

日本 MOT 学会による俯瞰論文

産業革命パラダイム・200年 Two Hundred Years for Industrial Revolution Paradigm

松下電器 終身客員
サンタクララ大学 特別訪問フェロー

佐野 令而
Reiji SANO

要 旨

産業革命は世界に経済発展をもたらした。その主役を務めたのは、先進5ヶ国である。GDPの年代変化を近似する回帰直線（トレンド GDP）は、その国のその時代の経済特性（パラダイム）を反映する。AKモデルがトレンド GDP を精度良く記述することが判った。同モデルの経済的意味を考察する。

ABSTRACT

The Industrial Revolution has brought economic growth to the world. Chief players on the world economy were advanced 5 countries. Trend GDP, a regression line of real GDP drawn on the semi-logarithmic figure, reflects the economic paradigm for years it covers. The paradigm of America has been unchanging since the Civil War to today. AK model was found to describe trend GDP exactly and spirits of Japanese, Germans and Americans. Embracing defeat, the former two nations made miraculous recovery and growth in the post World War II economy. Economic fluctuations, the difference between real GDP and trend GDP, show no regularity, no Kondratieff cycle but show tendency toward globalization.

キーワード：産業革命パラダイム、トレンド GDP、AKモデル、景気変動、U-V 曲線

1. はじめに

MOTの大きな目的の一つは、新産業を興し雇用の拡大に貢献することである。失業率は景気とともに変動する。パラダイム（人々が共有している支配的な考え方や行動規範：俗に「世の中変わった」と言うときの「世の中」のこと）がシフトしているときにも、失業率の変動がある（佐野 2002）。今我々がどのようなパラダイムの中に居るのか、その中で景気循環なのか、それとも、今までのパラダイムが別の新しいパラダイムにシフトしている最中なのか、見極める必要がある。それには、パラダイムを図示化しなければならない。方法は2つある。一つは、トレンド GDP の成長率の変化をみることである。最近、世界 199 カ国の GDP を 1820 年から 1992 年までの超長期間にわたって、比較することが可能になった（マディソン・金森 2000）。このデータから GDP のトレンドを求めるものである。もう一つは、失業率（U: unemployment）

と欠員率（V: vacancy）よりなるグラフ（U-V 曲線）の動向から判断するのである。この場合 1970 年から 1997 年までの期間の U-V 曲線が解析されている（佐野 2002）。トレンド GDP が示すパラダイムは長期であり、U-V 曲線から求めたパラダイムは、トレンド GDP のなかでの短期の構造を示す。本論文では、GDP の統計から経済モデルを導出し、パラダイムを考察する。あわせて U-V 曲線から、日本とアメリカのパラダイムを比較する。

2. GDP を比較する（ゲアリー＝ケイミス方式）

例えば、1820 年の中国で生産されたタバコの一単位（20 本入り一箱）の価格（単位：元）も、1940 年の日本で生産されたタバコの一単位の価格（単位：円）も、1992 年のアメリカで生産されたタバコの一単位の価格（単位：ドル）も、基準年（1990 年）のタバコの一単位の「国際平均価格」（ドル表示）に等しいとおき、そのときの各国のタバコの生産数量を乗じ

る。GDPを構成する全品目について同じように、夫々の国際標準価格と各生産数量を乗じてその総和をとると、1820年の中国、1940年の日本、1992年のアメリカの夫々のGDP(実質GDP)が、共通の基準でドル表示することができる。これがゲアリー=ケイミス方式(Geary-Khamis)の骨子である。OECD、国連そのほかの国際機関で採用されている。実質GDPは、通貨の違い、時代の違いを超えて、GDPの多様な比較を可能にした。

本方式による最も古い年のGDPの推計値は1820年で、まだ産業革命の最中である。この年の主要国の実質GDPをカッコ内に示す：中国(199,212)、インド(93,125)、フランス(37,397)、イギリス(34,829)、日本(21,831)、アメリカ(12,432)。数字の単位は100万1990年ゲアリー=ケイミス・ドルである。中国、インドは既にして超大国であった。当時の日本のGDPは、アメリカのほぼ2倍の大きさである。アメリカはまだ22州(+ワシントンDC)よりなる建国後44年の若い国であったことを考慮しても、江戸時代の日本の経済的活性は注目に値する。

3. 産業革命と世界のGDP

世界のGDPは1820年以降成長を続け、1992年における世界199カ国の経済規模は40倍の大きさに達した。この経済成長を牽引したのは、日本、イギリス、ドイツ、フランス、アメリカの先進5カ国である。5カ国のGDPの和が、世界199カ国のGDPの総和に占める割合は、1820年17%に過ぎなかったものが、1870年30%、1900年38%、1913年40%、1950年47%とこの間第2次世界大戦による若干の低減はあったものの持続的に増大を続けた。先進5カ国のGDPの成長はそれ以降さらに加速されるが、社会主義諸国および開発途上国全域の経済発展につれて全世界のGDPに占める割合は漸減し、1992年には40%となった。歴史的には、1820-1870年の急速な成長は、産業革命を経験し「世界の工場」となったビクトリア女王時代のイギリスと、南北戦争を経て国家統一に到ったアメリカの急速な経済発展に拠る。イギリス、アメリカおよびフランスは、1900年以降のドイツ、1950年以降の日本とともに世界経済の成長に大きく寄与してきた。従って、経済成長の規則性を見出すために、先進5カ国の個々の経済トレンドを詳細に見ることが必要となる。

革命期(1760-1830年：湯沢(1996))を通じて最も大きな影響があったのは、ワットの蒸気機関の完

成(1765年)とスミスの「国富論」の出版(1776年)である。蒸気機関は人類が最初に手にした原動機であり、人々の暮らしを一変させた。ワットがグラスゴー大学にあった小型のニューコメン型蒸気機関を初めて稼働させ、その結果、凝縮器の発明に至る経緯は朝永(1979)に詳しい。「国富論」でスミスは「経済行為は利己心を動機とするが、利己心は同感(利他心)という社会原理を通じて、見えざる手によって自然の秩序・公共の福祉をもたらす」と説き、新しい市民社会の経済原理を明らかにした(Smith、高島)。彼の自由主義思想、国家の経済干渉を排する市場主義、自由放任主義(レッセ・フェール)は、現代までも強い影響力をもっている。産業革命パラダイムとは、畢竟、技術革新と経済の自由主義である。

4. 先進国の経済発展

日本、イギリス、アメリカのGDPを、図1-3に示す。図には1870年以降の値を示し、1820、1850年の2点は省いた。実質GDPを縦軸に対数表示してある。図中の直線は、変動する実質GDPのトレンドを示す最小2乗近似直線(回帰直線)―トレンドGDPで、マイクロソフトのEXCELソフト“TREND”を使ってグラフよりもとめた。実質GDPはトレンドGDPの周囲を揺れ動くが、平均成長率はトレンドGDPの勾配から求まるので、それをパーセント表示した。

①日本

1885年から1994年まで、3本の回帰直線が引ける。1885-1944年までの成長率3.2%、1945年にはGDPの50%を失うがそれから1970年までの成長率9.3%、1970-1994年の成長率3.9%の3本である(注)。明治以来、異なるパラダイムが3回あったと考えられる。この中で、1945年(98,711:100万

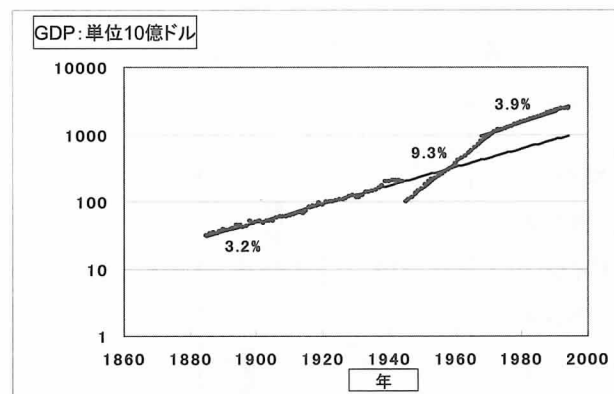


図1 日本の経済発展

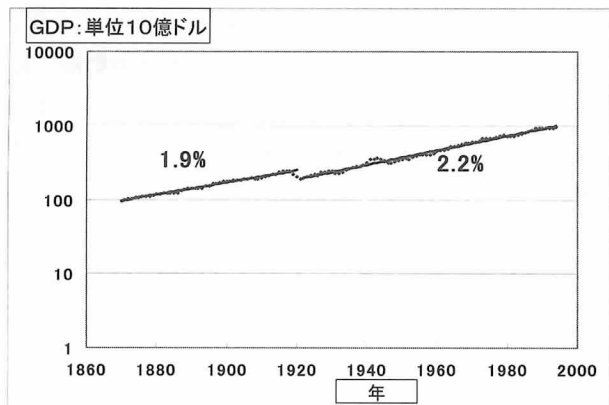


図2 イギリスの経済発展

1990G-Kドル) から1970年(985,736)は、25年間で経済規模が10倍になるという資本主義経済でも稀な、長期間の高度成長を経験した(図1)。

②イギリス

1870-1918年まで1.9%の安定成長を続けたが、第1次世界大戦終了後欧州市場を失いGDPの23%の低下を招く。これを機に、国内の産業構造をそれまで産業革命以来イギリス経済を支えてきた旧産業(綿工業、鉄鋼業、造船業、機械工業、石炭業)から、新産業(電気、電力、自動車、航空業、絹・レーヨン、化学製品)へ比重を移し、海外市場はアメリカを向くようになった(湯沢1996)。1921-1994年の成長率は2.2%である(図2)。

③ドイツ

基本的には日本と類似のパラダイム変化である。ただ、第1次世界大戦から第2次世界大戦末期の1913-1945年の間は、経済的に不安定な時期であった。第2次世界大戦でGDPの58%を失うが1946-1970年代まで高度成長を続けた。

表 トレンド GDP の年間成長率

	1870	00	15	30	45	70	94
日本		3.2			9.3	3.9	
イギリス	1.9			2.2			
ドイツ	2.7	不安定期			7.5	2.2	
フランス	1.4				5.2	2.0	
アメリカ	3.3			9.8	3.3		
	"大統領経済報告2004"				59	03 3.2	

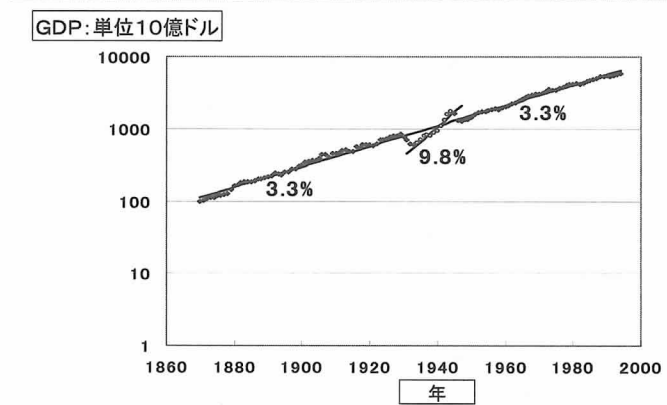


図3 アメリカの経済発展

④フランス

基本的には日本、ドイツと類似である。二つの世界大戦の勝利国であるが、第1次では33%、第2次大戦では53%のGDPを失った。

⑤アメリカ

1870年(南北戦争1861-65年)以来今日まで、回帰直線はただの1本である。1929年に発生した「大恐慌」により1933年にはGDPは71%まで落ち込むが、ルーズベルト大統領時代のニューディール(経済政策はケインズの強い影響を受けた(ディラード・岡本1973))により、GDP成長率9.8%という空前の景気回復と成長を見た(Stein1994)。この大きな経済の谷・山を経験しながらも、回帰直線は1本なのである。これがアメリカ経済の定常状態である。130年余、アメリカのパラダイムは不変である(図3)。

5カ国のトレンドGDPの成長率を一覧表にする。なを、アメリカの1959-2004年については、大統領経済報告(2004)からのデータを併記した(表)。

5. 景気の変動

実質GDPは、トレンドGDPの周囲を揺動する。実質GDPが、トレンドGDPより大きければ好景気であり、下回れば不景気である(Hall等1997)。例えば1959年以来、好景気を経験したアメリカ大統領は次の5人である:ジョンソン(+5.2%)、ニクソン(+6.5%)、カーター(+4.8%)、レーガン(+2.6%)、クリントン(+1.4%)。カッコ内の数値は、ピーク時の実質GDPとトレンドGDPの差をパーセント表示したもので、好景気とはトレンドGDPを数パーセント上回ることである。

長期にわたる景気の変動を、イギリスとアメリカを

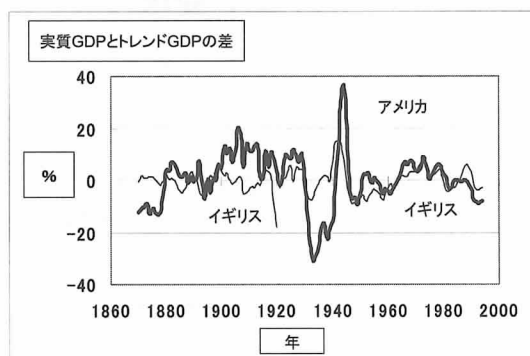


図4 景気変動比較（アメリカ・イギリス）

例にとって比較し図に示す（図4）。

日本とアメリカの比較の場合も全く同じ傾向を示す。これから次の2つのことが言える：

- ①景気の変動に規則性はなく、50年周期をもつといわれるコンドラチェフ・サイクルは観測されない。
- ②1960年以降、3カ国の景気は同期するようになった。グローバリゼーションである。

6. 討論

①トレンド GDP の記述

一国の経済の記述として次の方程式を仮定する：
生産を Y (= GDP), 資本ストックを K , 貯蓄率を s , 減価償却率を d として

$$Y = AK \cdots (1) \quad \Delta K / \Delta t = sY - dK \cdots (2)$$

第1式は、生産は資本ストックの変換である（ A は定数）ことを、第2式は、資本ストックの1年間での変化分を示す。これを解く：

$$Y(t) \propto \exp(sA - d)t \cdots (3)$$

$$\text{成長率} = (Y(t+1) - Y(t)) / Y(t) \doteq sA - d \cdots (4)$$

いま d を一律に 5% とおくと、アメリカの場合、貯蓄率 $s = 7\%$ $A = 1.19$ で 1820 - 1994 年の全域が、日本の場合、貯蓄率 $s = 15\%$ $A = 0.953$ (1945 - 1970 年), $A = 0.593$ (1970 - 1994 年) で夫々の回帰直線が記述できる。(3) 式は、半対数グラフ上の直線を表すから、(4) 式から s , A を適切に選択することにより、表のすべての区分での回帰直線が、上式で演繹的に決められることはもはや自明である。

② AK モデル

式 (1) は AK モデルと言われている（ジョーンズ

・香西 1999)。 Y は K に対して収穫不変である。AK モデルを最初に導入したのはフォン・ノイマンであるという（ノイマン 1938、パロー等・大住 1997）。多部門の相互依存からなる経済に成長解が存在することを、数学的取り扱いが可能な線型モデルを使って証明した（藤田 2000）。しかし、AK モデルが今まで正当に評価されてきたとは言い難い。現実には、日本、イギリス、アメリカ 3 国の実質 GDP と K （非住宅固定資本の総ストック）との強い相関の示唆があり（マディソン・金森 2000 B）、特にイギリスの場合、 $Y \doteq 1.10 \cdot K$ が成立している（1850-1950 年）ことが確認できた。本討論の①と併せ、AK モデルは重要性を確立したといえる。

収穫不変の経済が何より重要なのは、(2) 式の右辺がゼロにはならない、即ち成長に限界がないことである。第2次世界大戦後の日本とドイツは、大戦前の自国の経済を定常状態と考えて、そこに戻ろうとしたのでは決してない。新しい国づくりに敗北を抱いて立ち上がった（ダワー・三浦等 2004）のであり、AK モデルはその意味からも、奇跡の経済復興と成長を記述するに相応しいといえよう。

AK モデルは、産業革命パラダイムを記述する。この経済の成長率は $(sA - d)$ であった。 d を一定だとすると、同一トレンド GDP のなかでは成長率は一定だから、 sA は一定である。即ち、 s と A とを同時に大きくすることはできない。貯蓄と消費を同時に大きくすることはできない。従って A は消費項である。即ち(1) 式は市場の受容と供給側の能力の積である。ケインズに抛れば、貯蓄は美德ではない（伊東 1962）。短期的にはそうだが、長期的には資本ストックを形成する貯蓄が必要だ。成長率が s の 1 次関数であることを考えれば、貯蓄はやはり徳である。

③アメリカは常に新しく、パラダイムは一つ

表によれば、成熟した国の成長率は 2% 程度である。アメリカは南北戦争以来今日まで、3.3% の比較的高い成長率を続けてきた。それはアメリカが常に新しい、自由な国であったことを示す。奴隷を解放し、自由の国の象徴としての地位を世界の中に占めてきた。この間、人口は 1% を超えるスピードで増大を続けた。因みに、日本は 0.5%、イギリスは 0.2% である。外国資本に対しても自由である。OECD の統計（OECD 1999）によれば、多国籍企業のその国の製造業に占める割合（%）をハンガリー、イギリス、アメリカ、日本の順に並べてみる：従業員（ハンガリー

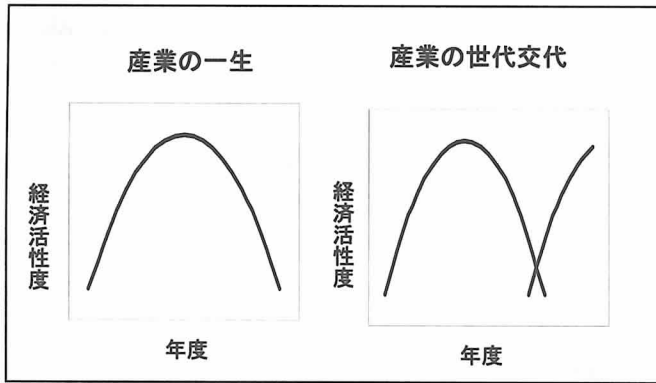


図5 パラダイムとシフト

44.9%; イギリス 12.1%; アメリカ 17.8%; 日本 0.8%)、生産 (70.0 ; 20.9 ; 31.4 ; 1.2)、賃金 (58.3 ; 13.9 ; 21.8 ; 1.0)、研究開発 (77.1 ; 16.0, 31.5 ; 0.9) である。製造業にすれば、日本はいまだ鎖国状態である。

アメリカは常に新しい、何かか？ その理由の一つは、新産業が生れる時、それに相応しい人材が労働市場に常に見出せるからである。特に日本、イギリスに顕著だったパラダイムシフトに伴う失業率の増大が、アメリカにはない。労働者が、次代に要求されるものは何か？を常に考え、それに対して自己資本と時間を投資して備えるからである。アメリカ人の勤勉さである。このことを U-V 曲線を使って解析する (佐野 2002)。産業が一生を終えて次世代の産業に移るとき、国のマクロな経済量にはどのような変化があるだろうか？ 失業率 U と欠員率 V の二つの経済量を考える (図5、図6)。

産業が成長期にあるときは U は減少し、企業の求人は拡大し企業間の求人競争が起きるから V は増大する。即ち U-V 曲線では図6の曲線①が現れる。産業が衰退期にあれば、逆の曲線②が現れる。産業の世代交

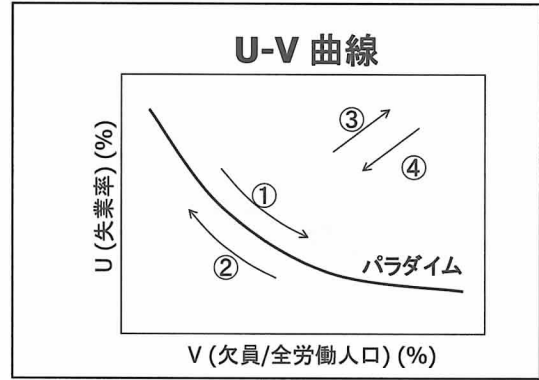


図6 パラダイムとマクロな経済量

代期では、旧産業からの U は増大を続け、新産業に相応しい労働者を労働市場に見つけることが困難であるから V も増大する、よって曲線③が現れる。諸教育が進み新産業に相応しい労働者を教育機関や企業自身が輩出するようになれば、曲線④が現れる。あるいは、新しいパラダイムが確立して、曲線①が現れる。果たしてそうか、検証する (図7、図8)。

日本の場合：1973年から77年までが、曲線②である。77-87年の間は複雑な動きではあるが結果として曲線③である。その後新しいパラダイムが確立して曲線①を形成、90年にそのピークを迎え、以後曲線②を辿る。94-97年に曲線③が現れ、新しいパラダイムへの動きがみえるが、1997年橋本内閣による消費税増税によって、パラダイムの確立は消し飛んだ。この動きの中で77-87年の曲線③が、失業率1%の増大をもたらした。図に示してはいないが、イギリスの場合1981-86年に曲線③が、86-90年にわたって曲線④が現れ、サッチャー首相の構造改革がはっきりと見て取れる。しかしアメリカはどうか。U-V 曲線には、曲線①と②しかなく、曲線③がない。あたかも、パラ

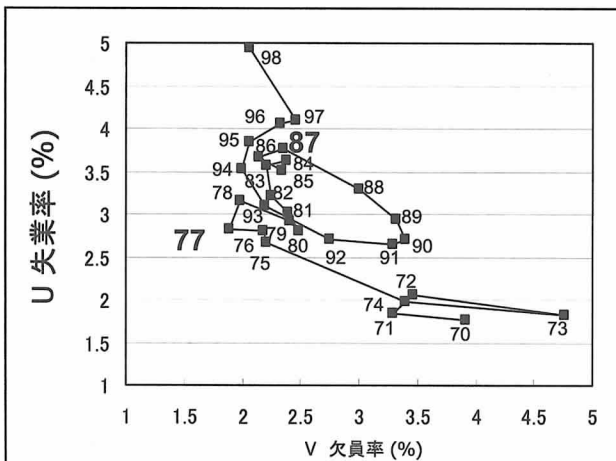


図7 日本の U-V 曲線 (1970-1998)

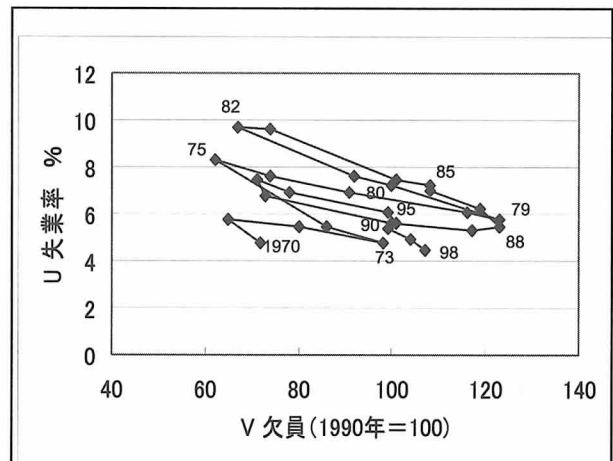


図8 アメリカの U-V 曲線 (1970-1998)

ダイムは代わらず、同じパラダイムの中での景気循環だけがある、がごとくである。

④産業革命パラダイムは何を克服し、何を課題として顕在化したか

産業革命パラダイムは、マルサスの人口論を農業革命で克服し、二つの世界大戦と大恐慌を克服し、社会主義を結果として克服してきた。資本主義経済には苦境を克服する力がある。その力は、s, A, K 夫々にある。同時に、国家間・国家内の所得格差の拡大、化石燃料の加速的消費と地球温暖化、経営者の経営倫理の欠如、などの重要課題を顕在化させた。先進5カ国の人口は5億7千万人、世界199カ国の人口は54億4千万人(1992年)。地球上の人々の圧倒的多数が貧しいことを思えば、世界はもっともっと豊にならねばならぬ。課題に直面して、経済成長を持続しなければならない。顕在化した大きな課題解決には、先進国が主役にならなければならない。

謝辞

本研究は、筆者がサンタクララ大学「科学・技術・社会研究所」で行った“Economic Trends”の課題の一部である。同研究所の創立所長 Jim Kock 教授に感謝いたしたい。また「産業革命パラダイム」との関連を示唆され、東京大学での特別講義の機会を与えて頂いた同大学大学院岩田修一教授に感謝いたしたい。

(さの れいじ)

《脚注》

(注) 内閣府の国民経済計算統計によれば、1991-2004年の実質成長率を平均1.2%と見積もっている。朝日新聞 2005年11月23日号 所得倍増論から《引用文献リスト》

- 1) ジョーンズ・香西(1999) 香西泰監訳「経済成長理論入門」日本経済新聞社
C.I. Jones “Introduction to Economic Growth” W.W. Norton & Co. 1998 の翻訳
- 2) ダワー・三浦等(2004) 三浦陽一・高杉忠明・田代泰子 「敗北を抱きしめて」岩波書店
John W. Dower “Embracing Defeat: Japan in the Wake of World War II” W.W. Norton & Co. 1999 の翻訳
- 3) ディラード・岡本(1973) 岡本好弘訳「J. M. ケインズの経済学」東洋経済新報社 6章「不況期の財政政策」
D. Dillard “The Economics of John Maynard Keynes” Prentice-Hall Inc. 1948 の翻訳

- 4) ノイマン(1938) J. von Neumann “Ergebnisse eines Mathematischen Seminars” edited by K. Menger
の中の論文、のちに G. Morgenstern により英語に翻訳された
“A Model of General Economic Equilibrium” The Review of Economic Studies (1945-46) 1
- 5) バロー等・大住(1999) 大住圭介訳「内生的経済成長論 I」九州大学出版会 pp56-「AKモデル」の項 R.J. Barro, X. Sala-I-Martin “Economic Growth” McGraw-Hill Inc. 1995 の翻訳
- 6) マディソン・金森(2000) 金森久雄監訳「世界経済の成長史 1820-1992年」東洋経済新報社
Angus Maddison “Monitoring the World Economy” (OECD 1995) の翻訳
B同書 表 K-1 非住宅固定資本の総ストック = 機械と設備の総ストック + 非住宅構築物の総ストック
- 7) Hall 等(1997) R. Hall and J. Taylor “Macro Economics” Fifth Edition, W.W. Norton & Co 第1章 Economic Growth and Fluctuations
- 8) OECD(1999) OECD “Measuring Globalization: the Role of Multinationals in OECD Economies” 1999 Edition, Paris
- 9) Smith, Smith, Adam “The Wealth of Nations” 1994 Modern Library Edition Random House Inc. p485, 高島 高島善哉「アダム・スミス」岩波新書 1968「みえざる手の導き」の項
- 10) Stein(1994) H. Stein “Presidential Economics” American Enterprise Ins. [Hoover and Roosevelt] の項
- 11) 伊東(1962) 伊東光晴「ケインズ」岩波新書 pp158-「貯蓄は美德か」の項
- 12) 佐野(2002) 佐野令而 「2010年一資本主義社会の繁栄」『OHM』11月号、オーム社
- 13) 大統領経済報告(2004) “Economic Report of the President” United Government Printing Office, Washington: 2005 Table B-2 Real gross domestic product, 1959-2004
- 14) 朝永(1976) 朝永振一郎「物理学とは何だろうか(上巻)」岩波新書「ワットの発明」の項
- 15) 藤田(2000) 藤田宏二「線型経済学の世界」晃洋書房 第2章「位相数学とフォン・ノイマン体系」の項
- 16) 湯沢(1996) 湯沢威「イギリス経済史」有斐閣 第2章「産業革命の時代」の項