

世界経済の発展と技術革新(1)

第1次産業革命から20世紀初頭まで

明治学院大学経済学部
増山 幸一*

2002年10月(改訂稿)

序

アメリカ経済は、1991年後半からの景気回復以来、1994年にはGDPの成長率が4%となった。95、96年に成長率は少し減速するが、1997年から1999年の期間では4%を超える驚異的な経済成長を実現した。2000年でもGDPの成長率は年率3.8%であった。この期間、インフレ率も2%以下で推移している。この米国経済の実績は、好景気の長さや成長率の高さという観点からみて、経済成長の黄金期といわれた1960年代の実績を凌駕する。米国労働統計局の発表データ(2002年9月現在)によれば、2000年のGDP成長率はビジネス部門で4.6%を達成し、資本サービス投入量は年率5.9%で拡大し、1948年以来の最高水準を維持している(1998年以来3年連続)。全要素生産性は1992年以来の最高水準1.9%を達成し、1991年以降、生産性の上昇率は低下していない。2001年以降の生産性上昇率に関する実績データはまだ公表されていないが、生産性の上昇率は減速していると予想される。2001年以降のGDPの成長率についてみると、2001年に景気後退が見られ、成長率は0.3%に低下するが、2001年の第4四半期以降景気が回復し2002年は2.2%の成長率が予想されている。IMFの2002年9月時点での推計によれば、2003年の成長率は2.6%と予想されている。因みに、日本の成長率は2002年マイナス0.5%、2003年1.1%と予想されている。

こうしたアメリカ経済の驚異的な経済成長の実績、ならびに、米国経済の好調さに比べてヨーロッパや日本などの経済成長実績が劣悪であったという事実は、経済学者たちに、新たな研究トピックスを提供した。とりわけ、アメリカ経済の1990年代での高度成長を可能にした主要な諸要因を解明する実証研究が促進された。そして、その結果、経済成長の原動力が何であるかを巡る論争が起きている。ある経済学者(連銀のグリーンズパン議長など)は、情報通信革命に伴うニューエコノミーの登場によってアメリカ経済が復活したことを主張し、他方で、(Robert Gordonのような)悲観的な立場の経済学者は単なる景気循環の過渡的な局面にすぎないことを主張している。こうした論争の対立点は、例えば、Journal of Economic Perspectiveの特集号(2000年, no. 4)の論文等に掲載されている¹⁾。また、このような論争と同時に、経済成長の原動力としての技術革新の役割が大きくクローズアップされてきた。つまり、アメリカ経済に登場しつつあるニューエコノミー現象が新たな産業革命の到来と断定できるのか否かという論争も引き起こしている。

上記のような論争に明確な分析枠組を提供するためには、経済成長と技術革新の関係について歴史的パースペクティブから論点を整理する必要があると思われる。本稿は、こうした観点から、世界経済の発展の歴史と技術革新の歴史との相互関係を系統的に整理しようとする試みである。技術革新によって誘発された新しい産業の発展過程とその形態を解明するという事例研究的な産業論的研究には、すでに多くの蓄積が見られる²⁾。しかし、技術革新と経済成長との関係を中心とした研究は必ずしも多くはない。本稿は、原データを収集・検討し、新たな推計を提案するという形での研究を展開しようとするものではなく、むしろ従来の研究の論点を整理することを主眼としている。従って、本稿での議論はこれらの蓄積に多くを負わざるを得ない。

技術革新と経済成長(発展)に関する理論的実証的研究を行ってきた研究者の立場は、大きく分けて、3種類に大別できる。第1の研究プログラムは、言うまでもなく、伝統的経済分析(新古典派経済学)の立場を基礎とするものである。第2のものは、進化論的研究プログラムの立場からのものである。最後の立場は、経済史もしくは技術史という観点からの研究プログラムである。

伝統的な(新古典派)経済学では、従来、ソロー・モデルに代表される通り、技術革新は経済モデルの外の経済外的な要因として取り扱われてきた。1990年代になって、内生的経済長理論の登場に伴って、技術革新を内生的にモデル内に取り込もうとする研究が行われてきた³⁾。しかし、これらの内生的経済

成長モデルは余りに非現実的な仮定の上で構築されるモデル構成に依存しすぎている。とりわけ、著者の立場からは、規模に関する収穫逓増の仮定に関わるモデル構成と産業構造の単純化に大きな問題点を抱え込んでいると言える。内生的成長論の研究と平行して、新古典派の経済成長論の問題点を鋭く指摘した Nelson and Winter (1982) による進化論的成長論に沿った研究プログラムも進行してきた。進化論的成長論は新古典派アプローチが前提とする定常状態という均斉成長概念に疑義を提示し、一定の安定した成長率に経済成長が収束するという想定を排除する。各国の経済成長率はある意味でランダムであり、シュンペーターが指摘した経済発展過程の特徴をもつ長期波動に従うことを強調する⁴⁾。進化論的成長論は、過去の歴史的経済成長を説明することについては有効である一方で、その性質上からして経済成長の将来予測を行うことに関して不向きである。

経済成長と技術革新の関係について歴史的パースペクティブから論点を整理するという本稿の目的からすれば、本稿の議論の多くは、進化論的研究パラダイムに基づく研究蓄積および経済史的研究プログラムにおいて蓄積してきた成果に多くを依存することになる⁵⁾。

第1章では、16世紀から現在までの世界経済の発展過程を大まかに概観する。第1章第1節では、経済発展の主要な特徴と諸局面について概観してみる。第2節では、経済発展の主要な要因について、とりわけ、物的資本の蓄積、人的資本の蓄積、主要な技術革新の波動現象、そして各国の国際的相互依存関係と各国の対外政策に関して、それらの歴史的変遷を大まかに考察する。第2章では、オランダで商人資本主義が発達する時期から20世紀初頭までの期間における世界経済の経済成長と技術革新の関係について考察する。第2章第1節で、オランダで商人資本主義が発達する過程を分析し、第2節で、第1次産業革命期におけるイギリス経済の発展過程を分析する。第3節で、パックス・ブリタニカ時代における経済発展の特徴とその主要要因について分析し、技術革新が果たした役割を整理する。20世紀における世界経済の発展過程の分析は第3章以降で行うこととしたい。20世紀以降とりわけ第2次世界大戦以後の世界経済の発展過程および技術革新の役割に関する論究は別稿とする。

第1章 世界経済の発展

第1節 経済発展の特徴と諸局面

この節では、世界経済における人口と所得水準の歴史的変化を大まかに概観することにする。世界全体の人口は、1000年初頭に2億6830万人から1998年には59億800万人に増大している。つまり過去千年間に人口は約22倍に拡大している。世界全体のGDP水準は1168億ドルから33726億ドルに、約300倍拡大している。したがって、一人当たりGDPは、世界平均で435ドルから5709ドルに約13倍増大している⁶⁾。

表1.1 世界の一人当たりGDP水準(1500年から1998年まで、1990年国際ドル)

	1500	1600	1700	1820	1870	1913	1950	1973	1998
オーストリア	707	837	993	1218	1863	3465	3706	11235	18905
ベルギー	875	976	1144	1319	2697	4220	5462	12170	19442
デンマーク	738	876	1039	1274	2003	3912	6946	13945	22123
フィンランド	453	538	638	781	1140	2111	4253	11085	18324
フランス	727	741	986	1230	1876	3485	5270	13123	19558
ドイツ	676	777	894	1058	1821	3648	3881	11966	17799
イタリア	1100	1100	1100	1117	1499	2564	3502	10643	17759
オランダ	754	1368	2110	1821	2753	4049	5996	13082	20224
ノルウェー	640	760	900	1104	1432	2501	5463	11246	23660
スウェーデン	695	824	977	1198	1664	3096	6738	13493	18685
スイス	742	880	1044	1280	2202	4266	9064	18204	21367
イギリス	714	974	1250	1707	3191	4921	6907	12022	18714
12国平均	796	906	1056	1270	2086	3688	5013	12159	18742
ポルトガル	632	773	854	963	997	1244	2069	7343	12929
スペイン	698	900	900	1063	1376	2255	2397	8739	14227
他	462	528	617	743	1066	1840	2536	7614	13732
西ヨーロッパ 平均	774	894	1024	1232	1974	3473	4594	11534	17921
米国	400	400	527	1257	2445	5301	9561	16689	27331
他のヨーロッ パ系諸国	400	400	400	753	2339	4947	7538	13364	20082
ヨーロッパ系 諸国平均	400	400	473	1201	2431	5257	9288	16172	26146
日本	500	520	570	669	737	1387	1926	11439	20413
中国	600	600	600	600	530	552	439	839	3117
インド	550	550	550	533	533	673	619	853	1746
他のアジア	565	565	565	565	603	497	924	2065	6764
アジア合計	572	575	571	575	543	640	635	1231	2936
アフリカ	400	400	400	418	444	585	852	1365	1368
世界全体	565	593	615	667	867	1510	2114	4104	5709

出所: Maddison(2001)

1000年から1820年までの期間の一人当たりGDPの成長は低く、年率0.05%で増大している。この全期間で一人当たりGDPの拡大は約50%の増大にとどまっている。これは、GDPが約6倍に増大している一方で、人口が4倍に拡大したためである。1820年から現在までの期間では、人口は5倍に増加しているが、一人当たりGDPは8倍に増大している。1820年から現在にかけて、一人あたりGDPの成長率は、年率1.21%で増大を続けている。表1.2を参照。

世界全体及び世界平均で見た特徴は以上のとおりであるが、これを各地域ごとに見てみると以下のような特徴が浮かび上がってくる。過去500年間で最大の経済成長地域は、西ヨーロッパ、ヨーロッパ系新興諸国、日本(Aグループと呼ぶ)である。Aグループ内諸国の経済成長率の格差は近年収束傾向にある。他方で、Aグループと他諸国の間の経済成長率格差は収束傾向を示さず、拡大の傾向にある。たとえば、16世紀までは、Aグループ諸国と中国やインドの一人当たりGDP水準はそれほどの相違が見られなかったが、1820年には、西ヨーロッパ諸国の一人当たりGDPは中国やインドの2倍となっている。表1.1を参照。Aグループの平均所得水準は1820年に世界平均の2倍となっている。1998年では、その格差は実に4倍となる。さらに、アフリカと米国の格差は実に20倍にもなっている。一貫して、高所得国と低所得国の間の所得格差は拡大し続けている。1980年代以降、アジア諸国の経済成長は驚異的でさえあり、アジアNIEsの所得水準はAグループの所得水準に近づいてきたと言える⁷⁾。

世界経済の経済発展を特徴的ないくつかの諸局面に分けて見てみると、以下のような局面が抽出でき

る。15世紀から16世紀ころまでは、ポルトガルやスペインが世界経済の主導権を握っていた。16世紀後半からナポレオン戦争頃までは、オランダが世界貿易の覇権を握っていた。1500年代から1700年までの期間、表1.1から見て取れるとおり、オランダでの一人当たり所得はイギリスより約50%大きく、世界最高水準にあった。GDPの成長率もイギリスよりも大きい。オランダの経済成長の特徴については第3節で詳しく考察する。

表1.2 世界の一人当たりGDPの成長率(年平均成長率)

	1500-1820	1820-70	1870-1913	1913-50	1950-73	1973-98
オーストリア	0.17	0.85	1.45	0.18	4.94	2.1
ベルギー	0.13	1.44	1.05	0.7	3.55	1.89
デンマーク	0.17	0.91	1.57	1.56	3.08	1.86
フィンランド	0.17	0.76	1.44	1.91	4.25	2.03
フランス	0.16	0.85	1.45	1.12	4.05	1.61
ドイツ	0.14	1.09	1.63	0.17	5.02	1.6
イタリア	0	0.59	1.26	0.85	4.95	2.07
オランダ	0.28	0.83	0.9	1.07	3.45	1.76
ノルウェー	0.17	0.52	1.3	2.13	3.19	3.02
スウェーデン	0.17	0.66	1.46	2.12	3.07	1.31
スイス	0.17	1.09	1.55	2.06	3.08	0.64
イギリス	0.27	1.26	1.01	0.92	2.44	1.79
12国平均	0.15	1	1.33	0.83	3.93	1.75
ポルトガル	0.13	0.07	0.52	1.39	5.66	2.29
スペイン	0.13	0.52	1.15	0.17	5.79	1.97
他	0.15	0.72	1.28	0.87	4.9	2.39
西ヨーロッパ平均	0.15	0.95	1.32	0.76	4.08	1.78
米国	0.36	1.34	1.82	1.61	2.45	1.99
他のヨーロッパ系諸国	0.2	2.29	1.76	1.14	2.52	1.64
ヨーロッパ系諸国平均	0.34	1.42	1.81	1.55	2.44	1.94
日本	0.09	0.19	1.48	0.89	8.05	2.34
中国	0	-0.25	0.1	-0.62	2.86	5.39
インド	-0.01	0	0.54	-0.22	1.4	2.91
他のアジア	0	0.13	0.64	0.41	3.56	2.4
アジア合計	0	-0.11	0.38	-0.02	2.92	3.54
アフリカ	0.01	0.12	0.64	1.02	2.07	0.01
世界全体	0.05	0.53	1.3	0.91	2.93	1.33

出所: Maddison(2001)

1700年から1820年の期間では、イギリスに産業革命が到来し、イギリスの1人当たりGDPは急上昇を始め、オランダの所得が減少する。イギリスの所得はヨーロッパ諸国平均の2倍の速度で成長を遂げる。イギリスの人口は17世紀の約2倍の成長率で拡大し、都市化率も上昇する。1820年から1870年の期間と1870年から1913年の期間は、パックス・ブリタニカの時代と言われたように、イギリスの1人当たり所得は歴史上最高水準、世界最高水準となる。1913年の所得水準は、1820年の水準より約2.9倍となる。基本的理由は、1700年代中期以降の産業革命に伴う技術進歩の継続的進捗、資本ストックの加速度的蓄積、教育改善と労働者技能の上昇などによると言われている。また、国際的な分業化の進展に基づく労働力の効率的配分も大きく貢献している。これらの論点については第4、5節で詳しく検討する。また、輸出は年率3.9%で拡大し、GDP成長率の2倍となっている。

1890年代にアメリカの生産性がイギリスの生産性を抜く。表1.3を参照。1913年から1950年代にかけて、米国の一人あたり所得水準は世界最高となる。一人当たりGDPの成長率は年1.6%を達成する。

1890年から1950年の期間に、米国のGDPに対する国内投資比率はイギリスの約2倍となる。米国での旺盛な研究開発投資が起り、GDPに対するR&D支出額比率は1921年の0.2%から60年代には3%に達する。パックス・アメリカナの世紀が始まる。

1950年から1973年の期間は経済成長の黄金時代と呼ばれ、一人あたり所得の成長率は世界平均で年2.9%、1913年～1950年の3倍にも達する。GDPは世界全体で年4.9%で成長し、輸出額は年7%で拡大する。西ヨーロッパの一人あたりGDPの平均成長率は4.08%、日本のそれは年率8.05%となる。日本が驚異的な高度経済成長時代を謳歌する。この結果、西ヨーロッパと日本の一人あたり所得が米国水準に近づいてゆく。ちなみに、1973年で、一人あたりGDPの西ヨーロッパ平均値は1万1534ドル、日本のそれは1万1439ドルで、米国の水準は1万6689ドルであった。

1973年から1995年までの期間では、米国と西ヨーロッパおよび日本との生産性格差が消滅する傾向を見せる。表1.3参照。この期間に、米国の生産性上昇率が低下する現象が起こる。1973年から1990年の期間で、労働生産性は西ヨーロッパ全体で約50%上昇し、日本では約70%上昇する一方で、米国では約25%しか上昇していない。

表1.3 . 労働生産性 (GDP per Hour Worked), 1820-1998 (1990 international \$ per hour)

	1820	1870	1913	1950	1973	1990	1998
オーストリア	n.a.	1.38	2.91	4.05	15.17	24.05	27.07
ベルギー	n.a.	2.17	3.68	6.19	16.89	27.44	33.57
デンマーク	n.a.	1.57	3.58	6.57	16.57	21.67	26.18
フィンランド	n.a.	0.86	1.87	4.28	13.81	20.27	25.69
フランス	n.a.	1.38	2.88	5.82	18.02	29.47	33.72
ドイツ	n.a.	1.55	3.03	3.99	14.76	21.94	26.56
イタリア	n.a.	1.05	2.13	4.38	15.92	24.08	27.9
オランダ	n.a.	2.43	4.11	6.67	19.49	30.15	30.62
ノルウェー	n.a.	1.2	2.4	5.95	15.44	26.43	32.77
スウェーデン	n.a.	1.22	2.58	7.08	18.02	22.49	26.27
スイス	n.a.	1.53	3.3	8.87	18.54	25.08	24.81
英国	1.46	2.55	4.31	7.93	15.97	21.42	27.45
12国平均		1.61	3.12	5.54	16.21	24.06	28.53
アイルランド	n.a.	n.a.	n.a.	3.73	9.84	21.66	27.05
スペイン	n.a.	n.a.	n.a.	2.6	10.86	18.96	21.94
オーストラリア	n.a.	3.48	5.48	9.64	17.28	22.3	26.93
カナダ	n.a.	1.71	4.45	10.33	19.74	23.53	26.04
米国	1.33	2.25	5.12	12.65	23.72	30.1	34.55
日本	0.44	0.46	1.08	2.08	11.57	19.04	22.54

Source: Maddison(2001)

1995年から現在までの期間を見ると、情報通信技術の発展に伴い米国でニューエコノミーが登場する。1991年以降景気拡大が続いており、60年代前半以来の年率4%前後の成長が続いている。しかし、2001年以降、成長率の減速が見られる。米国の労働生産性の上昇率が1995年以降増加し始めていることが、表1.4から見て取れる。

表1.4. 米国の労働生産性の上昇率:ビジネス部

年	年平均上昇率	
	ビジネス部門	非農業ビジネス部門
1960-1970	3.73%	3.28%
1970-1980	2.00%	1.90%
1980-1990	1.84%	1.62%
1990-1995	1.55%	1.57%
1995-2000	2.39%	2.24%

出所: *Economic Report of the President, 2002*

1991年以降の日本では、不良債権問題で経済のマイナス成長が起こり、景気回復の兆しが見えない。他方、ヨーロッパ経済は欧州連合への市場統合を経て、回復を始める兆しが見える。アジア NIE s 諸国は10%前後の高度経済成長を実現し、東南アジア地域全体での成長率は、1970年代から90年代において、年平均で5%に達する。なお、東南アジア諸国は、97年の通貨危機から回復して、好調な経済成長を持続させている。戦後の世界経済の動向については、第3章で詳しく議論する。

第2節 経済発展の主要な諸要因

ある国のマクロ経済の産出量は、生産要素である物的資本と人的資本の大きさ、生産技術を規定する技術水準ならびに経済活動に大きな影響を与える社会制度、法制度の特徴に依存する。この関係を Maddison(1991)に倣って定式化すると、以下のように表現できる。

$$\frac{Y}{P} = F\left\{\frac{(N'L'K')E+A}{P}, Z, W\right\}$$

ここで、

Y = GDP の大きさ

P = 人口

$F\{\}$ = 生産関数を表す

N' = 自然資源 (技術進歩で調整された)

L' = 人的資源 (技術進歩で調整された)

K' = 資本ストック (技術進歩で調整された)

E = 資源配分の効率性

A = 財・サービス・生産要素および技術の海外からの純流入

Z = 当該国内での制度的組織的枠組み、思想、圧力グループ、歴史的経路、経済政策の内容など

W = 国際経済秩序の性質、海外での思想、海外諸国からのショックなど

生産関数内の第2, 3項は通常の意味では経済外的な変数、経済活動に影響を与える社会・法制度や政治的な規制などの代理変数を取り込んでいる。こうした産出量に影響を及ぼす諸要因について歴史的に見てみることにする。

2.1 物的資本の蓄積

物的資本 (physical capital) とは、工場やオフィスなどの建造物、設備や機器、輸送機械などの総称である。さらに、広義な意味では、公共的な産業基盤 (infrastructure) としての道路網、港湾・空港、通信網なども一国の物的資本を構成する。広義の意味では、住宅用建造物も物的資本の一つである。住宅用建造物のストックは、しかし、生産過程に直接的に投入されるものではないので、経済成長に対してはそれほど大きな影響を与えない。これに対して、工場や設備機器などの物的資本の蓄積は技術進歩を体化するので、生産性に大きな影響を与える。1890年まで経済的優位性を持っていたイギリスを見てみると、産業革命期に、綿織物、製鉄および蒸気機関などの新しい生産技術を体化した機械化への投資、およびターンパイク法や鉄道法などの制定によって運河や道路などの輸送インフラ建設や鉄道建設のための投資が急速に拡大した。しかし、1890年以降では、イギリスにおける雇用者一人当たり物的資本の平均成長率は2.1%であり、表1.5の諸国内で最低となっている。他方、日本は、1890年での資本ストックは最低であるが、それ以降の物的資本の平均成長率は最高水準の4.2%であり、急速な物的資本の蓄積が進んでいる。

表1.5 雇用者一人当たり粗固定資本ストック(非住宅):1890-1987 (1985年USドル)

	1890	1913	1950	1973	1987
フランス	n.a.	9600	14800	43309	80604
ドイツ	9611	13483	16291	55421	89154
日本	1454	2264	6609	33101	78681
オランダ	n.a.	n.a.	20181	59459	80897
イギリス	7634	9780	13923	39100	58138
米国	16402	35485	48118	70677	85023

出所: Maddison(1991)

米国では、1890年にすでにイギリスの資本ストックの2倍となる。これは鉄道網敷設によるものが影響していると思われる。それ以降も、さらに資本ストックの蓄積は急成長しており、その結果、1980年代まで、高水準の資本ストックによる生産性の優位性を維持できた。表1.6からも明らか通り、米国の資本係数(生産量1単位あたりの資本量)はイギリスに比べて2倍以上の大きさとなっている。また、戦後、先進主要諸国の一人あたり資本ストックの水準が1980年代に入り収斂し始めている事実は明白に見て取れる。表1.5参照。ただし、イギリスは他のAグループ諸国に比べて、雇用者一人当たりで見ると、例外的に際立って低い。

表1.6 人口、就業者数および教育年数:イギリスと米国

	人口(千人)	就業者数(千人)	総労働時間(100万時間)	平均教育年数	一人当たりGDP(1990)	労働生産性(1990年)	資本係数(土地・住宅)	非住宅資本ストック
英国								
1820	21240	8160	24480	2	1703	1.5	0.7	24736
1870	31393	12593	37578	4.44	3164	2.6	0.9	89542
1890	37485	15361	43118	6.11	3974	3.5	0.8	124858
1913	45649	19823	52016	8.82	4878	4.3	0.8	186846
1929	45672	18936	43288	9.55	5255	5.5	0.9	217272
1938	47494	20818	47194	9.99	5983	6.0	0.9	257797
1950	50363	22400	43859	10.6	6847	7.9	0.8	278747
米国								
1820	9618	3105	9315	1.75	1289	1.3	0.9	11749
1870	39905	14411	42714	3.92	2459	2.3	1.7	168038
1890	63056	23842	66495	5.43	3399	3.2	3.0	652930
1913	97227	38711	100842	7.86	5312	5.1	3.3	1702796
1929	121770	47718	111756	9.11	6913	7.5	3.2	2660227
1938	129969	44732	92237	9.93	6140	8.7	3.6	2877382
1950	151683	61413	114658	11.27	9582	12.7	2.4	3551081

出所: Maddison(1995)

2.2 人的資本の蓄積

つぎに、人的資本(human capital)の蓄積について見てみよう。労働人口は総人口が増大すれば、通常拡大する。先進諸国(Aグループ)の人口は11世紀から19世紀までの期間に平均成長率0.20%で増大し、19世紀から20世紀の期間では0.88%で成長した。労働力化率は大体50%前後になっている。発展途上国の人口は19世紀以降先進国の成長率を超える成長率で拡大している。しかし、労働人口の拡大は人的資本の拡大と同等ではない。人的資本は労働者に体化された知識および技能の大きさに依存する。教育制度の充実によって人口の多くの割合が教育を受ける機会が増加すれば、識字率は上昇する。教育を受ける年限が増大すれば、労働者の体化した知識や技能の水準は改善される。さらに、高等教育や専門教育が充実すれば、新しい技術を革新する能力や高度な技術を吸収する能力が高まる。Aグループ平均で、1820年での公的教育制度上での平均教育年数は2年、1989年での平均教育年数は11年を超える⁸⁾。平均教育年数が増大している理由は、中等教育課程での教育を受ける割合が増大すると共に、専門教育と高等教育を受ける人口割合が増大しているからである。Aグループ諸国におけるこのような高等教育と専門教育の発展と高度化は、技術進歩の成果を吸収する能力の開発を促進し、労働生産性を大きく引き上げる効果をもたらした。表1.6にイギリスと米国のデータが示されている。他方で、発展途上国の教育水準の上昇は先進諸国に比べて極めて遅れたものであった。ちなみに、1950年のインドの教育水準は西ヨーロッパ諸国の1820年代の水準であった。

2.3 技術革新

18世紀以降、イギリスでの産業革命から始まる何度もの大きな技術革新の波が起こっている。コンドラチェフの波と呼ばれる数え方をすれば、現在までに4つの波が起こっているとされている。表1.7参照。コンドラチェフの第1波は、言うまでもなく第1次産業革命（1760年-1830年）に相当し、アークライトによる水力紡績機の発見に代表される綿織物生産技術の革新、およびコートによる鉄の精錬技術の革新を中心としたものである。水力を動力源とする工場制生産、生産の機械化の発展である。

コンドラチェフの第2波は、19世紀中頃から始まる技術革新の波で、蒸気機関の発達、鉄道技術の革新、鋼鉄精錬法の革新等に代表される。この結果、19世紀半ば以降、イギリスや米国をはじめとして鉄道網が敷設され、輸送手段に大きな革命が起きた。同時に、蒸気機関の大量生産と鉄道産業の発展に伴って、工作機械、工具を生産する機械工業が発達し、材料となる錬鉄を生産する製鉄業が発達した。

表 1.7 コンドラチェフの波と技術革新

波の種類：技術革新の性質	第1波：水力による産業の機械化	第2波：蒸気機関による輸送と産業の機械化	第3波：産業、輸送および家庭の電化	第4波：モータリゼーションと大量生産	第5波：経済のコンピュータ化
技術革新の具体例	アークライトのクロムフォード工場(1771)、ヘンリー・コートの精錬工程(1784)	リバプール・マンチェスター鉄道(1831)、ブルネルのGreat Western Atlantic Steamship(1838)	カーネギーのベッセマー式鉄鋼工場(1875)、エディソンのパルストリートの発電所(1882)	フォードのハイランドパーク工場(1913)、石油のバートン式分留精製過程(1913)	IBM 360シリーズ(1960年代)、インテルのマイクロプロセッサ(1972)
主導産業	綿織機、鉄製品、水車、ブリーチ	鉄道、鉄道関連機器、蒸気機関、工作機械、アルカリ産業	電気機器、重工業、重化学工業、鉄鋼製品	自動車、トラック、タンク、ディーゼルエンジン、航空機、石油精製	コンピュータ、ソフトウェア、情報通信機器、バイオテク
主要な原材料	鉄、原綿、石炭	鉄、石炭	鉄鋼、銅、合金製品	オイル、ガス、合成材料	集積回路(半導体)
輸送通信インフラ	運河、ターンパイク道路、帆船	鉄道、電信、蒸気機関	鉄鋼製線路、電鉄、電話	ラジオ、自動車道路、空港、航空運輸	情報ハイウェイ(インターネット)
経営組織的な変化	工場制、起業家、共同事業	共同所有企業、熟練工の契約払い	専門的経営システム、テイラーリズム、巨大企業	大量生産、大量消費、フォードイズム、階層構造	ネットワーク、ローカル、グローバル
波の開始と終了	1780年代から1848年	1848年から1895年	1895年から1940年	1941年から?	?

出所：Freeman & Louca(2001)

コンドラチェフの第3波は、第2次産業革命とも呼ばれる時期に相当しており、19世紀後半に起きた技術革新の波である。ベッセマーによる鋼鉄精錬技術の確立、エディソンの電球の発明、電気照明や電信電話の発明に代表され、鉄鋼産業の巨大化と電機産業の登場を引き起こした。20世紀に入ると、ヘンリー・フォードによって自動車の大量生産が開始され、それに伴って、石油精製技術の革新が誘発され、石油化学産業が確立する。自動車の大量生産は人々の輸送手段に革命的変化を与え、石油化学産業の発展は人造ゴム、人造繊維、プラスチック、医薬品などの数々の革命的商品を生み出した。戦前から戦後にかけて、電機産業は発展を遂げ、家庭用耐久消費財の大量生産が継続した。経済発展に伴う通信手段に対する需要の急拡大に誘発されたR&Dからマイクロエレクトロニクス技術が登場する。何を持ってコンドラチェフの第4波の始まりとするのかに関して、著者は積極的な主張を持合わせていないが、通常、モータリゼーションが開始される時期を第4波の開始としている。表1.7参照。

マイクロエレクトロニクス技術の発達に伴って、マイクロ・コンピュータが発明され、汎用コンピュ

ータの利用が衰退する。1990年代に入って、IC chips 生産技術が目覚しく進歩し、マイクロ・コンピュータの価格が急速に低下し始めた。コンピュータ技術と通信技術の融合化が始まり、INTERNETが登場する。INTERNETの登場は情報通信環境のみならず、商取引や流通環境をも激変させている。米国ではニューエコノミーが登場したとまで言われている。他方で、バイオ技術が急速に発展しつつある事実も無視するわけにはいかない。

表1.8 産業構造の変化:雇用の構成比%

	農林水産	鉱工業・建設	サービス(政府を含む)
1870	48.80	26.90	24.3
1950	24.70	36.60	38.7
1960	17.50	38.70	43.8
1973	9.30	37.30	53.4
1987	6.00	30.50	63.5

出所: Maddison(1991)

以上のように、技術革新の大きな波ごとに、新しい産業が登場し、旧来産業が衰退するという歴史を繰り返してきた。世界経済の産業構造は歴史的に大きく変動を繰り返し、産業構造は大きく変化し続けてきた。とはいえ、表 1.8 (A グループ平均での様子) に示されている通り、ペティ＝クラークの法則は成立している。

2.4 各国経済の相互依存関係の変化

ヨーロッパ諸国による重商主義政策が採用されていたナポレオン戦争ころまでは、世界貿易は急速な拡大を見込めなかった。ナポレオン戦争以後、イギリスの近隣窮乏化政策の廃止に誘発されて、自由貿易が進展し、国際協調が展開される。以下の表 1.9 で見るとおり、1820年－1870年の期間、国際貿易は産出量以上の成長率で急速に拡大し、GDP は年率 2.7%、国際貿易は 4%で拡大する。1870－1913年の期間では、国際貿易は年率 3.9%で拡大した。

第 1 次世界大戦の勃発により、世界経済は大混乱を始め、世界大恐慌の発生によって国際金融システムの安定性は崩壊し、第 2 次世界大戦に突入する。第 2 次世界大戦時期には、各国は帝国内の経済ブロック化を強行し、新重商主義政策が世界経済を支配した。この結果、国際貿易は停滞期を迎えることとなる。1913年－1950年の期間、国際貿易は縮小した。

戦後、連合国を中心として、国際金融システムの安定化のための協力体制として、国際金融基金 (IMF) と世界銀行が創設され、自由な国際貿易の進展を図るために GATT が創設された。1950年以降、GATT の関税引き下げ交渉によって、各国の輸入関税率が大きく低下した。これに伴って、国際貿易は急速に拡大を始める。また、ブレトン＝ウッズ体制のもとで国際金融システムは 1970 年代初頭まで安定的に推移した。1995年には、世界貿易機関 (WTO) が発足した。

ヨーロッパでは、戦後、EU (EC) 内の関税撤廃および為替規制の撤廃を目指した共同市場の創設の努力が行われてきた。1952年に欧州石炭鉄鋼共同体 (ECSC) が設立され、1958年には欧州原子力共同体 (EURATOM) と欧州経済共同体 (EEC) が設立される。1967年に、上記 3 共同体の理事会、委員会が合同され、欧州共同体 (EC) となる。1979年に欧州通貨制度 (EMS) が創設され、通貨単位 ECU が導入された。1993年に、マーストリヒト条約が発効し、EC は欧州連合 (EU) に発展する。1999年に欧州中央銀行が設立され、2002年には共通通貨ユーロがユーロ圏経済の市場に流通した。EU 加盟国のうち、イギリス、スウェーデンとデンマークはユーロ圏に加盟していない。

表1.9 国際貿易での輸出の拡大(年平均成長率%)

	1720-1820	1820-70	1870-1913	1913-50	1950-73	1973-89
フランス	1.0	4.0	2.8	1.1	8.2	4.6
ドイツ	-	4.8	4.1	-2.8	12.4	4.7
日本	-	-	8.5	2.0	15.4	6.8
オランダ	-0.2	-	2.3	1.5	10.3	3.6
イギリス	2.0	4.9	2.8	0.0	3.9	3.9
米国	-	4.7	4.9	2.2	6.3	4.7
Aグループ平均	-	4.2	3.9	1.0	8.6	4.7

出所: Maddison(1991)Table3.15

表 1.9 は国際貿易量の拡大率の歴史的変遷を A グループ平均でみたものである。経済成長率は固定資本ストックの拡大率および国際貿易量の拡大率が上昇すれば、増大する関係にあることが歴史的に追認

されているが、この表からも経済成長率が上昇している期間では、国際貿易の拡大率が上昇している事実を見ることができる。世界経済の成長が落ち込む第1次世界大戦と第2次世界大戦の戦間期には国際貿易も拡大率を急激に低下させている。戦後の経済成長の黄金期では、国際貿易は急速に拡大している。1973年以降、国際貿易の拡大率は60年代に比べて低いが、戦前に比べればより大きな上昇を持続させている。近年に入って、様々な自由貿易地域が生まれている。北米自由貿易協定（NAFTA）等を代表として、南米南部共同市場（MERCOSUR）、ASCEAN自由貿易地域（AFTA）などがある。これらの自由貿易協定が国際貿易にどのような影響を与えているかについては、今後のさらなる分析が必要である。

第2章 ヨーロッパ資本主義経済の発達

第1節 商人資本主義の発達

オランダで何故商人資本主義が発展したのかという疑問に答えるために、最初に独立以前のオランダの経済環境について明らかにしておきたい。14世紀から15世紀かけて、独立以前のオランダについて考える際、経済地理的条件を無視できない。オランダは、地理的条件として、バルト海と北海に面した湾岸とライン川とを連結する水路と陸地が入り組んだ平らな水陸両性の地形を有し、それをもとに水上輸送業、造船業、漁業などが栄えていた。オランダの海上商人は、北海とバルト海で水上交易の主導権を持っており、オランダの商船艦隊はヨーロッパで最大規模であったと推測されている。1560年代までに、1800隻の商船を有し、フランス、ドイツおよびイギリスの総計よりも多い⁹⁾。

漁業の発展と共に造船技術が進展していた。ニシン漁のための漁船が改良され、船上ではらわたを取り、洗い、塩漬けにして樽に詰めることが可能となっていた。悪天候の海上に5から8週間も停泊することができるので、漁に年3回出航することができた。1560年までに約400艘の大型漁船が存在していたことが知られている。加工した魚はバルト海諸国に輸出されていた。

農業技術は水力技術の発展によって、ヨーロッパの他国に比べて改良が進展していた。水車動力の利用による水管理や運河の管理が行われていた。これにより、大量の新しい陸地が創出され、多くの農地所有が封建領主的制約(教会)から解放され、自由な小作農業が登場できた。農業生産は肉、ミルク、バターおよびチーズの生産に特化し、それ以外は輸入した。その後、ビール生産のためのホップス、布生産のための亜麻、麻と西洋茜、さらに、タバコ、チューリップ球根が生産されることになる。既にこの時期に、農業から園芸業への転換が始まっている。

資源としての木材が存在していないので、燃料エネルギー源としてピートを利用した。ピートの採掘利用は、農業技術での陸地転換方法、排水法やポンプ利用技術を転用して可能となった。この結果、低コストで燃料が入手できることになった。

1579年、オランダは、The Dutch Republicとして、スペインから独立する。スペインの圧制に苦しんでいたFlanders地方やBrabant地方から大量の難民が、オランダ共和国に流入する。The Southern Netherlands(現在のベルギー)の多くの商人や金融業者が流入してきた。彼らは資本、技能および国際的交易の経験を持っていた。技能労働者の移住はLeidenの繊維産業、印刷業、砂糖精製業などが発展する基礎を築いた。各地に大学が創設され、他国からの多くの留学生が集まった。これらの環境変化はオランダの海運業が全地球的に発展する可能性を開いた。

1500年から1700年にかけて、オランダの一人当たりGDPは、754ドルから2110ドルへと約3倍に増加している。(表1参照)これに比較して、イギリスのそれは、714から1250ドルへと約2倍に、フランスでは724から986ドルへ、ドイツでは676から894ドルへと約50%増加しているにすぎない。1700年に、オランダの一人当たりGDPはイギリスの1.7倍となる。フランスの人口はオランダの10倍だが、オランダの商船艦艇はフランスの9倍であり、外国貿易量は4倍の水準にあった。

オランダ経済の産業構造はより高度化し、農業人口は40%にすぎない。ヨーロッパの他諸国に比べて、産業構造は高度化していた。都市化もより進んでいた。さらに、オランダ経済は高度に特化していた。

食糧の大部分を輸入し、労働力の多くを生産性の高い産業(つまり、海運業など)に配分していた。平らな地形は風力動力の利用を可能にした効率的農業を発展させた。良好な港湾と運河は輸送基盤を提供し、輸送のコストを低減できたので、効率的な輸送サービスが安価に実現できた。さらには、在庫の必要性を低減することもできた。

このようなオランダ経済の成功を実現した要因は何であったのだろうか。一つには、オランダ社会の近代性を挙げることができる。多くの農民自身が土地所有者であり、大部分の土地はこれら農民によって所有されていた。貴族階級による土地所有率の少なさ、取り分け、教会所有領地が殆ど消滅した。政治勢力は都市ブルジョアジーによって担われていた。経済的法制度は近代化され、すべての土地は登記

され、抵当証券化できるので、土地を起業家の目的に即応して柔軟に利用することができた。都市での経済活動はギルドから相対的に自由であった。さらには、宗教上の寛容性は技能移民の流入を刺激し、学問と科学の発展を促進した。オランダは、例えて言えば、入植地国家とでも言えるので、技術変化に呼応する起業家的態度に敏感であった。

二つめとして、経済地理上の優位性を挙げることができる。オランダは、ヨーロッパ市場の中心部(内陸部)への水路である主要河川を支配していた。低コストで輸送できる便利な運河交通と外洋に面した港湾の開発が可能であった。また、燃料用材木に不足していたが、ピートの利用と風力の利用が可能であった。

第三に、重商主義政策の採用が成功を押し上げた。当時の世界市場はまだ小さいので、各国が互いに同一市場に輸出して、収益を得るほどの大きさではなかった。自国が世界交易から収益を得るためには、他国をその交易市場から排除する必要性があった。それゆえに、近隣窮乏化政策 (beggar-your-neighbour policy) が有効であった。オランダは、1585年から1795年まで、アントワープから外洋へのアクセスを封鎖した。アジアやラテンアメリカでの独占的交易権を確保したことなどが重要であった。このような重商主義政策によって、アムステルダムでの水運輸送業と倉庫業が繁栄できた。

オランダ経済の成功は経済思想や政治思想に大きな影響を与えた。17世紀のイギリスの経済学者や政治家は、オランダ経済が目指すべき経済モデルであると想定した。その結果、オランダの法制度や組織がイギリスへ導入(1688年)された。オランダの技術(農業、運河建設、輸送業、銀行、国際的特化)の模倣が追求された。そして、通商政策として、商人資本主義を前提とする重商主義による近隣窮乏化政策が掲げられた。例えば、Navigation Actsの制定(1651年)はまさしくこれを反映している。この法令は、イギリス植民地での他国の交易を禁止し、英国植民地からの輸送はイギリスの港湾を必ず経由すること等を要求していた。

オランダの経済的主導権は何故喪失したのであろうか。さらには、何故オランダには産業革命が起きないで、イギリスで起こったのであろうか。主導権喪失の最大の原因は、イギリスとフランスとの度重なる戦争の敗北に求められる。1650年以降、オランダはイギリスとフランスの植民地との交易が不可能となり、アジアやアメリカ大陸における独占的交易の主導権を失った。ムガル帝国の崩壊と巨額の軍備費のために、1795年VOCは破産し、織物業、漁業、造船業などの産業の生産量と輸出が減退した。例えば、貿易量は1700年から1790年の期間に20%減少した。代わって、農業生産量が増加し、農産物の輸入減少と輸出の増加が起きた。移民先としての魅力が低下するにつれ、人口増加率が減少した。第2の理由として、Maddisonは、以下のような過大な海外投資と通貨価値の過大評価をあげている。1790年に、国民所得は約4億ギルダーで、海外投資残高は約8億ギルダーとなっていた。海外投資の収益率が4%なので、海外からの所得は国民所得の約8%にも達していた。1700年から1775年の間、為替レートを変化させなかったため、通貨価値の過大評価のため工業製品の価格競争力が喪失してしまった。

これらの要因からだけでは、産業革命がオランダで起きなかったのみならず、他のヨーロッパ諸国に比べても遅かったことの理由を説明できない。Mokyr(1999)は、オランダの栄光の時代に成立した社会制度が技術進歩に対する負の遺産として作用していたことを重視している。オランダの繁栄は、高度に発達した製造業および海運業、生産性の高い農業、などに見られるようなヨーロッパで最先端な産業技術を活用していた。しかし、こうした繁栄に伴って形成された既得権益を守ろうとする政治グループおよび政治組織(ギルドや労働者組織)は、新しく生まれてくる技術から自分達の既得権益(例えば、身につけた技能や方法)を保護するために、旧来の制度を様々な規制手段として利用する。旧来の体制は技術革新に対する守旧派の役割を果たす。オランダでは、まさしくこのような事態が起きたのであり、旧来制度から技術革新への負のフィードバックが作用した。この論点は、現在の日本経済を考える上でも重要な含意を持っている。

第2節 産業革命と産業資本主義の発展 (1760年から1830年)

1700年から1820年にかけて、オランダの一人当たりGDPは減少し、1820年にイギリスの一人当たりGDPは1707ドルでオランダは1821ドルとなる。これ以降、イギリスの所得水準がオランダをこえることになる。この期間、イギリスの人口は急速に拡大する。Ashton(1948)によれば、18世紀後半の50年間でイギリスの人口は40%増大し、19世紀の最初の30年間で50%も拡大する。AshtonおよびDeane & Coleらの推計によれば、1750年に約740万人であったGB人口は、1801年に1080万人、1931年に1640万人になる。表2.1は18世紀から19世紀にかけてのイギリス経済の実態を描いたものである。

表2.1 18世紀英国の経済成長率(年平均成長率%)

	1710-40	1740-80	1780-1800
実質産出額	0.6	1.0	2.0
一人当たり実質産出額	0.3	0.3	1.0
人口	0.3	0.7	1.0
工業産出額	0.7	0.9	2.8
農業産出額	0.9	0.5	0.6

出所: Mathias(1983)

こうしたイギリス経済発展の主要要因を以下考察する¹⁰⁾。イギリスでの社会制度上の変化について考えるとき、行政制度上の革新が進んだことを理解する必要がある。オランダを模倣して、農業、産業および商業での制度的革新が進み、起業家的な投資の有効性が認知されてきた。同時に、新技術に対する敏感な理解と科学的態度の促進が大きかった。産業革命が起こるまでにイギリスは近代的な国家としての行政・財政制度を備えていた。以下のような行政制度の近代化が行われていた。例えば、国家税制を強固なものにするために、1679年に炉税徴収人は全勘定書の提示を要求されることとなった。1671年に輸出入関税の徴収にあたる徴収人制度を廃止し、1683年には物品税の徴収人制度を廃止した。そして、税収監査の局長に経済学者のDavenantを任命した。1696年には、貿易省を創設し、John Lockeを局長の一人に任命し、1702年には会計監査局を創設し、長官に経済学者のGregory Kingを任命した。他方、1694年には、イングランド銀行を創設し、通貨の管理と公債市場の健全な発達を促進した。

18、19世紀にイギリス国家財政の収入の6割以上は関税と間接税(消費税など)からのものである。不動産税とその他財産課税(馬車、窓、使用人、時計、など)からのものが約2割を占める。残りは郵便収入等である。戦争時の戦費の4割は基本的に借り入れで賄われた。企業利潤や資本利得へは課税されていなかったのだから、税制は資本蓄積への大きな促進剤となっていた。財政支出の4割を占める項目は国家負債に対する支払いとなっており、軍備費が平時で4割程度である。こうした税制は極めて逆進的で、富裕層に有利になっていた¹¹⁾。

航海法に代表される重商主義が経済政策のスタンスを左右してはいたが、経済政策の目的を構成する重要な要因の一つは自国産業の保護であった。とはいえ、そうした実際の政策は場当たりの性格の強いものであって、経済学的な観点から見れば、首尾一貫したものではない。17世紀から18世紀のイギリスで農業以外の最大の産業は毛織物産業であった。毛織物産業の発展を保護するためには、輸出市場を確保することが必要となるので、法律によって原料羊毛や羊の輸出を禁止した。1719年から1825年にかけては、手工業者や熟練職人の移住さえ禁止され、1843年まで織物用機械類の輸出も禁止された。

自国産業の保護政策は当然のことながら、イギリス植民地経済に対する政策と連動する。例えば、イギリス国内の毛織物産業を保護するためには、植民地の毛織物産業を禁止する、あるいは、毛織物の植民地間取引を禁止する必要がある。1750年代にイギリスは、自国鉄鋼産業の保護のために、北米植民地での銑鉄を精錬し鉄鋼などを生産することを禁止し、銑鉄のみを生産し、それをイギリスに輸出するよう促進した。北米植民地は木材、海軍用軍需物資、および銑鉄の供給源として位置付けられた。この政策は、別の面では、政治戦略的な色彩をもっており、軍需物資(例えば、戦艦用の木材など)の輸入先をバルト海諸国からではなく北米植民地に求めるといった目的をもっていた。

このような経済政策の首尾一貫性のなさは、様々な問題を引き起こしていた¹²⁾。例えば、穀物条例と上で記述した政策との間に関わる事態がそれである。穀物条例は農業と地主階級の利益を保護する一方で、羊毛と羊の輸出禁止は農民の利害と衝突する。ビールの輸出を補助金で促進しようとした政策とモルトの輸入を禁止する政策とが矛盾した。あるいは、自国造船業を保護しようとするれば、バルト海諸国からの木材輸入量が急増し、国際収支の恒常的赤字に陥る。このような政策の矛盾はアダム・スミスによって批判されたとおりである。このような矛盾にもかかわらず、軍事的海上覇権と世界的交易の独占的権益を確保していたことにより、発展しつつある綿織物産業の輸出市場が確保できた。1760年、イギリスは世界最大の貿易国で、輸出の3分の2は織物、輸出市場は国内市場とほぼ同じ規模であった。

18世紀のイギリスの輸出構造を見てみると、最大の輸出物は毛織物であった。毛織物の輸出は18世紀初頭では全輸出の6割を占めていたが、19世紀に入る頃には、3割以下の水準に低下する。これは、以下で説明するように、毛織物に代わって、技術革新を背景として綿織物産業が輸出の主役に登場したことによる。鉄製品の輸出は18世紀中頃から増加し始める。輸入面では、最大の項目を占めるものは砂糖、香辛料、タバコなどの日用雑貨であり、2位の項目は織物原材料(リンネル原糸、シルク、羊毛、綿原糸など)であった。18世紀後半から、綿原糸の輸入は一商品としては最大の輸入項目となっている。

イギリス経済発展の鍵を握る第2の要因は、綿織物業、鉄鋼業、石炭利用での技術革新に求められる、つまり、第1次産業革命に伴う工場制生産の開始である。技術革新を可能とした背景は、オランダでの要因と類似している。以下、産業革命を誘引した生産技術の革新について詳しく説明してみる。

綿織物機の技術革新の代表的なものは、横糸の生産性を 16 倍にした James Hargreaves(1764-7) による他軸紡績機 (spinning jenny) の発明、水力を用いて強い縦糸の製造を可能にした Richard Arkwright(1768)による水力紡績機 (spinning frame) の発明、横糸と縦糸(紡ぎ糸)を生産できる Crompton(1779)によるミュール紡績機 (mule spinning machine) の発明などである¹³⁾。その後、Richard Roberts(1780 年代)は蒸気動力を利用した自動ミュール紡績機の実用化を試みるが、オペレーターを不必要とすることから、労働者の機械導入に対する抵抗を呼び起こし、新技術導入が遅くなる。また、Edmund Cartwright(1785)は力織機 (power loom) を発明し、綿織物の生産性を上昇させるが、実用化するのには 1815 年であった。Eli Whitney(1793)の綿繰り機 (cotton gin) は原綿使用コストを低減させることに成功した。

綿織物産業は工場制生産方式によって機械化され、規模が急速に成長し、生産性は急上昇した。以下の表に見られるとおり、クロンプトンの紡績機は手作業に比べて桁違いの効率性を実現している。それ以降の技術革新は生産性をさらに桁違いに上昇させていることが分かる。

表2.2 綿織物業での労働生産性(100ポンドの綿を処理するのに必要な操作時間)

18世紀のインド式手による紡績	50,000
クロンプトン式紡績機(1780年)	2,000
100紡錘式紡績機(1790年)	1,000
動力式紡績機(1795年)	300
ロバーツの自動紡績機(1825年)	135
現代(1990年代)の紡績機	40

Source: Freeman and Louçã(2001)

こうした生産性の上昇は、従来の家内制手工業から大規模な工場制生産に移行することによって実現した。例えば、アークライトの工場では、1770 年代に 300 人の労働者を雇用していたが、1816 年には、727 人と規模がさらに拡大している。当時最大規模の工場は 1500 名の労働者を雇用していた。工場規模の大規模化は綿織物企業の投資資金が巨額になることを必然化する。巨額資金の調達には資金市場からの借入れか、あるいは裕福な商人との共同経営をもたらした。工場制生産は水力を動力源として利用するために、綿織物工場は水力が利用できる河川の側に立地することとなった。この要請は、人口密集地から遠く、原材料の集積地からも遠く、主要な販売市場からも遠い地域に綿織物工場を立地させることになる。18 世紀も終わりになる頃、ワットの発明による蒸気機関が動力源として採用され始める。この動力源の変化につれて、織物工場は動力源としての河川から解放される。その結果、織物工場は水を大量に使用することから河川に近いところとはいえ、人口密集地に近く、リバプールから原材料を安く入手できる地域に立地し始めた。リバプールとマンチェスターは綿織物の販売センターとしての役割を果たした。集積の経済という外部経済が働き、織物産業が同地域に集積し始める。この外部経済は、熟練した織物工員の存在、特殊なサービス業、例えば、ブリーチ企業、機械製作工場、機械修理サービス工場などが同一地域に集積することによって生まれる。1838 年には、綿織物工場の 5 分の 4 は蒸気機関を動力源とするものであり、イングランドの全工場数 1600 のうち 1200 工場はランカシャー地域に集積していた¹⁴⁾。綿糸の価格は 1780 年から 1830 年にかけて 25 分の 1 に低下した。

Deane and Cole(1967)によれば、綿産業の近代化転換は 30 年以内に実現し、1770 年代に綿産業の国民所得に占めるシェアは 0.5%以下であったが、1802 年には 4~5%に、1812 年までに 7~8%を占めるように成長した。この時期にはすでに綿織物産業は羊毛産業のシェアを超える。1820 年には国内生産量の 60%を輸出し、イギリスの総輸出の 30%を占めることになった。1820 年代から第 1 次世界大戦までの間、綿織物産業はイギリス繊維産業の中で最大のセクターであり続けた。綿織物業は成立の初期から海外市場に大きく依存していたが、1830~40 年代までは国内市場の拡大の方が大きかった。それ以後、海外市場への依存度が急速に大きくなる。輸出比率は 19 世紀前半までは 50%前後であったが、19 世紀末には 78%にも達する。

表2.3 各セクターの成長率（年平均成長率％）：1700－183

	綿	ウール	建設	鉄	石炭
1700-60	1.37	0.97	0.74	0.60	0.64
1760-70	4.59	1.30	0.34	1.65	2.19
1770-80	6.20		4.24	4.47	2.48
1780-90	12.76	0.54	3.22	3.79	2.36
1790-1801	6.73		2.01	6.48	3.21
1801-11	4.49	1.64	2.05	7.45	2.53
1811-21	5.59		3.61	-0.28	2.76
1821-31	6.82	2.03	3.14	6.47	3.68

出所：Crafts(1994)

イギリスの経済発展を支えたもう一つの技術進歩は、製鉄技術の進歩である。Adams Darby(1709)による溶鉱炉での(木炭に代わって)コークス利用の実用化は、溶鉱炉を必要とする製鉄工場の立地条件を変化させた。つまり、原料である鉄鉱石と燃料である石炭の採鉱地に近く、水力を利用できる地域に製鉄工場を立地させた。Henry Cort(1784)による銑鉄から錬鉄を精錬する技術の革新は、コークスの利用と再加熱による精錬過程を可能とした。ワットの蒸気機関を利用することによって、木炭と水力を利用せずに錬鉄の精錬をすることができるようになった。このことは製鉄産業の立地条件に大きな影響を与えた。溶鉱炉の規模が大きくなり、生産が効率的になり、安価で高品質の錬鉄の生産が可能となった。スタッフォードシャー、ヨークシャー、および南ウェルズに製鉄産業が集積し始めた。織物産業と同様な外部経済が働いた。

この結果、高品質、安価な錬鉄の生産が急速に拡大し、1801年から1815年に価格が(鉄道線路用材鉄について)トン当たり22ポンドから13ポンドに低下した¹⁵⁾。さらには、水力機関や蒸気機関の製造コストが低下し、性能も向上した。ナポレオン戦争以後、コートの精錬方式は全ヨーロッパ大陸に浸透した。

イギリスは、以上のような技術革新の成果を経済全体に波及させる上で、経済地理上の優位性を持っていた。技術革新を遂げている産業が発展するためには、市場の大きさが拡大しなければならない。また、原材料が安価に入手できなければならない。周知のとおり、イギリスはオランダと同様な海運に適した地形、エネルギー源(石炭)と鉱物資源(鉄鉱石)に恵まれていた。市場の拡大は輸送インフラの整備が必要不可欠である。輸送コストが低下すればするほど、市場の規模は広がる。イギリス内陸部で海岸から70マイル以上はなれたところは存在せず、航行可能な河川からは30マイル以内でどこにでもいける。河川を航行可能するためには、つまり、輸送のための運河として利用するためには、投資が必要となる。1720年までに航行可能となった河川の長さは1000マイルを超えた。しかし、1750年までには、運河の時代は訪れなかった。1770年代に幹線運河が建設されるまでは、運河の有効性は認識されなかった。1770年代から主要な幹線運河が建設され、1800年までに運河網が完成した。

道路と運河による水運交通とは補完的な関係になる。人々は、郵便、穀物、食料品をもってあるいは動物をつれて、道路を歩いて市場に運ぶ。1780年まで、道路を改善するための公的投資は殆どなされなかった。道路を改善しようとするよりはむしろ、道路の使用に制限を加えるという方法が取られた。道路の建設は主として、地方の自治体の責任であった。ターンパイク法が制定されたが、地方の管財人が道路建設資金を固定金利で借入れ、道路通行料を徴収する方式であった。ロンドンから出発する幹線道路が最優先され、次に、主要な地方都市から放射線状に出発する道路が建設対象となった。1832年には、馬車便がロンドンとエディンバラ間を42時間33分で結んでいた。(1754年には、12時間かかった。)

ターンパイク道路や運河の建設のために投資された資金は、1750年から1780年には、イギリス国内の全投資額の40%を超えた。これらの輸送インフラの改善により、石炭の輸送コストが50%低下し、供給能力が改善し、市場がイギリス全土に広がり、市場の全国化が実現した。産業の地域集積化が進み、ロンドンに人口が密集し、貿易とサービス業の中心となる。

ところで、1820年では未だ、イギリスの一人当たりGDPがオランダよりも若干低い水準にあった。このことは、産業革命期の経済成長率がそれほど高くはなかったことを意味している。イギリス経済全体の高度成長が始まるのは1830年以降のことである。Deane and Cole以降の推計方法の改良から得られるデータからも確かめられる。1700年代にイギリス経済は二重経済であって、技術革新が進展した近代的セクター(織物、製鉄、建設などの部門)以外の製造業、農業や商業などの部門が経済全体の90%以上を占めていた。1760年の産業構造は、農業部門が37%、工業部門(製造業、鉱業、建設)が20%、その他の運輸・商業などの部門が43%を占めていた。1830年でも、それぞれ、23%、34%、43%となっている¹⁶⁾。

1760年で、技術革新が大きく進んでいた近代的セクター(織物、製鉄、建設)の工業部門全体に占め

るシェアは20%、経済全体に占めるシェアは4%にすぎない。1830年に、近代的セクターの工業部門全体に占めるシェアは50%と上昇し、経済全体に占めるシェアは17%に拡大する¹⁷⁾。産業革命期の近代的セクターの生産性上昇率は年1.8%であり、農業等の生産性上昇率は0.6%であった¹⁸⁾。この生産性上昇に伴う各セクターの生産量の拡大は以下の表2.4の通りであった。近代部門の生産量が拡大を続け、経済全体に占めるシェアを高めるとはいつても、シェアの大きさは急速には拡大できない。例えば、近代的セクターの成長率が4%で、農業等のセクターが年1%で成長する場合、50年後にようやく経済全体に占める近代セクターのシェアが3分の1になるにすぎない。

Crafts(1994)によれば、1780-31年における期間での経済成長は、経済史における従来の通説に比べてはるかに低く、実質国民生産の成長率は1780-1801年で1.32%、1801-31年で1.97%であったという。表2.1と表2.4を比較参照すると、その違いがよく分かる。表2.1はDeane and Coleの推計に依拠してMathiasが予想した値である。Craftsは、成長率が2%を超えるのは、1820年代以降の出来事であったと推測している。したがって、18世紀後半から成長率が上昇したことは確かであるが、18世紀の末にイギリスの経済成長が離陸したという主張は困難であると指摘されている。国民所得に対する投資比率は1700年に4%であり、1760年に5.7%、1780年に7.0%、1801年に7.9%と推測されており、18世紀後半での水準は1700-60年代に比較して1~2%程度の上昇にとどまっていた。投資比率が急速に上昇するのは、1820年以降のことである。

表2.4 実質国民生産の成長率(年平均成長率%):1700-1831

	1700-60	1760-80	1780-1801	1801-1831
農業	0.60	0.13	0.75	1.18
産業	0.71	1.51	2.11	3.00
商業	0.69	0.70	1.32	
貿易・運輸				2.13
地代・サービス	0.38	0.69	0.97	
ハウジング				1.53
対家計サービス				1.37
政府・その他	1.91	1.29	2.11	1.37
国民生産	0.69	0.70	1.32	1.97

注：1801年で分類が変更されている。

出所：Crafts(1994)

産業革命と呼ばれる理由は、近代的セクターにおける技術革新の急速な展開と当該産業の急成長による産業構造の変化だけではなく、各産業のみならず経済全体における社会的、組織的、そして文化的な変化が同時に起きた事実にある。機械化による工場制生産の進展はイギリス経済社会の環境を大きく変化させる事を引き起こす。例えば、家庭内綿織物生産を行う労働から、労働規律と規則に従う賃金労働者の出現は、労働することの社会的意味を変質させる。Cottage industryでは、労働の時間配分は労働者自らが決定することができるが、工場に出勤して賃金を受け取る労働者は工場が定めた労働規律に従うことを要求される。前者では、家庭と労働現場の分離は不明確であるが、後者では、家庭から労働現場である工場に毎日通勤するという社会的慣習を生み出す。このようにして、革命的な技術革新は人々の社会的な関係や生活慣習をも変化させることになる。

第3節 パックス・ブリタニカの時代(1830年から1913年)

3.1 経済発展の特徴

表1.1に拠れば、イギリスの一人当たりGDP水準は1820年に1707ドル、1870年に3191ドル、1913年に4921ドルと増大する。1820年ではイギリスの一人当たり所得水準はオランダの所得水準より若干低い、1870年にはイギリスの一人当たり所得水準はオランダを大きく凌駕する。イギリスの所得水準は1890年代に米国に追い抜かれる。1820年から1913年までの期間、ヨーロッパ諸国の一人当たりGDPは歴史上最高の率で成長する。表1.2によると、一人当たりGDPはヨーロッパ平均で、1820年から1870年まで年率0.95%、1870年から1913年まで年率1.32%で増大する。米国やオーストラリアなどのヨーロッパ系新興諸国は、それぞれの期間で、1.42%および1.81%とヨーロッパ平均を超える年率で成長する。日本を除いて、アジア地域の経済成長は非常に低い。日本の一人当たりGDPは、それぞれの期間で、年率0.19%および1.48%で増大する。

表1.3から推測されるように、1890年代まで、イギリスの労働生産性はヨーロッパ系諸国(オーストラリアを例外として)の中で最高水準を維持しているが、19世紀末に米国に抜かれる。表2.5から見て取れるように、イギリス製造業の世界に占めるシェアは1860年には19.9%、1880年に22.9%となり、最

大のシェアを占める。しかし、1900年には米国に追い抜かれる。

表2.5 世界全体での工業製品産出量のシェア(%)

	1750	1800	1830	1860	1880	1900
ヨーロッパ全体	23.2	28.1	34.2	53.2	61.3	62
イギリス	1.9	4.3	9.5	19.9	22.9	18.5
ハプスブルク王朝	2.9	3.2	3.2	4.2	4.4	4.7
フランス	4	4.2	5.2	7.9	7.8	6.8
ドイツ	2.9	3.5	3.5	4.9	8.5	13.2
イタリア	2.4	2.5	2.3	2.5	2.5	2.5
ロシア	5	5.6	5.6	7	7.6	8.8
米国	0.1	0.8	2.4	7.2	14.7	23.6
日本	3.8	3.5	2.8	2.6	2.4	2.4
第3世界	73	67.7	60.5	36.6	20.9	11
中国	32.8	33.3	29.8	19.7	12.5	6.2
インド・パキスタン	24.5	19.7	17.6	8.6	2.8	1.7

出所: Kennedy(1988)

この時期を通じた経済発展の主要な特徴は、まず第1に、技術革新の加速化に代表される。前半期には、鉄道技術が確立され、蒸気動力による機械化が進展する。後半期では、電気技術が登場し、鉄鋼技術および重機械工業の更なる革新が進展する。経営組織の大規模化にともなって、企業経営に関する革新が行われた。こうした技術革新の結果、経済発展を牽引した主導的産業 (leading sectors) は、前半期には、鉄道産業、機械産業、製鉄産業であり、後半期では電気産業、鉄鋼産業、重機械産業、化学工業などとなる。これらの詳細については、以下で考察する。

第2の特徴は、物的資本の急速な蓄積である。表2.6から理解できるように、イギリスでは、物的資本は1820年から1870年までの期間に年率2.61%、1870年から1913年までの期間に1.73%で拡大した。米国では、それぞれの期間で、5.46%、5.53%というように、急速に資本ストックが蓄積されている。こうした資本ストックの蓄積は新しい技術を体化しているもので、労働生産性を大きく上昇させることとなる。因みに、この期間両国とも、労働生産性の上昇率は1%を超えている。

表2.6 経済成長の要因分析(年平均成長率): 英国と米国の比較

	1820-70年 1870-1913年 1913-50年		
	英国		
GDP	2.04	1.9	1.19
人口	0.78	0.87	0.27
一人当たりGDP	1.25	1.01	0.92
労働生産性	1.16	1.13	1.66
天然資源	0	0	-0.68
総労働時間	0.85	0.76	-0.46
資本ストック	2.61	1.73	1.09
全要素生産性	0.15	0.31	0.81
	米国		
GDP	4.22	3.94	2.84
人口	2.89	2.09	1.21
一人当たりGDP	1.3	1.81	1.61
労働生産性	1.1	1.88	2.48
天然資源	1.41	0.01	0.01
総労働時間	3.09	2.02	0.35
資本ストック	5.46	5.53	2.01
全要素生産性	-0.15	0.33	1.59

出所: Maddison(1995)

第3の特徴は、人的資本の蓄積、つまり教育制度と労働技能の改善、とりわけ、企業経営と工学に関する専門教育の充実である。

経済政策の観点から見て重要な変化があった。ナポレオン戦争後、イギリスは重商主義政策から自由貿易政策に転換する。この結果、国際的分業が大きく進展し、国際貿易が急速に拡大を遂げる。例えば、イギリスの通商政策の主要な変化を見てみると、1846年に農産物輸入の保護関税の廃止、1849年に航海法の廃止という措置が取られている。また、1860年までに、イギリスはすべての貿易と関税に関する規制を廃止し、イギリスとフランスが Cobden-Chevalier Treaty に基づく自由貿易を開始した。フランスは同様の協定でベルギー、イタリア、スペイン、およびスイスと自由貿易を開始した。イギリスの自由貿易政策は、イギリス市場が世界全体の総輸入の4分の1を引き受ける(中心は食料と原料)ことを可

能とし、製品輸出に伴う技術進歩の国際的移転を促進した。例えば、豊富な資源を持つ北米やオーストラリアに対してはそうした資源を大量にイギリス市場に輸出することを促進し、これら新興諸国が急成長する基礎を提供した。これらの結果、イギリスは海運、短期貿易金融、保険の最大の提供者となった。詳細については以下で考察する。

自由貿易の拡大は安定的な国際金融システムを必要とする。この意味で、金本位制による国際決済は重要な制度である。イギリスは 1821 年から、金本位制を実施した。世界の大半は金本位制を採用する方向へ向かい、金本位制に基づく固定為替制度が定着し始める。1871 - 73 年に、ドイツは金マルク制を実施、1873 - 74 年にベルギー、フランス、イタリア、スイスはラテン通貨同盟(金フラン制)を実施、1875 - 76 年にはデンマーク、ノルウェー、スウェーデンがスカンジナビア同盟を結成し、1879 年に米国は固定金平価制を採用する。その後、1892 年にオーストリアが金本位制に移行、1895 年には日本が、そして、1897 年にはロシアなどが金本位制に移行した。

2.2 技術進歩と産業構造の変化

19 世紀前半までの産業技術の革新は科学上の進歩とは相対的に独立していたが、この時期以降は、科学上の進歩と産業技術の進歩との関係はより密接になる。この時期における産業技術の特徴の第 1 は、規模の経済の存在である。技術体系が複雑化し、個別生産技術間における相互依存性とネットワーク化および代替性と補完性という性質によって、ますます規模の経済が発揮される。特徴の第 2 は、大量生産の開始である。大量生産のためには、生産工程で投入される各部品を規格化、標準化することが必要となる。こうした新機軸は、ヘンリー・フォードによって自動車生産へ導入されることとなる。第 3 の特徴は、大学工学部や企業の研究機関における R&D の重要性が認識され始めたことである。この時期に、米国で MIT (マサチューセッツ工科大学) が研究開発に主導的役割を果たし始め、ドイツや米国の多くの巨大企業が独自の研究開発部門を創設する。

主要な技術革新は以下のようなものであった。第 1 に、輸送における革命的技術革新が起こった。鉄道や蒸気船が開発され、鉄道網や運河が完備され、物資および旅客の輸送コストが低下し、各地域および各国の市場が容易にアクセスできるようになった。

鉄道産業が発展するにつれて、鉄鋼の精錬技術の改良が進み、鉄鋼の大量生産が起こる。とりわけ、銑鉄利用から鉄鋼利用への転換がはじまる。これにつれて、鉄鋼産業が巨大化する。また、電気エネルギーの利用が進み、電気分解の工業化が実現する。これにより、化学工業が発展し、アンモニアやガソリンの精製プラントが建設される。以下、これらの産業について詳しく考察する。

蒸気機関や原初的鉄道は鉄道産業が発展する以前の 18 世紀にすでに発明されており、1800 年までに 200 マイルを超える鉱山軌道が敷設・利用されていた。蒸気機関の最初の発明は Thomas Newcomen (1712) による¹⁹⁾。これは熱エネルギーを機械エネルギーに変換する最初の経済的に応用可能な機械であった。炭鉱の排水動力源に最初に利用された。James Watt (1769) は燃料消費を低減させ、どこでも使用可能な、直線運動を回転運動に変化できる蒸気機関を発明した。このワットの発明により燃料効率を 4.5% 上昇することができた。ワットの特許が切れた後、高圧蒸気機関が Richard Trevithick (1802) によって発明された。この発明が蒸気機関車への利用を可能にした。これが可能になったのは、機械を生産するための機械、つまり工作機械産業における技術進歩、とりわけ精密加工技術の発展による。例えば、18 世紀末には、Henry Maudslay によって工作機械産業が確立されていた。1800 年初めに何人かの発明家が蒸気機関車の実用化を目指した。Robert Fulton (1807) は高圧蒸気機関を用いた蒸気船を実用化した。George Stephenson (1814) による蒸気機関車の実用化概念が最も優れていた。スティーブンスンの発明は蒸気機関におけるワットの発明と同じ意味合いのものであった。このスティーブンスンの蒸気機関車がイギリスの鉄道を走るようになる。

1823 年にイギリスの国会は公共鉄道法を可決する。1825 年に、Stockton と Darlington 間に敷設された鉄道線路を短い距離ではあったが、スティーブンスンが製造した蒸気機関車が走った。1829 年に開催された有名なレインヒル実験において、スティーブンスンが提案した蒸気機関車が優勝する。1830 年には、Liverpool-Manchester 間に鉄道線路が敷設され、商業鉄道が開業する。鉄道の敷設は最初石炭や鉄鉱石等の物資を輸送することを想定していたが、実際には旅客が急激に拡大した。鉄道建設は 1834-7 年と 1844-7 年の二つの時期にブームが来る。1839 年には、227 マイルの鉄道が建設され、1848 年には 1253 マイルの鉄道が敷設された。1851 年には、6802 マイルの鉄道路線が開業していた²⁰⁾。

イギリスでは、主要な鉄道網は 1840 年代に建設されている。この結果、イギリスで輸送インフラが完備し、輸送コストの低減に貢献した。鉄や石炭の価格が低減する現象が起こる。鉄道産業の発展は輸送コストを低減することを介して、イギリス経済のすべてのセクターで生産活動を刺激するという意味で重要であるだけでなく、鉄道産業の発展は経済全体を牽引する産業としても重要である。鉄道産業の

発展は、新たな雇用および資本の新しい投資先を創造するだけでなく、鉄道建設や蒸気機関車製造に必要とされる材料や部品に対する大量の需要を生み出す。この意味で、1840年代までに鉄道産業はイギリス経済の主要産業に成長した。1830年代の鉄道ブームでは、5千万ポンドの所得を創出し、40年ブームでは1億2千5百万ポンドの所得を生み出した。1846-8年の鉄道投資額は国民所得の5~7%（全投資の約半分、総輸出額の3分の2）を占めた。1860年代のブーム期には、鉄道投資額は総国内固定資本投資額の約25%を占め、1870年代でも10%以上を占めた。ブームのピーク時には、鉄道投資から生み出された雇用量は綿織物産業での総雇用量と同等水準であった。こうして鉄道産業での投資変動はイギリス経済の景気循環を引き起こす主要な要因となった。1848年のブーム期では、鉄道は錬鉄生産量の約50%を消費し、1850-70年代でも鉄の総生産量の約10%を消費し、鉄道用に輸出されたものを含めれば、20%を越えていた²¹⁾。この結果、鉄や石炭の価格は鉄道投資の変動に反応して変化した。鉄道業の収益は最初高かったが、鉄道建設が進むにつれて、次第に利益は減少した。鉄道敷設には、巨額の投資資金が必要で、資金調達とコスト計算の合理性が必要とされた。また、イギリスでの鉄道事業は民間部門が行っていたため、不合理性や不便さが目立った。そうした問題点を改善するためにイギリスでの鉄道事業が国営化されるのは1930年代になってからである。

ドイツと米国では、1840年代になって、鉄道建設が本格化する。米国の例を取り上げると、1850年代、60年代には、年間平均で新たに2千マイルの鉄道路線が追加され、1870年代になると、毎年ごとに5千マイルの鉄道路線が延長された。Chandler(1965)によれば、1860年代までに米国内で生産された錬鉄の半分を鉄道が使用し、1880年までには、生産された鉄鋼の4分の3が鉄道建設に使用された。米国での鉄道敷設は1890年までに完成する。その間、スエズ運河(1869)の開通や南北戦争(1861-5)が起こった。鉄道建設の初期では、米国での鉄道建設の投資資金の多くはイギリスからのものであり、鉄道用材料もイギリスからの輸入に依存していた。米国での鉄道網が巨大になるにつれて、投資資金のみならず企業家精神、技術革新や機械類までが米国独自のものになっていく。以下で考察するように、このような鉄道事業での巨大企業経営の経験はその後の米国産業の興隆に大きな影響を与えることとなる。

鉄道産業の発展はイギリスに機械産業の発展をもたらした。鉄道産業が発展するに伴って、大量の蒸気機関を生産するための工作機械の生産や機械工具の生産が必然化する。この結果、イギリスで重機械工業が重要な基幹産業として確立することとなる。このときすでに、機械部品の標準化も進み、様々な規格化された工作機械並びに規格化された紡績機や紡織機が販売されていた。広い意味では、機械の大量生産が行われていたとも言える。1870年までに、イギリスでは、16万7000人の労働者が重機械産業で雇用されていた。これらの労働者は2000箇所の機械生産工場（総計で4万2千馬力の蒸気機関を採用）で雇用されていた²²⁾。もちろん、この雇用量は綿織物産業や鉄道産業に比べれば少ないが、工場の機械化のための機械類や蒸気機関を供給するという工業化の観点から見ると、きわめて重要な意味をもつ。

1830年代にイギリスの造船業は米国に対して競争力を失っていた。しかし、重機械工業を確立したイギリスは、蒸気船への鉄製推進プロペラと鉄製外輪の採用を実現したことにより、造船業での技術的優位性を確保し、国際競争力を回復することに成功する。この造船技術における優位性がイギリスに造船業と海運業という二つの繁栄を誇った産業の興隆をもたらす。Mathias(1983)によれば、1890年までにイギリスは全世界の総船舶トン数の半数を超える船舶を所有し、1892年から1896年の期間では、新しい商船の80%はイギリスの造船所から生産された。イギリスの綿織物業や鉄鋼業などが19世紀後半から国際競争力を弱体化させる中で、造船業は第1次世界大戦まで繁栄を誇った。以下で見るように、この国際競争力を背景として、鉄製品や機械製品の輸出がイギリスの輸出総額の中で大きな割合を占めるようになる。さらに、この造船業の繁栄がイギリスの海運業の繁栄を支えていた。海上交易の多くがイギリスの船舶によって輸送されるということから、輸送サービスおよび保険・金融サービスから巨額な収入を生み出す。1849年の航海法の廃止もイギリスのこの競争力を弱体化させなかった。第1次世界大戦でドイツからの潜水艦攻撃によって相当数の商船に被害が出るまで、繁栄は続いた。

以上で考察したとおり、第1次産業革命の後半期は、鉄道輸送と海上輸送を両輪とする輸送革命でもあった。この時期の主導産業は言うまでもなく、鉄道産業、製鉄産業、蒸気機関や工作機械を生産する重機械工業、そして燃料を供給する石炭産業に代表されている。しかし、こうした産業の成熟は、同時に、自らに収穫逓減の時代をもたらす。別の意味では、新しい技術革新の到来を意味する。ここに登場する新しい産業は、電気産業、鉄鋼業、および化学工業である。これらの新しい産業は、イギリスでの発展に比べて、米国やドイツでより急速に発展する。

錬鉄は鉄鋼(steel)に比べて、機械部品や鉄道線路に使用されるとき、消耗や劣化が大きい。また、錬鉄は多くの用途で、強固さと弾力性が不十分であることが判明してきた。そうした事情から、安い鉄

鋼の生産が社会的に要請された。こうした要請に答えて、Sir Henry Bessemer は鉄鋼精錬技術の改良(1856)を行った。いわゆるベッセマー式製鋼法、つまりベッセマー転炉を用いた鋼鉄の大量生産方式が登場した。1860年代から70年代にかけて、イギリス鉄鋼業でベッセマー転炉導入のための投資ブームが起こる。1861-4年に、Siemens兄弟とMartin父子による技術改良が行われ平炉製鋼法が導入される。19世紀の大恐慌の時期(1873-96年)の20年間に、イギリスの鉄鋼生産量は4倍となる。1879年にPercy GilchristとSidney Thomasはベッセマーおよびシーメンズらによる製鋼法の欠点を改善した塩基性製鋼法を発見し、燐分を含む低品質鉄鉱石(当時ヨーロッパ大陸に大量に賦存していた鉄鉱石)を銑鉄の原料として使用できるようになった。このような製鋼技術の進歩発展は生産規模の大規模化を伴い、生産量の急増と価格の低下を引き起こす。1880年から1913年の期間に、イギリスでの鉄鋼生産量は130万トンから770万トンへ、米国では100万トンから3100万トンへ、ドイツでは70万トンから1890万トンへ拡大した²³⁾。イギリスの生産量の拡大に比べて、米国やドイツの方が格段に大きいことが分かる。また、Landes(1969)によれば、1860年代から1890年代中期までに、粗鉄鋼の価格は80から90%の間の大きさで低下したと推測されている。US Historical Statisticsによっても、1870年から1898年の期間で鉄鋼製線路の(トン当たり)価格は107から18ドルの水準に低下している。こうした鉄鋼価格の急激な低下に伴って、工作機械、機械工具、蒸気機関、自転車などの機械類、船舶、鉄道線路などで銑鉄・鍊鉄の利用から鉄鋼の利用への転換が始まる。

線路用鋼材のような汎用鉄鋼製品の大量生産が開始されただけでなく、特殊鋼の生産も始まる。1868年には、鉄鋼にバナジウムとタングステンを混合させると、硬度が強化された鉄鋼製工具が生産できることが発見され、1878年には、後に科学的経営学を提唱するFrederick Taylorが高速工作機械用の鉄鋼生産および冶金技術に関する新たな発見をした。さらに、1895年に、ベスレーム・スチールで、工作機械で採用されていた炭素鉄鋼に比べて5倍の速度の切断能力を持つ鉄鋼合金が生産される。この後、マンガン鉄鋼やステンレス鋼が生産されることとなる。

この結果、鉄鋼製品が利用される対象は、重機械工業、工作機械などの生産、建設資材や軍需製品のみならず、非常に広範囲な製品にまで広がる。多数の消費財の生産にも鉄鋼が利用され始める。とりわけ、缶詰用の缶がスズメッキした鉄鋼板(ブリキ)で作られ、缶詰産業が急速に発達する。また、大規模建造物の梁や桁にスチール板が利用され始めると、高層建築が可能となる。(電気エレベータが開発されたことも一因である。)1880年代に入ると、高層ビル、発電所、橋梁、工場などの大建築物のための鉄鋼製梁(steel beams)の生産が始まる。1910年には鉄製品の大部分が鉄鋼製品に変わる。

電気エネルギーの利用技術の劇的な進歩は、イギリスでの産業革命以上の大きな変革を経済社会構造に迫るものであった。電気エネルギーの利用方法は、大まかに分類すると、通信手段でのエネルギー源としての利用、照明のエネルギー源としての利用、そして産業機械などの動力源としての利用に分けられる。こうした利用を実現するためには、電気エネルギーを生産する技術が開発されねばならない。

最初に、通信技術における技術革新について概観する。電信(electric telegraph)技術の基礎的な開発は、1830年代に、S. T. von Soemmering, William Cooke, および Samuel Morse によって担われた。1839年に最初の電信線が開設されたとき、クックが発明した5針式装置が使用された。5針式電信は電線の敷設費が巨額になるということもあって、単針式の方法に改良された。単針式の電信を可能とする発明はモースによって行われた。アルファベットに対応させたモールス信号の開発に他ならない。最初の電信会社は(イギリスの)電気通信株式会社と呼ばれたもので、特許権と引き換えにクックが取締役の地位にあった。この会社は1855年までにイギリス国内に約7200kmの電信線を所有していた。

1845年に、ブレット兄弟はイギリスとフランス間で電信を始めるために、電信会社を設立する。ここから、海底電信の歴史が始まる。1851年に、ドーバーとカレー(フランス)間に海底ケーブルが敷設され、電信通話が始まった。これは始まるとすぐに失敗し、改良された電信ケーブルに置き換えられた。このケーブルはその後約20年間の長期にわたって利用された。電信ケーブルの絶縁と保護の技術および長距離通信での雑音除去の技術が早急に改良されなければ、電信通信網が十分には機能できないことが理解されてきた。この後、電子通信技術上の研究が大きく進むこととなる。1856年には、米国とイギリス間に大西洋海底ケーブルを敷設するために大西洋海底電信会社が設立され、1857年8月にアイルランドの西海岸から電線ケーブルの敷設が開始されるが、460kmも進まないうちにケーブルが切れて海底に流出する。再度敷設を試みるも、嵐に遭いケーブルを流出し、ケーブルも5回切断するという困難に直面し、計画の放棄が予想された。電線ケーブルの改良を重ねつつ3度目の試みで成功し、1858年8月に、歴史的偉業が達成される。ビクトリア女王とブキャナン大統領の間の電信会話が大西洋を超えて、実現したのである。ここに通信革命の夜明けを迎えることとなる。その後、国際間取り決めの必要性から、1865年に、国際電信連合(International Telegraph Union)が創設される。

1876年、Alexander Graham Bell は、電話(telephone)技術の特許をイギリスと米国で取得する。

ベルの発見は、ヘルマン・ヘルツホルムの研究に基づくもので、同時代に行われていた研究者の実験を追試して、音声の再生をする実験を繰り返し試行するなかから生まれたものである。1890年までに米国で22万8000台の電話が、1900年までに150万台の電話が使用されていたと推測されている。電話の登場はコミュニケーションの手段・形態を劇的に変化させるものなので、当然のこととして、工場や販売拠点を多数擁する大企業の経営管理に多大な影響を与えることになる。ここに通信革命が本格的に開始され、情報交換が人の移動を介さずに、瞬時のうちに可能となる時代がやってくる。

電気照明に関しては、1808年に、Humphrey Davyによって、アーク燈(アーク・ランプ)が発見されるが、高価な電池の利用を前提とするために広範な利用が実現されない。発電機の電気エネルギーを採用したアーク燈は1840年代に、W. E. Staiteによって工業化された。その後F. H. Holmesによって改良が重ねられる。ホームズの改良形アーク・ランプは、イギリスの多くの燈台で使用された。このランプは発電機技術が進歩を遂げたことによって使用が広まる。1875年以降、フランスで、多くの自治体や私的建造物でアーク・ランプが使用され始まる。イギリスではアーク・ランプの採用は遅れた。アーク・ランプも発電機も大陸から輸入する必要があったからである。その後、Paul N. Jablochhoff(1876)による交流アーク灯が発明される。米国では、1878年に、C. F. Brushによってアーク・ランプと発電機が製作される。しかし、アーク・ランプは手軽ではないので、白熱ランプの実用化を目指した発明が行われることとなる。白熱炭素繊維条ランプはJoseph SwanとThomas Edisonによって発明される。白熱ランプが登場したとき、その利用に関して相当の反対が起きた。しかし、1880年の終りには、エジソンの工場が米国で生産した白熱ランプも、スワンがイギリスで生産したものも好評で、繁栄を誇った。1881年末にロンドンのサボイ劇場に作られた照明装置は注目すべきものであった。1882年には、大英博物館、王立アカデミーなどにスワン・ランプが取り付けられた。1885年から19世紀の終りまでに白熱ランプの製造技術は着実に改良が重ねられ、生産費用は漸減した。その後、現代でも標準的なタングステン繊維条が導入される。

電気エネルギーの生産と利用に密接に関係する発明の中で重要なものは、モーターの発明(1821年)と発電機の発明(1831)である。モーターと発電機は、Michael Faradayによって、原理的に工業化可能であることが証明されていた。1832年、I. Pixiiはパリで永久磁石型発電機を公開した。この初期の発電機を企業として最初に製造したのはロンドンのE. M. Clarkであると言われている。1843年以降には、ライプツィヒのStoehrerがこれを改良した発電機を生産した。1863年にH. Wildeは自己励磁型発電機を発明、同時期に、Werner von Siemensも自己励磁による発電機を発明した。これらのタイプの発電機はダイナモと言われている。真の連続電流を発生できるような実用性のある発電機は、ベルギー人のZ. T. Gramme(1870)によって初めて作られた。1880年代には、発電機はヨーロッパでも米国での相当数製造されていたと言われている。製造されていた発電機はグラム型、もしくはその類似のものであった。(発電機技術発展の詳細は、C. Singer(eds., 1958) *A History of Technology*, vol. 5を参照のこと。)

1880年頃までには、工業用の動力源としての電気エネルギー、一般用の照明用の電気エネルギーとして、電力を供給する発電所の必要性が高まってきた。このとき、小単位の容量で発電すべきか、または大容量で発電すべきであるかという対立が生じた。また、配電する電流を直流にすべきか、交流にすべきかという論争が起こった。これらは、社会のインフラ建設に関わる法制度の創設と整備に非常に深く関係しているが、この問題については、ここでは触れない。こうした議論の中で、フェランティは高圧送電を主張し、デトフォード発電所から1万ボルトの電力をロンドン全域に送電する計画を立て、1889年に電力の送電を試みた。その一方で、小容量の発電所も建設されるという並存状態がイギリスでは続く。イギリスのフェランティ、ゴードンなど、米国ではウェスティングハウスやテスラなどが交流送電を主張し、ケルビン卿やエジソンらは直流送電を主張した。1893年に、ナイアガラ瀑布発電計画でウェスティングハウスの交流発電機と高圧送電の提案が許可されることで、交流送電方式が勝利する。この後、電動機などの様々な産業機器が交流電流を電源として開発されていくことになる。

ところで、発電所から送電される電力の初期の最も主要な需要者は市中の軌道電車、特には地下鉄、であった。こうした事情が電力会社を設立する主要目的の一つであった。(例えば、日本の場合がそうである。) 1884年までに、フランクフルトとグラスゴーで軌道電車が運行される。1900年頃までには、大きな都市の大部分で電気式軌道電車が運行を始めた。

そして、家庭、事務所、工場、街路、公共の建物のすべてで電化が始まる。20世紀初頭から急速な電化の様子が見られる。動力源として蒸気機関に替わり、電気モーターなどが採用され始めると、工場の設計や配置に大きな影響を与える。新しい工作機械、工具および設備が必要とされ、設備や工具の配置に関わる工場設計に新しいパラダイムの登場を促す。さらには、電車による通勤、夜間照明の簡易さなどによって、社会生活環境が大きく変化する。電気エネルギーの利用は、生産システムを激変させるの

みならず、経済社会構造を大きく変換させ、蒸気機関と鉄道の発明が与えた以上の大きな影響を社会経済に与えることになる。この論点については、別稿で詳しく考察したいと思う。

電気エネルギーの利用が広範化するにつれ、他産業に関連する技術革新の波が起こる。多様な応用や性質を持つ新しい産業材料や鉄鋼製品との相互依存性が深化する。例えば、銅の電気精錬による生産は、1870年代に、サウス・ウエルズで小規模ながら始まり、1890年代には、生産規模が大型化する。また、1887年に、アルミニウムの電気精錬技術が米国とフランスで同時に発見され、工業化が可能となる。1888年には、塩素の電気分解技術が発見され、重化学工業が急速に発達し、塩素化合物の新しい応用領域が開拓されていく。1880年代に、電気溶解炉が開発され、炭化カルシウムからアセチレンを生産するために初めて採用される。1890年代には、合成炭化珪素の生産が可能となる。こうして、電気エネルギーの他産業への応用が始まり、とりわけ、電気分解技術が本格的に登場すると、電気エネルギーを利用した銅とアルミの電気精錬による生産が本格化し、電気化学工業が急速な発達を開始する。これは、電気工業と化学工業との融合を意味し、学問的には、別々の学問として発展してきた電気学と化学とが融合し、そうした学問上の融合的進歩が必要となってきたことを意味する。こうした工業技術上の要請に対応できるような教育制度上の整備が電気化学産業の発展には必要不可欠となった。この点で、イギリスはドイツや米国と比べて深刻な問題を抱えることとなる。

2.3 イギリスの国際貿易と国際収支の変化

イギリスの経済発展にとって海外市場は戦略的に見て大きな意味があった。下で見るように、海外市場は工業生産物の輸出市場であると同時に、原材料および食糧品の供給源であった。18世紀の期間で、イギリスの国民所得が3倍以下の増加であったのに対して、輸出額は5倍に増大した。Deane & Coleの推計によると、17世紀末での輸出額は国民所得の5~6%であったが、19世紀初頭までに工業製品輸出額は14%前後に達した。もちろん、輸出の伸びは所得の増大を上回っていた。19世紀前半期で、輸出額は国民所得の9~11%であった。1870年代に輸出は国民所得の約23%と最高水準に達し、1880年代に輸入は国民所得の約36%に達した。1880年代の大恐慌期にイギリスの輸出は海外諸国から大きな挑戦を受ける。これ以後、イギリス製品の輸出比率は低減傾向に入り、第1次世界大戦までの半世紀に、国民所得の15%から21%の間を変動する。他方で、輸入は国民所得の29%から32%の間を変動する。

綿織物業や製鉄業などでの技術革新を反映して、19世紀初頭から1830年代までの期間に、イギリスからの総輸出量は4倍に拡大する。イギリスからの輸出の成長率の変化を歴史的に見てみると、18世紀前半までは、輸出の成長率は1%を大きく超えることはなかった。1800年前後の頃に、輸出の増加率は2%を超え出す。1820年代頃から急激に拡大し、1821年~81年の期間での平均成長率は4%を超えて拡大する。しかし、20世紀初頭には平均成長率は2.5に減少する。第1次世界大戦以降の戦間期には1%前後に急減する²⁴⁾。

産業革命に伴ってイギリスからの輸出品の構成にも大きな変化が生じた。18世紀初頭、イギリスの最も重要な輸出品はウール製品であり、ウール製品の占める割合は総輸出の3分の2程度であった。産業革命によって工業製品が安価に生産されるようになる18世紀の末頃には、その割合は27%以下になる。それでも、18世紀末でのウール製品の輸出額は綿製品の2倍を超えていた。ナポレオン戦争以後になると、綿製品の輸出額がウール製品の輸出額の2倍となり、イギリス総輸出の40%を超えるシェアを占める。下表に見られるとおり、1830年に綿製品の輸出シェアはピークを迎え、総輸出の50%を超える占有率となる。1830年まで、繊維製品の輸出はイギリスの総輸出の約70%を占めていた。

表2.7 イギリスの輸出構造の変化:1830 1950 (構成比%)

	1830	1850	1870	1890	1910	1930	1950
綿製品	50.8	39.6	35.8	28.2	24.4	15.3	7.3
ウール製品	12.7	14.1	13.4	9.8	8.7	6.5	6.5
リネン糸と製品	5.4	6.8	4.8	2.5	-	-	0.9
シルク	1.4	1.5	0.7	1	0.5	0.3	2.3
アパレル	2	1.3	1.1	1.9	2.9	3.5	1.6
鉄・鉄鋼製品	10.2	12.3	14.2	14.5	11.4	10.3	9.5
機械類	0.5	0.8	1.5	3	6.8	8.2	14.3
石炭等	0.5	1.8	2.8	7.2	8.7	8.6	5.3
陶器・ガラス類	2.2	1.7	1.3	1.3	1	2.1	2.5
乗り物*	-	-	1.1	3.5	3.8	9	18.6
化学品	-	0.5	0.6	2.2	4.3	3.8	5
電気装置	-	-	-	-	-	2.1	3.9

*:馬車、船舶、自動車、自転車、航空機を含む

出所: Deane and Cole(1967)

鉄製品が輸出品の重要な項目となったとはいえ、1830年の輸出に占めるシェアは10%を超える程度であった。1830年以後、綿製品の輸出に占める重要度は低下を始める。それでも、1870年までは、繊維製品の輸出シェアは50%を超えていたが、20世紀に入ると綿製品の輸出シェアは25%以下となる。鉄製品の輸出シェアは19世紀末から20世紀にかけて15%を超えるようになるが、20世紀に入るとそのシェアは低下し始める。鉄製品に変わって、機械類や船舶などの乗り物の輸出シェアが上昇し始める。以上の輸出品構成の変化は明らかに技術革新に伴う産業構造の変化を反映している。

イギリスへの輸入に占める品目構成の変化について見てみる。18世紀初頭、イギリスの輸入の3分の1以上は原材料（布材料、原糸や染料など）で占められ、3分の1が食料、飲料、タバコ等で占められ、残り3分の1は布製品などによって占められていた。当時、イギリスへの輸入の30%近くは再輸出されていたと推測されている。1840年までに、織物産業が輸出と同様に輸入においても重要な産業となっていた。輸入の約30%は織物産業関連の品目（原材料や半製品材料など）で占められ、製品輸入は無視しうる程度の大きさでしかなかった。食料、飲料およびタバコなどの品目が総輸入の40%を占めていた。この頃には、再輸出のための輸入はそれほど重要な項目ではなくなった。

1840年以降、イギリスの輸入構造は大きな変化を見せる。19世中頃では、繊維産業など関連の原材料輸入が50%を超える輸入シェアを占めていた。このことはイギリスでの産業革命が海外からの原材料の供給に大きく依存していた事実を明らかにしている。しかし、原材料品目の輸入に占める重要性は20世紀にかけて低下し始める。1860年から1880年にかけて、イギリスの食糧等輸入は大きく拡大する。1870年に、穀物消費量の約37%、チーズとバター消費量の約半分、肉類消費量の約20%は海外から輸入されていた。イギリスの特化、つまり脱農業化、および食料の安価な供給は新世界における農業生産の拡大によって可能になっていた。イギリスの国際貿易量は4%を超える成長率で拡大し、製品貿易に占めるイギリスのシェアは1854年で40%以上を占め、1880年で38%を占めていた。19世紀の後半から、イギリスの製品輸入が拡大し始め、1900年では製品輸入は25%以上の輸入シェアを占めるにいたる。これはイギリスの自由貿易政策の結果である。米国等から大量の食糧品を輸入すると同時に、米国やヨーロッパ大陸から完成品を大量に輸入した。この結果、イギリスの世界貿易の製品輸出に占めるシェアは28%程度に低下する。とはいえ、国際貿易そのものは全体として拡大を続けていた²⁵⁾。

イギリスの国際収支を観察すると明らかになる通り、商品貿易の占める割合はサービス貿易に比較して大きいわけではない。1688年以降、イギリスのサービス貿易からの収入は国民所得の重要な構成要素であった。イギリスの商品貿易は受動的な性質のものであった。当時の経済データの入手は困難であるので、推測の域を得ないが、グレゴリ・キングによれば、1688年、輸入額は7.1百万ポンド、輸出額は4.3百万ポンドであった。国際貿易に伴う手数料、輸送料および海外からの利潤などからの収支は3.5百万ポンドであって、商品貿易収支の赤字分2.8百万ポンドを超えていたと推測されている。当然、經常収支の黒字分は海外への投資となる。

18世紀の全期間を通して、イギリスは植民地に相当量の海外投資を行った。18世紀の末までに、植民地への投資から得られる収入は多大な額であったと推測できる。こうした海外から得られる所得の存在が産業革命で必要となる投資資金として重要な役割を果たしたのか否かについては、不明である。とはいえ、新しい産業の興隆、とりわけ海外からの原材料の供給に依存した産業の発展にとって、海外市場での所得の存在は非常に重要であった。新しい技術への投資が調達されるためには、その技術によって生産される商品が海外で大量に販売できるという予測を必要とする。さらに、例えば、綿織物生産に必要な材料を大量に購入するためには、經常収支の黒字が重要となる。こうした意味で、海外市場の開発並びに海外経済活動からの安定した利潤を獲得してきた100年以上にわたるイギリスの経験は、産業革命期に必要な投資資金の調達を容易にする環境を提供してきたといえる。

表2.8 イギリスの国際収支:1816-1913(単位:百万ポンド)

	財貨の貿易 収支(a)	輸送収入 (b)	利潤・配当・ 利子など(c)	保険・手数料 収入など(d)	移民・旅行 者・政府など	サービスなど貿易外 収支(b+c+d+e)	経常収支
1816-30	-11	9	9	2	-3	18	7
1831-40	-18	8	13	4	-4	23	5
1841-50	-23	13	17	4	-6	28	6
1851-60	-34	23	29	7	-8	51	17
1861-70	-62	40	51	12	-9	94	32
1871-80	-94	53	86	16	-11	144	50
1881-90	-94	59	106	16	-11	169	75
1891-00	-147	60	128	16	-11	193	46
00-1910	-161	80	173	20	-16	258	98
1910-13	-153	90	185	35		310	157
1920-29	-328	153	234	64		450	122
1930-34	-328	78	174	49		301	-27

出所: Deane and Cole(1967)

上記の表は Deane and Cole(1967)の表 11 および表 12 を単純化したものである。イギリス国際収支の際立った特徴は、財貨貿易以外のサービスや海外投資からの収支 (the balance of invisible trade) の大きさである。現代の国際収支表で言い換えると、サービス収支および所得収支の合計収支に相当する項目であるが、この合計収支は、1930年代まで、一貫して貿易収支の赤字の大きさを埋めて余りある大きさだった。サービス収支および所得収支の項目での純受取額は、19世紀前半で、海外からの総収入額の25から30%であり、第1次世界大戦までの40年間には、35から40%にもなっている。再輸出からの収入額は、18世紀末に最も大きくなり、海外からの総収入額の18%であったが、19世紀末には12から12%に減少する。上の表から分かるように、海外への資本流出が国際収支上で重要になる時期は1850年代に入ってからである。資本の海外流出額は、1880年代および第1次世界大戦直前期には、国民所得の約6.5%にもなるが、時代によって変動し、国民所得の2%に減少することもあった。いずれにせよ、19世紀後半から20世紀初頭にかけて、イギリスの海外投資は過去の海外投資から得られた利潤や金利等によって賄われた事実が浮かび上がってくる。海外からの利潤、金利および配当金受取額は一貫して海外への新投資額を上回っている。さらに、1830年代から1850年代までの期間、こうした海外投資からの収入は産業革命に伴って必要とされた国内投資額の多くを賄うのに十分な大きさであった。これ以降、海外からの収入の半分以上を海外へ再度投資することが可能であった²⁶⁾。

2.4 ドイツと米国における化学工業、鉄鋼業および電気工業の隆盛

19世紀初期の化学産業はアルカリ貿易と称されるように、主としてソーダ(通常の意味は炭酸ナトリウム)と硫酸の生産をしていた。ソーダおよび苛性ソーダ(水酸化ナトリウム)は繊維工業の発達に伴って需要が増大していた。その中心的な技術は、発見者の名前に因んだ名称のルブラン・ソーダ法(Leblanc system)と呼ばれるソーダを生産する技術であった。硫酸はルブラン法によるソーダ工業の発達に比例して必要となった。硫酸は、さらに多くの他の用途、特に肥料としての過リン酸塩を製造するために非常に大量に必要とされた。ルブラン・ソーダ法は、塩と硫酸を反応させて硫酸ソーダ(硫化ナトリウム)を作り、さらに石炭と石灰石と共に加熱して、主としてソーダと硫化カルシウムからなる「黒灰」を生産するものである。ソーダは「黒灰」を水に浸漬して抽出される。硫酸ソーダが生成されるとき、塩酸ガスが有害な副産物として出てしまうが、塩酸はそれ自体の用途のほかさらにさらし粉を生産する原料としての塩素を含んでいる。さらし粉は石灰と塩素とを結合させて作る。さらし粉は繊維工業、製紙工業、などに大量に用いられていた。

イギリスは1820年代から、このルブラン法を採用したソーダの大規模生産を開始する。塩の輸入関税を削減して以後、イギリスのソーダ生産量はフランスの生産量の3倍となる。イギリスは1830年代から1880年代までアルカリ産業の中心であった。ルブラン・システムの様々な改良がイギリスでなされたが、Ernest Solvayによって発見されたアンモニア・ソーダ法の経済的優位性を覆すことはできなかった。1890年になっても、イギリスでのアルカリ生産量の3分の2はルブラン技術によっていた。

アンモニア・ソーダ法は、アンモニアを水と炭酸ガスに結合して重炭酸アンモニウムを作り、ついで、これを食塩と反応させて塩化アンモニウムと重炭酸ソーダをつくる方法である。重炭酸ソーダは比較的不溶性なので、沈殿物として溶液外に取り出されて、加熱されてソーダが生産できる。ルブラン法はアンモニア・ソーダ法に比べて、はじめから大きな欠点を持っていた。ルブラン法は不潔で、処理の困難な多量の不快な廃棄物を生じ、その上多量の燃料を必要とした。これに比べて、アンモニア・ソーダ法は、清潔で、不溶性の廃液も生じないし、燃料もルブラン法の半分で済む。ルブラン法が最初に実用化され

た理由は、アンモニア・ソーダ法には数多くの技術的困難があり、その克服に長い時間を要したからである。1880年代以降、ソーダ生産でアンモニア・ソーダ法がルブラン法に取って代わり始め、1900年代に入ると、全世界のソーダ生産量の9割はアンモニア・ソーダ法によって生産されることとなる。

19世紀初頭から半ば頃まで、化学産業での発見の多くは発明企業家あるいは個人発明家であり、彼らは新発見を企業化しようと試みた。その中には、ダイナマイトを発見したスウェーデン人のAlfred Nobel、アニリン染料を発見したWilliam Perkin、アンモニア・ソーダ法を開発したベルギー人のErnest Solvayなどがある。これらの発明家は莫大な富を築いた。彼らによって創建された企業はその後より大きな企業にグループ化されたり、独立系企業として存続する。しかし、19世紀後半になると、研究開発のために必要となる実験施設の規模は、才能豊かな化学者個人の資金的管理的能力をはるかに超える大ききさとなる。科学的工学的教育を受けた化学者や化学工学者たちの組織的な研究開発が必要とされる時代がやってくる。正式な科学的工学的教育を受けた専門家たちの組織的な研究開発を効率的に実行する環境はむしろドイツの伝統に適していた。Bayer、Hoechst、およびBASF(Badische Anilin und Soda Fabrik)は企業内 R&D 研究施設を世界最初に設立した企業であった。1840年のギッセンの化学教授リービヒ(Justus von Liebig)による『農業と生理学への応用における有機化学』の出版以降、20世紀後半に花開く化学工業の基礎となる近代有機化学がドイツで誕生する。この特徴について以下若干の言及をする。

19世紀前半までは、理論科学や応用科学が急速に発達を遂げるが、染料の化学的な合成・生産が試みられた形跡はない。当時、染料はすべて植物や昆虫から抽出する天然染料で、その数は中世以来増加していなかった。繊維産業が巨大な規模になったにもかかわらずというよりは、巨大になったためにこうなったともいえる。当時の代表的化学者達は繊維産業とは基本的に無関係であり、繊維産業が理論化学に及ぼした影響は小さいのであって、その結果、染料技術が19世紀の大部分に渡って天然染料に依存せざるをえなかった。最初の合成染料の発見は、天然の解毒剤を合成しようと試みて、不成功に終わった偶然の結果であった。

August von Hoffmanの門下生の一人、W.H.Perkin(当時18歳)が、1856年に、アリル・トルイジンからキニーネを作ろうとした実験で、天然染料に代わるアニリン染料を偶然発見する。ホフマンはリービヒの助手を勤めた後、ロンドンの王立化学大学校の校長に任命され、若い化学者達を引き付けていた。彼は1865年にはベルリンの化学教授としてドイツに帰国する。パーキンの発見したアニリン染料のスマイレ色はフランスではフジ色といわれた。フジ色染料によって提起された理論的問題は、他の化学研究者をアニリンやその同類物の研究に引き付けることとなった。1959年に、マゼンタ(アニリン赤)が発見され、ローザニリン青も同時期に発見される。その後、アニリン黒が発見され、染色化学上で重要なジアゾ反応も発見される。染料工業で主要な原料の一つはコールタールから得られるベンゼンである。ベンゼンを硝酸と硫酸で処理するとニトロベンゼンが得られ、ついでこれを還元すると、アニリンになる。こうして染色工業の基礎がイギリスを中心として形成されていく。イギリスは合成染料の生産をいち早くスタートさせるが、これは研究の多くがイギリスに滞在したドイツ人化学者によって行われたことによる。これらのドイツ人化学者たちは1865年から1880年の間にドイツに帰国し、ドイツ染料工業の発展を促進させることとなる。

これ以降、ドイツの化学者たちは人工染料の開発に積極的に取り組み、染料化学における新しい発見の大部分がドイツ国内で実現されることとなる。1860年代に、ホフマンとケクレは染料の分子構造式を定式化した。1869年に、カロがグルーベとリーベルマンと共同でアカネ染料に替わるアリザリンの合成に成功する。パーキンも同時期にアリザリンの合成に成功するが、1日遅れで特許が取れなかった。このイギリスでのアリザリンの発見が、個人発明家による新しい生産技術発見の最後を飾ることとなる。その一方で、化学上の発見におけるドイツの覇権を確立する過程が始まる。1874年には、パーキンはドイツとの競争に勝つことができないと判断して、工場を売却し、理論研究にのみに専念した。

1880年にAdolf von Baeyerによってインディゴの人工的合成が発見され、さらにBASF社で硫化銀を触媒としたインディゴ合成が可能となる。これによって、人工的に合成されたインディゴが自然品にとって変わり始める。20世紀初頭には、合成インディゴはほとんど完全に天然インディゴを駆逐してしまう。また、1897年に、BASFで触媒作用過程に基づく硫酸の生産技術が開発される。これにより、ドイツでは触媒過程による生産技術が確立され、Fritz Haberによるアンモニア生産技術、Carl Boschによる硝酸生産技術の開発などが続く。こうして、ドイツは、20世紀初頭には、アンモニア、硝酸塩および硝石を自国内で自給する技術を確立することができた。

19世紀末には、ドイツとスイスの化学産業は技術上の優位性と市場の主導権を確保しており、全世界生産量の80%を占めていた。スイスのCIBAやGeigyはBASFと密接な関係を保ち、ドイツから基本的化学品と材料を輸入していた。スイス企業はとりわけ高品質の染料と薬品の生産に特化し、生産量の93%

を輸出していた²⁷⁾。米国でも、化学工業が発達し、ダウ・ケミカル社 (Dow Chemical)、ユニオン・カーバイド社 (Union Carbide) などの大企業が登場する。電気化学の生産物は主として塩素と漂白剤などの塩素化合物であり、これらの生産には安価な電力が必要とされ、米国には安価な水力発電を可能とする資源が豊富に存在していた。また、同時並行的に、熱分留方式による石油精製技術が開発されて石油化学工業が米国で発達するが、これについては自動車産業との関係で考察することが必要なので、別稿に譲る。

ベッセマー転炉による製鋼技術確立以降の技術革新の進展によって、米国とドイツの鉄鋼生産量がイギリスに比べて相対的に加速化する。ベッセマー転炉への過剰投資によってイギリス鉄鋼業は、シーメンズ平炉やトマス炉の導入等に投資する余裕がなかった。また、米国やヨーロッパ大陸諸国が鉄鋼輸入に対する保護関税を課したことにより、米国やドイツでの鉄鋼生産量の急速な拡大が可能となった。生産量の急速な拡大は新しい技術革新を体化した資本設備を導入することを容易にした。他方で、イギリス鉄鋼業での資本設備は新しい技術を導入できず、古いままであった。米国とドイツでは、上記の技術革新を積極的に活用すべく、経営管理の革新をも併せて行った。

19世紀後半における技術革新は規模の経済を生み出し、そうした技術を採用する電気工業、化学工業、鉄鋼産業などでは巨大企業の優位性が明白となってきた。巨大企業の誕生は経営上のそして組織上の革新を伴った。新しい通信手段、つまり電信電話を活用することを前提として、様々な場所に工場を立地させ、原材料、部品および機械類の生産と流通を効率的に管理する企業組織を生み出した。ヨーロッパ大陸で最大規模の企業といわれたドイツのエッセンにあった Krupp 社は、ドイツ国内とスペインに鉄鉱山を所有し、エッセンに製鉄工場と軍事工場、キールに造船所を所有していた。また、製鉄会社であり電気機器メーカーでもある Siemens 社は、1895年に4000人の従業員、1912年には57000人の従業員を擁していた。このような規模の企業経営は明らかに一人の企業家による管理能力を超えて、階層化された専門的経営管理者群による組織的管理の役割を必要とする。イギリスに特徴的な綿織物企業などに見られた経営は、生産現場の管理運営を経験豊かな熟練工にすべて任せるという形態、あるいはそうした請負契約の上に成り立っていた。新しく登場した経営システムは、専門的教育を受けた職業的マネージャーないしはエンジニアによって管理される事業部門を階層化した構造となっている。この新しいシステムの原初的な姿は鉄道産業の発達と共に現れてきていた。この事実は Andrew Carnegie が自ら創業した製鉄企業 (United steel 社) でコスト計算の経験を製鉄企業の経営方法に活用したことで知られている。とはいえ、新しい経営システムへの本格的な革新は、鉄鋼業、重化学工業、電気工業などでの巨大企業の登場以後のことになる。電気産業では、Westinghouse, General Electric, Siemens, AEG などの巨大企業が、化学工業では、Dow Chemical, Union Carbide, Bayer, BASF などが、鉄鋼産業では、Bethlehem Steel, Carnegie Steel などの巨大企業が登場する。これらの巨大企業では、投資資金が巨額化し、経営規模が巨大化すると共に、新技術を吸収し、製品開発競争に生き残るため等々の要請が生まれ、これらの経営戦略を組織的に遂行しなければならない。経営管理革命の必要性から、テイラー主義が登場し、古い管理方法から新しい管理システムへの移行が起こった。コスト会計、生産工学、販売管理、研究開発、人事管理、広報管理、市場調査などの概念が経営管理の手法に導入された。言ってみれば、経営官僚制という組織革新が起きた。

独占的企業の誕生は、必然的に、その独占的利潤を維持・拡大するために、独占企業間の共謀と結託という動機を生み出す。つまり、規模の経済が存在する産業では、独占的企業間での世界市場の分割とカーテル化の傾向が現れてくる。電気機器産業では、特許権の複合問題から、とりわけその傾向が強くなり、GE と Westinghouse が国内市場で独占 (複占) 的取り決めを行ったこと余りに有名な話である。国際市場では、GE とドイツの AEG が市場分割を実践した。世界全体における輸送と通信のネットワークが整備されるに伴って、巨大独占企業は、単純な輸出という方法だけではなく、原材料の安定的確保のための垂直統合を多数の国々で行うと同時に、多くの国々に生産工場や販売拠点を設立し、全世界的規模で操業し、そうした操業のための資金調達も世界的規模で行うことになる。これが 20 世紀初頭における新しい産業 (鉄鋼業、電気工業、化学工業など) の発展過程の別の姿でもある。

以上のような新しい産業が米国とドイツで急速に発展を遂げつつある事情を背景として、1870年代以降、米国での工業製品産出高の成長率はイギリスの2倍以上となり、ドイツでの成長率もイギリスのほぼ2倍となる。この時期イギリスでの国内投資率が急激に低下したという事実はないが、新興工業国になりつつある米国およびドイツに比較して投資の対 GNP 比率が半分以下の水準に留まっていた。造船業、重工業、軍事産業などの旧来産業は強固な国際競争力を発揮していたし、食品加工や流通業も繁栄を続けていた。しかし、新しく登場しつつある産業 (電気機械、化学工業、鉄鋼など) を成長・確立するための投資がイギリスでは低水準にあった。19世紀末から20世紀初頭にかけて、イギリスから米国やドイツに工業生産の主導権が移行した原因については、今までの研究の成果として、以下の3つの要因に

集約できると思われる²⁸⁾。

一つは、米国およびドイツでは、上で説明したようなテイラー主義に基づく経営管理手法を取り入れ、企業経営に組織革新を実行できたことにある。生産請負制度と熟練職人に生産管理のすべてを委託するというシステムはイギリスの伝統として長く続いた特徴である。テイラー主義がイギリスあるいはフランスで大きな影響を持ち始めるのは、第1次世界大戦以後のことである。第2の理由は、米国やドイツでは教育制度上で、新しい産業や技術に対応すべく教育制度を革新したことである。例えば、米国ではMITに代表される工科大学が、ドイツではTechnische Hochschulen等に代表される理工系大学が戦略的に設立された。イギリスの伝統的なオン・ザ・ジョブでの教育と訓練は確かに第1次産業革命期には有効であったか知れない。しかし、19世紀半ば以降の科学と工学が融合した技術革新に対応する能力を身に付けるためには、従来の技能教育を超えた専門的教育を目指した制度的な教育改革が必要であったが、当時のイギリスの教育界や産業界から、そうした要請は出てこなかった。第3に、イギリスでは従来の思考方法から貯蓄を海外に投資したため、新しい技術に対応する投資が遅れ、新技術に対応する機械設備での効率的生産や新技術での生産拡大ができなかった。ドイツのSiemens社やAEG社が8万人前後の従業員を雇用しているとき、イギリス国内では1万人を超える従業員を雇用する電気機器メーカーは存在していなかった。電気産業、鉄鋼、化学工業などでは規模の経済が重要で規模拡大が必須であったにもかかわらず、1900年代初頭のイギリスでは、国内資本形成の50%を超える額が、海外に投資されていた。

20世紀初頭には、ヘンリー・フォードによる自動車の大量生産が開始されるが、自動車産業の発展については、次章に委ねることにする。また、電気機械産業の発展についても、次章で考察する。

終わりに

イギリスでの産業革命時期の経済成長率を巡っては、今日でも論争が続いている。例えば、1760年から1830年の期間におけるイギリスでの工業部門の生産高の成長率に関して、二つの見解が対立している。一つはイギリスでの技術革新は主として綿織物産業と製鉄産業での生産性を上昇させたのであって、従来主張されたほどには産業部門全体の生産性を急上昇させたわけではないと主張している。これはCrafts-Harleyの見解という。他方の論者は、Deane and Coleなどによる推計の方が産業革命の姿を正確に表現していると主張する²⁹⁾。しかし、この見解の相違はイギリスに起きた産業革命の位置付けを訂正させるような性格のものではない。Landes(1969)が指摘したように、産業革命と呼ばれる理由は、革新的技術が登場したということだけではなく、そうした技術の登場がイギリスひいては全ヨーロッパの経済社会システムを根本的に変質させる性格のものであったからである。

イギリスでの産業革命時から20世紀初頭に至る世界経済の発展過程と技術革新の関係について大まかな全体像が得られたと思う。18世紀以来の技術革新過程では、極めて革新的な技術の登場は突然出現するものでもなく、また、単発的に出現するものでもないことも理解できた。革新的な技術は大きな波のうねりのように、多数の改良技術を継続的に引き起こしつつ、伝播波及する。革新的な技術が新しい産業を産出し、この新しい産業が主導セクターとなって国民経済の成長を牽引していくための条件が何であるかについても、ある程度明らかになった。この条件は、産業革命がオランダで起きずに何故イギリスで起こったのか、化学工業や鉄鋼産業がイギリスではなく米国やドイツでより大きな成功を遂げたのは何故か、という問題に答えることを通してより明確にできると思われる。化学工業や鉄鋼産業がイギリスではなく米国やドイツでより発達を遂げたのは何故かという問題は十分に解明されているとは言いがたく、議論の余地がかなり残されている。この意味で、19世紀末から20世紀初頭にかけて、イギリスにおける教育制度および資本市場の実態を米国およびドイツでのそれらと比較吟味することが必要だと思われる。こうした案件はまだ十分に解明されていないので、今後のさらなる研究が要請されている。

注

* 連絡先：東京都港区白金台1-2-37 明治学院大学経済学部

Email: mashiya@eco.meijigakuin.ac.jp

Homepage: <http://www.meijigakuin.ac.jp/~mashiya>

1) この論争を巡っての、情報通信技術の進歩と全要素生産性や経済成長率の関係に関する実証的な研究については、Oliner and Sichel(2000)、Jorgenson and Stiroh(2000)、Jorgenson(2001)、Gordon(2001)を参照するとよい。日本のケースについては、松本(2001)やFukao, et al(2002)が参考になる。2002年に入って、エネルギー大手エンロンに続く通信大手ワールドコム不正経理疑惑を伴った経営破綻によ

- って米国株式市場は大きな不安定要因を抱え込むこととなって、投資や消費支出行動に悪影響が出始めるであろうと予想される。現段階では、この株価急落はアメリカ経済の不確定要因となっている。
- 2) 技術革新の経済学の代表的なものとして Freeman(1982)、Gomulka(1990)、Freeman and Soete(1997)、Ruttan(2001)など、最近のニューエコノミー現象に触発されたケース・スタディを含む研究書として Helpman(1998)や Steil, Victor & Nelson(2002)がある。新古典派経済学を乗り越えた技術革新の経済学を構築しようとする論文集として、Dosi et al(1988)が重要である。
 - 3) 新しい経済成長論と呼ばれる内生的経済成長論については、Barro & Sala-i-Martin(1995)および Aghion and Howitt(1998)を参照のこと。内生的成長論でも、均斉成長経路を前提とし、したがって、人々の生活態度の変化や産業構造の質的転換をモデルに取り込むことに成功していない。新経済成長論の枠組み内で、イギリス産業革命期の経済成長現象を説明しようとする研究がある。例えば、Lucas(2001)や Stokey(2001)による研究がこれである。
 - 4) 進化論的立場から新古典派経済成長論の問題点を指摘した研究として、Nelson(1998)がある。同様の立場から技術進歩と経済成長率の関係について分析した研究としては、Fagerberg(1994)、Verspagen(2001)を参照のこと。
 - 5) 経済史の観点から代表的なものとして Mokyr(1990)、Freeman and Louçã(2001)等を挙げることができる。後者は、長期波動という観点からの技術革新と産業変動との関係を分析している。
 - 6) この節で出所を説明せずに引用される数値は、Maddison(2001)に拠る。
 - 7) 所得格差の歴史的変化のコンパクトな要約が『通商白書 2002 年版』第 1 章 1 節にまとめられている。各国経済成長率の収束問題に対するコンパクトな解説については、Barro(1997)を、全要素生産性という観点からの各国経済成長率の格差問題に対する研究については、Parente and Prescott(2000)を参照されたい。
 - 8) Maddison(1991)、Table3.8 による。
 - 9) Maddison(2001)による。以下の記述の多くはこれに負っている。
 - 10) 産業革命期のイギリス経済に関する統計データ収集は、Mitchel and Deane(1962)や Deane & Cole(1967)によって始められた。その後、彼らの推計データの改定が多く、経済史の研究者によって行われた。例えば、Crafts(1994)、Crafts and Harley(1992)、Feinstein(1981)、McClosky(1981)、Mathews, et al(1982)が代表的である。産業革命期のイギリス経済のコンパクトな解説書としては、Ashton(1948)、Landes(1969)、Mathias(1983)が便利である。産業革命の要因をめぐる経済史研究の成果をコンパクトに理解するためには、Mokyr(1985)、Hoppit and Wrigley(1994)が便利である。産業革命に関する研究の古典とされている文献は Church and Wrigley(1994) (このシリーズは全 11 巻からなる)に収録されている。イギリスでの産業革命は第 2, 3 巻に対応する。
 - 11) Mitchel and Deane (1962)に拠る。
 - 12) この議論については、Mathias(1983)を参照。
 - 13) 詳しい議論は Mokyr(1990)や Freeman and Louçã(2001)等を参照。
 - 14) Mathias(1983)に拠る。
 - 15) Freeman and Louçã(2001)等に拠る。
 - 16) Stokey(2001)の Table 1. に拠る。
 - 17) Freeman & Louçã(2001)に拠る。
 - 18) McCloskey(1981)の Table 2.2 に拠る。
 - 19) 技術革新の詳細については、技術史の専門書を参照されたい。例えば、Singer, Charles et al(eds., 1958)。また、Mokyr(1990) がコンパクトな解説をしている。
 - 20) Mathias(1983)第 10 章に拠る。
 - 21) Deane and Cole(1967)および Freeman and Louçã(2001)199 頁による。
 - 22) Freeman and Louçã(2001)205 頁による。
 - 23) Freeman and Louçã(2001)233 頁による。
 - 24) 以上の数値は Deane and Cole(1967)309-312 頁による。なお、イギリスの自由貿易政策による関税引き下げがイギリスの経済成長にどのような影響を与えたに関しては、論争が行われている。この問題については、O' Rourke(2000)や Irwin(2002)などを参照するとよい。
 - 25) 以上の数値は Deane and Cole(1967)32-33 頁による。
 - 26) 以上の数値は Deane and Cole(1967)36-37 頁から引用した。
 - 27) Freeman(1982)31 頁に拠る。
 - 28) 例えば、Mathias(1983)第 15 章及び Freeman and Louçã(2001)第 7 章を参照。別の視点からこの問題を論じた論文として、Wright(1990)や Broadberry(1998)などがある。

29) Crafts-Harley の見解が多数派の見解のようであるが、これに対照的な立場の論文としては、Berg and Hudson(1992)、Hoppit(1990)、Jackson(1992)、Temin(1997)などが代表的である。Temin(1997)に対する反論は、Harley and Crafts(2000)である。

参考文献

松本 和幸 (2001)、「経済の情報化と IT の経済効果」、日本政策投資銀行『経済経営研究』22 巻 1 号。
経済産業省 (2002)、『通商白書 2002』、株式会社ぎょうせい。

Aghion Philippe & Peter Howitt(1998), *Endogenous Growth Theory*, MIT Press.

Ashton, T. S. (1948), *The Industrial Revolution: 1760-1830*, Oxford Univ. Press.

Barro, Robert J.(1997), *The Determinants of Economic Growth*, MIT Press.

Barro, Robert J. & Xavier Sala-i-Martin(1985), *Economic Growth*, McGraw-Hill.

Berg, M. and P. Hudson(1992), Rehabilitating the Industrial Revolution, *Economic History Review*, 45, 24-50.

Broadberry, Stephen N.(1998), How Did the United States and Germany Overtake Britain? A Sectoral Analysis of Comparative Productivity Levels: 1870-1990, *Journal of Economic History*, 58, 375-407.

Church, R. and E.A. Wrigley(eds., 1994), *The Industrial Revolutions*, 11 vols., Blackwell.

Crafts, N.F.R. and C.K. Harley(1992), Output Growth and the British Industrial Revolution: a Restatement of the Crafts-Harley view, *Economic History Review*, 45, 703-730.

Crafts, N.F.R.(1994), British Economic Growth,1700-1830: A Review of the Evidence, in J. Hoppit and E.A. Wrigley(eds.), *The Industrial Revolution in Britain, I*, Blackwell.

Deane, P. & W.A. Cole(1969), *British Economic Growth,1688-1959*, Second Edition, Cambridge Univ. Press.

Dosi, Giovanni, et al(eds. , 1988), *Technical Change and Economic theory*, Pinter Publisher.

Fagerberg, Jan(1994), Technology and International Differences in Growth Rates, *Journal of Economic Literature*, 32, 1147-1175.

Feinstein, C. H.(1981), Capital Accumulation and the Industrial Revolution, in Floud and McCloskey(eds.,1981).

Freeman, Christopher (1982), *The Economics of Industrial Innovation*, Pinter.

Freeman, Christopher & Luc Soete(1997), *The Economics of Industrial Innovation*, 3rd ed., Pinter Publisher.

Freeman, Chris & Francisco Louçã(2001), *As Time Goes By: From the Industrial Revolution to the Information Revolution*, Oxford Univ. Press.

Fukao, K., Inui, T., Kawai, H. and T. Miyagawa(2002), Sectoral Productivity and Economic Growth in Japan:1970-98, Mimeo.

Gomulka, Stanislaw(1990), *The Theory of Technological Change and Economic Growth*, Routledge.

Gordon, Robert J.(2001), The United States, in Steil, et al (eds.) *Technological Innovation and Economic Performance*.

Harley, C. Knick and N. F. Crafts(2000), Simulating the Two Views of the British Industrial Revolution, *Journal of Economic History*, 60, 819-841.

Helpman, Elhanan(ed. , 1998), *General Purpose Technologies and Economic Growth*, MIT Press.

Hoppit, Julian(1990), Counting the Industrial Revolution, *Economic History Review*, 43, 173-93.

Hoppit, Julian and E.E. Wrigley(1994), Introduction, in Hoppit, Julian and E.E. Wrigley(eds., 1994), *The Industrial Revolution in Britain, I*, Blackwell.

Irwin, Douglas A.(2002), Interpreting the Tariff-Growth Correlation of the Late Nineteenth Century, NBER Working Paper8739.

Jackson, R.V.(1992), Rates of Industrial Growth during the Industrial Revolution, *Economic History Review*, 45, 1-23.

Jorgenson, Dale W. and Kevin J. Stiroh(2000), Raising the Speed Limit: U.S. Economic Growth in the Information Age, *Brookings Papers on Economic Activity*, 1, 125-235.

Jorgenson, Dale W.(2001), Information Technology and the U.S. Economy, *American Economic Review*, 91, 1-32.

Landes, David S.(1969), *The Unbound Prometheus: Technological Change and Industrial Development in Western Europe from 1750 to the Present*, Cambridge Univ. Press.

Lucas, Robert E. Jr.(2002), The Industrial Revolution: Past and Future, in his *Lectures on Economic Growth*, Harvard Univ. Press.

Maddison, Angus(1991), *Dynamic Forces in Capitalist Development: A Long-Run Comparative View*, Oxford Univ. Press.

Maddison, Angus(1995), *Monitoring the World Economy*, OECD Development Centre Studies.

Maddison, Angus(2001), *The World Economy: A Millennial Perspective*, OECD Development Centre Studies.

- Mathews, R.C.O., C.H. Feinstein, and J.C. Odling-Smee(1982), *British Economic Growth: 1856-1973*, Stanford Univ. Press.
- Mathias, Peter(1983), *The First Industrial Nation: The Economic History of Britain 1700-1914*, Second edition, Routledge.
- Mitchell, B.R.(1962), *Abstract of British Historical Statistics*, Cambridge Univ. Press.
- McCloskey, Donald(1981), The Industrial Revolution 1780-1860: A Survey, in Floud & McCloskey(eds.), *The Economic History of Britain Since 1700*, vol.1, Cambridge Univ. Press.
- Mokyr, Joel(1985), The Industrial Revolution and the New Economic History, in Mokyr(ed.), *The Economics of the Industrial Revolution*, Rowman & Allanheld.
- Mokyr, Joel(1990), *The Lever of Riches*, Oxford Univ. Press.
- Mokyr, Joel(1999), The Industrial Revolution and the Netherlands: Why did it not happen?, mimeo, Northwestern Univ.
- Nelson, Richard R.(1998), The Agenda for Growth Theory: A Different Point of view, *Cambridge Journal of Economics*, 22, 497-520.
- Nelson, Richard R and Sidney G. Winter(1982), *An Evolutionary Theory of Economic Change*, Harvard Univ. Press.
- Oliner, Stephen D. and Daniel E. Sichel(2000), The Resurgence of Growth in the Late 1990s: Is Information Technology the Story?, FRB Working Paper Version.
- O'Rourke, Kevin H.(2000), Tariffs and Growth in the Late 19th Century, *Economic Journal*, 110, 456-483.
- Parente, S. L. and E. Prescott(200), *Barriers to Riches*, MIT Press.
- Ruttan, Vernon W.(2001), *Technology, Growth, and Development: An Induced Innovation Perspective*, Oxford Univ. Press.
- Singer, Charles et al.(eds.,1958), *A History of Technology*, 7 vols., Oxford Univ. Press, 高木純一(監訳編)『技術の歴史』全14巻筑摩書房、1979年発行
- Steil, Benn, Vector, David G. & Richard R. Nelson(eds., 2001), *Technological Innovation and Economic Performance*, Princeton Univ. Press.
- Stokey, Nancy L.(2001), A Quantitative Model of the British Industrial Revolution, 1780-1850, *Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy*, 55, 55-109.
- Temin, Peter(1997), Two Views of the British Industrial Revolution, *Journal of Economic History*, 57, 63-83.
- Verspagen, Bart(2001), Economic Growth and Technological change: An Evolutionary Interpretation, STI Working Papers, OECD.
- Wright, Gavin(1990), The Origin of American Industrial Success, 1879-1940., *American Economic Review*, 80, 651-668.