみると, 東インド綿布は額で19万ポンド程度, 「その他綿製品」(上記の欧州からの手袋・靴下・綿糸を除く) は7万5000ないし10万ポンドに過ぎなかったのである。

羊毛製品の輸入については, 事情の異なる重要な分野があった。それはメリノ (もしくはモスリン) である。この羊毛はコーミングの後, 動力紡績にかけられ, その後, 手織り作業を経ていた。メリノはフランス北東部から来ていたのだが, この地方では1853年にロディア商会 (the firm of Rodier) が発足しており, まさにその年からイギリスの羊毛製品輸入量が突如60%だけ跳ね上がったのだった。フランス製品が成功した理由として技術面で挙げられたのは, 羊毛が乾式, つまり油を用いずに処理されたこと, コーミングの後, 精紡に向けて特別に有効な方法で準備保存されたこと, などであった。商業面ではブリテンが常に少量生産・高利潤方式ではなく, 大量生産・薄利方式をとっていたことなどが理由として挙げられた。フランスは新たに考案した高価な, コーミングを施した毛織物に, 趣味の良さ, 職人的技芸, 商業的進取の精神などを付け加えた。後者はすでに同国の絹産業に優越性を与えていた要因であった。

ただ, リヨンの絹に関しては1810-1825年に手動のジャカード織機が登場して以来, これといった新たな機械は出現していなかった。撚糸工程を担う工場 (throwing mill) において水力を補うために多少の蒸気力が利用されたり, 平織り (plain silks) のための動力織機の実験が1843-44年に行われたりしたが, それでも1873年になってなお, リヨン地方では手動機11万機に対して動力機は僅かに6,000という有様であった。動力採用がこのように緩慢であったことが, イングランドを利することになった。ハスキソンによる市場開放以来, イングランドは動力によって, 絹に関するフランスの競争を抑制してきた。また, 東インドの原料絹, および30%もしくは15%の関税も対フランス競争では有効だった。1840年代にはマクスフィールドなどの絹生産地がベンガルの絹をバンダナ風のハンカチにして, 他の絹製品と共にフランスに輸出していた。この輸出は量的には取るに足りないほどのものだったが, 「貿易自由化の下で絹をフランスに輸出しえた」という点で, 自由貿易主義者を喜ばすに十分だった。ブリテンの絹・絹混合製品の輸出額は金額で1845年73万6000ポンド, 1846年83万8000ポンドだった。1852年の金額は115万6000ポンド, 1853年のそれは159万5000ポンドほどだろう。これに対して欧州からの絹製品輸入額は, 輸出額のほぼ2倍ほどと推計できる。フランスやその他の欧州諸国が, 貿易自由化の状況をフルに利用したのは明らかである。他方, イギリスも従来の保護壁を失った状況下で活発に新しい環境に適應していった。しかし, 絹産業は国民経済全体という観点からは, せいぜい第二義的な部門に過ぎなかった。外国との競争が現実的である産業部門は, すべて同

様だった。(要するに、玩具、装身具、靴、手袋、時計、ガラス、羊毛、絹など、現実に外国と競争を強いられる産業もあることはあったが、全体としてイギリスの貿易競争上の優位は明瞭だった。)

(産業の国際的力関係)

得意分野、つまりエンジンが活躍する分野では、イングランドの統御力はほぼ完全だった。アメリカでもエンジンは用いられたが、輸出産業では多くなかった。ベルギーは良い機械を豊富に擁していたが、国が小さかった。フランスの機械は、総じて量も少なく質も劣っていた。オランダはまだ工業国とは見なしがたく、重工業がなかった。ドイツの機械も製造業も概して質が劣り、外国を模倣している段階だった。長期的な洞察力のある人々はアメリカの経済発展の道筋を予見してはいた。その他の国々については、ブリテンは経済上、みずからと同一平面で見てはいなかった。

第2章 1851年の産業情勢

(いまだ「産業国家」と言い切れぬブリテン)

ブリテンは鉄輪や蒸気力に代表される産業国家に向けて船出していたが、その航海は未だ半分も過ぎていなかった。いまだに農業が最大の産業で、地主、その差配人、農業主、あらゆる種類の農業労働者を合わせると、20歳以上の男性人口の26%が直接に農業に従事していた。あらゆる年齢と労働種類の男性農業従事者は、10歳以上男性人口761万6000人(2-2-1表参照)のうち、128万4000人を占めていた。これには更に、農業主・牧畜業者27万9000人の大部分と、その息子達(数は不詳)が加えられねばならない。(以下、2-2-1表参照)。1,073万6000人の女性総人口のうち、7万1000人が屋外の農業労働者、12万8000人が屋内の農業雑役婦、2万8000人が農業主であった。単に数字だけから判断すると、農業に次ぐ「産業」は家庭内の召使いである。2-2-1表に見られる女性の召使い90万5000人は、10歳以上の女性人口総計の中では、9人に1人の割合である。これら二大グループに対して、鉱業、製造業、幾つかの重要な手作業産業、商業などの産業グループは、それぞれ、その内部構成を大いに異にしていた。炭鉱と綿には賃金稼得者が多かった：靴製造や仕立て業では小親方や店舗保有者が多かった：鍛冶屋は殆ど全て手仕事職人だった：建築職人も多くの小親方を含んでいて、後者は手配師もしくはサブ・コントラクターとして機能していた、等々。この表には、いくつかの欠陥や曖昧点があるが、この種のものとしては、他の諸国のそれ以前のどんな統計に比べても、大筋において正確である。

(ブリテンにおける職業グループ：産業の地理的分布)

1851年センサスでは、機械時代に特有とは言えない諸職業が従事者数リストの上位にランクされているが、理由の一部は効率の良い機械が人手を節約し、その結果、旧来型の職業への就職を多くしている、ということだろう。炭鉱夫の数は1831年以来大いに増加した。労働の現場である切羽において、彼らは一切機械を用いていなかった。これに対して、綿工業では紡績機などが非常に効率的だったため、産業の大拡大にも拘わらず、労働者数は急速には増えなかった。炭鉱と同じ事は建築業、服飾関係の諸職業、鍛冶屋、運送関係業についても言える。

綿産業の地域集中は実に顕著で、その後、半世紀ほど集中ぶりは変わることがなかった。ほぼ52万

7000人の綿業従事者の内, 31万2000人がランカシャー, 5万5000人ほどがチェシャーと西ライディング, 5万8000人がラナークシャーに住んでいた。

地域集中がもっと完全なのはウーステッド産業であるが, その古い中心地ノリッジの当該産業は

2-2-1表 従事者数の順で見たブリテンの主要職業グループ: 1851年

(単位: 1,000人, ただし下線数値の単位は「1人」)

	男性	女性	合計*
総人口	10,224	10,736	20,960
10歳以上人口	7,616	8,155	15,771
農業: 農業主, 牧畜業主, 労働者, 召使い	1,563	227	1,790
召使い(農業以外)	134	905	1,039
綿業従事者: 捺染, 染色など全種類を含む	255	272	527
建築職人: 大工, 煉瓦工, 石工, 左官, 鉛管工, 等	442	1	443
労働者(業種を特定できない者)	367	9	376
婦人用帽子工, 婦人服仕立工, 裁縫工(男女とも)	<u>494</u>	340	340
羊毛業従事者: カーベット織り工など全種類を含む	171	113	284
靴製造者	243	31	274
炭鉱夫	216	3	219
仕立て職	135	18	153
洗濯婦	---	145	145
船乗り(商業用), 水先案内人	144	---	144
絹業従事者	53	80	133
鍛冶屋	112	<u>592</u>	113
亜麻布, 亜麻業従事者	47	56	103
車力, 荷馬車御者, 御者, 郵便配達夫, 辻馬車御者, 乗合馬車御者, 等	83	1	84
鉄業従事者, 鋳物工, 鋳型製造人(鉱山, 釘, 金物, 刃物, やすり, 諸道具, 機械を除く)	79	<u>590</u>	80
鉄道運転士等, ポーター等, 労働者, 線路工手	65	<u>54</u>	65
靴下・下着製造業従事者	35	30	65
レース業従事者	10	54	64
機械, ボイラー製造者	63	<u>647</u>	64
パン屋	56	7	63
銅・錫・鉛鉱夫	53	7	60
日雇い雑役婦	---	55	55
商業事務員	44	<u>19</u>	44
漁夫	37	1	38
製粉業者	37	<u>562</u>	38
陶業従事者	25	11	36
木びき	35	<u>23</u>	35
船大工, ボート製造工, 滑車・マスト製造工	32	<u>28</u>	32
麦わら真田業従事者	4	28	32
車輪製造工	30	<u>106</u>	30
手袋製造工	4.5	25	30
釘製造人	19	10	29
鉄鉱夫	27	<u>910</u>	28
革なめし工, なめし革仕上げ工, 毛皮商	25	<u>276</u>	25
印刷工	22	<u>222</u>	22

* クラバムの原著(24頁)では合計欄は無い。

・表の中の, 例えば「炭鉱夫」は, その表示にも拘わらず, 炭鉱経営者等をも含んでいるので, 注意を要する。この点は, クラバムも23頁の脚注で注意を喚起している。

1841年には、ほぼ死滅していた。1850年の工場検査官の報告によると、ウーステッド用スピンドルはイングランド全体で86万5000錘、動力織り機は3万2617機あったが、そのうちそれぞれ74万6000錘(86.2%)、3万0850機(95.9%)がヨークシャーにあった。この年のノーフォーク(首都がノリッジ)は、これに対して、それぞれ1万9216錘、動力織り機428機を保有していたにすぎない。

ウール産業も地域集中的ではあったが、その程度は綿業以下だった。また、この頃既に20世紀と同程度の集中度に達していた。集中は西ライディング地方に見られたのだが、全国でみずからをウール産業従事者と申告した13万8000人のうち、西ライディングに住んでいたのは5万6000人ほどにすぎない(ウーステッドや綿の集中度に比べると、遙かに緩やかだ)。ちなみに、スコットランドには1万5000人、ランカシャーには1万1000人、グロースターには9,000人、ウィルトシャーには7,000人の同産業従事者が住んでいた。50年後でも、西ライディングのスピンドル保有数は、全国総保有数の半分程度であって、長期で重要な時期であったにもかかわらず、変化が乏しいことが分かる。

亜麻布はスコットランドとアルスターに集中しており、すでにイングランドの重要産業ではなくなっていた。実際、ブリテンで同業に従事していた10万3000人のうち、7万7000人以上がスコットランド人であって、彼らは殆ど手織り機を用いていた。絹はなお、機械化や地理的集中に抗していた。たしかに、機械化の最も進んだ地域であって、30年前にはおよそ絹産業の地域ではなかったランカシャーで、絹産業従事者が他のどの州におけるよりも多く存在した。また、チェシャーのように、同産業従事者が機械の助けを借りて、2万2000人に増加したような例もあった。しかし、コヴェントリー周辺には多くの同業従事者が居たし、彼らは殆ど機械を使っていなかった。従事者が1万6000人居たロンドンをはじめ、その他6つの州でも2,000人から6,000人の人々が絹産業に携わっているというように、地域的分散が顕著だった。

(繊維産業の優勢：繊維の発明と機械化)

この時期の全産業における繊維産業の優勢は2-2-2表からも明瞭である。

繊維産業従事者は、20世紀の初めには「人口37人につき1人」の割合にすぎなかったが、1851年には実に「人口19人につき1人」の高い割合であった。膨大な数の繊維産業従事者の中には、まだ手作業労働者が多く含まれていたことを銘記すべきだ。1850年には綿業でほぼ25万機の動力機が用いられていたが、ウーステッド業では3万3000機、ウール業では1万機、亜麻布業では6,000機、絹業では1,200機が用いられていたにすぎない。手作業労働者が多数残存していたのである。

真正の手紡ぎ機はすでに工場地帯では死滅しており、重要な発明も完了してはいたものの、紡ぎ過程ですら機械化は完全ではなかった。1830年頃にアメリカの発明家達がキャップおよびリング式のスピンドルを導入していた。これはウーステッドと綿で重要な役割を果たすことになるが、本質的にはアークライト式のフライヤー・スピンドルが改良されたものにすぎず、1850年までにブリテンで地歩を確保するまでに至らなかった。ブリテンで発明された自動式ミュールの前進も遅々としていた。古い手動式ミュールでは、主動力として人力以外の動力が用いられたが、スピンドルが並べられた「キャリッジ」は紡ぎ人が引き出したり押し込んだりせねばならなかった。有効な自動機が1825年にマンチェスターのロバーツによって発明され、1834年までに彼の企業は20万錘を備えた520機の自動機を作製していた。しかし、この機械は技術面では細番手の糸を紡ぐのが難しく、価格面では高すぎ

2-2-2表 大ブリテンの総人口と繊維産業従事者数 (単位: 1,000人)

	1851年	1901年
大ブリテンの人口	20,960	37,000
綿業従事者 (1851年は捺染, 染色従事者を含む)	527	544
羊毛業従事者	284	235
絹業従事者	133	37
亜麻布・大麻業従事者 (1901年はジュート産業従事者を含む)	134	99
繊維捺染・染色業者		79
繊維産業従事者合計	1,078	994

たために、ほんの一部の企業しか購入できなかつた。1850年代初頭、自動機はボルトン (Bolton: マンチェスター北西16キロの街) のような細番手紡糸地域では、ほんの僅かしか用いられておらず、中級あるいはより粗野な糸を紡ぐ地域においてすら、およそ普遍的とは言えなかつた。

羊毛紡績では、A. ユーア (Andrew Ure) が1834年に手仕事と呼んでいた始紡工程は、まだ殆ど変化していなかつた。発明当初の「始紡ビリー」(slubbing billy) は当初のジェニー同様、手動機だった。つなぎ係の児童達が、梳毛エンジンから取ったガーゼ状の羊毛細片をこすり合わせて、ビリーであら拭りかける準備をするのだった (あら拭りをかけられた羊毛はその後、ジェニーかミュール上で精紡されることになる)。1850年までにはビリーにも動力が使われることがあったが、厄介なつなぎ工程はそのまま残っていた。

1851年になって、自動式ミュールよりも決定的な繊維産業上の発明が、イングランドのために完成された。G. ドニソープとS. C. リスター (George Donisthorpe and Samuel Cunliffe Lister) が羊毛の梳毛機 (wool-combing machine) を完成したのである。これは直ちに商業的にも成功をおさめた。梳毛機はカートライトの時代からあったのだが、手作業を駆逐するほどには効率的でなかつた。これに先立つ1840年代を通じて、イングランドとフランスで、ドニソープ、J. ハイルマン (Josue Heilmann)、リスター、I. ホールデン (Isaac Holden)、J. ノーブル (James Noble) などの発明家が活動しており、ついに成功をおさめたわけである。ハイルマンが最初に成功し、彼は特許をイギリス企業に売って十分な利益を上げた。この機械はウーステッドだけでなく、綿や亜麻布にも応用できた。リスターとドニソープはハイルマンの主要原理を採用したのだった。1855-56年頃にリスターの第二番目の協働者であったホールデンが別のタイプの機械を完成させた。リスターとホールデンは単なる発明家ではなく、有能で果敢な実業家でもあった。彼らは全欧的な視点を保持しており、既に1855年までにイギリスに5つ、フランスに3つ、ドイツに1つの工場をもっており、紡績業者のためにコミッション・ベースで梳毛を引き受けていた。また、特許権使用料1台1,000ポンドと引き替えに紡績業者に機械を売った。1857年には、或るウーステッド産業の歴史家が「羊毛産業のウーステッド部門では大部分の羊毛が機械でコーミングされている。それもリスターの機械が殆どだ」と述べている。1台のリスター式コーミング機が、熟練した100人の職工の仕事、彼らより巧みにこなしたのだった。こうして、羊毛コーミングは機械化された。

靴下産業、レース産業は素朴な繊維と高度の手動機に依存したままで、何世紀にも亘って存続して

いた。機械を用いてレースを作る方法は、1760-70年頃、編み台で装飾的な靴下を作る作業から発展していた。その少し後に、織機の縦糸とループのある編み目を結ぶワープ機が登場した。多くの精巧なタイプのレースおよびネットの機械がこれに続いた。ラフバラのJ. ヒースコット（John Heathcot：文献によっては Heathcoat の表記もある）の工場でラッドライト運動家達が打ち壊したのは、ヒースコットの往復ボビン・ネット作製機（traverse bobbin net machines）55台であった。ヒースコットはデヴォンのタイヴァートン（Tiverton）で古い工場を購入して、新式機械を動力で運転した。彼の工場は1836年までに1,200人、1850年代には1,200人ないし2,000人の労働者を雇っていた。その間、他の多くのボビン・ネット製造者達が彼の工場制度を模倣していた。とくに顕著だったのはノッティンガムシャーである。1831年までには、我が国に22の動力式工場があり、約1,000台の機械とほぼ3,000人を直接に雇用していたと言われる。他方では、5,000台の手動機を擁する工場があり、ネットを仕上げ刺繍を施すための複雑な下請け制度があった。

靴下産業は更に小規模だった。長きにわたって動力なしの小工場が支配的だった。1840年までには動力による編み工場も少しはあったが、1844年の或る調査では、絹、綿、羊毛を問わず、一つの屋根の下に存在する編み機は平均して3台強程度とされている。約3万3000人の遍歴職人に対して1万5000人ほどの親方が居た。親方達は靴下製造業主や靴下商のために働いていたのだが、工場労働者でもなかった。この産業にも、1840年代後期および50年代初めには、動力が散在的に導入されていた。（産業企業の規模：雇用者と被雇用者のバランス）

この頃、たしかに巨大な鉄工企業や、鉱山から最終製品に至るまで一貫的に生産している統合企業もあるにはあった。しかし、鉄工業でも、一つか二つの小さな溶鉱炉しかない企業がむしろ典型的だった。軽金属や刃物産業でも小規模企業が支配的だった。

港湾都市や大都市では蒸気力を用いた大きな製粉企業があり、エコノミスト誌はこれをもってフランスとの競争に勝利できるとしていたが、当時、全国に1,000ないし2,000ほど存在していて、通常1人か2人しか雇っていない小さな製粉業者達には言及していない。製材業においても、たしかに鉄道建設に伴う木材需要の増大が、港に蒸気式の製材工場建設を促したのだが、統計を提出した416業者のうち、50人以上を雇用していたのは僅か4業者であった。

2-2-3表は1851年センサスに基づいているが、統計提出に応じなかった業者のデータが得られない点、注意を要する。それでも100万人の労働者のほぼ4分の3をカバーしており、繊維産業を別とすれば、この頃の企業規模を知りうる唯一の総合資料である。

B欄には「雇い人の居ない親方」と「雇い人の数を申告しなかった親方・企業」が含まれている。これらの雇用主達がどの程度、下請け職人であったのかを知ることも出来ない。そういった欠陥はあるが、この表は、当時の産業構造を知る上での有用な指標である。

鍛冶業、車輪製造業のような旧型の職人産業（親方、遍歴職人、徒弟などのカテゴリーが明瞭な産業）では、表における雇用主数の表れ方が予測通りである。仕立て業、靴製造業などは下請け業者や店舗保有者達が数値に入り込んでくるので、考察は難しい。とは言え、仕立て業では大企業がごく稀であること、製靴業では相当数の大企業（実際は下請けを活用）と無数の靴修理・手仕事の零細小売りが共存していることが明瞭である。工学関係業については、先に議論した。建築業の動向は非常に

2-2-3表 雇用統計を作成している雇用主, および業種ごとの雇用主数

(イングランドとウェールズ: 1851年) (単位は雇用主の数)

	統計を製作している雇用主 (A)	雇用主類型						
		被雇用者ゼロもしくは数の申告が無い雇用主 (B)	被雇用者数による企業規模別雇用主数 (C)					
			被雇用者数 1-2人	被雇用者数 3-9人	被雇用者数 10-19人	被雇用者数 20-49人	被雇用者数 50-99人	被雇用者数 100人以上
仕立て業	10,991	4,239	3,852	2,456	343	80	10	1
製靴業	17,665	7,311	6,016	3,644	444	181	38	31
エンジン・機械製造業	837	160	152	295	90	72	49	34
建築業	3,614	292	417	1,541	701	498	113	52
車輪製造業	2,057	670	982	373	20	11	1	--
なめし革業	349	31	41	147	68	39	8	5
ウール布地製造業	1,107	131	199	329	156	179	41	82
ウステッド製造業	154	27	14	24	20	26	12	31
絹製造業	272	36	30	72	22	37	29	46
製粉業	2,394	403	1,147	722	84	23	13	2
醸造業	776	120	228	319	67	34	3	5
レース製造業	317	58	54	123	28	26	9	19
綿製造業	1,670	482	81	174	124	216	172	411
陶器製造業	378	68	68	112	31	56	7	36
鍛冶業	7,331	2,282	4,035	967	31	15	1	--

・ AおよびBの標題もしくは概念が不明瞭で、関係が分かりにくい、 $A = B + C$ となっていることに注意。

・ 元の表の、標題・欄見出しの意味が非常に分かりにくく、大幅に意識している。元の表の標題は「Employers and employed in certain trades in England and Wales」であるが、この表には被雇用者数は表示されておらず、その点で「employed」が分からない。たしかに、企業規模（被雇用者数）の中間値に雇用主数を乗じると、大まかな被雇用者数は得られるが、標題としては不適切だろう。

追跡が難しく、この表は貴重な資料である。表は、煉瓦職の親方や大工の親方が数人の部下を従えて仕事を始め、失敗してドロップ・アウトしてしまったり、ある場合には相当規模の雇用主になったり、時には350人以上を雇う大業主としてみずからを申告している状況を、明瞭に示している。

なめし革業は動き始めていた。30年前には、製革は例外なく小規模事業の産業で、機械や社会変化の影響を受けていなかった。しかし、革に対する需要は、特に産業的な北部では鈍ることが無かった。機械ベルトやその他無数の用途に用いられたのである。したがって、典型的な業者は3-9人の雇い人を抱えた小規模業者だったが、中には大業主の仲間入りをする者も出現していた。

繊維ではウール産業の数値が、綿と対比して、啓発的だ。ウールの1-9人規模の企業はウール全体での比重が非常に高く、家内工業を多く含んでいる（他方、綿では、この規模の企業のウェイトは低い）。また従業員数10-49人の小工場は、綿でもウールでも多く存在しているが、綿では従業員350人以上の企業が113（統計提出企業に対する割合は9.5%）あるのに対して、ウールでは21（同、2.2%）しかない（350人以上規模の企業数113、21は、この表には出ていない。クラバムは原資料によって発言している）。製粉業では数層への階層分解が明瞭だ。明らかに蒸気力を用いている大規模な少数企業と、多分蒸気力を用いている中規模上層企業約100と、多分水力を用いている中規模下層業者約720、および数では統計提出業者の過半を占める個人業者である。醸造業に関しては、トップクラスの業者が統計から漏れていることが明らかだ。また、1853年のイングランドとウェールズには2,470人の醸造業者と31,000人の軍食

糧供給業者とが居た（第5章参照）。したがって、上表の醸造業者に関する数値は、当てに出来ない。多分、軍食糧供給業者や販売者はみずから醸造業者として申告しなかったのだろう。

（新産業：産業廃棄物の利用：再生羊毛，ゴムとグッタペルカ，セメント）

1851年には、将来的に重要となる2,3の若い産業が、まだ公的記録には登場していない。その主なものは、それまで無視されていた産業廃棄物、もしくはそれまで手に負えなかつたり知らなかつたりした原料を扱う産業だった。廃棄物産業が真に独自の地位を占めたのは、19世紀後期のことである。廃棄物に安価な代替物を求めることは、とくに布地製造においては、好ましくないこととされて、古くからギルドや政府はこれを規制していた。1821年に安価な代替物を規制する法律が撤廃されるが、それに先立つ1813年から、ヨークシャーでは近代的な混合羊毛（*adulterant*：具体的にはほろを引き裂いて作るシヨディ〔*shoddy*〕）を考案して使い始めていた。ロンドンでは、これよりも前に、ほろ布を引き裂いて馬具用のフロック（毛くず：*flocks*）を作る機械が用いられていた。

1828年頃には、新しい混合羊毛が議会でもとりあげられた。或るロンドンの公認羊毛商人は上院の羊毛産業委員会で、「デューズベリー（*Dewsbury*：ヨークシャーにある街）で用いるために、既に相当量の外国のほろ布が輸入されている。これは低級なカーペットやドラッグット（*druggets*）の素材である」と述べている。別の証人は「これは外出着の素材になることはない」、また第三の証人は「これは作業着の素材であって、くず糸とともに、新しい羊毛と混ぜて、社会の低層の人々のために、安価なダッフェル（*duffil*：現代の辞典表記では *duffel*）布を作り出している」と述べている。当時、ダッフェルを製作する機械は、「製造業者の悪魔（*manufacturers' devil*）」と呼ばれていた。

この呼び名やその派生語である *devils' dust*（悪魔の出す「くず」）は、当時、チャーティストなどの社会批判派に大いに用いられたが、別段、シヨディという素材そのものが「悪」であったわけではない。それがなければ貧しい人たちは寒さを凌ぐのに困ただろう。はじめは靴下やフランネル地のような柔らかなほろ切れがシヨディに加工された。1830年代半ば頃から、「悪魔」はフェルト地、あるいは古い制服、仕立屋の切り落としなどの硬いほろ布をも扱うようになった。1850年までには、悪魔のくずは、フロック壁紙（毛くずを混ぜて梳いた壁紙）の材料として、これまでと違った意味で（従来は、ホップ畑の肥料になっていた）保蔵されるようになった。

工場検査官や統計担当官は、羊毛のほろ布（*rag-wool*）を統計から除外していたが、すでに商業的にも産業的にもはっきりした組織が生じていた。バトリー（*Batley*：ヨークシャーの街）の新しい鉄道沿線に、ロンドン植民地羊毛販売そっくりのやり方で、規則的なほろ布取引が組織された。ほろ布は海外から大量に輸入された。当初は布地製造業者自身が端布を破碎していたのだが、次第に専門業者も出てきた。ほろ布の多くは、新たな羊毛をあまり混ぜることなくドラッグットや仕事着などに加工されるか、新毛を混ぜて非常に丈夫な「パイロット布」（水夫の外套用の、紺色の粗ラシャ）に加工された。後者の用途がとくに優勢で、この地方の主要産業になった。

この時期、シヨディ産業が廃棄物産業の唯一の成功例だった。製紙業者達は長きにわたって、ほろ綿を標準的な高級原料として採用してきたが、それ以外は亜麻布を単独に銀行券用に用いていた程度だった。茶色紙、および包装用の紙については、あらゆる植物廃棄物の繊維が役だったが、近年の重要な技術革新はなかった。概して、ブリテンは産業廃棄物を無駄に放棄していた。タールの秘められ

た有用性すら、化学者達はまだ十分に解明できていなかった。何千トンもの石炭が半ば消費されただけで空中に送り出され、空気を汚していた。同様に羊毛を洗う桶に貯まる豊富な油や家庭から出される栄養豊富な廃棄物を単に流し出して、小川や運河を汚していた。コークスも、積み上げた石炭を野外で燃やして作られ、その際、熱や副産物の利用を考慮することもなかった。1851年頃は、溶鉱炉から生じるガスの利用がなされている工場は、全国で半ダースに満たない程度だった。

新たな原料に依存する産業はまだ統計に組み込まれるには若すぎたが、その中で最も重要なのは弾性ゴム (caoutchouc) であろう。1851年の大博覧会では「弾性ゴムは今や生活必需品と言ってよい」と述べる講師も居た。しかし、この年の十分に入念なセンサスにも弾性ゴムの記述は一切無く、外国貿易統計の輸入量も1846年に150トン、1850年に380トンを記録しているに過ぎない。この産業は誕生以来、25歳くらいであった。洞察力のある人々は、18世紀の第2四半期に科学の世界にそれが知られるようになった直後から、この物質の含む可能性を見通していた。テュルゴーも屈伸パイプ、手術用包帯、防水布など数多くの用途を指摘していた。

1820年にロンドンのT. ハンコック (Thomas Hancock) が弾力腕バンドの特許を提出した。3年後にグラスゴーのC. マッキントッシュ (Charles Macintosh) が防水ニスの特許をとった。ハンコックは弾性ゴムを機械で制御可能とすることによって、この産業を実際に確立した。従来、彼は破片を簡単に結合させたり、望むようなサイズを得ることが出来ていなかったのだが、マスティケーター (masticator) と呼ばれる機械を用いて、破片を細かく破碎し、圧力を加えることで、問題を解決した。彼はほぼ12年間、ひそかにその仕事を続け、その間にテュルゴーの予見していた手術用包帯、ホース、水布団などの特許を得ていた。醸造業者のパークレーズが初めて彼のパイプを採用したが、採用に至るまでには革製のホース製造業者達から大反対があった。次々に、今ではおなじみになっている新たな用法が知られていった。1835年には、マスティケーターはすでに秘密の存在ではなくなっていたが、この業界は相変わらずハンコックの指導下にあった。

この時期を通じて、ラバー製品は温度低下の比較的早い段階で硬直し、温度上昇の比較的早い段階で分解する（さらに、人の汗など、種々様々な脂に溶ける）という化学上の欠陥につきまといわれていた。初期のマッキントッシュ (マッキントッシュの特許に基づくゴム引き防水布) やゴム靴に対して医学上の反対があったのも、ここに根拠がある。1840年頃からハンコックはゴムと硫黄の結合研究を進め、1843年には和硫 (vulcanization) で特許を取り、これが大博覧会におけるラバー像の展示を生み出した。彼の弾性と硫ラバー (elastic vulcanized rubber) は、これまでの温度変化に対する弱点を克服し、機械時代における必須物としての地位を確立した。一例をとると、そのバルブとしての使用は高速スクリューの船に用いるエンジンの採用を可能にした。この結果、1846年には150トンにすぎなかったラバーの輸入量も、以下のように大いに増加している。

(年)	(トン)	(年)	(トン)	(年)	(トン)	(年)	(トン)
1850	380	1853	870	1856	1,440	1859	1,060
1851	760	1854	1,380	1857	1,100		
1852	980	1855	2,230	1858	1,250		

グッタ・ペルカは1842年にシンガポールのモンゴメリー医師によってイングランドで知られるようになったが、1845年には既に活発な需要があった。ハンコックはこの新しい素材にも取り組み、手術用など多方面の用途を開発した。この頃は海底電信の実験期だったが、グッタ・ペルカはすぐに、電線の被覆用としてW. シーメンス（Werner Siemens：平炉の発明者 William Siemens の兄）に売り込まれた。シーメンスは幾つかの実験的使用の後、ドーヴァー・カレー海底電線（1850-51年）にこれを採用した。更にシーメンスは1850年、これをブリティッシュ・エレクトリック・テレグラフ会社に推薦し、その生産の段取りをつけた。大規模な企業設立の機運が熟し、1852年に防水企業S. W. シルヴァー社（S. W. Silver and Co.）が、ハンコックと提携し、大々的にラバーとグッタ・ペルカの生産を始めた。

セメントは、1851年に先立つ60年間、港湾、運河、鉄道建設と共に成長してきた。18世紀にはまだ耐水性セメントは無かったと言ってよい（ただし、粘土質の石灰石を焼くことによって、現代、耐水性石灰と呼ばれるものは作られていた。これは組成において、現代のポルトランド・セメントに非常に近い）。1796年にケント州ノースフリート（Northfleet）のJ. パーカー（James Parker）が、セメント石と呼ばれるようになった耐水性セメントの製造特許を取った。これは粘土質石灰岩にシリカ（ケイ土）とアルミニウムを加えて焼成する簡単な方法である（実はセメント石は自然的にも生成されることがあった）。彼はこれに「ローマン・セメント」という巧みな命名をした。しかし、彼が材料としたテムズ川ロンドン地域の粘土は、重大な弱点、つまり強靱なセメントを作れないという欠陥、を抱えていた。

ローマン・セメントへの需要は、「ポルトランド・セメント」の登場前に衰えていた。後者は1824年にリーズの石工J. アスプディン（James Aspdin）が特許を得たものである。しかし、これも内実は自然的にも存在していたセメント石を人工的に混合した物に過ぎない。1830年頃までに、陸軍少将C. W. パスリー（Charles William Pasley）とノースフリートのフロスト社（the firm of Frost at Northfleet）が、地方にある豊富な素材（チョーク〔白堊〕とメドウェイ泥〔Medway mud〕）から良質のセメントを作り出していた。当初、組成に関する化学的知識など、不備な点が多くあったが、試行錯誤の結果、強靱性が最も高くなる成分の組み合わせが見いだされ、またセメントの均質性もますます満足できるものになった。1850年頃、ポルトランド・セメントは、その本拠をメドウェイにおいて成長しており、また輸出に向けて作動し始めた。1853年の輸出量は2万1000トン、金額で6万4000ポンドだったが、すでに1860年には、輸出量7万9000トン、金額で21万5000ポンドに成長している。

世紀中葉のセメント業界は、企業組織面で見ると、チョークを手押し車で運ぶとか単に石灰石を焼くとか、単純で熟練を要しない労働に依存しており、焼かれて出来た生石灰も、手に握ったハンマーで粉碎され、手押し車で運ばれて石臼にかけられ、再び手押し車で荷下ろし場に運ばれる、という調子だった。その後20年、労働節約的な工夫が導入されることもなく、大企業の出現も遙か将来のことに属した。そのようなセメントですら、外国との競争はなく、いわば独占的な輸出商品であった。

第3章 産業変遷の経過, 1850-86年

(鉄産業)

1848-49年頃, 大ブリテンはおそらく世界の銑鉄の半分を生産していた。その30年後, 大ブリテンはその生産量を3倍に伸ばし, 生産比重でも, 世界の他の18カ国を合計した以上の割合を保っていた。また技術面でも, 1828年から1850年までが, 少なくとも鉄・鋼生産の初期工程では, 殆ど何の進歩もなかった時期であったのに対して, 1850年以降は鉄, スラグ, コークス, ガス, 鋼, 温度などについて正確な方法で研究が行われた時期だった。さらにこの時期は, ベッセマー, シーメンス, トーマスたちによる諸発明など, ブリテンが広範な科学上の諸問題に敢然と立ち向かった時期でもあった。J. ホイットワースの指導下に, 金属産業従事者達は精密性というものを学びつつあった。近代製造業の歴史において, 冶金学と金属加工従事者達の果たした役割には絶対的な重要性があるが, この1世代は特にそうだった。

1830-50年の期間, かつて重要性の薄い生産地だった西スコットランドは, ブリテンの銑鉄の4分の1を生産するようになっていた。これに反し, スタッフォードシャーでは溶鋳炉が停止し(第10章参照), 南ウェールズも, かつての優位性をかなり失っていた。スコットランドの良質な鉄鉱石は埋蔵量が少ないことから, 当時, その発展は行き詰まると予想する人々も居た。しかし, スコットランドは, 全体における比重こそ小さくなったものの, 1870年まで生産量を増加させ続けた。

その頃既に, 新しい鉱山が利用されつつあった。長年, 南ウェールズではカンバーランド(現在のカンブリアの一部)から, 赤鉄鉱の鉱石を導入していた。1854年には50万トン以上の赤鉄鉱が採掘され, その一部はスタッフォードシャーとスコットランドに, 大部分は南ウェールズに向けて船積みされていた。カンバーランド鉱石は鉄分を55%も含む良質のものだった。さらに, 1836年以来, クリーヴランドの比較的質の劣る(鉄分僅か30%)ライアス統の鉄鉱石(lias ironstone: ライアス統はジュラ系地層の最下層)が初めはタイン地方に, 次いでティーズ地方に向けて船積みされ, そこでその地方の石炭地層から出る鉄鉱石と混ぜられ, 溶解されていた。こうして, 1850年までには北東地方(North-Eastern area: 現在はイングランド最北部, カンブリア, ノーサンバーランド, ダラム, タイン&ウィア, クリーヴランドの諸州。しかし, クラバムはここでは, そのうちのカンブリアを除いている模様)の鉄生産量は15万トンに達していた。1850年にJ. ヴォーガン(John Vaughan)が, ライアス統鉄鉱の主要層が海岸にまで伸びてきていて, ミドルスブラ(現在, クリーヴランド州の首都)のコークスに接近していると確信し, 従来ウィットン・パーク(Witton Park: ダラム州北部の鉱山)に所有していた溶鋳炉をミドルスブラに移動させた。以後, クリーヴランドの鉄鉱石は, この溶鋳炉目指して動き始めた。

主要な鉄生産地域におけるその後の動向は2-3-1表の通りである。

(この表からは, 何よりも, 銑鉄の大生産地が, 当該30年の間に南ウェールズ・モンマス, スタッフォードシャー, スコットランドの3地域から, 北東地方, カンバーランド・ランカシャー, スコットランドの3地域へと劇的に移動していることを確認しておきたい。)カンバーランド・ランカシャーは, 1875年までに鉱石の全てをみずからの生産のために消費する(この地方の鉱石純度55%を想起しよう)までになっていた。外国の鉄鉱石は, 1870年以前に大量に輸入されるようになっていた。行き先は, 当初は南ウェールズ, 後

2-3-1表 主要産地ごとの採鉱量・銑鉄生産量：1855-1885年（単位：1,000トン）

		1855年	1865年	1875年	1885年
スタッフォードシャー	鉱石採掘量	2,500	1,485	1,654	1,830
	銑鉄生産量	855	899	712	545
ウェールズとモンマス	鉱石採掘量	1,665	485	538	68
	銑鉄生産量	871	917	597	833
スコットランド	鉱石採掘量	2,400	1,470	2,452	1,838
	銑鉄生産量	827	1,163	1,050	1,004
ヨークシャー：西ライディング	鉱石採掘量	255	575	354	127
	銑鉄生産量	91	123	267	166
北東地方	鉱石採掘量	1,155	2,882	6,182	5,972
	銑鉄生産量	298	1,012	2,049	2,478
シュロップシャー	鉱石採掘量	365	274	240	178
	銑鉄生産量	122	117	121	45
カンバーランドとランカシャー	鉱石採掘量	538	1,504	1,983	2,438
	銑鉄生産量	17	312	1,045	1,384
ダービーシャー	鉱石採掘量	409	350	218	18
	銑鉄生産量	117	189	272	361
リンカーンシャーとノーサンプトン	鉱石採掘量	74	489	1,660	2,349
	銑鉄生産量	--	26	192	426
使用された外国産鉄鉱石				738	3,313

にはスコットランドや北東地方に移っていった。

（以後、最大の製鉄地域となる北東地方の中心地）ミドルズブラで鉄産業が興隆したことは、知られている最善の溶鉱法が採用される良い機会になった。すでに南ウェールズでは、フランスの方式（燃焼の際に排出されるガスを蒸気力と熱送風に活用する）を取り入れている炉があった。ミドルズブラでは最初からこの方式を採用した。初めに建設された高炉は、当時としても最大級ではなく、高さ45-50フィート、容量5,000立方フィート程度だった。しかし、排ガスを活用し、温度を上げることによって、すぐに1基当たりの週生産量を220トンへと引き上げることが出来た。これに対し、他の地域では、1840年代末頃、1基当たり週生産量は120トンほどにすぎなかった。1864年に上掲のJ. ヴォーガンは、遙かに大きな容量の高炉建設に乗り出したが、その結果、生産量の増加ばかりでなく、鉄生産量当たりの燃料を小規模炉よりも節約できることがわかった。すぐに高さ80フィート、容量2万立方フィートの炉が標準型となった。1870年頃には、80フィート炉の温度は更に高められ、1日当たりの生産量も450ないし550トンに及んだ。1トンの鉄を生産する石炭量も2トンに節減されていた。その後20年以上、生産方法の重要な変革はなかった。

ミドルズブラ方式は、バロー（Barrow：現在のカンブリア州の南部にある海岸都市。Barrow in Furnessともいう）地方や北リンカーンシャーのような新興溶鉄地域においても、当然的に採用された。しかし、古くからの溶鉄地域は保守的で、例えばブラック・カントリーでは1866年になっても、ほぼ90%の炉が排ガスを無駄に燃やしていた。西ヨークシャーでも鉄業に携わる親方達は、1880年代においてもなお、最良質の可鍛鉄は、冷風送法の古い炉でしか作り得ないと信じていたほどだった。

L. ベル（Lowthian Bell：鉄産業の実業家でもあり、研究者、政治家でもあった）は「コークス生産においては、

過去50年間, 全く進歩がない」と述べている (*Principles of the Manufacture of Iron and Steel*, 1884, 47頁)。主要コークス生産地であるダラムでは, 操作上の不手際のために, 産出額がそうあって当然の値を15%ほど下回っていたばかりでなく, 法外な熱の無駄遣いもあった。もちろんこれには「膨大な量の煙の噴出と炎が伴っており, 辺り一帯を黒く汚し, 荒廃させていた」(50頁)。ダラム州のコークス窯だけで年間4万5000トンの硫酸を大気に放出していたのである。ところが1860年以来, フランスとベルギーの若干の企業では, この種の信じがたい浪費が, 科学的で資源節約的なコークス生産方法によって回避されていた。1884年には, ベルとウィガン (Wigan) 地区の若干の炭坑だけが熱と貴重な副産物を利用する試みを始めていた。

最初の鋳業統計が発行された時 (1853-54年), 鋼の歴史の新たな頁は, まだめくられていなかった。鋼の生産速度は遅く費用が掛かり, 用途も道具・武器・バネなどの特殊な目的に限られていた。鉄道は文字通り「鉄の道」で, 鉄板で出来たエンジンが鉄路を走っていた。熔鉄の攪錬工は相変わらず冶金業におけるキーマンだった。その後の30年間, 機械による彼の代置は, 鋼の歴史が新段階に入っていたにも拘わらず, 遅々としていた。1880年代初頭の攪錬鉄 (puddled iron : puddling furnace [攪錬炉, パドル炉] で作る錬鉄) 生産量は, 1850-60年代のそれよりも, おそらくずっと多かった。ただし, 攪錬鉄の生産量は1882年あたりがピーク (280万トン) で, それ以降は漸次的に低下している (1883年270万トン, 1884年220万トン)。このことは攪錬炉の数に如実に表れ, 1884年にはブリテンにまだ4,577基の攪錬炉があったのに対して, 翌1885年には3,876基に激減している。この頃までに攪錬工達は, 海から遠く離れた地域に集中しつつあった (海に近い新興の鋼生産地では, 攪錬工は不要になっていた)。3,876基のうち, 1,500以上がスタッフォードシャーに, 382が西ライディングに, 133がシュロップシャーにあった (上記3州はいずれも内陸州)。かつて鉄レール産業の中心地だったウェールズでは衰退ぶりが激しく, グラモーガンに192, モンマスに56基が残っているだけだった。このような攪錬炉の放棄は, 鋼製レールの勝利を刻するものであった。一例を挙げれば, ノース・イースタン鉄道は1877年には鉄レールの購入を止めた。

(鋼における諸発明)

人間による攪錬作業を排して, 機械によって, 炭素を初めとする不純物を除去する計画は, 既に1856年にベッセマーが公表していた。その後, シーメンスやトーマスなどの努力も加わり, ようやく1880年代になって製鋼過程の機械化が定着したのだった。ベッセマーは要するに, 流動状の鉄を高炉から直接に転炉に送り込むことを望んでいた。そのために, 炉の下方から流動鉄に大量・強力な熱風を送り込み, もし鋼を生産する場合には, 適切な割合の炭素だけを残し, また, 可鍛鉄を生産する場合には全ての化学的不純物を燃やし尽くす, という計画だった。鉄が送風によって製錬されることは古くから知られていた。彼の新機軸は, 溶けた鉄に下方から大量かつ高速で空気を送り込む点にあった。旧式の攪錬法では鉄が粘りやすかった。ベッセマー法では, ケイ素と炭素の急速な燃焼によって温度を上げ, 鉄塊を完全に流動状態に保つことが出来た。

もっとも, 初めのうち, ベッセマーはリンの除去に手こずった。ブリテンの鉄鉱石はリン成分を含んでいることが多いのだが, その種の鉄石を用いた場合にはリンの除去がうまく行かず, 少量残っただけでも鉄は可鍛性を失った。彼はカンバーランド地方の赤鉄鉱 (上述) に遭遇し, 問題は解決した。

以後、この鉄鉱石は「ベッセマー鉱」と呼ばれている。第二の問題は、鋼を得るには炭素含有量がどれだけであればよいのかという臨界点を確定する問題であった。彼はこれを、まず鉄を完全に純化して、それから炭素とマンガンの含有度が既知である鉱石を少しずつ混入させ、適正含有量を割り出す方法を使った。第三の問題は物理的なものだった。望み通りの鋼を得るには熱送風を任意に止めたり再スタートさせたりする必要があるが、当初のベッセマー転炉は固定式だったので、止めた時に送風パイプが溶鉄で詰まってしまうことがあった。そこで、軸を中心に転炉を揺れ動かして、送風パイプが溶解された金属の表面の上方に位置する様に傾ける方法を開発した。

彼は1858年に一人のパートナーと共にシェフィールドに移住し、1872年までの14年間、非常に成功的に事業を展開した。成功の中身は一方におけるベッセマー法の特許権使用料収入と、他方における鉄鋼製品の販売だった。ただ、この時期、製品の中身を見ると、鋼製品は少なく、従来式の錬鉄を素材とする製品が多かった。鋼の用途は、1860年代を通じて様々な方面（鉄道のリール、シャフト、タイヤ、棒鋼、ロッド、ワイヤー、ロープなど）に広がっていったが、しかし速度は緩やかだった。ところが1870年代に入って、特許に守られたベッセマー法の独占的地位が失われて行くに従って、用途の広範化は急進展した。また、ベッセマー自身がかねてから提案していた様に、北東地方、北西地方（北西地方は具体的には上記のカンバーランド・ランカシャー）などの海岸地域における熔鉄業が主になってきたことで、生産の効率性はいっそう高められた。製鉄業がシェフィールドから沿岸地域に部分的にシフトしたことは、外国産鉄石の輸入が増大したと密接に関連している。赤鉄鉱は、埋蔵量が限られていたため、価格は比較的高く、ベッセマー法等々の普及と外国鉄石の輸入がなければ、鋼の生産はさほど伸びなかったかもしれない。1870年には鉄石輸入総量は40万トン、鋼のインゴット生産量は24万トンに過ぎなかったが、1880年には、対応数値はそれぞれ306万トン、125万トンになっていた。また、1870年代には鉄道会社のリールや機関車のボイラーが急速、かつほぼ全面的に、鉄から鋼にシフトした。

1870年の鋼生産量24万トンのうち、22万5000トンがベッセマー転炉によっていた。その他の生産方法には、シーメンスによる平炉方式、70年代末に出現したトーマスのベーシック方式（塩基性スラグを用いる）がある。3方式それぞれによる生産量の推移は以下の通りである（単位：1,000トン）。

	1878年	1880年	1883年	1884年	1885年
ベッセマー方式	800	1,000	1,550	1,300	1,250
平炉方式	174	251	455	475	610
ベーシック方式	--	--	121	179	140

変動の激しいこの産業で、平炉方式での生産が漸増していることは、この方式の効率性を物語っている。シーメンスの金属業における主要貢献は、彼の生涯をかけた仕事であるエネルギー効率利用の副産物であった。エンジンにおけるエネルギー節約から、炉におけるそれに移ったわけである。長い研究期間の後、1861年にシーメンスは蓄熱式ガス炉をバーミンガムのフリント・ガラス工場で実用化することに成功した。そこでは燃焼ガスの流れが、蓄熱室の格子組み耐火煉瓦を熱し、次に入っていく

るガスと空気の流れがそこを通過して熱を吸い込み、初めの流れよりも更に高い温度で燃焼する、という過程が続く。ガス・空気の流れと温度は正確に統御でき、炉の構造が耐えうる限り、高熱が蓄えられる。この原理はどんな目的をもった炉にも適用可能であり、実際にも、7、8年以内に世界中で採用されるようになった。

1865年にフランス人のP. E. マルタン (Pierre Emile Martin : クラバムは、なぜか M. Martin と記している) が、シーメンス式平炉で溶解された銑鉄の貯まりの中で鋼の屑を溶かすことによって鑄鋼の製造に成功した。その3年後に、シーメンスはスウォンジーのランドア (Landore) にシーメンス鉄鋼会社 (the Siemens Steel Company) を設立し、マルタン方式よりも基本的な彼自身の方法を採用した。溶かされた高温の銑鉄に比較的少量の純粋鉍石 (a pure ore) をを加えるやり方である。燃焼過程で炭素は炭素酸化物として、ケイ素はケイ酸として、スラグに吸収されていく。シーメンス炉におけるガス燃料と温度の完全な統御の結果、鉄鋼生産者達の仕事は非常に正確なものとなった。原石は沸騰点を一定にするように投入された。炉の内容物は、定期的にサンプル検査された。また炉にはまさに必要な瞬間に、マンガンが投入された。

1873年迄には、ランドアの工場は自身の高炉と炭鉍を所有しており、週当たり1,000トンを生産することが出来た。時には純粋シーメンス法、また時にはシーメンス＝マルタン法を用いていた。晩年の10年間、シーメンスは長年の夢、すなわち、予め溶解された銑鉄を一切用いず、鉄鉍石から直接に鋼を生産する方法の研究に没頭した。しかし、1878年にL. ベルは「高炉はなかなか消滅しないだろう」という趣旨を述べており、これは妥当でもあった。この間に、先に示した表が物語るように、ベッセマー転炉の方が緩やかに消滅し始めていた。

しかし、トーマス (Sidney Gilchrist Thomas) とその従兄弟ギルクリスト (Percy Carlyle Gilchrist) は、転炉 (それも小型の模型転炉) を使ってベーシック法の実験をしたのだった。目的はリンを含んだ鉍石を製鋼に使えるようにすることだった。その目的達成のためには、それまでも様々な試みがあり、若干の特許も取られていたが、成功的ではなかった。トーマスは問題の原因を耐火煉瓦の内張 (lining) に含まれているケイ素にあることを突き止めた。これがリンと化学的に結合しないことが問題だった。彼はこれをカルシウム質の何かで代置しようと決心した。しかし、トーマスとギルクリストが自由に出来る小規模実験設備では、成果を得ることが困難だった。この時、ミドルスブラのボルッコウ & ヴォーガン工場 (Bolckow-Vaughan works) の支配人E. W. リチャーズ (Edward Windsor Richards) が、自分の資力と経験を彼らに自由に使わせる、と約束した。この結果、1879年、全てがうまく行った。転炉の内張に使われているマグネシウム石灰石の浪費を避けるために、より基礎的な物質、つまり石灰が、リンを除去する役割を担って混入された。

当時、製鋼におけるリンの除去は世界的大問題だったので、トーマス達の成功のニュースはたちまち世界中に広まった。ベーシック炉はブリテンよりはむしろ外国で早く広まった。ブリテンにはベッセマー鉍がかなりあったし、商業網を駆使してスペインなどの外国から鉍石をミドルスブラ、スウォンジー、クライド地方などに速やかに輸入できたためである。しかし、ブリテンでも1882年までには新方式に適合した転炉が12基できており、そのうち6基がボルッコウ & ヴォーガン工場にあった。その他に10基が建設中だった。トーマスの原理は大きな困難なく平炉に適用可能だったが、イングラン

ドでは数年間、ベーシック転炉が優勢であった。トーマスはブリテンに対しては自国の無限に近いリン含有鉄鉱石を自由に使えるようにした反面、非リン鉱石資源を膨大に保有していたアメリカへの貢献は僅少だった。他方、中央ヨーロッパのロレーヌ地方に対しては、彼は全てを与えたと言ってよい。ここでは豊富で人間の接近可能な鉱石の多くがリンを含んでいたし、同時に海が遠くて、リンを含まない鉱石の輸入が困難だったからである。

(鉄および鋼での造船)

1873-83年間、転炉や平炉との競争にもかかわらず、また1879年以前に全ての大鉄道会社が鉄の採用を止めたにもかかわらず、攪鍊鉄の生産高がその水準を保っている（前述117頁：1882年攪鍊鉄生産量のピーク、等）のは、注目すべきことだが、これは主として造船において鉄板と山形材（angles）の需要が大拡大したからである。そのことは、その頃ブリテンにおける主要な鉄生産および鉄船建造地域であった北東海岸地帯の生産高を見ると、よく理解できる。以下は1883年に収集された北東海岸地方の生産高である（単位：1,000トン）。

	1873年	1882年
レール	374	7
鉄板	191	498
山形材	51	150

実は1873年（ブームの年）以降、生産高には激しい変動があるのだが、それを通じて全生産高に占める鉄板の比重は着実に増大している。造船業の状況は航洋船の隻数（帆船であれ蒸気船であれ）にあらわれるが、1882年6月末には木製55隻、鋼製100隻、鉄製625隻となっていた。ところが、7年前の1875年9月末には鋼の航洋船は全くなかった。1876-77年に潮が変わり、1880年には3万5000トン、1885年には16万6000トンの鋼船があった。もっとも、後者の1885年には鉄船が93万4000トンもあった。このように鋼船の普及速度が緩やかだったのは、1863-65年にベッセマー鋼による種々の鋼船が多数建造されていた事実を鑑みれば、不思議にも思える。しかし、鋼は鉄に比べると高価であった。ところが、1875年に海軍当局が「もし鋼船の堅牢性が十分に立証されたら、全面的に鋼で作られた船を建造する用意はある」という姿勢を示した。ベッセマーもシーメンスもその立証に全力を尽くし、当局も納得した。こうして、造船界で言われる鋼の「復興」（1877年頃）となった。1880年までには、若干の商艦のための条件を満たすに十分な均質性と安価さをそなえた鋼が生産されつつあった。1885年になると、船のボイラーが鉄で作られることは稀になっていた。船体全般に鋼を採用するか否かは、単にコストの問題となっていた。海軍用の船舶建設に関しては、鋼の優越性を疑問視する者はもはや誰もいなかった。コストについては1884年に、機械工学者協会（the Institute of Mechanical Engineers）の会長（ベルの後継者）が「ロイズの要求する質的基準を満たす鋼のバー、山形材、板の場合、通常の鍊鉄の46%高くなる」と指摘していた。

造船界は鋼採用に関して、保守的だった。鉄船でさえ、蒸気船の場合1855-65年のディケードまでは採用されず、帆船の場合1860-70年間に数隻の最優秀船に採用されていた程度である。それよりも

高価で実験性の高い素材に速やかに転換することは、ロイズや海軍のような古い組織には期待しがたいことだった。1875年9月末には木造の蒸気船すら2, 3隻残っていたのである。

(以下、次項および次々項を含め、少し時を遡ろう。) 鉄製帆船はリヴァプールで作られたアイアンサイド号 (*the Ironside*, 1830年) によってよく知られており、鉄製蒸気船もよく知られていた。しかし、1850年について見ると、登録された全商船トン数(帆船340万トン、蒸気船17万トン)のうち、鉄製の占める割合は取るに足らなかった。ペニンシュラー・オリエンタル社に属する1, 2を除けば、最優良の蒸気船ですら、鉄製ではなかった。ブリティッシュ・アンド・ノース・アメリカン・ロイヤル・メール・スチーム・パケットツ社 (*the British and North American Royal Mail Steam Packets*) (愛称はキューナード: *Cunard*) の船も全て木製だった。もっとも、1850-58年にそのライバルとなったアメリカのコリンズ・ライン (*Collins line of steamships*) 社の船も全て木製だった。当時、アメリカの木製クリッパー定期船が、いまだに蒸気船と競争して運行していたのだ。木製帆船が蒸気船との競争に敗れて大西洋航路から閉め出されるのは1860年代に入ってからになる。

(木製船建造最後の時期)

ブリテンにおける木造船建造の歴史は、ブリテンが戦争と商業の両面で世界の海を制覇した全時期を通じて、余り栄光に満ちたものではなかった。18世紀にはフランスの軍船建造技術の方が優れていたし、少なくとも1840年までは、フランスの技術を受け継いだアメリカの造船技術(とくに快走帆船)の優位を疑う者はなかった。その頃まではブリテン商船の成長は僅かなものだった。造船が行われても、それは更新のためにすぎず、その更新建造も植民地での場合が多かった。植民地での建造はカナダのケベック、ノヴァ・スコシア、ニュー・ブランズウィックなどに仕事と技術上の経験を与えることになった。2, 3のブリテンの船舶所有者は、すでに合衆国で造船を始めていた。リヴァプールでは造船工組合が強力であるなど、本国ではコストが高かった。1844年に或るリヴァプールの船主は北大西洋海運で競争力を維持するためには北米製の船を持つしかないと述べている。

しかし、東向けの仕事は残されていた。地中海、喜望峰、インド、とりわけ金鉱発見後はオーストラリア方面への航海である。1850年代のオーストラリア交易に用いられた最も優秀な船のいくつかは、アメリカで作られイギリス人が保有していた。1859年までは、アメリカ製でアメリカ人保有のクリッパーが、中国からの茶貿易において競争していた。

ところが、1840年代初め頃から、ブリテン製の船が有効な競争者となってきた。1837-48年間に、船の木部以外の様々な部品が安くなり、かつ改良もされたのでブリテン製の木製船が巻き返し始めたのである。1837年に、サリンガパタム号 (*the Seringapatam*) が、ブラックウォール (*Blackwall*: ロンドンのテムズ河畔にある造船地帯) ドックで竣工されて以来、同地の輝かしい歴史が始まったとされている。これは第一級の乗客と貨物を運び、しかも速度に優れていることを狙って建造された。技術的に言えばクリッパーではなく、かつての東インド貿易船が著しく改良されたものだった。その後数年の間に同じタイプの船がサンダーランド (*Sunderland*: イングランド北東部の港町) のレイン (*Laing*) とマーシャル (*Marshall*) の両社によって建造された。ブラックウォールで造られた船は、当初、東インド会社の貿易船(1,300トンが通常)に比べて小さく、1,000トン以下だったが、ブラックウォール産最後の船(1875年竣工)は、1,857トンになっていた。但し、これは鉄船であった。

1850年代初頭に、アバディーンのホテル（Hall）社によって、はじめて船型の面でアメリカのクリッパー船に挑む船が造られた。もっとも、1851-52年に突如としてオーストラリアゆきの旅客運送が重要になった時、リヴァプールの船主たちは、アメリカ造船に関するそれまでの長い経験から、マサチューセッツ、ノヴァ・スコシア、ニュー・ブランズウィクなど北米大陸に多くの発注をした。1850年代におそらく最も有名な木造船だったノヴァ・スコシア製の「ドナルド・マッケイ」号（the *Donald McKay*）は、リヴァプールからメルボルンまでの6度にわたる連続航海を、平均83日でこなした。しかし、1850年代後半のアバディーン製クリッパーも同様に優秀で、そのうちのメイド・オヴ・ジュダ号（the *Maid of Judah*）は1860年に、ロンドンからシドニーまでを78日で運行した。

1850年に先立つ四半世紀に、ブリテンの帆船船腹は240万トンから340万トンに成長していた。次の15年間には、一方で蒸気船船腹のトン数が急速に増加していたにも拘わらず、帆船トン数は約494万トンのピーク値に達していた。その乗組員は15万8000人だった（1865年）。帆船トン数の増加は1857年の恐慌で倒産したアメリカ企業から相当のクリッパーを買い取ったこと、英領アメリカからの購入が続いていたことにもよるが、国内でもチームズ、マージー、ウィア、クライド、ディー（*Dee*：アバディーンに河口を開くスコットランドのディー川河口流域）などの諸地域をはじめ、全国的に活発な建造があったためである。たとえばサンダーランドでは1857年に71もの木造帆船建造業者があった。

他方、1840年代以来、常に若干の鉄製帆船の登録があった。1865年までには、一部の造船地域を除いて、鉄製帆船の使用は広まっていた。大型木材を確保することの困難性がそれまで常に海軍当局を悩ませていたし、大型のクリッパー建造業者にとっては、鉄がより安くて効率的な代替材になっていた。経験上、当時の全鉄船では、向かい波に入り込みすぎて速度が鈍ることが分かっていたので、鉄骨に木材を組み合わせた混合材の船（*composite*）が用いられるようになった。最初にロイズのリストに登場するのは1851年のテューバル・ケイン号（the *Tubal Cain*）だった。1863年から、一連の混合材クリッパーがアバディーン・オリエント・ラインおよび同地のホール社によって発注された。1867年にはアバディーン・ホワイト・スター・ラインの最初の混合材クリッパーであるサイアティラ号（the *Thyatira*）が、そして1869年にはダンバートン（*Dumbarton*：スコットランド西部、クライド川の河口に近い造船地）のデニー（*Denny*）社によって、この大造船時代の生きた記念碑ともいべきカッティー・サーク号（the *Cutty Sark*）が建造された。

混合材での造船は、木材から鉄への移行過程の副産物であり、クリッパーに特化されていた。高級帆船の他のグループでは、移行が直接的に進行した。鉄製帆船は安価で堅牢であったばかりでなく、海上火災の危険性も少なかった。最大の厚み1.1インチ程度の鉄板と軽い大梁の骨組みを持つ鉄船は、運送容量が大きかった。連合王国以外には、かくも安価にかくも巧みに鉄製船を建造することは出来なかった。ちなみに、クライド地域が今やこの産業の指令地になっていた。

鉄製帆船の黄金時代は1860年から1880年に至る20年間であり、その所有主たちはオーストラリア貿易を牛耳るようになった。1866年にはブラックウォールの造船所で鉄製のシュパープ号（the *Superb*）が建造された。1867年にはT. H. イズメイ（*Thomas Henry Ismay*）がリヴァプール・ホワイト・スターのクリッパーを買い取り、その後数年、鉄製帆船を運行させた。アバディーン・ホワイト・スターも1869年には、みずからの最初の鉄製クリッパーを建造し、オリエント・ラインも1873年に、これに続

いた。1875年（サンダーランド産の最後の木製船が進水した年だが）には、当時最優秀な帆船とされたロッホ・ゲリー号（the *Loch Garry*: 1,500トン）が、クライドで竣工された。これを嚆矢とするロッホ・ラインの一連の船は、長距離航海に非常に優れていた。その後10年間ほどは長距離帆船は鉄で造られ、その後は鋼と帆のハイブリッド時代に入る。当時まだ、帆船が蒸気船よりも有利であるような商業部門が多くあったのである。

（蒸気と帆の競争：船舶用エンジンの改良）

1850年初春に建造され、鉄製蒸気船による大西洋航路の開拓者となったシティ・オヴ・グラスゴー号（1,600トン）は、リヴァプール・ニューヨーク・アンド・フィラデルフィア蒸気船会社によって購入された。同社はW. インマン（William Inman）の創設した会社だった。同号は4年後に航海途中で行方不明になってしまったが、同社は1851年にシティ・オヴ・マンチェスター号（長さ274フィート、幅38フィート）を建造するなど、一連のシティ号シリーズを建造した。これらは鉄製蒸気船ではあったが、クリッパー風のへさき（bow）ややりだし（bowsprit）を備えていた。木製船を用いていたアメリカのコリンズ・ラインが倒産した時、インマンはコリンズの航海スケジュールを採用し、ニューヨークからの週便を開始した。また、合衆国郵便のための契約を確保した。この時までにはキュナード社は鉄船製造を始めていたが、同社による大西洋向け最初の鉄製スクリュー蒸気船チャイナ号（the *China*）の発注は、ようやく1862年になってからのことだった。この頃、船も急速に巨大化し、80年代初頭の優秀船キュナード・セルヴィア号（the *Cunarder Servia*）は長さ515フィート、幅52フィートになっていた。セルヴィア号は鋼製で複式機関（compound engines）と白熱電灯を備えていた。

1850年以前の木製の外輪式蒸気船は乗客、郵便、比較的高価な品物などを運んだが、嵩張る商品は対象外だった。1850年頃までに、鉄道の競争に圧迫されて、北東地方海岸とテムズを結ぶ石炭取引は打撃を受けていた。ニューカッスルのC. M. パーマー（Charles Mark Palmer：造船業者）は、1隻の鉄製スクリュー式石炭輸送船を製作させ（1852年）、これをジョン・ボーズ号（the *John Bowes*）と名付けた。この船を蒸気で5日間動かすだけで、これまで2隻の石炭帆船が1ヶ月掛かって運び得なかった量を運ぶことが可能になった。この明白な実績に対しては、偏見も既得権も抵抗不能だった。さらにこの種の船はクリミア戦争で食糧補給問題を解決した。1864年頃のことだが、この種の船の一つであるジェームズ・ディクソン号（the *James Dixon*）には21人の乗員が居た。彼らが1年間働くと、同じ期間、乗員144人の帆船が16隻稼働するのと同じ仕事量をこなした。こうして、石炭海運は大量貨物運送用蒸気船交易の礎となった。

1850年代、1860年代の鉄製スクリュー式定期船は、先行者である木製外輪船と同様、主として旅客と郵便を対象としていた。しかし、1863年にリヴァプールで、ナショナル・スチーム・ナヴィゲーション・カンパニーが貨物運送を対象として発足した。これは合衆国から離脱したアメリカ南部諸州連合の運輸をこととした。この会社は1860年代最大の蒸気船を運航し、その中のイタリー号（the *Italy*：1868年竣工）には、大西洋定期船で初となる複式エンジンを据え付けた。

複式エンジン（二つもしくはそれ以上のシリンダーにおける異なった圧力の蒸気の拡張力を利用する）については、J. ホーンブラウワー（Jonathan Hornblower）、ボルトン&ワット社（Matthew Boulton & James Watt によるパートナーシップ）、A. ウルフ（Arthur Woolf）などの先駆的発明・工夫

があったが、初期鉄道時代には、陸上であれ海上であれ、一般的に使用されるには至っていなかった。一つの理由は、当時の脆弱なボイラーでは、高圧蒸気が危険だったためである。1845年に、W. マックノート（William M'Naught：グラスゴウの技師）が通常のワット型ピーム・エンジンに複式エンジンを復活させた。工場等々のエンジンは、小さな高圧シリンダーを付加することで、より強力かつ経済的になった。1854-56年にJ. エドラー（John Edler）が、クライドで船舶用エンジンにこの原理を適用した。しかし、複式エンジンが先行者を駆逐するには、エンジンとボイラー製作に大前進が必要だった。ボイラー圧力は1850年代初期には1平方インチあたり20-25ポンドを超えるものは稀だった。20年後、複式エンジンが登場し始めた頃、それは45-65ポンドになっており、さらに1881年には実に77ポンド程度のものが多くなっていた。

1869年にベニンシュラー・アンド・オリエンタル社が一對の高圧・低圧機を開発し、これが完全に満足のいくものであることがわかった。この結果、1863年と1872年の間に、優良な新式船舶エンジンの場合、燃料を従来の半分に節約できるようになった。こうして、貨物運送の余地が生じたのだ。また、スエズ運河が開通したことも、東方への航海に鉄船・鋼船と複式エンジンが全面的に活躍できるようになった重要な要因である。

動きは急速になり、蒸気船がどの航路でも次々に重量貨物の運輸を引き受けるようになった。1865年には、船腹90万1000トンの蒸気船が、船腹493万7000トンの帆船が運ぶ以上の量の荷物を運んでいた。1882年に両者の船腹総トン数が逆転した。1885年には船腹ほぼ400万トンの蒸気船（乗員数10万8000人）が船腹340万トンの帆船（同、9万1000人）の6、7倍の仕事をこなしていた。

（漁業における改良と発明）

この間、漁船では船の素材や動力の面における変化はあまりなかった。1840年代初め頃まではブリテンの漁業は概して貧相だった。船は小さいし、深海漁業は無視されていたし、フランスとの（による）競争（領海侵犯）に嘆息している状態だった。1833年に或る特別委員会が出した意見は「ヤーマス（イングランド東部ノーフォーク州にある漁業の盛んな街）からランズ・エンド（イングランド南西コーンウォール州西端の岬）に至るまで、和平後、漁業は漸次的に衰退している」というものだった。ウェスト・カントリー（ほぼ、現在の南西地方：South West、にあたる）ではよく知られていたトロール漁法は、北海では全くと言ってよいほど用いられず、英仏海峡でも衰退していた。ハルでは選挙法改正（1832年）の頃から漸くトロール漁業が始まったばかりで、1844-45年になってもまだ、23-32トン級の小型漁業帆船21隻を持っていただけだった。それが1883年になると65-90トン級の第一級トローラー 400隻と、それよりも劣る小型船を数百隻持つようになっていた。グリムスビー（Grimsby：イングランド東岸、ハンバー川河口付近、川の南側の街）では第一級トローラーはもっと多く、タラの釣り船もあった。当地ではハルからの移住者によって1858年からトロール漁業が始められた。グリムスビーへの鉄道開通の前年である。スコットランドの東海岸、特にピーターヘッドとアバディーンでは、古くからのニシン流し網漁船が季節になると出港していた。その数も船の規模も成長していたが、1850年頃からは船の造りにも改良が始まった。もっとも、流し網漁船はトロール船に比べると遙かに小さかった。1878年になると、イングランドとウェールズにおいて鉄道輸送された魚類は17万6000トン、そのうち12万4000トンがグリムスビー、ハル、ヤーマス、ローストフトからからのもので、とりわけグリムスビー

は単独で5万9000トンを占めていた。

鉄道を別とすれば、深海底引き漁業の発展に役だったのは、1855年頃、S. ヒューアット (Samuel Hewett) がヤーマスを基地とするトロール漁船群に氷の使用を導入したことぐらいである。最後に漸く蒸気が登場するのだが、1880年代までは、その使用は補助的なものに過ぎなかった。1870年代末頃になって初めて、フォース湾 (Forth) で数多くの蒸気式トロール船が登場した。この地ではトロール漁業自体が、近年の産物であった。リース (Leith: スコットランド東岸の港町) では1879-1883年間に12隻、グラントン (Granton: これもスコットランド東岸の港町) では1881-83年間に9隻、の蒸気式トロール船が登録された。1883年までにはスコットランド全体で30隻ほどの蒸気トロール船があったと言われる。イングランドのハルでは、第一級の船が400隻もあったにも拘わらず、蒸気式の船はカッターやキャリアーを除けば皆無であり、グリムスピーでも1隻しかなかった。1887年に「イングランドおよびウェールズ漁業検査官」が最初の報告を出した時も、検査官はこの点について「大部分のトロール船は、網巻き上げに蒸気式の車地 (capstans) を装備している」という程度のことしか言えなかった。(機械工学: その進歩と影響: 鋼使用の増大)

1880年代の金属製船やそれに装備された改良エンジンは、ホイットワースによってブリテンの工学に導入された正確な方法や鋼の新しい扱い方、およびアームストロングによる水力機械の広範な使用がなかったとすれば、まず不可能だったはずだ。ホイットワースは1830年代に、マンチェスターの自分の工場で「真の平面」を実用化していたし、1841年には市民技術者協会 (the Institute of Civil Engineers) に、一連の研究成果 (ネジ・ネジ山の標準化、その他機械工学の基礎技術) に対する計画を伝えていた。その10年後の大博覧会で、彼の精密なゲージ、標準化されたネジ、機械部品などの一連の特許機械器具はこぞって賞賛されたのだったが、博覧会審査委員を初めとして関係者は、彼の諸発明の応用が及んでいない分野がまだ広範に残されていて、そこでは標準化されていない機械のために混乱があり、進歩が遅れていることに、むしろ強い印象を受けた。

その後も、彼は真の平面の確保と正しい計測の重要性を強調している。ボルトやネジに関しては、彼は結局、完全な成功を収めた。1885年に、或る彼の賛美者は「この国の全ての船舶エンジンや機関車のエンジンは、任意の直径ごとに同じネジを採用している。彼のシステムはエンジンや機械が製造されている世界中のあらゆる国で採用されている」と述べている。計測作業も1850-60年代に急速に普及し、繊維のような先進技術産業部門では、機械部品は完全に互換性を獲得した。もはや綿工場にある幾つかのスピンドルの各々を、手でボルスターに据え付ける事は不要となった。

成長途次の個々の技術産業も、エンジンの使用者達 (クラブラムは、技術使用者側に関しては、なぜか技術産業全般ではなく、エンジンに限定している) も、19世紀第3四半期には、ネジのような基本部品の標準化に関しては進んで受け入れる姿勢だったが、それ以上ではなく、その結果、型の多様性や特殊性が大きな欠陥となっていた。端的な例は機関車の場合である。スティーブンソンやその他の人々の手中で、機関車は比較的高水準の完成度に達していた。そのことは彼らが1850年以前に作った機関車が1880年代まで用いられていたこと、1845-50年作成の機関車と1880-85年作成の機関車に大きな違いはないところにも表れている。しかし、このほぼ安定化された機械ですら、数え切れないほどの類型に分化していったのである。1855年に、或る専門家は「この国で現実に稼働している機関車には、多分

ほぼ500の種類があるだろう」と語っている。

W. アームストロング (William Armstrong) は弁護士だったが、1847年にエルスウィク (Elswick) の工場の管理を引きついだ時には、既に水力クレーンその他の発明の特許を取っていた。それから彼は、あらゆる水力機械の開発に進んでいった。クレーン、リフト (持ち揚げ機)、車地、はね橋、閘門や水門、揚穀機、ポンプ、坑道の巻き揚げエンジン、などがそれである。彼の成果は30年ほどの間に広まっていったが、彼はその後期には軍需品に精力の多くを傾けた。ホイットワースも1854年 (この時、エンフィールド [Enfield: ミドルセックス州の都市] に政府の軍需工場が設立された) に政府からライフル製造機の製作を要請されて以来、軍と関係を持つようになった。まず、彼の名を冠したライフル銃を開発したが、軍には採用されなかった。彼はライフルからホイットワース砲の方に進んだ。この大砲はアメリカの南北戦争時に、南軍側で実用に供され、非常に威力を発揮した。1868年までに、彼は250ポンドの砲弾を6.5マイル先まで打ち込める重砲を製作していた。

他方、携帯兵器の需要が大量生産と、機械相互間のチームワークを促進した。アメリカでは1820年代から、機械製の互換可能な兵器部品に関する実験が政府主導で始まっていた。1858年にはエンフィールドにアメリカの機械が導入され、続いてバーミングハムで、従来、驚くほど分業が進んでいた手作業の親方達によって組織された携帯兵器産業協会 (the Small Arms Trade Association) が、最初のB. S. A. 工場を設立し、銃床製造機はアメリカから、施条機と中ぐり機はリーズから、取り寄せた。軍需品は常に産業発展に重要な意味をもつが、この時期 (すなわち正確な技倆・水力機械・鋼の初期時代) におけるほど、軍需品が重大な意味をもった時期はない。合衆国の軍事関連諸省は鉄工作関連の発明家にとってこの上もない顧客だった。この顧客は素材の強靱性と仕事の精密性に関し、無限の要求をもっていたからである。ホイットワースは兵器に関する最近の実験から、従来、銃の生産に用いられてきたいかなる鉄も、また新しい硬質のベッセマー鋼も、通常の状態では、彼の欲しているものではないと考えていた。1860年代を通じて、彼は水力機械によって、まだ流動状態にある鋼を圧縮するという問題に取り組んでいた。1869年になって、シーメンス・マルタン法によって生産された均質の金属が市場に出てきた。これこそ、ホイットワースが水力圧縮機によって凝縮し、最高の強度と展性を有する圧縮鋼を作り出すための最良の素材だった。(それまでの鋼には小さな空洞が残り、これが鋼の強靱性を殺んでいた。水力圧縮機にかけて空気泡を除去した鋼は、この問題をクリアした。)

主としては銃のために開発された圧縮鋼だったが、すぐに他の用途に用いられた。船が巨大化するにつれて、エンジンやプロペラ・シャフトのために錬鉄よりも優れた品質の素材が必要となった。1876年には、当時英国海軍で最も重量のあったインフレキシブル号 (the *Inflexible*) のプロペラ・シャフトに圧縮鋼が用いられた。2、3年の内に、強靱さと軽さとを兼ね備えたホイットワースの中空シャフト方式は商船にも採用されていった。それまでの鉄製クランクには故障が絶えず、船主たちは船を遠洋に送り出す際には常に頭を悩ましていた。かくして、1880年代における鋼船への移行は、内包しているエンジンの全面的な鋼への移行と平行していた。

(繊維産業における変化の経過：靴下産業の転型：レースと絹)

大博覧会 (1851年) 後の30年間、鋼製造や工学技術の革命が、たえずより古い産業に反作用を及ぼしていた。それら諸産業においても、原動力としてのエンジンはより強力かつ効率的に、それを承け

る機器もより完全自動的に、改変されていった。この時期の労働に関してはスピード・アップというのが課題だったと言える。

しかし綿産業では、1850年代初頭のハイルマンによる梳毛機の導入（元々は羊毛を梳くための工夫だった）と、1870年代におけるアメリカからのリング式精紡機導入をあえて綿産業の革新に算入しない限り、目立った技術進歩はなかった。ハイルマン梳毛機は導入後30年間、あまり変化することはなかったが、当初は200番手、300番手といった細い糸に適用されていたのが、次第に40番手から30番手といった粗糸に適用されるようになっていた。そして、顕著にスピード・アップが図られていた。リング紡績機が急速にブリテンに導入され始めたのは、1890年代に入ってからである。

その間、自動ミュールは遅々とした歩みながら、着実に進歩していた。1861-64年の綿花飢饉以降、自動ミュールの粗糸紡績における最終的制覇への動きは速まった。しかし、細番手紡績では、その制覇は大いに引き延ばされた。1880年になってもまだ、「細番手の紡績では手動ミュールの完成度が高まり、紡ぎ手はその操作に必要なほんの少しの力を加えるだけでよくなっている」と述べる人が居たほどだ。それでもその同じ人物は「にもかかわらず、紡ぎ手として第一級の能力を持った人は年を追うごとに少なくなっている」と述べざるをえなかった。2年後の1882年、ボルトン（Bolton：最も細い糸を紡ぐので知られた地域。マンチェスターの近く）の紡績職工団体の書記は「1877-82年の5年間に、手動ミュールは1,300台から516台に減ってしまい、究極的には消滅することが確かだ」と報告している。グラスゴーではその消滅が1887年であったと言われる。この時期、紡績業全体について次の数値が得られる。（生産量は年値であろう。）

	紡績工場の職工数 (単位：1,000人)	職工一人当たりの糸生産量 (単位：ポンド〔重量〕)
1844-46年	190	2,800
1859-61年	248	3,700
1880-82年	240	5,500

他方、手織機の方は実質上ずっと以前に消滅していた。世紀の移り目を生き延びていた手織機は、1856年には早くも2,3千台に減少しており、1885年には数百台という有様だった。この間、動力織機は29万9000台から56万1000台へと増加していた。1850年には職工1人あたり1.6台の織機を操作していたが、1882年には1人当たり2.2台となっていた。紡績の場合と同様の関連数値を示すと下表の通り。（生産量は年値であろう。）

	織布工場の職工数 (単位：1,000人)	職工一人当たりの布生産量 (単位：ポンド〔重量〕)
1844-46年	210	1,700
1859-61年	203	3,200
1880-82年	246	4,000

ウーステッド産業では、1840-70年間に、女性のドレスの殆どが縦糸に綿糸を使うようになってきたので、事実上、綿産業の一部になっていた。また、機械化も1855年の梳毛革命以降、綿以上に急進展した。工場では鉄製の織機がガラガラと忙しく音を立て、鋼のスピンドル、梳毛機が滑らかに動いていた。労働もまた、綿の場合と同様に節約されていた。1860年代から80年代にかけて、この産業の指導者たちは置かれている状態に満足していたと言ってよい。

ウール産業は、より多様でより地域分散的なので、事態は異なっていた。1850年頃まではミュール自体が用いられず、紡ぎは手動ジェニーで行われていた。機械圧縮（mechanical condensing : condensing は梳毛の次の工程で、梳毛機から受け取った「しの」[sliver]に軽く撚りをかけてslubbing [しの束]にする工程）の決定的な改良は、非常にゆっくりとしか進展していなかった。工場検査官報告によると、指導的地域では1870年までにこれを採用していたが、ヨークシャーを除くイングランドとウェールズには、1871年になっても僅か5台の圧縮機しかなかった。織布においても同様で、リーズから数マイルしか離れていない地域で、1870年代を通じて、未だに強力な手織り工達の団体があつたし、その地域の或る製造主は1902年に「自分は1876年に仕事から引退したが、我が社は一片たりとも機械で布地を織ったことはない」と述べている。ヴィクトリア時代の颯爽としたチョッキなどを作っていたハッターズフィールドの装飾的ウール布地業でも事態はほぼ同じだった。キッターミンスター（Kidderminster）のカーペット産業でも1876年頃までは、旧式生産が支配的だった。

ブリテンの亜麻布とジュート産業（後者は1850年後、前者から独立）では、動力織機の浸透が順調だった。梳き作業、ドローイング、紡ぎ作業のための機械は、細部においても運転速度においても改良がなされていた。1850年には、綿の24万9627台、ウーステッドの3万2617台に対して、亜麻の場合、6,092台（ジュート織機を含む）の動力織機しかなかった。ジュートは初めイングランドで試みられたが、1820年代にダンディーに到着した。1833年と1848年の間に、ジュートは、詰め袋などの粗野な商品を生産する場合、麻もしくは亜麻の縦糸に対して、横糸として用いられるようになっていた。1848年になってやっと、ジュートを縦糸として用いる際の技術上の困難が克服され、麻・亜麻から独立した純粹のジュート産業のための基盤が出来た。ほぼその頃には、リーズからスコットランドに麻梳き機が広まったことによって、紡ぎ作業の準備過程における手作業が駆逐された。

ダンディーが同市とその近隣のフォーファー、ファイフ、パースのために輸入したジュートの量は、1838年には僅か1,100トンであったが、1867年には6万4000トンになっていた。この年、我が国全体のチャイナ・グラス（ラミー [ramie]、つまり苧麻のこと）、ジュート、および「その他の麻類」の総輸入量は8万トンにすぎなかったのである（全体に占めるダンディー輸入量の比重が極めて高い）。この年、スコットランドだけで亜麻・ジュート・麻のための動力織機が2万機あり、そのうち8,000機がダンディーにあった。手織り機は消滅しつつあった。なお、イングランドではこれらの産業で動力機が多数用いられたことはなかった。イングランドでは亜麻布織りは停滞的もしくは衰退的だったからであり、大規模なジュート産業も育たなかった。アルスターはイングランドが失った以上の亜麻を獲得し、東スコットランドは、アルスターに奪われた亜麻を相殺して余りあるほど、ジュートを獲得した。これら産業で絶対的に失ったのは、イングランドだけだった。イングランドの動力亜麻布織機は1875年に5,600機という最大値に何とか這い上がっていたが、10年後には4,000機に減少しており、手

織り機もこの間ずっと減少していた。イングランドとウェールズの亜麻工場の動力紡錘数は1857年の44万2000錘から1885年には11万8000錘に減っていた。

1885年における3地域の動力式亜麻製造機の数以下の通りである（単位：台）。

	イングランドとウェールズ	スコットランド	アイルランド
紡錘数	11万8000	22万1000	81万7000
織機数	4,000	2万1600	2万2000

スコットランドの亜麻工場は3万9000人（イングランドのそれは1万1000人）、ジュート工場は3万6000人（イングランドのそれは4,400人）の人々を雇っていた。このほかに両地域にはそれぞれ、工場で働く2,3千人の麻労働者が居た。

麻、亜麻、ジュートでは工場での技術革新が進み、工場立地も変化していたが、靴下産業では単に工場化が進んでいただけで、それもゆっくりとしていた。1850年には靴下産業はまだ下請け産業で、多数の手動機の他は、五指に満たぬ数の実験的な動力機があったに過ぎない。10年後にノッティンガム商業会議所は「古い型の家内台編み工5万人に対して機械を操作している工場労働者は3,000人ないし4,000人程度しか居ない」と報告している。2年後の1862年に児童雇用問題委員会が、靴下産業には12万人が働いていると報告した際にも、工場法の対象となる人々は4,487人にすぎなかった。1870年代に入ると、J. フィールドン（Joshua Fielden）に率いられた議会の工場主グループが、下請け制度に付随する靴下産業の害悪（とくに中間業者による編み台の賃貸し）をチェックするための法案推進運動を始めた。1871年には、工場検査官は9,700人の労働者を擁する129の靴下工場の存在を報告したのみであった。129工場のうち、74がレスターに、45がノッティンガムにあった。それらの多くはまだ、多数の手動編み台を保有していた。フィールドン達の運動は成功して、1874年に上記の害悪を規制する法が成立し、これによって工場は中間業者による搾取をチェックすることが出来るようになった。以下は工場検査官報告が明らかにした靴下工場数およびそこでの被雇用者数の変遷である。

	大ブリテンにおける靴下工場数	そこで雇用されている人数（人）
1871年	129	9,700
1878年	185	14,900
1885年	227	19,500

法制化に伴い、検査対象工場の外部における手動の台編み工の数は減少したが、正確なデータはない。ただ、上記の5万人という数値（1860年）から、1892年までには5,000人（ミッドランドの数値）と、激減の様子がうかがえる。ただし、1892年でもまだ、中間業者は存在していた。

この間、機械編みレース産業には、決定的な技術革新がなかった。それは1種の工場産業で、設置すれば機械は比較的大きく費用も掛かった。しかし、実際にはレース工場は靴下工場に比べても、しばしば機械に頼ること少なく、作業店的であった。レース工場数は1871年と1885年の間に靴下工場

とほぼ同じ速度で増加したが、いずれの時点でも靴下工場よりは小規模だった。

	大ブリテンのレース工場数	そこで雇用されている人数（人）
1871年	223	8,300
1885年	431	15,000

ヴィクトリア風のレース・カーテンのために1873-83年の期間、レース産業は大いに繁栄したのだが、イングランドの工場は当時の最も注目すべき発明、つまりレース刺繍機を採用することはしなかった。この期間の終わりに、業界の代表達が王立委員会に対して「大陸のザンクト・ガレン（St. Gallen）やプラウエン（Plauen）では、この機械が稼働している」と報告しただけに終わっている。ノッティンガムはこれら大陸都市が刺繍する素材としての平織りネットを作っていただけだった。

絹は、最古の動力工場製繊維であると同時に、手織り機が有効かつ広範に用いられた最後の繊維でもあった。また、絹は、綿・ウステッドなどと混合され、手織り機や編み台で加工されると同時に、大金持ちのための金襴用として熟練職人によって加工されるかと思えば、安いハンカチ製造のために動力で操作されることもあるという風に、他産業と複雑な絡み合いをもつ繊維だった。この産業は1850-85年間、変わらなかった面と、根本的に変わった面とがあった。前者の例を挙げれば、1883年に海軍が初めて絹のハンカチをマックスフィールドの指導的企業に注文した時、同社は商品を全て手織り機で生産した。後者の例としては、絹紡糸産業（spun-silk industry）が機械化された産業として創始されたことが挙げられる。絹のくず糸や繭のかけらなどは、古い時代から廃棄されずに梳いたり紡いだりされていた。1840年代にはマンチェスター地域の多くの工場が綿紡績の生産ラインで安価なショールのために絹のくず糸を紡いでいた。これに先立ち、グラスゴーでは1830年代に、綿ではなく亜麻もしくはウステッドの生産ラインで絹のくずを処理する試みがなされていた。1850年代になって、このやり方の変種が、紡糸・織布における幾つかの発明・改良と結びついて、イングランド絹紡糸産業の創始者S. C. リスター（上掲）の成功を生み出した。彼は（ブラッドフォードの）マニングガム（Manningham）に新工場を建て、ここで様々な絹製品を大々的に生産した。マニングガム工場は、ヨーロッパ最大企業の一つとなり、リスターも巨富を築いた。

（食料産業：製粉：冷凍：缶詰）

1850年頃のブリテンでは、世界最古の機械使用産業である製粉業は、2, 3の巨大な蒸気使用企業と、古くからの敷地に立地した無数の水力工場とから成っていた。鉄製の溝付きローラーで製粉するというアイデアはすでに1753年にカートメル（Cartmel：湖水地方に近い小さな町）のI. ウィルキンソン（Isaac Wilkinson）によって特許化されていたが、そこからは、まだこれという工夫は生まれていなかった。穀物法撤廃の頃、大陸のペスト（PesthもしくはPest：現在のブダペストの一部）では、予備挽き工程で鉄製ローラーを用いる試みが成功していたが、最終段階は相変わらず石臼に頼っていた。

1862年以降は、輸入された機械ローラーで実験が行われており、1870年までにはリヴァプールの或る製粉企業が石を完全に駆逐していた。しかし、完全自動化が実用化されるのは、1881年からである。動きは合衆国でも同様だった。1881年以降、製粉が港に集中したこと、合衆国製との競争が激化した

ことにも促されて、この産業の変容と代表的な企業（海辺の自動式巨大製粉所）の成長とが、急速に進んだ。1886年までには、大工場では鋼製のローラーがほぼ完全に石臼に取って代わっていた。ローラーを担当していた、機械王国マンチェスター出身の或る技術者は1889年に「僅か10年以内に製粉機と製粉方法が完全に変更されたという事実は技術革新の完璧さを示している。最良の製粉機は精密性において、他分野の最高級の機械に遜色がない」と評している。

製粉革命とほぼ時を同じくして、冷凍が産業・商業上、利用され始めた。食料産業における冷凍の利用という問題は1860年代に大いに論じられ、種々の発明が現れた。1867年には先駆的なアンモニア式冷凍機が発明され、同機は、12ないし15年後の完成型の場合、1.5トンの石炭を用いただけで15トンの清澄な氷塊を作ることが出来た。肉冷凍の実験はニュー・サウス・ウェールズ（オーストラリア東南部の）のT. S. モート（Thomas Sutcliffe Mort）とE. D. ニコレ（Eugene Dominique Nicolle）によって1860年代初期に行われていた。1880年にストラスレヴン号（the *Strathleven*）がオーストラリアの冷凍肉をロンドン・ドックに持ち帰った時から、冷凍肉の普及が始まった。これに先立ち、70年代の中葉に、多様な圧縮式冷凍機の特許がとられていたことは重要だ。ストラスレヴン号も、そのうちの一つ（ベル＝コールマン〔Bell-Coleman〕社の冷凍機）を搭載していた。1882年に、ロンドン・アンド・セント・キャサリン・ドック社（London and St. Catherine Dock Company）が500頭の冷凍羊を保存できるジファード（Giffard）社の冷凍機を備えた冷凍室を設置した。4年後にはこの冷凍室も他の冷凍室も大拡大し、末端の肉小売り業者すら、自前の冷凍庫を持つようになっていた。

1851年の大博覧会ではオーストラリアで缶詰されたマトンが展示されていた。それ以前でも、軍隊などでは缶詰の食料が用いられていた。1860年代後半になるとオーストラリアの缶詰肉が一般消費に入り込んできた。70年代後半には、アメリカ人が「圧縮調理済み肉」（compressed cooked meats）と呼ぶものがシカゴから入ってきた。タンや塩漬け肉などである。アメリカの果物（缶詰）は既に到着し始めていたし、今や種々雑多な欧州製もしくはブリテン製の缶詰食料が大いに消費されていた。しかし、オーストラリア製であれ、カリフォルニア・シカゴ製であれ、使われている缶は全て英国製だった。
（衣料産業：ミシン：靴製造機）

1863年にリーズ衣服産業のパイオニアの一人が自分の敷地にミシンを操作する少女を50人集め、同時に200ないし300人の女性下請け職人を確保した。当初、動力は全く使わず、他方、当時の合衆国ミシン産業の進歩と密接に連携するという素朴な形で出発しながら、その後の25年間に完全な工場が生成・展開していくのである。1871年には全ブリテンで、僅かに58の服地および仕立て工場があったに過ぎない。それらは平均従業員数136人という中規模の企業であって、動力は僅か65馬力であった。全体で2,600台あったミシンは（1企業あたり45台）おそらく手動で、多少の蒸気動力が裁断やプレスのような力の要る作業に用いられていただけだった。しかし、指導的企業の場合、1880年代初頭までに、完全な機械装置を保有していた。布地は何層にも積み重ねられ、一番上の層にはチョークでパターンが描かれており、それに沿って垂直に作動する動力式の帯状ナイフが布地を裁断していた。ずらっと並んだミシンが、最高1分間に2千針という速さで動いていた。結合された機械製アームの端にアイロンがセットされており、これは人間の誘導を必要としたが、作動は人力に依存していなかった。ボタン穴は機械で開けられ、またボタンの縫い付けも機械が行っていた。

但し、以上は低級品の大量生産の場合である。高級品になるにつれて、工場の中であれ外であれ、投入される手作業労働が増えた。つまり、衣服は全て工場で作られたわけでは決してなく、工場での作業も決して全て機械化されていたのではない。

1850年には大口のブーツ取引では、工場が存在した。但し、工場には機械も動力もなかった。対仏戦争時にD. M. ランドルフ (D. M. Randolph) が底革と甲皮を鋏打ちして留める方法を発明していた。ブルネル(第5章参照)がこれを引き継ぎ、軍のブーツ工場で他の機械を付け加えた。平和の到来と共に、彼のブーツ製造法は忘れ去られた。1850年代初頭の靴工場では、実際の仕事は、甲革の各部を自分の家で縫い合わせるバインダー (binders) と呼ばれる下請け職人と、徒弟を雇って底革やヒールを作る下請け親方によって行われていた。1855-56年頃、ニューヨークのシンガー商会がブリテンの市場で革縫い用のミシンを売り込んでいた。これはぎこちないペダル式の機械で、その進歩も緩慢だった。スタッフォードでは機械縫いの甲革に反対する靴製造人のストライキがあったが、少女達を雇うことによって、機械は次第に浸透していった。まず乾いた糸で縫うことが出来る軽い甲革作業に、次いで重くて防湿性のある甲革を蠟を塗った糸で縫う作業に用いられた。1858年頃、アメリカから靴底用の革を裁断して底革に打ち抜くための、別のペダル式機械が導入された。レスターのクリック (Thomas Crick) は底革と甲革を鋏で留める方式を再導入した。これは機械操作上、縫いつけ方式よりもはるかにシンプルで、工場生産に向けて非常に重要なステップとなった。この頃、ヒール部分を作り上げてそれを靴に装着するための最初のシンプルな機械も発明されていた。底革を機械で縫うやり方はL. R. ブレイク (Lyman Reed Blake) によってアメリカで発明され、1864年以降に実用化された。これとクリックによる鋏打ち機が、ブーツ製造にとって重要性のある最初の工夫であった。甲革を縫い合わせる作業 (closing) は、依然として縫いつけ上の重要問題だった。ブレイクの機械を基礎にして、アメリカでは次の10年間、靴作りのために全面的なチーム制が採られた。ブリテンの指導的企業はアメリカとの接触を密にしながら、同国から機械を輸入し、主としてレスターでこれに改良を加えていた。

少なくとも1880年代までは、工場でのブーツ生産は、完全に動力による産業と言いうる状態からは遠かった。1871年には145のブーツ・短靴工場において蒸気機関は400馬力分しかなかった。次の10年にはガス・エンジンが用いられ始めたが、まだ蒸気が主要動力だったし、真に自動的な機械はほんの僅かしかなかった。常に動力が用いられるのは、底革用の革を裁断する作業や非常に硬い革を縫う作業だけだった。他の機器にはすべてハンドルやペダルが付いていた。1880年頃から種々の仕上げ工程にアメリカからの新しい機械が流入して、端を削る、アイロンをかけるなどの工程を機械が行うこととなり、労組の反発を買った。そこで導入は慎重に行われた。これらと一緒に、C. グッドイヤー (Charles Goodyear, Jr.) の回転縫い機 (sew-round machine) が入ってきた。これによって初めて、継ぎ目革 (welt) が手縫いである場合と同じ靴が機械で生産された。

ブーツ工場の中心地でも、まだ膨大な手作業と家内仕事とが残っていた。ロンドンではなおさらだった。1886年においてすら、非常に多くのブーツが家内で、また出来高制で生産されていたので、生産中心地でもブーツ製造者の収入額に関する信頼できる統計は作成されていなかった。1892年でも、リーズにおける中級で頑丈なブーツの生産では、半分近くの仕事が最終段階を担当する人々の自宅で行われていた。

(自転車および軽金属産業)

自転車に関する決定的な発明は、1868年のE. A. カウパー (Edward Alfred Cowper) によるサスペンション式車輪 (suspension wheel: スポークでリムを強く引っ張る, 通常の自転車車輪), 針金スポーク等を備えた特許申請に現れている。この頃, コヴェントリー近辺では, この地方の絹産業衰退によって, 1861-71年間に7%ほど人口が減っていた。また, この地には伝統的に強力な時計生産の熟練者が居て, 新規の軽金属産業を興す素地があった。初めはミシン産業を興す計画が進められたが, アメリカとの競争が厳しく, すぐに新産業はミシンではなく自転車に切り替えられた。1881年のセンサスでは, 全国の自転車製造者は僅か1,072人にすぎなかったが, その4年後には, 次のような数値が報告されている: 170以上の企業が自転車だけを生産: 500の異なったタイプの自転車がある: コヴェントリーだけでも3,000人, 連合王国では少なくとも5,000人がこの産業で生計を立てている: 1年に4,000台の自転車が生産されている: 1台の平均単価は20ポンドである。

自転車産業は, バーミンガム地域の軽金属産業の分枝であって, 丁度シェフィールドの刃物産業がそうであったように, 1850年以前には全く機械化されていなかった。次の1世代の間でも, この地方における軽金属産業の機械化は散発的にしか進まなかった。たしかに若い日のJ. チェンバレン (Joseph Chamberlain: いわゆる社会・帝国主義者として知られる政治家。元々はバーミンガムのスクリュー製造業者) が言うように (1865年頃), バーミンガム地域は「小規模企業が多数存在する地域」という従来の特徴を払拭しつつあった。しかし, スクリュー, 閘門, 携帯兵器, 新興のベッド台枠, 鉄道車両などの製造において, 大企業あるいは相当規模の企業があるにはあったが, 企業規模と機械化とは必ずしも一致していなかったし, 小規模企業が多数あるという, 従来からのいわば民主的な土壤も健在だった。北部の大工業地帯との同一化は1880年代初期までは緩やかにしか進展していなかった。

シェフィールドについては, 巨大な鋼産業が勃興しつつあったとはいえ, また刃物産業にも機械化が進展しつつあったとはいえ, 刃物革命はなかった。1867年に工場法が刃物産業にも適用されたとき, 工場検査官達は研磨業・刃物業の小親方と区別できるような工場所有者をなかなか見出すことができなかった。彼らは小規模に動力を借りして, 遍歴職人を1人, 少年を1人か2人雇うという調子だった。1901年になってさえ, 1つの刃物工場あたり平均して6人の成人が働いていたにすぎない。それまでに鋸研磨機 (1858年, アメリカから), やすり削り機 (1875年頃), 種々の機械式刃物鍛錬ハンマー (1885年までに) などが導入されていたにも拘わらず, その状況だった。

(石炭, 石炭鉱業, その他の鉱業)

1865年, S. ジェヴォンス (Stanley Jevons) は, 鉄や蒸気を統御する石炭の重要性を強調し, その年消費量は1881年には1億6630万トン, 1891年には2億3470万トンになると推計した (1861年の実績値は8,360万トン)。実際には, 種々の原因 (蒸気の生産や溶鉱に要する燃料節減の進歩など) から, 消費量がジェヴォンスの推計値に達したのは, それぞれ1888年, 1905年と, かなり遅れた。消費の増加速度が彼の予測より緩やかだったのは, 特にめざましい技術革新があったためではない。鉱山技師達の努力は主として, コストとリスクを増加させることなく, ますます深くなる坑道から石炭を掘り上げること, および1840年代後期の最良のやり方を広めること, に集中していたにすぎない。

1850年に先立つ諸年には坑道がますます深くなり, これに伴い坑内のメタン・ガス爆発事故が絶え

なかった。1845年以前は深刻な爆発は稀だったが、以後の5年間は南ウェールズ、ウォリックシャー、ランカシャー、南ヨークシャーで一連の悲惨な事故が起り、議会はその調査に忙殺された。この結果、1850年の法律が成立し、大ブリテンにおける長期に亘る炭坑検査を準備・拡充する最初の法律となった。一連の法は予防的効果ばかりでなく、技術的な効果をももたらした。というのは、全ての炭坑が正確な計画を立て、それを維持する法的義務を負ったため、専門知識があつて商業的利益と無縁の人々が検査官に任命されることになったからだ。彼らは効率的で安全な炭坑経営に大きく貢献した。

この時期に非常に深く掘削された坑道は全てランカシャー、チェシャーの炭田にあつた。一例を挙げると1881年に、1880年代初期最深の坑道（2,688フィート）がマンチェスター近くのアシュトン・モス（Ashton Moss）炭坑で新たに掘られた。坑道が深く掘られたのはランカシャーだけでなく、他の地域でも深掘傾向は同様だった。坑道が深くなると、巻き揚げエンジンが強力であればならない。1840年代には175馬力のエンジンは強力とされていたが、1880年代初期になると1,500馬力のエンジンが時として必要だった。石炭と坑夫を巻き上げる榛の枝製の籠は、至る所でまず鉄籠によって、次いで1882年までには、軽さと丈夫さで勝る鋼製の籠やロープによって、かなりの程度に置き換えられていた。

検査官と法に促されて、鉱山技師達は換気問題に骨を折った。北部炭田で送風炉による換気方式がほぼ完成されていたこともあり、1859年にはまだ、送風炉換気方式の方が機械による換気方式よりも勝っているという議論が可能だった。しかし、既にその10年前には南ウェールズでフランス・ベルギーでのやり方に基礎を置いた送風機（fan）方式が成功していた。1858年には北部炭田の技師達の前で、J. J. アトキンソン（J. J. Atkinson）が、送風機方式は有用性ばかりでなくコスト面でも優れているという論陣を張り、2年後にはダラムのトウイスデール炭鉱（Twisdale Colliery）で最初の送風機が設置された。1862年にはベルギーでも別の送風機特許が取られ、これが北部炭田の技師達を最終的に送風機派へと改宗させた。1864年から10ないし12年の間に、連合王国の様々な場所に200を下らない送風機が稼働していた。東スコットランドでも1873年にはわずか1台しかなかった送風機が1879年には90機を超していた。同じ頃、鉱山検査官の尽力によって、地下で圧縮空気によって石炭を搬送する方式が進展しつつあった。こうして1880年までには、石炭の大部分が完全な機械設備（巻き揚げ・換気・主な地下道路での圧縮空気による搬送用の）によって運び上げられるようになった。こうして労働の節約は大いに進んだのだが、ただ、節約の度合いは綿業の場合とは比較にならなかった。とくに掘削そのものは依然として人力に依存していた。

掘削を機械化する努力はもちろんなされていたが、圧縮空気による機械駆動が実用化されるまでは成功例がなかった。僅かに、人間の腕の代わりにピストンがつるはしを駆動させる振動式の機械がリーズの西アーズリー（West Ardsley）炭坑で成功し、1861年に特許が取られた。しかし、得られた成果は僅かで、動力の伝達の他に、取り扱い上の諸困難が克服できなかった。機械は、傾いたり、断層があつたり、平板でなかったりする鉱層の上では、また脆弱な坑道の屋根の下では、たやすく操作できなかったのだ。結局、掘削の面では、基本的に人間の力や注意力に依存する状況から脱却できず、結果としては1880年代においても、機械で掘削された石炭は全体のほんの僅少部分にすぎなかった。40年後になってもなお、大部分は機械掘削ではなかった。2-3-2表は、1851-91年間の炭鉱夫労働生産性の推移を大まかに示している。生産性の伸びは、1871年までは順調だったが、次の10年間は成

2-3-2表 石炭産出量・炭鉱夫数・炭坑夫一人当たり産出量

年	ブリテンの石炭産出量 (100万トン)	炭鉱夫の数 (1,000人：センサスの数値)	炭坑夫1人当たり産出量 (トン)
1851	57	216	264
1861	84	280	300
1871	117	314	373
1881	154	382	403
1891	185	517	358

長が緩やかになり、1891年からは停滞した（原因には言及なし）。

鉄以外の金属鉱山では、外部環境は機械設備の採用・進歩には不利だった。鉛鉱山は縮小しつつあったし、殆ど資本が投下されていなかった。銅鉱山は1850年代にはなお、コーンウォールで繁栄していたが、後になるとそうではなくなった。1881年には240ファザム（fathoms: 1ファザムは6フィート）まで下がっていきけるエンジン昇降機（この場合、鉱石引き揚げではなく、鉱夫が梯子で昇降する労を省くための昇降機。梯子はしばしば200ファザムを超える長さがあった）が存在したが、採掘現場の最深部は362ファザムもあった。その頃には、コーンウォール銅山に影が差し始めていた。スペインの銅がイギリス資本によって採掘され始めていたし、スベリオル湖のふんだんな銅も流入しようとしていた。コーンウォールには当時、錫鉱山も多く、それに関連した細かな仕事もあったとはいえ、主としては銅で生計を立てていた。1871-81年の10年間、同地の鉱夫達の少なくとも4分の1が流出し、人口は9%ほど減少した。つまり、機械のための投資が行える状況ではなかった。1887年になってもなお、266ファザムの梯子があるだけの鉱山もあった。或る観察者は「コーンウォールは産業革命の騒がしい影響を逃れたようだ」とさえ、述べている。

（ガスおよび化学産業）

この間、相互に関連するガス産業と重化学産業（日本語の重化学工業は重工業および化学工業を意味することが多いが、ここでの heavy chemical industry は、硫酸、アンモニア、苛性ソーダ、ソーダ灰などを生産する産業のこと）は、目立った動きはないながら成長を続けていた。いずれの産業も1830年以前には重要性が薄く、またいずれも雇用面からは1851年においてさえ目立つ存在ではなかったし、1881年においても、さほどのことはなかった。ただし、ガス産業で用いられた石炭の量は1850年の60万トンから1885年には840万トンに増えている。しかし、両者の経済的・社会的重要性は、数値とは別である。両産業は薬品・エキスに関する精密化学や、実験室で進展しつつあった基礎化学と関連をもっていた。1863年に最初のアルカリ法が成立し、国がソーダ製造業者に、国を汚染している塩酸の霞を凝縮させるべく、1名の検査担当化学者を任命していた。ちなみに、国はガス産業の規制をも始めていた。アルカリ検査官は次第に大気汚染一般、国民の健康、副産物経済などについて研究を重ね、1874年にアルカリ法の拡充に成功した。その7年後に、検査官は念願としていた汚染気体排出企業全体（塩素、セメント、肥料など）の検査を実現することが出来た。これは副産物分析などを通じて、重化学産業の発展に貢献した。

ガス産業が数倍の規模にふくれあがったのに、ガス産業に関する化学は、長年に亘り初歩的なままであった。余りにも多くの硫酸がガスに成ってしまっていた。コークスは豊富な未抽出の炭化水素を

含んだまま、安く売られていた。コールタールは副産物としてふんだんに産み出されたが、それに対する有効な需要を見いだすことは難しかった。塩酸も、しばらくの間、同じであった（但し、この場合、かなり早くからさらし粉にするという捌け口〔綿・紙産業から持続的な需要〕を見いだしていたので、ソーダ製造業者は塩酸ガスを大気に排出させてはいなかった）。他方、コールタールは分析不全のまま、拙劣な用途に流れていたし、硫黄と石灰の廃棄物は、ウイドネス（Widnes：チェシャーの街、この頃、化学産業都市として生成）の一部を成す造成地で、硫化水素を発生させていた。さて、1856-70年間に、W. パーキン（William Perkin）他による一連の発見があり、これが染色のあり方を変革し、無限に近い石炭の化学的含有物を明らかにしたばかりでなく、コークス製造業者達をして副産物を大切に扱うように仕向けたのだった。副産物は化学肥料の他にも多くの物を含有していたのである。パーキンのティリアン・パープル（Tyrian purple：Tyreは古代フェニキアの都市）（1856年）、フクシン（1859年：マジェンダとも言う）、最初のアリザリン（alizarin：turkey redとも言う）などは、1870年代から80年代初頭にかけて、染色産業が形成されていく土台となる発見だった。但し、この産業はブリテンよりはドイツでしっかりと根付いた。

岩塩、石炭、海に近いという素晴らしい立地条件のために、全国で84のソーダ製造企業のうち38が南ランカシャーと北チェシャーにあり、19がタインサイドにあった。彼らは早くから世界市場を統御していた。焼成された岩塩の半分近くを、84企業のうちの10企業が扱っていたほどに集中度が高く、またランカシャーから膨大な需要があったので、彼らは安く生産できたし、必要ならば余剰を外国にダンピング輸出することも出来た。当初から彼らはルブラン法を採用し、塩化物（通常の塩）から炭酸ナトリウム（洗剤用ソーダ）、重炭酸ソーダ（調理用ソーダ）、苛性ソーダを作っていた。1870年代の中頃までは、イギリス企業の強固な地位は、世界市場でも揺るがなかった。その頃、アルカリ生産のための岩塩に関しては、上記ウイドネス（この街の大半は誕生後まだ12歳）だけで、全プロシアが生産する以上の量を焼成していたのである。しかし、1870年代の終わり頃になると、国際競争が激化し、ブリテン内部でも、ソーダ製造業者が生産の放棄を考えたり、生産方法の転換を模索したりする動きが出てきた。もっとも、1886年にはまだ、ルブラン法が他の生産方法に対して、4倍以上の比重を保っていた。

この頃、ガスは初めて困難な曲がり角にさしかかっていた。ガスの使用は着実に伸びてはいたが、1800年にW. マードック（William Murdoch）が、自分の勤務先のボールトン&ワット社（ロンドンのソーホーにある）をガスで明るく照らして以来、根本的な変化はなかった。そこへ、電気との競争、C.A. ヴェルスバッハ（C.A. von Welsbach：オーストリアの化学者）による白熱バーナー（1885年）の発明、調理・暖房への使用の急速な拡大、内燃機関のためにより安価なガスを使いたいという需要、などの諸変化が押し寄せていた。しかし、既存の諸ガス会社や自治体の公営ガス企業は、独占的地位に守られていたので、これらの変化をも微風程度にしか感じていなかった。

（電気）

19世紀第3四半期の終わり頃まで、電気はすでに40年ほど、電信には用いられていたが、「動力」ではなかった。照明用としても、快適なものとは受け取られていなかった。シーメンスとハルスケ（Johann Georg Halske）は1879年にベルリンで実験的な電車を動かしていたし、発電機も1867年にW.

シーメンスやその他の人々によって世界に紹介され、1880年にはシーメンスの重要な改良も付加されていた。1882年にはシーメンスが「電気は贅沢な光となる日を迎えるだろう」と語っている。電話交換所は1878年のアメリカで始まって、翌年にはロンドンおよびその他8つの都市に設けられた。80年代初期には、幾つかの街で「電灯および電話」会社（両者の結合は、興味深い）が設立されている。W. シーメンスは1883年に死去するが、晩年には電気を冶金に適用することに没頭していた。化学産業への適用も間近に迫っていた。アメリカでは若いエディソンが、次々と新分野に電気を適用し、発明を重ねていた。ドイツでは、引退した鑄鉄業者E. ラテナウ（Emil Rathenau）が電気に夢中になって、1883年に炭素フィラメント灯を開発すべく、ドイツ・エディソン会社を設立した。

要するに、全てが電気産業と電気時代を準備していたのだが、電信を別とすれば、いずれもまだ到来していなかった。ブリテンはアメリカとドイツに後れていた。バーミンガム電話交換所には1886年になっても312人の加盟者しかなかった。1880年代初期には幾つかの炭鉱で照明・ポンプ用に電気が用いられていたにも拘わらず、80年代半ばでも事態は殆ど変わっていなかった。他方、大陸欧州と合衆国では電車の実験が数多く行われていた。また、合衆国では人口2万人以上の都市の殆どに、アーク灯や白熱灯のための中央施設があった。大陸欧州でも大都市では同様に、配電の中央施設がガスと張り合って稼働していた。電力の遠距離移送についても、興味深い実験は全て外国で行われていた。1883年には通常の電話線を用いて3馬力の電力を25マイル離れた場所へ送る実験が成功し、シーメンスはこれに対して、市民技術者協会メンバーの注意を喚起している。それまでも電力は、短距離を小さなモーターを用いて移送する形ではあったが、印刷業や仕立て業（ボストン）、軽金属産業（ジュネーヴ）などに用いられていた。ブリテンでもそれらは知られてはいた。たとえば、1886-87年にダンバートの造船所で電磁式リヴェッター（鋸締め機）が据え付けられていた。しかし、ブリテンはその創始者ではなかった。電力、発電機、モーターなどは高価だった。ブリテンはすでに蒸気式エンジン、バルト、シャフトなどを保有していて、それらは順調に動いていた。1880年代初期の産業状況は、新機軸に対する資本投下を鼓舞するようなものではなかった。石炭も安かった。これまでうまく行っていたものを変革する動機がなかったのである。

ブリテンでは動力としての電気の利用は、軽産業で始まった。据え付けが簡便だったからである。当初、内燃機関の燃料はガスであって、ガス・エンジンの実験はブリテン以外の国で盛んだった。1860年にフランス人ルノアール（Jean-Joseph Etienne Lenoir）のガス・エンジン（電気点火式）が登場するが、現代的基準では効率的でなかった。1866年にドイツのN. A. オットー（Nikolaus August Otto）が大気圧エンジン（atmospheric engine）を発明したが、騒音と痙攣がひどかった。その10年後に大いに改良された「静かな」オットーが登場し、これがブリテンでは、とくに軽金属産業で普及した。その後、軽産業では、高価ではあるが取り扱いの便利な石炭ガス以外のエネルギー源（文脈上は、主として電力を指すと思われる）が次第に用いられるようになっていった。

（1880年代におけるブリテンの産業上の地位）

エンジンが登場した頃、それは産業面でブリテンが「世界を征服する武器」と呼ばれることがあったが、それから30年経った。その1880年代にブリテンは依然として、産業上、世界の覇者であったのだろうか。結論的には「その通り」ということになるだろう。

たしかに合衆国は縫製、刈り取り作業、短銃製作、羊毛紡績などでブリテン以上に進んでいた。しかし、そのことをもって、合衆国が、遅れて産業革命に参加した産業部面においては世界をリードした、という風に一般化するのには誤りである。

欧州諸国も1851年以来、幾つかの部面でブリテンよりも進んでいた。しかし、それは動力面ではなかった。デザイン技術、金属加工、種々の細分化された部面における化学上の知識などにおける優越性に過ぎない。但し、冶金産業や機械製作産業においては、ドイツが1880年までの時期に力を蓄え、成長しつつあった。クルップの名前は既に1851年以前にブリテンで知られていたし、1886年までには、なおさらのことであった。ドイツの化学知識上の優越性は、当該の時期にも、依然として保持されていた。

ベルギーは大陸諸国の中では最も産業化が早かったが、この時期には、従来ブリテンから導入した技術に対してお返しをする役割を果たしていた。ソルヴェイの化学技法、モンスのギボル（Guibal of Mons）の炭鉱換気装置などがそうであり、また、コークス窯の副産物の有効利用も、主としては、ブリテンのために働いた2人のベルギー技術者に負っている。（ベルギーに関しては、クラバムは「ブリテンとの優劣」という観点を直截には貫いていない。）フランス鉄道網の完成はおそく、ドイツ以上に遅れた。これが産業革命をおくらせた。この時代を特徴づける産業のいずれの分野でも、フランスはブリテンと太刀打ち出来なかった。

ブリテンが世界の産業上の動向を依然として主導していたことには、議論の余地がない。ブリテンは唯一の、真の産業国家（industry state）であり、機械による生産力の膨大な蓄積を果たしていた。綿工業、石炭産業の他にも、優れた機械設備を有する十指に余る産業を擁していた。また、あらゆる種類の機械を大量に輸出していた。基礎的な技術上の発明はほぼ全てブリテンによるものであったし、偉大な鋼に関する発明は全てそうであった。ブリテンは単独で近代的造船法を創り上げた。

但し、この頃、機械製造や産業上の動向が一挙に国際化してきた。そのために、それらにおける優位性の確保が長期的なものではあり得なくなってきたことは銘記されねばならない。機械製作や科学の面における独占は短期的なものとなった。エンジンは誰のためにも無差別に働く。少なくとも短期的には、一般的過剰生産も生じうるという事態になってきたのだ。