

## 農業技術「変化」、産業革命と Boserup 仮説： 資本のない経済成長モデル

金 谷 貞 男

### 1. 序

本論文は、人類が狩猟採集経済から、新石器革命を経て焼畑農業に達し、しかるのちに、西欧では、二圃制農法・三圃制農法を経て、輪裁式農法に達し、ついには産業革命を迎えた経緯を、資源制約下の最適問題として、グラフを用いて、論じたものである。

本論文の直接の先行業績は、Boserup (1965) の人口理論である。Boserup の人口理論は人口についての含意のみならず、農業の発展について、詳しく吟味している。それによれば、人類は人口が増えるにつれ、人口一人あたりの土地が不足し、農産物生産に困難をきたした。これに対し、人類の問題解決法は、一人あたりの労働投入を増やすものであった。ここで、農作業の特性として、生産の季節性がある。農作業の場合、播種・収穫の時期は、厳密に決まっている。中間の時期は、水やり・施肥・除草等の果実に対する成長促進活動がなされる。このため、労働投入は、最初の焼畑農業では、播種・収穫期のみであり、他の時期は投入されなかった。しかし、人口が増え、一人あたりの土地が不足するにつれ、二圃制農法を採用した。この農法では成長促進期の一人あたり労働投入が大幅に増やされる。さらに、人口が増え、一人あたりの土地が不足すると、三圃制農法を採用した。これでは、さらに、播種・収穫期が増え、成長促進期が増え、それらの労働投入が高まる。輪裁式農法では、播種・収穫期・成長促進期の労働投入が極限にまで高まる。

経済学的にどのようなメカニズムによって、一

人あたり土地の減少が主体の労働投入の増加に結びつくのか。単純化のために、本論文は人口成長率は一定であり、資本は存在しないものとして、検討しよう。

消費財については、必需品と奢侈品に分けよう。時間については、必需的時間と奢侈的時間に分けよう。そして、奢侈品と奢侈的時間との空間に、無差別曲線群を引こう。人口成長にともなって、一人あたりの利用可能な土地は狭まる。その時、消費財の一人あたり生産関数でより高い所得の点が均衡点になるためには、新しい農法による労働投入の増加と一人あたり消費財の増加が要求される。このようにして、時間とともに人口が増え、人口が増えると、新しい農法が採用されることはよく理論と一致するのである。特に、新しい農法が採用されるにつれ、主体の厚生は必ず低下することが示される。Boserup の議論を援用して、必需品（農業）については、技術「変化」のみ生じたのに対し、奢侈品（工業）については、技術進歩が生じたと仮定しよう。

では、そのような農法の変遷がなぜ産業革命を呼び起こすのか。産業革命を引き起こした工業の技術進歩が、一般目的技術 (GPT) のみからなっているとしよう。すると、その技術進歩が生じるためには、人類全体として多大な研究支出を要する。後時代になるほど、人類の人口は増加する。また、農法が進むほど、一人あたりの消費財は増加する。ゆえに、十分人口が増え、農法が進んだ後に、産業革命が生じる。GPT が採用された均衡点の変遷を追っていくと、産業革命以降については、主体の厚生は時間とともに高くなる。

さらに、新しい工業技術の進歩に対しては、労働投入が減ることが、示される。つまり、現代において、なぜ余暇が増えているかが示されるのである。また、なぜ工業化比率が産業革命以来顕著に増加したのみならず、なぜ焼畑農業以来も弱いながらも増加したのか、を示せる。

## 2.1 農業の歴史的变化

Boserup は、人類における農業の変遷の歴史を幾つかに区分した。本論文では、西欧農業<sup>1)</sup>の例を取りながら、Boserup の内容を解説しよう。

元来、人類は「狩猟採集」を以って、当時の主要生産物である食糧の獲得方法としてきた。これを狩猟採集経済という。しかし、今から約1万年前に「農耕牧畜」を以って、食糧を調達する方法に転換した。以後の経済を農耕牧畜経済という。この転換を新石器革命と呼ぶ<sup>2)</sup>。なぜ、新石器革命が起きたかについては、まだ定説がない。本論では、人類の人数が増えたために食糧が不足し、農業に移ったとの説を取っておく<sup>3)</sup>。

新石器革命以前は、季節間の労働投入の生産性はかなり対照的であったろう。なぜなら、狩猟採集経済は、同時に非定住社会であり、人類は小集団(バンド)に分かれて放浪した<sup>4)</sup>。そのために、食糧の貯蔵ができず、人々はその日その日の労働

に応じる狩猟採集によって得た獲物を食物とするしかなかった。したがって、毎日、一定の食料採集に必要な労働だけが投入されたのであり、季節ごとの労働投入に大きな変化があったとは考えにくい。この段階の労働投入は、1日平均して約2時間程度であることが、文化人類学者によって報告されている。

新石器革命以後は、季節間の労働投入の生産性は非対照的であったろう。新石器革命以後の経済は一般に農耕牧畜を特色とする。しかし、牧畜は農産物を飼料として用いて始めて可能となる。したがって、農産物に注目しよう。

新石器革命直後の焼畑農業では、冬に森林を焼却して肥料とし、その地に播種し、夏に収穫する。冬の播種は、火を森林につけ、播種するだけで、負担は軽い。播種には堀棒と呼ばれる棒を使う。春は、焼畑農業では整地・除草・灌漑などの農作業はせず、放置しておくだけである。夏に収穫する。次の年には、耕した耕地は地力を失っているので、他の森林を対象として同様の農作業を行う。これを繰り返して、約20年経つと、かつて20年前に焼却した森林が、豊かな森林として再生している。それで再び、その土地に戻り、焼畑を行う。この農法では、休耕地は耕地の20倍に上る。逆に言えば、耕地は土地面積の1/20に過ぎない。極めて、土地に関して粗放的な農法である。その一方で、労働投入は極めて、小さい。1年間を平均して、1日約3時間程度である。この段階のどこかで、人類は定住社会に移る。季節間の労働投入の生産性は大いに異なり、冬と夏のそれが高く、春と秋のそれはほぼ0である<sup>5)</sup>。

これから以降に生じた農法は、世界各地の地理・天候に基づいて詳細が異なる。しかし、本質的な点では、同一であると考えられる。本論では西欧農業を念頭に置いて、議論していこう。

1) Boserup は一般的な例を示し、西欧の例ではない。

2) 本論とは無関係であり、自明のことと思われるが、「10000年前にすべての人類が同時に、狩猟採集から農耕牧畜への転換を経験した」というわけではない。新石器革命とは、「狩猟採集から農耕牧畜への転換を『一部の』人類が経験した」という意味である。例えば、欧州では、この転換を経験するのは6000年前である。現在でも、イヌイット族には新石器革命が及んでいない。

3) 当時の世界人口の推定値は、様々なものが提供されている。しかし、新石器革命を起こした集団は、世界人口の小さな一部に過ぎないので、その人口密度を決定するのは、困難である。この事情は、焼畑農業についても同じ。

4) Diamond (1997)。

5) ちなみに、焼畑農業は全世界的に観察されている。日本でも縄文中期に観察された。

原則として土地は増えることができない<sup>6)</sup>のに対し、人口は増える。人口密度（＝人口／土地面積）が高まり、土地が不足するにつれ、元の農法では食糧供給が不足する。このため、西欧では以下のように、焼畑農業から農法が変化した。

まず、二圃制になった<sup>7)</sup>。二圃制とは、農地の半分を耕地として耕し、残りの半分を休耕地とするものである。休耕地には、草を食する牛を放牧し、その糞を以って、地を養う。翌年の耕地の肥料分として、休耕地に肥料を補給するのである。冬になると牧草が不足するので、家畜は屠殺され、肉に変わる。1年が過ぎると、休耕地と耕地は交代する。二圃制とするために、農地は各人の割り当て農地が混在し、柵で互いに囲い合わない、開放農地制が取られた。農具は鋤あるいは軽量犁<sup>8)</sup>である。西欧の場合、小麦が農産物の主である。小麦の場合、冬に整地し、播種する。夏に収穫する。このため、季節間労働投入は冬と夏が多い。しかし、二圃制の場合、家畜屠殺・鋤によつての整地・除草などのために、秋にも農作業があるし、春にも耕地の灌漑などの作業がある。つまり、春・秋の季節間労働投入も、冬・夏ほどではないが、一定程度要求される。土地の総量は、耕地と休耕地の和であるから、耕地面積は土地面積の半分に過ぎない。土地の使用法は、焼畑農業に比べ、集約的になる。

一層人口が増え、食糧が不足すると、農法は三圃制に移行する<sup>9)</sup>。三圃制においては、土地は三等分される。一つは、冬蒔きの小麦を育て、一つは春蒔きの大麦を育て、残りは休耕地とするものである。冬蒔きの小麦は、犁耕は10月、播種は

1月、収穫は夏前半となる。春蒔きの大麦は、犁耕は1月、播種は3月、収穫は夏後半となる。この後、休耕地は夏の間重量有輪鋤で掘り返されて、整地・除草が行われる。つまり、季節間労働投入が二圃制に比べよりフラットになり、いつの季節でも需要されることがわかる。休耕地では家畜の放牧がおこなわれ、その糞が次年以降の小麦と大麦の肥料となる。大麦は主としてビール原料または家畜の飼料となり、小麦はパンとなる。牧草不足のため、家畜は越年せず、冬に屠殺された。また、三圃制と同時期に、重量有輪犁<sup>10)</sup>が普及したが、これは一つの重量有輪犁に対して牽引動物（三圃制前半は牛、後半は馬）数匹をつけ、数人がかりで取り扱う大規模なものであった。このため、一家族では購入できず、村人は共同で作業に当たった<sup>11)</sup>。農地は開放農地制が取られた。この三圃制では、耕地面積（冬蒔き用土地・春蒔き用土地）は土地面積（冬蒔き用土地・春蒔き用土地・休耕地）の2／3である。三圃制は二圃制に比べて、一層土地集約的な農法である。西欧での土地開墾は三圃制初期と時期が重なる。

さらに時代が下り、人口のために、土地不足に陥ると、輪裁式農法<sup>12)</sup>になる。これは、四圃制農法とも呼ばれる。輪裁式農法が三圃制と決定的に異なるのは、休耕地が一切存在しない点である。一つの耕地に小麦（冬）・カブ（春）・大麥（夏）・クローバー（秋）を1年の間に順に蒔く。クローバーは根に根粒菌を持ち、耕地で育てるだけで耕地の地力を回復させる。収穫されると牧草になる。カブもまた家畜の飼料となる。大麥はビール原料や家畜飼料になる。常に何らかの植物が栽培されているため、雑草の繁茂は少ない。休耕地がないので、牛を放牧する土地がなくなり、家畜は畜舎

6) 土地の開墾や海岸の埋め立てを除く。

7) ローマ帝国で採用された。ちなみに、カエサル「ガリア戦記」には、「蛮族が一族で本拠地から転居した」という記述がしばしば出てくる。これは、蛮族が焼畑農業に従事していたことを意味するものであろう。焼畑農業はもともと半定住生活であるので、転居が容易であったのである。

8) Ard と呼ばれる。Plough の初期のもの。

9) 10 - 12 世紀に始まる。

10) 北歐・フランス・ドイツ・イギリスなどのアルプス以北の、重い粘土質の地域に有効であった。

11) Hodgett, A Social and Economic History of Medieval Europe, London, 1972, p.20.

12) イギリスでは、Norfolk Rotation と呼ばれ、大体、17 世紀後半からである。

に留められ、クローバー・カブの飼料を与えられた。引き換えに、肉と乳製品を供給した。農地は、開放農地制のように互いに持ち分が混在するのではなく、「囲い込み」<sup>13)</sup>により、各個人ごとに仕切られた閉鎖性の高いものとなった。このため、農作業において共同作業は不適となり、重量有輪犁は影を潜めた。季節間労働投入は極めてフラットになる。休耕地が存在しないので土地面積がそのまま耕地になる。つまり、その比率は1である。それどころか、耕地面積の1年間の作付けは小麦と大麦であり、土地面積あたりの実質耕地面積の比は2である。このため、季節間労働投入総量は非常に高いものになる。これは、究極の労働集約的農法と言える。

さらに時代が下ると、産業革命が生じる。それに対応して人口動態の変化が生じて、人口増加は一層激しくなる。食糧の需要は人口に比例して伸びるが、土地面積は変わらない。DeVriesは、イギリスはこの食糧危機を、勤勉革命でのりきったという<sup>14)</sup>。すなわち、農民の労働投入を一層増やして、食糧生産を増やした。これによって、輸入をあまり増やすことなく、食糧の供給ができたのである。さらに、時代が下ると、化学肥料を存分に使った20世紀の機械式農法の時代となるのである。

## 2.2 歴史的変化のまとめ

以上をまとめてみよう。人類の歴史においては、人口が増え、その結果として一人あたり耕地面積が減るにつれ、人類は一人あたり労働投入を増やして、食糧生産を賄ってきたことがわかる。ことに、一人あたり労働投入の増大に関して重要なのは、ある固定された特定期間の一人あたり労働投入を6時間から8時間、8時間から12時間とい

う風に労働投入を増やしてきたのではない点である。ある特定期間のみ大きな一人あたり労働投入(8時間)があり、他の期間は労働投入が極度に低い(0時間に近い)という農法(焼畑農業)が当初存在する。それが、次第に、すべての期間に大きな労働投入(8時間)を要する農法(輪裁式農法)へ、という風に、一人あたり労働投入が一年を通じて均一になるようにして、労働投入時間を徐々に増やしていったのである。

## 2.3 農業技術の技術変化

さらに、もう一点 Boserup の特徴を確認しておこう。Boserup の本質的特徴は、2.1 のような農法変化についての叙述のみにあるのではない。それは、「近代の機械式農法より前の農法については、いつかの時点で、農業技術の殆どは人類にすでに知られていた」という命題なのである<sup>15)</sup>。例えば、イギリスの輪裁式農法で採用されたカブの播種は、輪裁式農法の始まる前の少なくとも13世紀にはフランダース<sup>16)</sup>で知られていた等を、Boserup は論証している。この論証は、輪裁式農法に関しては、Grigg にも見られる<sup>17)</sup>。こうした Boserup の視点に立てば、2.1 で叙述された農法の変化は、技術「革新」や新発見によるものではなく、人口密度が高まるにつれ、可能な技術のうちから選ばれる最適なものの変化した、単なる技術「変化」に過ぎないことになる。

考えてみると、この Boserup の命題は、それほど意外なものではない。農業は1万年を越える歴史を持っていて、かつ人類人口の太宗がそれに従事してきた。その長く大量の試行錯誤の結果、人類が異なる農法についての技術知識を、かなり前の時点で蓄積していたということは十分ありうるどころか、むしろ可能性が高いというべきであ

13) 第二次囲い込みでは、総農地面積の5割が対象になったと伝えられる。

14) DeVries (2008)。

15) Boserup, p.38.

16) 現在のベルギーの北半分。

17) Grigg (1980), ch.8.

る。

これに対して、工業において生じた技術革新については、Boserup は語ってはいない。おそらく、産業革命のみならず、それ以前の発明・発見についても、工業新技術に関しては、技術「革新」である可能性について、概ね肯定的であったのであろうと推測される<sup>18) 19)</sup>。本論文は、Boserup の農業技術については既知、工業技術については未知という態度を、採用する。

## 2.4 工業化率

歴史的に工業と農業とはどのように発展してきただろうか<sup>20)</sup>。産業革命及びそれ以前の時代にお

いては、工業あるいは農業生産額の統計が存在しない。ゆえに、直接の比較は無理である。もし、農業と工業の参入退出が自由であり、すべての家計が同一であれば、工業労働者一人あたりの生産額と農業労働者一人あたりの生産額は等しいはずである。都市人口とは工業労働者の数を示し、地方人口は農業労働者の数を示すと仮定するのは、だいたい正しいであろう。一地域の「都市人口/人口」を以って、都市化率と呼ぶ。この都市化率を以って工業化率（＝総生産額に対する工業の比率）の代理変数としよう<sup>21)</sup>。

Bairoch にしたがって、この代理変数をヨーロッパについて推定すると、以下の図と表が得られる。これを見ると、少なくとも紀元 1000 年以降の期間において、工業化率はほぼ一貫して高まっている。とりわけ、1760 年以降の産業革命が起きる以前の部分が興味深い。すなわち、産業革命以後の工業化率は高まっているのは有名であるが、実は産業革命「以前」の間についても、弱いながら一貫して都市化率を高める要因があったことを図は示している。何らかの工業化率へ影響をあたえる因子の存在が予想される。

なぜ工業化率の上昇が、産業革命の以前から生じたのか。これについても、理論経済学の立場から接近を試みるのが、本論文の目的である。

## 3. モデル

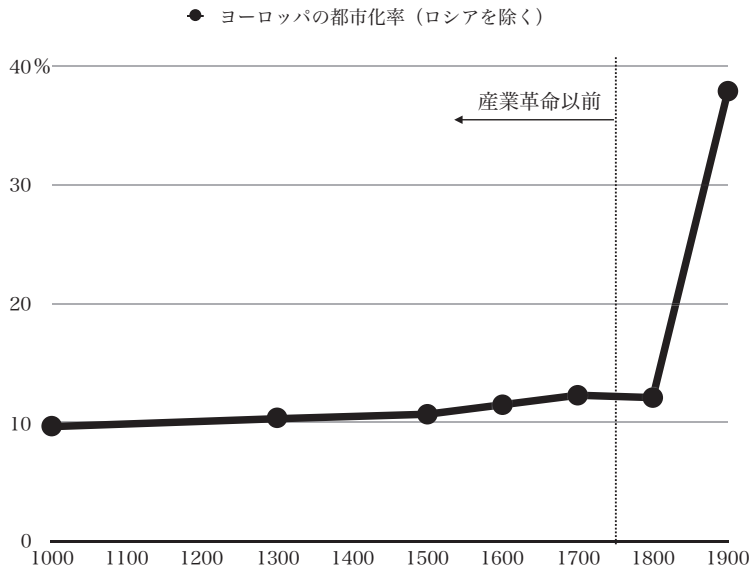
以下において、本論文は図を用いた動学分析をおこなう。ところが、動学分析とは形式的に言うものの、異時点間の消費を選択できる可能性は、本論文では捨象する。このため、状態変数としては、人口のみをとる。土地面積は一定と仮定するので、これは一人当たりの土地面積を状態変数とすることを意味する。人口成長率は選択の対象と

<sup>18)</sup> DeVries が Boserup の著書について、「土地が一定で、技術が不変で、人口だけが伸びるのなら、人類の厚生は下がる一方になる。現代の人類の厚生が太古の焼畑農業より低い！これは受け入れがたい結論だ」との旨の評語を述べている。しかし、これは農業と工業との技術知識の歴史の変遷の相違を見逃したものである。Boserup の言うところは、農業に関してはその技術は長く人類に知られているので、DeVries の言うように、人類の厚生は下がる一方になる。しかし、工業の発明については技術「革新」でありうるので、人類の厚生は下がる一方ではない。

<sup>19)</sup> Boserup の、「人口密度の上昇が農法の土地集約的な変化をもたらした」という結論は、マルサスの標準的人口原理「技術革新が人口密度を高めた」とは対極にある。マルサス自身は農業についての議論はしなかったが、マルサスの解説に立てば、2.1 の農法変化は全て技術革新による。（例えば、Weil 参照。）すなわち、焼畑農業の方が狩猟採集より生産性が高いことが発見されて、人類は焼畑農業を選んだ。次に、焼畑農業より二圃制の方が生産性が高いことが発見され、人類は二圃制に移行した。さらに、重量有輪犁などの技術革新が生じて、三圃制に移行し、最終的に輪裁式農法に行き着いたことになる。しかし、では、なぜいきなり焼畑農業から輪裁式農法の技術が発見されず、二圃制・三圃制農法の技術が発見されたのか。合理的説明は難しいと思われる。批判を受けることが多いが、説明力は比較にならず、Boserup の方が高いように思われる。

<sup>20)</sup> Boserup は、農業の他に工業が次第に発展してきたことは認めている。しかし、なぜ工業が発展してきたかは説明していない。

<sup>21)</sup> DeVries は、「都市でも農作業に従事する者はいるので、正確な区分とは言えない」と批判している。



ヨーロッパの都市化率（ロシアを除く）

年	1000年	1300年	1500年	1600年	1700年	1800年	1900年
都市化率	9.7%	10.4%	10.7%	11.5%	12.3%	12.1%	37.9%
ヨーロッパ人口	3900万	7500万	7600万	9500万	10200万	15400万	28500万

ならず一定<sup>22)</sup>とする。資本は存在しないものとする。このように仮定することによって、無限に生きる主体の効用最大化問題は、各期間の効用最大化問題と同値になる。

資本の存在しない仮定を置く理由は1つには、分析の簡単化のためでもある。だが、2つ目の理由として、産業革命以前の経済においては、資本の役割は小さく、異時点間消費選択を排除しても現実の経済の動きの説明としては、モデルとしては近似的に正しいと考えられるから、が挙げられる。さらに、3つ目の理由としては、工業と農業の均衡点の長期的変化は、資本の存在の許す異時点間の消費選択とは、別の理由で生じると信じるからでもある。

しかし、最も主要な理由として、以下がある。

今日では、人類は将来の所得・消費・投資・利率・賃金率・農法変化・そのタイミングを、完全にとは言わないまでも、かなり正確に予測できる。それゆえ完全予見の仮定は意味がある。しかし、産業革命以前においては、産業革命で起きる工業技術水準については、技術革新の本質として、予想できなかった。それどころか、統計が存在しないので<sup>23)</sup>、同時代の農業・人口・国土面積その他の状態すら、正確にわからなかった。それゆえ、人口成長率・国土面積・農業の大局的变化も、正確に予想することは不可能であった。そのような世界で、どのように人類は将来の所得・消費を予測したのか。合理的期待形成か、適格的期待形成か、はたまた他の方法か。

<sup>22)</sup> Boserup は、人口成長率は正ではあるが、それが固定されているとは言っていない。つまり、農法の各段階によって、成長率は異なりうることを暗黙のうちに認めている。

<sup>23)</sup> イギリスの場合、最古の経済統計は、ノルマン・コンクエスト後の1085年に、征服者 William I によって出版された Domesday Book である。それに次ぐ経済統計は、Gregory King によって1696年に出版されるまで待たねばならない。

これら、将来の経済状態への期待形成の方式によって、現在の最適経済行動は変化しうることが知られている。従って、期待形成方法の議論は、モデルの論理的整合性のために必須となるが、本論文ではどの期待形成法を採用していいのか、今のところ不分明と言わざるをえない。ところが、異時点間の消費の非選択の仮定を採用すれば、どんな期待形成の方式を採用しても、今期の最適選択は一意になる。逆に言えば、期待形成方法の議論を回避して、論理的整合性を確保できるのである。ゆえに、本論文では、資本は対象外とし、取り扱わない。

現実の経済においては、産業革命「以降」の時期においては、資本の存在は本質的である。したがって、資本を捨象することは、産業革命「以降」についてモデルの説得力を多大に削ぐ。しかしながら、その不完全なモデルでも以下のことを表出できるとは、以下のモデルの頑強さを示すものと言えるのではないか。

### 3.1 消費

1年にM人の主体が、余暇  $T_0$  と一種類の消費財  $C_0$  を消費するモデルを考える。（各主体は同一の解に達するので各主体を区別するサブスクリプトは省略する。）消費財は1年で完全に磨耗するとする。各主体は、その後継者と世代間利他主義によって結ばれているので、あたかも無限期間を生きる主体と変わりが無い。前に述べたように、資本財は存在しない。

必需品とは、需要に関して価格弾力性も所得弾力性も持たない財である。食料品、中でも穀物は、どのような価格あるいは所得の変化に対しても、肉体的な需用量は変わらないという意味（エンゲル係数が低い）で、典型的な必需品としてあげられる。これに対して、その他の財の多くは、需要の価格弾力性が高い。そこで、その他の財を奢侈品としよう。すると、必需品を生産する産業とは農業になり、奢侈品を生産する産業とは、農業以

外、すなわち工業となる。これは、農業が80%以上を占める主要産業であった産業革命以前では、各国の所得が互いに1-2倍の範囲にあったという経済史の推定によく一致する。

本論文では、消費財  $C_0$  は一種類であるが、その需要には必需品としての需要  $C_n$  と奢侈品  $C_\ell$  としての需要があるものとする。たとえば、供給される消費財  $C_0$  は大麦としよう。これを焼くと必需品のパン  $C_n$  として消費され、発酵させると奢侈品のビール  $C_\ell$  として消費される。必需品需要  $C_n$  の場合、需要の価格弾力性及び所得弾力性は0であるので、定数  $C_n$  になる。したがって、

$$C_0 = C_n + C_\ell \quad (1)$$

実は、このように、消費財  $C_0$  を単純に積算することは、理論的には不十分である。例えば、必需品  $C_n$  としての食料品は1年間の前半だけに消費されても、逆に1年間に均等に消費しても(1)の制約上は同値である。食料品の場合、現実には、1年間均等に消費するのが普通であり、その消費のタイミングは無視できない。経済学の用語で言えば、必需品に関する時間代替の弾力性  $-(C_j/C_i)(\partial C_i/\partial C_j)_{u=u_0}$  ( $i, j$  は1年間の日)は0である。

これに反して、奢侈品  $C_\ell$  の場合は、異なる。ビールなどの奢侈品は、今日消費されなければ、将来に日時をずらして消費されるのが通常である。つまり、奢侈品の場合は、時間代替の弾力性  $-(C_j/C_i)(\partial C_i/\partial C_j)_{u=u_0}$  ( $i, j$  は1年間の日)は正である。この論文では、簡単化のために、奢侈品の時間代替の弾力性は無限大であるとする。つまり、ある日の奢侈品の消費は効用上の損失なしに他の日に置き換えることが可能とする。

このように仮定すると、1年間の必需品  $C_n$  は定数なので、1年間の奢侈品の総量  $C_\ell$  さえ特定されれば、その主体の1年間の消費から生じる効用  $U_0$  が特定される。つまり、

$$U_0 = U(C_\ell, \dots)$$

余暇に関しても、同様である。この主体は、1年あたり365日\*24時間=8760時間を与えられている。この8760時間を、余暇  $T_0$  と労働投入

$T_w$  に配分するとする。さらに、余暇  $T_0$  は、睡眠・食事・排泄等の生命維持のために必要な必需的余暇  $T_n$  と、会話・読書・劇鑑賞・運動・社交活動・宗教活動等の所得・価格によってその需要が変動しうる奢侈的余暇  $T_\ell$  とに分かれるとする。

つまり、

$$8760 = T_0 + T_w = T_n + T_\ell + T_w.$$

必需的余暇  $T_n$  の場合、需要の価格弾力性及び所得弾力性は 0 であるので、 $T_n$  は定数  $\underline{T}_n$  になる。これを挿入すると、

$$8760 - \underline{T}_n = T_\ell + T_w \quad (2)$$

実は、このように、余暇を単純に積算することは、理論的には不十分である。例えば、必需的余暇は 1 年間の余暇 8760 時間の半分 4380 時間であるとしよう。この 4380 時間を 1 年間の前半だけに消費しても、逆に 1 年間に均等に消費しても (1) の制約上は同値である。しかし、これは明らかに現実とは一致しない。現実には必需的余暇の場合、1 年間均等に消費するのが、普通である。

経済学の用語で言えば、必需的余暇に関する時間代替の弾力性  $-(T_j/T_i)(\partial T_i/\partial T_j)_{u=u_0}$  ( $i, j$  は 1 年間の日) は 0 である。

これに反して、奢侈的余暇の場合は、異なる。会話・読書・映画鑑賞・スポーツ・社交活動・宗

教活動等の活動は、仕事 (= 労働投入) が入ると、(通常は仕事がない週末に) 日時をずらして行われるのが通常である。つまり、奢侈的余暇の場合は、時間代替の弾力性  $-(T_j/T_i)(\partial T_i/\partial T_j)_{u=u_0}$  ( $i, j$  は 1 年間の日) は正である。この論文では、簡単化のために、奢侈的余暇の時間代替の弾力性は無限大であるとする。つまり、ある日の奢侈活動は効用上の損失なしに他の日に置き換えることが可能とする。

このように仮定すると、1 年間の必需的余暇  $\underline{T}_n$  は定数なので、1 年間の奢侈的余暇の総量  $T_\ell$  さえ特定されれば、その主体の 1 年間の消費から生じる効用  $U_0$  が特定される。つまり、

$$U_0 = U(C_\ell, T_\ell).$$

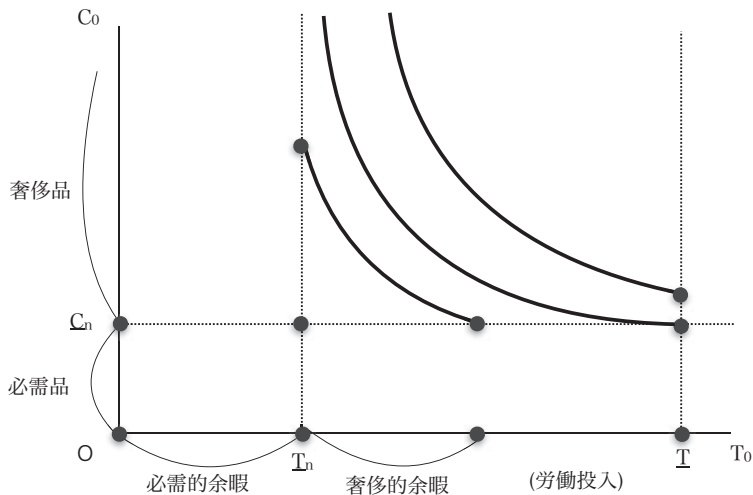
以上から、A 図のように、この主体の無差別曲線群図が  $(\underline{T}_n, \underline{C}_n)$  を原点として、描かれる。

### 3.2 生産

次に、Boserup に従って、この経済における生産関数を定義しよう。 $M_i$  を  $i$  期の人口としよう。人口成長率は一定で、 $n > 0$  とする。すると、

$$M_i = M_0 \cdot (1 + n)^i, \quad i = 0, 1, 2, \dots$$

ただし、 $M_0$  は初期人口を意味する。



A 図 無差別曲線群



経済全体の生産要素は、定量の土地 $N$ と総労働供給 $M_i \cdot T_{wi}$ である。ただし、 $T_{wi}$ は $i$ 期の一人あたりの労働供給である。以降で、考察は $i$ 期のみを対象とするので、サブスクリプト $i$ は以下では省略しよう。すると、1人あたり生産要素は、1人あたり土地 $N/M$ と1人あたり労働供給 $T_w$ である。

この経済において、一種類しかない消費財の生産について考察しよう。本論文は「消費財が農作業により、生産される」と仮定する。これは主要生産物は農作物であった産業革命以前の経済については、ほぼ妥当な仮定であろう。

「農作業により、生産される」とは何を意味するか。農作業とは、田畑の整地によって始まり、ある特定期間に播種する。次の期間に、生えてくる果実のために、施肥・水やり・除草をおこなう。最後の特定期間に、収穫を取り入れる。（なお、西欧では、施肥の方法として、牛馬等の家畜を使用するため、その管理・飼育が重大な問題になる。）

これら農作業の各特定期間は厳密に決まっている。単作の場合、生育する果実の成長は日照の盛んな夏に顕著である。ゆえに、夏をまたいで、播種期と収穫期がある。その中間の期間が施肥・水やり・除草等の成長促進期である。二期作・二毛作の場合は、これに新たな播種期・収穫期・成長促進期が付け加わる。

以上の叙述から気づかされるのは、農作業の季節性である。ある特定期間に、播種はされねばならない。ある特定期間に、収穫はされねばならない。その境の期間に、成長促進活動はなされなければならない。そして、産出は1年間のうち、収穫期という特定期間に得られる。

つまり、播種期・成長促進期・収穫期の特定期間は、互いに異なった時間と天候に属し、したがって、その特定期間の労働投入もまた、異なった投入と見なされるべきであるという点である。

以上から、本論文は、この「農作業の季節性」を以下のようにモデル化する。不現実性のない場合、同一の成長促進活動には、播種量と収穫量は

完全に比例するであろう。つまり、播種期と収穫期の労働投入は比例的に動くであろう。それで、播種期と収穫期は一つにまとめて、農繁期と呼ぼう。成長促進期はそのまま、成長促進期と呼ぼう。その他の農業活動が休止している期間は、農閑期と呼ぼう。

成長促進活動の量を所与とすると、農繁期労働投入の増加は作物産出の逡減的な増加をもたらすであろう。また、農繁期労働投入が0の時は、産出は0である。農繁期活動を所与とすると、成長促進期労働投入の増加は、作物産出の逡減的な増加をもたらすであろう。ただし、焼き畑農業の例から明らかなように、成長促進期労働投入が0の時でも、産出は正である。本論文は簡単化のために、成長促進活動と農繁期労働投入とが、別個に働くことを仮定する。この仮定は成長促進期と農繁期については、厳密には一致しない。しかし、二毛作・二期作、あるいは、多毛作・多期作の場合には、一致している。

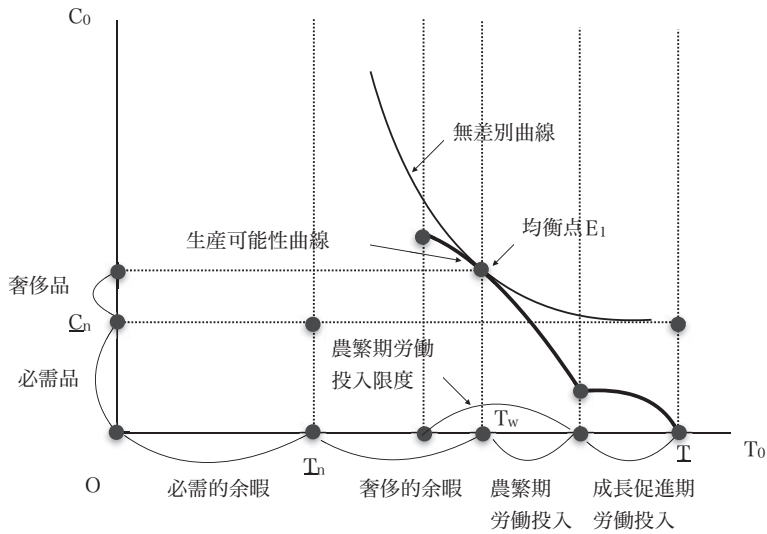
この間を数学的モデルで叙述すると、以下のようになる。一人あたり生産関数は、1年あたりの生産量 $y$ に対して、農繁期を表すサブスクリプトを $b$ 、成長促進期を表すサブスクリプトを $g$ とすると、

$$\begin{aligned} y &= f(T_{wg}, T_{wb}, N/M) \\ &= f_g(T_{wg}, N/M) + f_b(T_{wb}, N/M), \\ f_g(0, N/M) &= 0. \quad f'_g > 0. \\ f''_g &< 0. \quad 0 \leq T_{wg} \leq T_g. \\ f_b(0, N/M) &= 0. \quad f'_b > 0. \\ f''_b &< 0. \quad 0 \leq T_{wb} \leq T_b. \end{aligned}$$

である。ただし、 $T_b$ 、 $T_g$ は農繁期、成長促進期の時間総量から必需的時間を差し引いたものである。 $T_{wg}$ 、 $T_{wb}$ は主体の操作変数であるが、 $N/M$ は状態変数であって操作変数ではない。

二期作・二毛作でなく、多期作・多毛作の場合は、

$$\begin{aligned} y &= f(T_{w1}, T_{w2}, \dots, T_{wt}, N/M) \\ &= f_1(T_{w1}, N/M) + f_2(T_{w2}, N/M) + \dots \\ &\quad + f_t(T_{wt}, N/M) \end{aligned}$$



B図 生産可能性曲線

となる。

これを、図に描くと、B図が得られる。

### 4.1 狩猟採集経済

映画の西部劇を思い起こしてほしい。そこに現れるアメリカンインディアンの多くは狩猟採集民族である<sup>24)</sup>。その狩猟採集経済では、狩猟(野牛)採集(木の实)活動は個人個人でおこなわれる。その一方、狩猟採集活動の結果は、本拠地<sup>25)</sup>に持ち帰って、集団(バンド)で消費をおこなう。各人が、狩猟採集時間を延ばすたびに、その総計たる獲物を持ち帰る負荷は時間に比例する以上に増える。つまり、狩猟採集活動にも、投入時間 $T_w$ に関して限界生産物逓減の法則が成立する。

この生産可能性曲線をA図に書き加えよう。すると、B図を得る。均衡点 $E_1$ では、必需品が生産物の主体であるが、奢侈品も多少生産されることがわかる。均衡点 $E_1$ では獲物の獲得数量が持

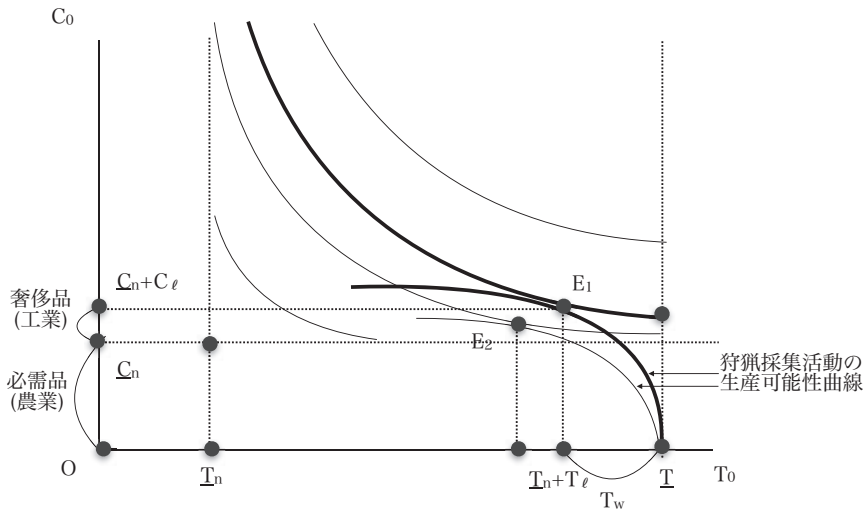
続可能最大収穫量を超えていないとすると、人口 $M$ が増えないかぎり、このモデルの主体は永遠に $E_1$ に留まる。労働投入時間は、 $T_n + T_\ell$ と $T$ の差である $T_w$ である。収穫の一部は食糧(必需品) $C_n$ として消費され、残り $C_\ell$ は工業製品(奢侈品)として消費される。

B図によると、均衡点 $E_1$ の位置は高い。それは人類の初期では人類の数が少ない。そのため、獲物が豊富にあり、生産可能性曲線の位置が高いのである。実際、このような人類の活動の痕跡は考古学者によって、報告されている<sup>26)</sup>。例えば、採集された大麦よりつくるパンを必需品、同様に採集された大麦よりつくるビールを奢侈品とすれば、ビールの消費は高かったことであろう。実際、かかるがゆえに、初期人類の拡散があったのであろう。初期人類が拡散した先では、競争相手がいず、狩猟採集がより容易であったからである。

しかし、時代とともに、狩猟採集には影がさす。人類の住む土地面積が変わらないかぎり、人類の人口が増えると人口密度が高くなる。人類は獲物や果実を巡って互いに競争するようになり、捕れ

24) ただし、農業にすでに移行した部族も存在した。  
 25) 狩猟採集民族の場合、周辺の獲物を取りつくしてしまうと、本拠地を移転するのが、普通である。

26) Diamond (1997)。



C図 狩猟採集活動

る獲物や果実が減ってくる。C図で見れば、下の方の生産可能性曲線である。これに対応する均衡点は、 $E_2$ である。

#### 4.2 焼畑農業

次に、時間が経って、一層人口Mが増えた場合、どのようにして焼畑農業になるかを考えよう。まず、注意すべきは、B図の無差別曲線群はそのまま、焼畑農業に受け継がれる点である。しかし、生産可能性曲線はB図と異なる。人口Mが増えるにつれ、ある時点 $i_0$ で狩猟採集の獲物は持続可能最大収穫量以下になる。次第に獲物が減るにつれ、狩猟採集のための労働投入は増える。したがって、生産可能性曲線は下にシフトし、均衡点 $E_1$ に留まることはできない。では、均衡点は $E_2$ にまで、減少するのであろうか。違う。これは次の事情による。

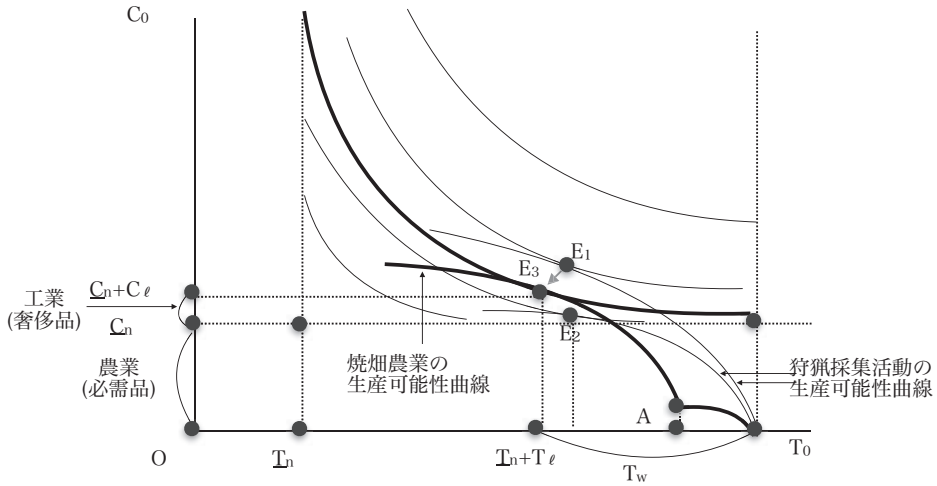
焼畑農業に必要な土地面積量が、現実の土地面積量と一致するほど人口が増えたとし、その人口を $M_1$ とし、その時点点を $i_1$ としよう。その時の均衡点がD図の $E_3$ である。

ここで、人類は焼畑農業の季節性に出くわす。すなわち、成長促進期の労働投入はほとんど0で

あり、農繁期は多大な労働投入を要求される。この焼畑農業の段階に至って、人類は、春の農作業の労働投入は0であり、農作業は実施されなかった。農閑期のわずかな耕耘のための労働投入は図のA-T<sub>0</sub>の線で表される。農繁期の播種・穫り入れのための労働投入は $T_n + T_l$ とAを結ぶ線で示される。A点より左側の生産可能性境界線は、それに対応する収穫量の関係を示す。

狩猟採集の均衡点 $E_1$ と焼畑農業の均衡点 $E_3$ とを比較すると、 $E_3$ の方が $E_1$ より労働投入が大きくなる。 $E_1$ より $E_3$ の方が、均衡点の厚生は低い。もしそうでないなら、農業技術はすでに人々に明らかなので、狩猟採集の段階ですでに焼畑農業の技術が採用されていたであろう。

$E_1$ より $E_3$ に移るためには、 $E_2$ を経由するよりは、 $E_1$ より $E_3$ へ徐々にしかし直接に移行したほうが、総体としてみれば主体の利益は大きい。このためには、自分の時間を割合 $\theta$ で狩猟採集に振り向け、割合 $1 - \theta$ で焼畑農業に向ける。1から出発して、0に達するように人口成長率 $n$ の割合で、 $\theta$ を成長させる。C図の無差別曲線を導き出した効用曲線が近似的に一次同次に近いとすると、総体の効用は $E_1$ より $E_3$ へ直線で動いたものになる。したがって、均衡点は $E_1$ より $E_3$ を結ぶ



D図 焼畑農業

直線上を移動するのである。

実は、この均衡点の移動方法は実際に人類において経験されたものである。つまり、狩猟採集から完全な焼畑農業への移行において、長期間双方を併用したことは文化人類学者や考古学者の間で定説になっている。主体としての一つの家計で、一方で女性が採集を担当していたのが農耕に移り、他方で男性が狩猟を担当していたのが、次第に農耕に比重を移していったのである。

D図によれば、狩猟採集経済の均衡点  $E_1$  より、農耕牧畜経済の均衡点  $E_3$  の方が、均衡点の厚生は低い。時間と共に、人類の厚生が下がることはありうるのか、という疑問が生じる。しかし、この点も考古学者によってすでに観察されているところなのである<sup>27)</sup>。

本論文の仮定によれば、土地面積つまり資源は一定量しか存在しない。その一方で、人類の人口は一定率で増える一方である。したがって、両者が主要な生産要素でありかぎり、人類の厚生は

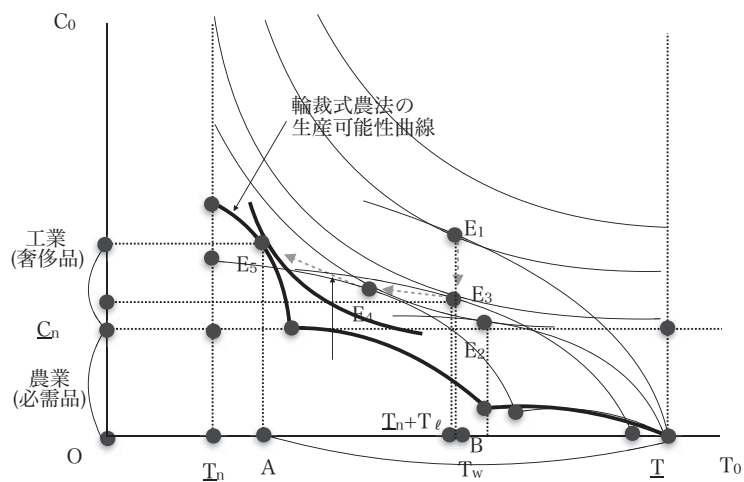
下がる一方であることに、何の不思議もない<sup>28)</sup>。本論文では、産業革命時までは、工業の発明は重要な経済的影響を持たなかったものとして捨象する。農業技術はあらかじめ完全に知られているとすると、農業では技術「変化」しか存在しないとすると、3.1で語られた技術「変化」は、すべて厚生を下げるものでしかない。厚生を上げることが可能ならば、なぜ始めからそちらの技術を採用しなかったのか、という疑問に答えることができないからである。一人あたりの土地面積が減ずる環境では、厚生を下げながらも、その範囲で厚生の下下が最も少ない点を選んでいるのが人類なのである。

### 4.3 輪裁式農法から産業革命へ

狩猟採集経済から焼畑農業への変化と同様にし、以降のXの段階からYの段階への農法変化も生じる。 $i_m$ の時点で人口がMに達し、経済は完全

27) 狩猟採集経済より農耕牧畜経済に移行したところ、人類の身長が悪化している。これは栄養状態の低下を意味する。しかし、なぜ栄養状態が悪化するにもかかわらず、人類は農耕牧畜を選んだのか、不明とされている。Diamond (1997)。日本でも縄文時代から弥生時代にかけて、人類の身長は下がっている。

28) ただ、時代によっては、工業製品で新発明が生じた。その結果、一時的には厚生は上がりうる。しかし、経済全体に影響を及ぼす、こうしたほどの工業の技術革新は産業革命を待たなくてはならないだろう。では、なぜ工業製品の発明は産業革命時に集中して起きたのか。これについては、以下の4.3を参照。



E図 輪裁式農法

にある農法となる。次の段階に達するためには、土地面積が不足する。その次の  $i_{m+1}$  の時点から、次の農法を極小の  $1 + \theta$  の割合の土地面積だけ採用し、残りの  $1 - \theta$  の割合の土地面積は、従来の農法を続ける。

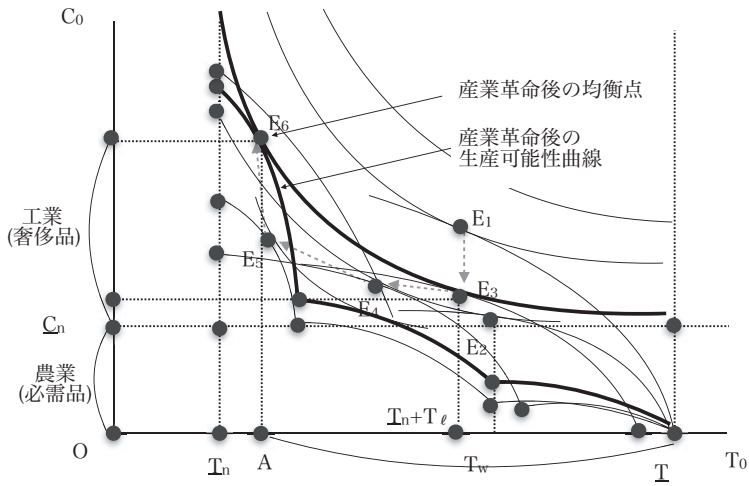
このようにすれば、二圃制・三圃制への移行も理解できるのである。本論文では、これらの詳細な説明をスキップして、最後の輪裁式農法から産業革命への変化について説明しよう<sup>29)</sup>。産業革命前に最後に採用された農法であり、この農法では、1年中何らかの農作物が生産されていたと言われる。さて、輪裁式農法の結果、どのような事が起き

たであろうか。E図からわかることは、輪裁式農法の均衡点  $E_5$  が、焼畑農業・二圃制農法・三圃制農法の均衡点に比して左上方にある点である。つまり、輪裁式農法の均衡点では、相対的に奢侈品が多く、奢侈的労働投入が少ない。また、それと同時に、人口成長率は一定であるので、人口は、焼畑農業・二圃制農法・三圃制農法・輪裁式農法の順で、増えていることに注意しよう。

ここで、消費財という奢侈品は1種類と仮定された。現実には、1種類ではなく、複数の財の複合財として、この消費財を考えるべきである。これら複数の財のうち、工業部門の生産関数革新の研究があるとしよう。消費財のうちの  $\alpha$  % だけ工業部門の生産関数革新の研究に費やされるとしよう。(なお、農業部門については、生産関数革新の余地はない、というのが本論文の仮定であった。) それに対して、工業部門の生産関数革新のための必要な時間は、実証的に見ると、それほど要求されない。例えば、産業革命の端緒となったイギリスの綿織物の場合、数十年間にわたる技術革新を担ったのは、中心人物に限れば、たかだか10名程度である。当時のイギリスの人口が100万人内外<sup>30)</sup>であり、しかも彼らの一生ではなく、

<sup>29)</sup> ちなみに、三圃制から輪裁式農法への時期において、イギリスで生じたのが、「囲い込み」である。この囲い込みによって、田畑が整地されて個人農地が主になったと言われる。従来、この囲い込みが産業革命を始めとするイギリスの近代化をめぐって果たした役割が議論されてきた。古くは、マルクスの唱えた、囲い込みによって農民と土地が切り離され、土地を失った農民が都市に流れ込んで労働者となり産業革命の元となった、という説が有名である。なお、近年になって、農民の移動先を確認した結果、この説は否定されている。本論文の立場からは、囲い込みは近代化の原因ではなく、結果だと判断される。すなわち、人口の増加とともに、一人あたりの土地が減少し、土地の価値が上がった。これが、それまでルースに管理されていた土地の再編を呼び起こし、土地が個人によってより正確に管理されるようになったのである。

<sup>30)</sup> McEvedy and Jones (1978).



F図 産業革命

その一時期に研究はなされたことを思うと、十分小さな数でありうる<sup>31)</sup>。ゆえに、本論文では工業部門の生産可能性曲線革新のための時間は、無視できるものとしよう。

技術革新は全て、一般目的技術 (GPT) としよう。これは蒸気機関・配電網・鉄道などのように、経済の構造を変えるほどの重要な影響を持った発明である。本論文では、この GPT は、人類全体で、ある固定額  $G_0$  を超える研究支出があって、初めて研究に成功し、発見されるとしよう。

「人類全体で」とは、発明とは一種の新設計図の創出であり、発明がすんだ後は、その設計図に基づいて生産を繰り返すに過ぎない。したがって、この設計図の創出とは公共財の創出と同じである。最適公共財の供給量は需要者の数に正に依存する。ゆえに、発明・発見は公共財と同じ性質を持つ<sup>32)</sup>。

すると、 $\alpha M(y-C_n) < G_0$  の間は、GPT の技術革新の発見は成功しない。

$$\begin{aligned} \alpha M(y-C_n) &= \\ \alpha M[f_1(T_{w1}, \underline{N}/M) + f_2(T_{w2}, \underline{N}/M) + \dots \\ &+ f_t(T_{wt}, \underline{N}/M)] \\ &= G_0 \end{aligned}$$

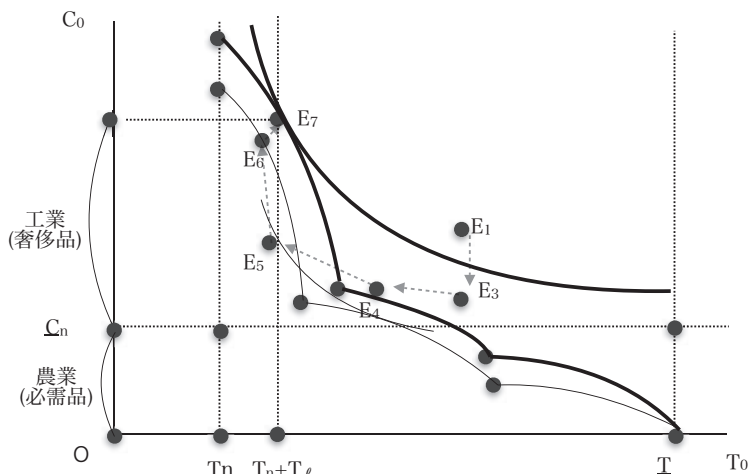
が成立する時に、初めて発見され、以後の期間、実用に供されるのである。この等式が成立した時点がいわゆる「産業革命」の時点に対応するというのが、本論文の主張である。人口  $M$  及び一人あたり産出  $y$  は、時間の増加関数なので、左辺は時間の増加関数である。したがって、時間が経つにつれて、いつか等式が成立し、産業革命が出現することが一般の場合となる。

産業革命が起きると、経済はどのように変化するか。産業革命とは、工業部門の生産を増やす技術革新であるとする、一人あたりの生産可能性曲線が上方にシフトすることを意味する。この結果、F図の  $E_6$  のような均衡点が成立する。均衡点  $E_3$  から  $E_4$ 、 $E_4$  から  $E_5$  の変化においては、主体の厚生は一貫して減少してきた。それに対し、 $E_5$  から  $E_6$  への変化では、主体の厚生は増加するのである。つまり、産業革命は人類の厚生に正の影響があったことが予想される<sup>33)</sup>。

31) ただし、彼らの競争者がこれらの発明に費やしながら、発明には及ばなかった時間も計算に入れなければいけない。今の時点では、それらを計算するのは難しい。

32) Jones (1988).

33) これは産業革命の恩恵に浴している現代人なら当然の結論である。実は、産業革命の只中の影響について



G図 継続的技術進歩

再び人口が増加し、一人あたり消費財  $y$  が増加すると、次の GPT で、研究支出が最小な  $G_1$  に対して、

$$\alpha M(y-C_n) = G_1, \quad (G_1 > G_0)$$

が成立する。ゆえに、再び、新 GPT が生じ、消費財の生産可能性曲線は上方にシフトする。こうして、人口・一人あたり消費財と生産可能性曲線の関係は互いに正の影響を持って、進む。

この結果、G 図が示すように、この主体の厚生が増加しながら、労働投入が減少することが示される。現在の分析は、資本を欠くので、産業革命以降については、経済の実証的特徴を完全に捉えているとは言い難い。それでも、これは現代の先進国経済の特徴が導き出されたと言えないだろうか。

#### 4.4 所得・厚生・工業化比率の増加

均衡点  $E_1$  から  $E_6$  までの変遷が、どのように主体の所得と厚生を変化させたか注意しておこう。所得とは主体の消費財の産出量をニュメレール（ここでは消費財）で表したものを言うのに対し、

主体の厚生とは、均衡点での効用水準を表す。例えば、E 図では、狩猟採集経済の均衡点  $E_1$  での所得は直線  $E_1B$  で表される。この所得水準は焼畑農業  $E_3$  以降は一貫して、上昇していることが、F 図から確認できる。これに対し、G 図から効用水準を検討すると、焼畑農業  $E_3$  以降は産業革命  $E_5$  までは一貫して減少している。効用水準が増加するのは、産業革命以後  $E_6$  と  $E_7$  に限る。すなわち、焼畑農業  $E_3$  以降は産業革命  $E_5$  までは、所得の動きは厚生との動きと異なり、時間とともに厚生は下がる。したがって、少なくとも産業革命以前は、一人あたり経済成長率は厚生改善の基準には、ならない。

さらに、所得水準の焼畑農業  $E_3$  以降の一貫した増加は、奢侈品の増加を促す。前に述べたように、この奢侈品を生産している部門を工業、必需品を生産している部門を農業と呼ぼう。すると、これは工業化比率は焼畑農業以降、一貫して増加していることがわかる。とりわけ、産業革命前は緩やかな増加にとどまっていたのに対し、産業革命後は非常に高い増加に増加を誇る。これは 2.4 節で見た工業化が歴史的に増加しているが、産業革命以降とりわけ速度を増した、との実証的命題と一致する。

ては、経済史家の実証的研究においては、結論は分かれているのが現状である。Floud and Johnson (2004)。

## 参考文献

- Bairoch, Paul (1988), "Cities and Economic Development: From the Dawn of History to the Present," Translated by Christopher Braider, University of Chicago Press.
- Boserup, Ester (1965), "The conditions of agricultural growth: the economics of agrarian change under population pressure," Allen & Unwin.
- DeVries, Jan (2008), "The Industrious Revolution," Cambridge University Press.
- Diamond, Jared (1997), "Guns, Germs, and Steel: the Fates of Human Societies," W. W. Norton.
- Floud, Roderick, and Paul Johnson (2004), "The Cambridge Economic History of Modern Britain, Vol.1, Industrialisation, 1700-1860," Cambridge University Press.
- Grigg, D. B. (1980), "Population growth and agrarian change," Cambridge University Press.
- Jones, Charles (1998), "Introduction to Economic Growth," Norton.
- Malthus, Thomas R. (1798), "An essay on the principle of population, as it affects the future improvement of society. With remarks on the speculations of Mr. Godwin, M. Condorcet and other writers," J. Johnson.
- McEvedy, Colin, and Richard Jones (1978), "Atlas of World Population History," Penguin.
- Weil, David (2005), "Economic Growth," Pearson.