

研究ノート

環境とエネルギーの社会経済思想についてのノート(続)

西 淳

- I はじめに
- II ジャン・ブリュンヌ … エコロジーと人文地理学
- III アレクサンドル・ボグダーノフ … エネルギーと史的唯物論
- IV ニコライ・ブハーリン … エネルギーとシステム理論
- V ジョージェスク・レーゲン … エントロピーと経済
- VI ハーマン・デイリー … 定常経済
- VII ケイト・ラワース … ドーナツ経済
- VIII おわりに

I はじめに

本稿は西(2024)の続編である。いうまでもないが、本稿は柴田敬研究の延長上にあるものである。環境とエネルギーについての19世紀から20世紀までの社会経済思想を取り上げる。

第一に、フランスの人文地理学者であったジャン・ブリュンヌを取り上げる。ブリュンヌは、近代の経済の性格を「掠奪経済 Raubwirtschaft」ととらえた。掠奪経済については後に述べていくが、簡単にいえば資源を再生可能な範囲で使用するのではなく、それを超える規模で使用する経済のことである。ブリュンヌは掠奪経済を人類の自然に対する収奪であると考え、やがてそれは人類自らに跳ね返ってくるものだと考えた。

またブリュンヌは資源としての水の重要性について述べていることも重要である。21世紀に入り水をめぐる各国の競争が繰り広げられているが、とりわけ淡水の不足は深刻である。ハーマン・デイリーがそのエコロジー経済学の教科書でフォーチュン誌からの引用で述べているように、20世紀は石油が諸国民の富を決めるのに重要な商品であったが、「水不足によって、水は21世紀の石油、すなわち、“諸国民の富を決める貴重な商品”になるだろう」(Daly and Farley (2011), 邦訳110ページ)ということである。

第二に、ロシアのマルクス主義理論家であったアレクサンドル・ボグダーノフの議論をとり上げる。ボグダーノフは、エルンスト・マッハやウイヘルム・オストワルドなどの影響を受けてマルクスの理論を独自に解釈した。レーニン等に比してそれほど知られているとはいえないかも知れないが、本稿の主題との関連でいえばエネルギー論の視点から史的唯物論を解釈しようとした人物であるといえる。

第三に、ニコライ・ブハーリンを取り上げる。ブハーリンは史的唯物論をエネルギーの視点から理解しようとした。彼は経済をシステムと考え、それと環境である自然、社会との関係を考察した。ブハーリンはウィルヘルム・オストワルドやボグダーノフの影響を受け、エネルギー論の観点を史的唯物論に応用して社会経済システムの変動理論を構築しようとしたのであった。

第三はジョージ・レーゲンである。レーゲンはいうまでもなくエントロピー経済学の生みの親である。正統派経済学の分野でも素晴らしい功績をあげながら、その後、その批判へと向かっていった。それは、正統派経済学が経済を外部との関係なしに再生産を繰り返す力学的システムとしてとらえ、エネルギー、物質を環境から取り入れ廃棄物、廃熱を環境に排出する熱化学機関としてとらえていないことに対する批判であった。そして、熱力学の法則の視点から経済、そして経済学を再構築しようとしたのである。

第四に、ハーマン・デイリーを取り上げる。デイリーはレーゲンに学び独自のエコロジー経済学を展開した。現代においては経済成長の便益よりもコストのほうが上回っているとして、生態系と調和する最適な経済の規模をマクロレベルで考えようとした。そして、レーゲンからは批判されたが定常経済論を提唱したのであった。デイリーの貢献はレーゲンの議論を具体化し、またエコロジーのための政策論を展開したことにある。また広範な自然科学系の学者と関わり、自らの議論を形成していった。

第五に、ケイト・ラワースを取り上げる。ラワースの議論は、物的な経済成長こそが格差や環境などの問題を解決するとして目的として掲げられてきたこれまでの考えに対して、さまざまな面でのバランスの取れた社会・経済を目標とすべきだというものである。つまり、環境的な上限と社会的な土台の間に人類にとって安全で公正な範囲と環境再生的で分配的な経済があるとして、その間に人類の生活を収めることを主張した。

本稿ではこれらの人物の諸論点について扱うこととする。¹⁾

II ジャン・ブリュヌ … エコロジーと人文地理学

ジャン・ブリュヌについて簡単に解説しておけば西（2024）でも述べたが、フランスの地質学者ベルナール・ブリュヌの兄である。ベルナールは Martinez-Alier with Schüpmann (1987) でも取り上げられているように、人類の生存をエントロピーの増大にいかに対抗しているかという観点からとらえ、地球環境の再生可能性が脅かされていることを指摘したのであった。²⁾

ブリュヌの貢献は、20世紀の初頭というはい時期に環境問題を取り上げたことである。彼は現代の人類が自然をそれまで以上に搾取の対象としているという。そしてそれを破壊的開発、あるいは掠奪経済と呼ぶ。それでは略奪経済とは何かというと、

「鉱物、植物、動物そのいづれを問はず、之を採取・搾取して、その後の補充の事を顧みないものである。石切場から大理石其他の石材を採掘する人は、地殻内に天然に蔵せられたその材料を再び返還する考へは無いのである。雉とか鮭のように、飼育をやらないで、之を狩猟漁獲する時は、これ亦後の補充に対する考慮を払わずに、自然から或物を奪うのである」(Brunhes (1920), 邦訳335ページ)。

このように現代社会は、自然からその後の事を考慮することなくさまざまなものを一方的に収奪することをいう。

ただし、破壊的開発といっても程度がある。

「破壊的開発の多くの種類のうちには、尋常普通な、秩序的なものがあると共に、又独逸語のラウブウォルトシャフト Raubwirtschaft 即ち、経済的掠奪といふ語がよく表現している様な過剰な性質のものもある」(Brunhes (1920), 邦訳336ページ)。

それでは、破壊的開発はどのようにして生じるのであろうか。

比較的未開の社会においては破壊的開発は生じなかった。たとえば、ある民族は狩猟にみずから制限を加え、絶滅に瀕する動物に対してはある期間中、禁忌の物として捕獲を禁止していた。また、それよりも高等な文明を有していたペルーのインカ族はグアノの不足を防止するために、厳しい監視によって鳥を監視し保護した。禁を破った者は死罪になったのである。

つまり未開社会では、自然からの資源獲得には自ずから自制が働いていた。それはそうでなければ、自らを滅ぼすことにつながるからである。

「狩猟は本当の意味の破壊的作用の性質を帯びていない。それは自然の繁殖力によって回復されない程、劇しいものではない。要するに、特殊の破壊作用は殆んど文明民族特有のものである」(Brunhes (1920), 邦訳337ページ)。

それでは近年における破壊的開発の事例としてはどのようなものがあるのであろうか。それを考えよう。それをブリュンヌは鉱物界、植物界、動物界に分けて記している。

まずは鉱物界についてみると、鉱山採掘は地面から掘り出した物質を再びもとに戻すということとを前提しない（また不可能である）という点で破壊的開拓である。目の前の利益のみ考えて将来のことは考慮しないのであり、それは具体的には銀山、グアノ、チリ硝石、石炭採掘などにみられる。石炭採掘という掠奪的採掘がおこなわれているのが進歩した文明の集中する場所であることは驚くべきことである。

さらには、石油、燐鉱、ダイヤモンド、貴金属の破壊的採掘もあるが、それが分別を以て採掘されていけばよいのだが、そうでないなら問題が生じる。実際、アイゼナハやブリュックスのように陥落が起ったり、またバルチック海のように陸を保護する岩石を取除いたために海水が侵入するという問題が起った。これは破壊的開発の悪い結果である。

もちろん、このような破壊的採掘にもよい結果をもたらす面もある。それは経済的な面であり、鉱山が採掘されることによって地元が活性化することである。実際、アメリカではカリフォルニアで1849年に金鉱が発見されゴールドラッシュが起こり、栄えることとなった。またそれがきっかけで、カリフォルニアはアメリカにおける重要な州の一つとなったのであった。

次に植物界についてみよう。まずは耕作における掠奪経済がある。人間は土地の質を回復する手段を持っているにもかかわらず、最小の費用で収穫をあげようとするため、土壌の消耗が激しくなる。

地理的にいえば、西ヨーロッパでは人口が多く耕作が労働集約的に行われているため荒涼的搾取は認められない。だが、植民地ではそうではない。耕作者は人口が少ないときには一毛作を行うが、人口が増加し土地の質が劣化すると肥料を用いて輪作を行うようになる。ここでも破壊的開拓が生じることになる。このようにして植民地は略奪経済の巢窟となる。

また、多くの小麦産出国（アメリカ、カナダ、ロシア、アルゼンチン等）が略奪経済を行っているという事実がある。安価に小麦を生産輸出するために土地の破壊的開発が大規模に行われているのである。

文明人は破壊行為を特に森林地域に行う。森林は保護さえすれば再生可能資源であり続ける。それは山の住民にとっては雪崩や洪水を防ぐための防御物としてたいへん重要であるし、また豊かな生態系を育む場所でもある。

我々は、石炭やコークスで暖をとる、鉄やレンガやコンクリートで建築をする。木材は鉱山に使用され、鉄道の枕木となり列車を作り、電信、電話、電力線の支柱となり、舗道用として使用され、製紙の原料であるパルプを作るなど、石炭の採掘から新聞紙の発達にいたるまで、木材に大きく依存しているのである。

次に動物界における略奪経済についてみる。

人間は古来、食用としてまた衣服を得るために動物を殺傷してきた。人口が増加すればますますそうしなければならない。だが、動物をとっても個体数が維持されるようなやり方であれば掠奪的とはいえない。

だが、乱獲になると別である。実際、動物に対する略奪経済は装飾目的のために行われる（動物の毛）。具体的にはフロリダでは鷹のような食虫鳥が毎年約150万づつ殺されているし、また渡り鳥などもそうである。場所によっては鳥が減少した結果として蛆が繁殖するようになっている。また、北方森林の南北両辺緑地では、毛皮をとるためにビーバーが乱獲され、アメリカではパイソンが10年でとり尽くされた。熱帯林では像が一番脅かされている。ステップでは駝鳥も減少している。他の動物もしかりである。

また戦争は大きな略奪経済であり、場所と生命との欲求に対する恐ろしい闘争である。

それだけでなく、人類は同類に対しても掠奪的破壊を行う。人類間の最も憂うべき破壊行為は奴隷売買である。

「欧羅巴人の植民事業は、大規模にこの貿易を発達せしめたのであつて、不幸なる黒人を一大陸から他大陸へと移植したのである。植民事業は、欧人の所謂「野蛮人」の自由を冒したのみならず、彼等の存在そのものまでも、冒瀆した。黒人の食物の資源を破壊し又、劣悪なアルコールの様な有害物を齎した。未開民族は文明民族と接触する様になると次第に絶滅に向ふといふ事は、普遍的真理として認められてゐる事実である」(Brunhes (1920), 邦訳353ページ)。

また植民地政策は地元の土着の人々を追い払うことになる。

「欧羅巴の植民者に気候が適してゐる様な地方では、土人の絶滅は最も急速である。北米、アルゼンチン、南亜、オーストラリアはこの例である。欧羅巴人は其人口の劇しい増加の結果、彼等の領土を拡張せざるを得なかつたのであると説明（弁解ではなくとも）する人があるかもしれぬ。併し、如何なる欧羅巴人の居住にも適しない地方の「野蛮人」の徐々たる絶滅は如何に説明するか」(Brunhes (1920), 邦訳353-354ページ)。

その他、いわゆる食人（カニバリズム）も一つの破壊行為ではあるが、それは一地域に限られている。

ただ、これらの問題が人々に意識され昨今はそれに対する対策が為されるようになってきた。

たとえばアメリカやカナダでは「国立公園」というものが設立され、自然保護の機運が高まっ

てきた。またそれに続いてヨーロッパでもこの運動が起こりつつある。

また森林の伐採が進んでいた所ではこれを防止するように努められつつある。またイギリスやドイツでは鉱山採掘によっておこる破壊現象を防ぐ手段が考えられている。

またブリュンヌは、これからますます水の重要性が増していくだろうと指摘する。³⁾

「森林と水は密接な関係があるもので、洪水を防ぎ、水力を利用するには今や益々消失し、ある處のこの森林と水の二富源の保護が火急の必要である事がよく了解せられた。今日では農業にも、工業にも水の利用が極めて大切となつた。耕作は全く水によるものである。……、人間は水の力によつて沙漠を征服する事に根気よく努力している。「白炭」は今日に於いても、亦将来に於ても人間が工業に利用し得る最大エネルギーの貯蔵者である。水は今後一層必要となつて来る。而もそれは益々我々から遠ざかつて行くのである。森林と水とは切り離し難い関係にあるのであるが、この二つとも我々自身の誤れる行為によつて欠乏しつゝある。反動は避け難いものである」(Brunhes (1920), 邦訳356ページ)。

21世紀は水の時代であるということはすでに述べたが、ブリュンヌは20世紀の初頭にすでに21世紀の状況を予想していたのである。

そしてブリュンヌはこの話題の最後に、彼の弟であるベルナール・ブリュンヌの *La Dégradation de l'énergie* から引用している。ベルナールは世界の利用可能なエネルギーは徐々に劣化していくのだから、できるだけその低下を食い止めることが人類に課せられた課題であると論じたのである。

「人間に割り当てられた役割は、世界に於けるエネルギーの低下を阻止する事である。人間は意識的或は無意識的にこの役割を可成りよく演じている。自然力を利用してゐる人は特によくその役割を演じている。瀑布を利用して水車を回転せしめてゐる人は、不用のエネルギーを機械エネルギーに転ずるのである。萬物中如何なる種類のものと雖も、生物たるものは宇宙の利用し得べきエネルギーの幾分たりとも増加する事が出来るのである。真かといふものは、その種類が如何なる形を以て現はれてゐるとしても、その結果は利用されたエネルギーの増加といふ事によつて、的確に云ひ現はす事が出来るのである。併し利用されたエネルギーと利用し得べきエネルギーとを混同してはならない」(Brunhes (1920), 邦訳357-358ページ)。

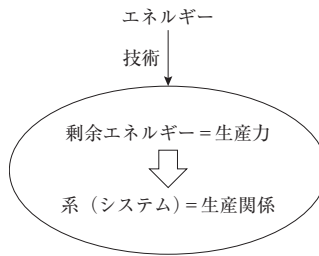
このエントロピーの増大に抗する人類という問題は、21世紀以降の世界においてもたいへん重要な問題としてあり続けている。

Ⅲ アレクサンドル・ボグダーノフ … エネルギーと史的唯物論

A. ボグダーノフがいかなる人物であったかはボグダーノフ (2003) の訳者 (佐藤政則) 解説に詳しいが、1904年から1906年にかけて『経験一元論』を執筆した。また現代においてはサイバネティックスやシステム理論の先駆者として知られている。また、小説家としても有名で『赤い星』(ボグダーノフ (1926)) などの著作もある。ボリシェビキにおける理論家でありもともとレーニンとは近い関係にあったが、1905年の革命の崩壊後、対立することとなる。

彼自身は先にも述べたように哲学的には E・マッハ、科学的には W・オストワルドのエネル

図1：システムと剰余エネルギー



ギー一元論から大きな影響を受けている。⁴⁾ そのためレーニンとはボグダーノフの政治的影響力を削ぐためボグダーノフ批判に乗り出し『唯物論と経験批判論』（レーニン（1953/56））を執筆する。その書物のなかでレーニンはボグダーノフの唯物論理解を批判し、エネルギーの概念まで否定しようとしているのである。⁵⁾

それに対して、ボグダーノフは次のように主張している。

「「エネルギー」とは生産や認識における多種多様な現象に対する人間の一元論的な関係にほかならず、われわれの眼前でますます発展していく生産と認識とを統一する方法である…」（ボグダーノフ（2003）、139ページ）。

さて、本節ではボグダーノフ（1930a）を中心にして彼のエネルギーの視点からみた史的唯物論について検討する。

ボグダーノフは歴史の進化を剰余エネルギーの増大に見て、それを実現する生産技術の変化が社会の生産関係を規定すると考えている。⁶⁾ 図で描けば図1のようになる。

さて、具体的にはボグダーノフは歴史上における諸生産関係を次のように区分している。

1. 原始的自然自足社会
2. 商業社会
3. 社会的に組織された社会—未だ到達されない発展段階

それぞれの特徴について述べると、1は「自然に対する闘争に於ける社会人の微力、個々の社会団体の狭小、社会関係の単純、交換の欠如或は未発達、及び社会形態の極めて緩慢な変化」（ボグダーノフ（1930a）、34ページ）である。それはさらに「原子種族共産主義」、「権威的種族社会」、「封建社会」に分けて論じられている。

2は「社会的生産の範囲は拡大し、その要素の種類は多くなる。社会は、自己の生産物によって、その欲求を満足させることは比較的少く、大抵他の企業の生産物に依つて、即ち交換に依つて満足させる、個々の企業から成る複雑な全体を代表する。発展は利害の闘争と社会的矛盾を通じて行はれる。発展は速度を増す」（ボグダーノフ（1930a）、34-35ページ）。それはさらに「交換の発展」、「奴隷制度」、「都市手工業制度」、「商業資本主義」、「工業資本主義」「金融資本主義時代」に分けて論じられている。

3は「生産は絶えず範囲を拡大し、複雑となるが、その種々の要素は労働の用具及び方法に変形され、一方社会の成員は統一の方向へ進む。生産と分配とは社会自身によって整然と組織されて、分離、矛盾、或は無政府の痕跡だけに止めぬ一個の目的有る体系となる。発展の過程は更に更に速かに進む」（ボグダーノフ（1930a）、35ページ）。とそれぞれされている。それは「社会主義

社会」である。

最初に、自然自足社会であるが、そこでは原始種族共産主義、権威的種属社会、封建社会などが検討されている。

まず原始種族共産主義であるが、この社会においては人間の自然に対する支配力が弱く、生活に必要なものを手に入れるのがせいぜいである。

「人類の凡ての努力は、生活必需品を獲得することに捧げられて居た。…他人のために労働し、或は自分の生存条件を改良する方面に振り向け得る剰余労働時間は少しもなかった。…かういう条件の下では、搾取、即ち他人の剰余労働の成果を取ることが不可能であつたことは明らかである」（ボグダーノフ（1930a），39-40ページ）。

「生活が発展するためには、エネルギーの剰余を有することが必要である、しかも原始的コンミュニはすでに述べたように、それを欠いていた」（ボグダーノフ（1930a），47ページ⁷⁾）。

この生産力の段階では剰余エネルギーは存在しなかった。人類は自らの労働力を再生産するだけのエネルギーしか獲得することはできなかったのである。剰余エネルギーが生まれるためにはある程度生産力の発展が不可欠である。

それではこの社会における発展の原動力として何があつたのか。それをボグダーノフは人口圧力に求めた。

「唯、人間に対する自然的な強大な力のみが、原始的イデオロギーの不活発性、保守性を打破して、将来の発展の刺激となることを得た。その力は即ち絶対的人口過多であつた」（ボグダーノフ（1930a），47ページ）。

ここでいう「絶対的人口過多」とは人間の自然の許容能力に対するものであり、資本主義になって問題となる「相対的人口過多」とは人間と人間の間、つまり社会における労働者の過多のことである

「…人口の増加は一地方の住民の数を限りなく増加せしめる傾向を有する。しかし一地方の面積には限度があり、且つ当時の生産手段を以てしては、一定数の人々を維持し得るに過ぎない。狩猟人口の密度が一平方哩について二十人に達して、之以上の人口の増加は過多であるとすれば、この増加する人口は生活資料の欠乏に当面するであらう。之を称して絶対的人口過多と言ふ」（ボグダーノフ（1930a），47-48ページ）。

たとえばマルサスならば人口圧力は貧困につながるであろう。だが、ボグダーノフはむしろ技術進歩などにつながっていくと考える。⁸⁾

だが、農耕の開始とともに剰余が生まれることになる。つまり剰余エネルギーが生み出され始めるのである。

「剰余労働が稍一般的となり、且つ農業と牧畜との結合によつて、更に永久的となると、剰余生産物即ち貯蔵物が生じる」（ボグダーノフ（1930a），57ページ）。

「割して、必要労働の外に剰余労働が現れる。これは従来はたゞ偶然に且つ一時的に存在し得るに過ぎないものであつたが、今や永久的の現象となつてしまふ」（ボグダーノフ（1930a），63ページ）。

それでは家長的（権威的）種族社会においては社会進化はどのようにして起こるのであろうか。それは、それ以前と同様に人口過多であるとボグダーノフは主張する。

「吾々が今研究しつつある時代の社会意識が、本質的には、人類生活の前段階に於けると同じく発展の自然的な障害であつたことを思へば、社会進化の原動力も亦同じく絶対的人口過多といふ自然力でなければならなかつた」（ボグダーノフ（1930a），67ページ）。

なお、この時代のエネルギー論的な意味での変化は、人間は他の人間の人的エネルギーを機械の仕事に変換するようになったことであつた。

「之ほど重要ではないが、此の時代の収穫がなほ一つあつた。それは「奴隷」の出現である」（ボグダーノフ（1930a），68ページ）。

つまり、剰余の発生を通じて人的エネルギーを奴隷という形で用いるということである。つまり人による人の支配の始まりである。

さらに、封建社会に移行すると技術の発展が進むようになる。

「家長的種族社会は、人類に生活資料を保証する新しい生産方式の発展した結果として、現れた。封建社会も、亦、生産手段が更に発展した結果生れたものである」（ボグダーノフ（1930a），71ページ）。

前近代的農業は、収穫をあげるのに耕作面積を拡大することによって行われていた。だが、自由な土地にも制約がある。よって、それに対する対応策として農法の改良がなされることとなる。その一つは二圃式、さらに三圃式農法である。さらに、獣糞の施肥が行なわれるようになる。これらはエネルギーの効率的利用につながるものである。

さて結論として、封建社会の特徴とは、

「概括して言へば、生産物の種類は未だ少なかつたが（交換の発展に不利な条件）、剰余労働が生産の比較的大部分を占めて居た（搾取の発展に有利な条件）」（ボグダーノフ（1930a），72ページ）。

「封建社会で行はれて居た交換の一般的傾向を簡短に定義すれば、次の如くであらう、絶対的人口過多は種々の方法を以て作用し、封建社会を一の目標—交換にあらはれた社会的分業の発展に向かはせた」（ボグダーノフ（1930a），97ページ）。

ということになる。

最後にボグダーノフは原始自足社会（原子種族共産主義、権威的種族社会、封建社会）について次のようにまとめている。

「不可避免的に、絶対的人口過多が起る、そして、逆に、後者が前者の不活発性を打破する。原始的社会心理の極端な保守性のために、技術の進歩は、殆んど常に、人口の増加に曳きずられて行き、生活資料の不足は、一般的に言つて慢性的である」（ボグダーノフ（1930a），49ページ）。

自然自足社会は人力だけであつたが、農耕社会に代わると畜力がそれに加わることとなる。

「人間の力を動物の動力（多くは馬）と代へることが機械の原動力部分の第一の発展段階である」（ボグダーノフ（1930a），241ページ）。

だが、動物力では限界があるため人類はやがて機械を用いるようになるのだが、機械を動かすには化学的エネルギーを力学的エネルギーに変換しなければならない。だがこの時代にはそのような技術がなかつたのである。

「これは、優良な動力が発見されない間は、工場手工業時代に機械が余り応用されなかつた理由の一つである」（ボグダーノフ（1930a），241-242ページ）。

次に商業社会についてであるが、そこでは交換の発展や奴隷制度や封建制度、都市手工業制度、

商業資本主義、工業資本主義、金融資本主義などの問題が検討されている。それらをいちいち細かく考察することはできないが、この時代において、生産技術やエネルギー利用の形態が飛躍的に高度化したとボグダーノフはみている。

さて、それまでの社会進化は絶対的人口過多によって起こっていたが、手工業の時代に入ると社会進化に新しい原動力が生まれてくることとなる。それは競争である。

「都市手工業制度の時代に、一つの新しい原動力が発生した—即ち競争である」（ボグダーノフ（1930a），175ページ）。

つまり、手工業者同士の競争が社会を進化させることとなる。ここで人類の剰余エネルギーをめぐる闘争は新たな段階に入ることとなる。互いの競争が人々により多くの剰余エネルギーを得るように向かわしめるからである。

次に工業資本主義である。その特徴は、生産関係が資本・賃労働関係になることである。

「工業資本主義は『賃金』労働に基礎を置く大規模生産組織である。そのためには十分に資本が存在し、人間が個人的従属から解放されていることが必要となる。都市手工業ギルドの時代には、自由な生産者が自ら生産手段を所有していたため自分で生産物を生産し販売したのでじぶんの労働力を売る必要はなかった。だが、生産手段をもたなくなると彼は労働力を売らざるを得なくなる」。

さてそれでは工業資本主義におけるエネルギー的な基礎は何であろうか。それは機械による生産である。

「機械生産の主要特徴は生産の直接作業が人力を以て行はれるのではなく、自然力を以て行はれる点にある。労働者の機能は次第に機械の操縦と監視のみに制限され、形の上では、以前の労働の組織者と全く類似して来る」（ボグダーノフ（1930a），237ページ）。

工場手工業時代に於ても、蒸気動力機関が使われ始めていた。だが、それは化学的エネルギーを機械エネルギーに変化するにはあまりにもお粗末なものであり、大量の動力を生み出すのは不可能であったのである。だが、転機が訪れる。それがニューコメン・エンジンのジェームズ・ワットによる改良である。熱して冷やすというのがエンジンの基本原理であるが、復水器をつけることによってその効率が飛躍的に増大したのである。

特に、工業資本主義段階になると生産の機械化が進む。⁹⁾

また、機械の改良が行われ、それは商品生産のみならずその輸送手段や通信手段を飛躍的に発達させることとなる。機関車や鉄道、電信の時代である。

さて、それでは資本主義においては発展の原動力は何なのであろうか。それをボグダーノフは、石炭に代表される化石燃料の使用や、それによる大機械の機械的エネルギーの向上にあるとする。

さらにボグダーノフは、当時新しい動力となりつつあった電気エネルギーに注目する。蒸気力はそれを発生させる場とそれを利用する場が同じでなくてはならないが、電気エネルギーの特徴は、

「思ひのまゝに小さく分割することが出来、又（或条件の下では）大した消耗なくして遠距離に送電することが出来ることである」（ボグダーノフ（1930a），242ページ）。

つまり、エネルギーの発生場所と利用場所を分離することができるようになることである。

最後に、社会主義社会である。社会主義社会におけるエネルギーはどのようなものにあるとボ

グダーノフは考えるのであろうか。それは核エネルギーである。ボグダーノフは社会主義社会において原子力（という言葉は使っていないが）エネルギーの利用が進むであろうと述べている。

「あらゆる他の電気エネルギーの源泉より遙かに優秀な、無限に豊富なエネルギーの新源泉があることも既に発見されて居る。それは即ちすべての物質に含有されて居る電子エネルギーである。その存在は科学的に証明されて居り、それが自働的に放射されて居る場合には（ラヂウム等の分解しつゝある諸元素）、小規模乍ら、その使用が始まつて居るくらいだ。このエネルギーを規則正しく放射させる方法は未だ発見されて居ないが、新しい高等な科学的技術は多分さういふ方法を発見するであらう。かくて統一された人類は自然力の無尽蔵の資源を所有することになる」¹⁰⁾（ボグダーノフ（1930a）、472ページ）。

このようにボグダーノフは述べるのであるが、このような見解は先にとり上げたヘンリー・アダムズの見解と対立する。ボグダーノフは原子力利用に対して楽観的であるのに対してアダムズはその破壊的な威力が人類を最終戦争に向かわせるのではないかと危機感を抱いたのであった。

Ⅳ ニコライ・ブハーリン … エネルギーとシステム理論

次にブハーリンをとりあげる。ブハーリン（1974）はたいへん重要な書である。彼が行ったのは史的唯物論のエネルギー論的基礎づけと呼ぶことができるものであり、それがこの書の中で行われている。ここで取り上げるのは主としてⅢ章とⅤ章である。¹¹⁾ここでは経済システムの問題のみ取り上げる。

まず、ブハーリンが定義する体系（システム）の定義についてみよう。ブハーリンはⅢ章「弁証法的唯物論」において体系を次のように定義し、それが外部環境との関係において存立すると述べる。

「どんな事物でも一石であろうと生きものであろうと一われわれは、相互に関連しあっている諸部分（諸要素）からなる全体的なものとして考察することができる。いいかえれば、われわれはこの全体的なものを、体系として考察することができる。このような事物（体系）はすべて、真空のなかに存在しているのではなく、自然の他の諸要素にとりまかれており、後者は前者にとって環境と呼ばれる」（ブハーリン（1974）、85ページ）。

「人間にとっては、なによりもまずそのなかで（…）、かれが生活している（ここから「環境」ということばもでてきた）人間社会が、環境である。環境と体系とのあいだには不断の連関が存在する。「環境」は「体系」に働きかけ、「体系」も「環境」に働きかける」（ブハーリン（1974）、85ページ）

それでは、体系が安定している状態、つまり均衡の概念についてみる。

「均衡の正確な概念はだいたいつぎのようなものである。「ある体系について、それが均衡の状態にあるというのは、その体系がそれ自身として（freiwillig）すなわち外からエネルギーを加えられることなしには、所与の状態を変化させることができない場合である」」（ブハーリン、82ページ）。

だが、ということは均衡が崩れるのは外からエネルギーが加えられることによってだということ

となる。¹²⁾ さて、そのように外部からそのような衝撃が加えられた時、物体が以前の状態に戻るならば均衡は安定的であるという。それに対して、そうならない場合には均衡は不安定であるという。

「世界には、さまざまに作用して相互に対抗しあう諸力が存在する。それらの諸力がある瞬間相互に均衡しあうのは、ただ例外的なばあいだけである。そのばあいには、「静止」の状態があらわれる。つまり諸力の現実の「闘争」は姿を消す。しかしそれらの諸力のうちの一つが変化しさえすれば、ただちに「内部矛盾」があらわれ、均衡の破壊が生ずる」（ブハーリン、83ページ）。

ここで内部矛盾という用語が出てくるが、これについては体系の安定性について議論してから論じる。

次にブハーリンは体系の均衡の安定性についてそれを(1)安定的均衡と(2)正の符号をもった可動的均衡、(3)負の符号をもった可動的均衡の三つに分類している。

「安定的均衡が起こるのは、環境と体系との相互作用が、事物がまったく変化しない状態にあるか、あるいは、それ以前の状態が破壊されてもまた以前と同じかたちの状態が回復される、というようにして、いとなまれるばあいである」（ブハーリン（1974）、85ページ）。

そしてそれは、

「…、社会がその消費するだけのエネルギーしか生産によって自然から汲みとらないとしたら、社会と自然とのあいだの矛盾も以前と同じかたちで再生産され、社会は同じ状態にとどまり、ここに安定的均衡のばあいがあらわれる」（ブハーリン（1974）、86ページ）。

つまり、安定均衡とは体系が環境から剰余エネルギーを獲得できない場合に成立することになる。それはかなり原始的な社会であろう。それに対して、正の符号をもった可動的均衡とは、社会が消費する以上のエネルギーを自然から汲みとることができる場合に成立する均衡である。つまり剰余エネルギーを獲得できる場合だということになる。このような場合には、社会は発展していくこととなる。¹³⁾

「動物の代わりに人間社会をとりあげよう。それと自然との関係が変化して、社会はそれが消費するよりも多くのエネルギーを生産をとおして自然から汲みとるようになるでしょう（土地が肥沃になったとか、新しい道具が出現したとか、等々で）。そのときには社会は成長し、同じ状態にふみとどまっただけではないであろう。また機構するそのたびごとに実際に新しいものとなる。社会と自然とのあいだの矛盾は、そのたびごとに新しい「より高い」基礎のうえに再生産され、しかもそのさい、体系は大きく発展するであろう。これはいわば正の符号をもった可動的均衡のばあいである」（ブハーリン（1974）、86-87ページ）。

つまり、人類はあるエネルギー資源が不足するとそれに代わる代替エネルギーを見つけ出しそれを効率的に利用できるような技術改良を行ってきたということである。その結果、自然からより多くのエネルギーを獲得することができるようになり、社会が進化していくということである。

負の符号をもった可動的均衡の場合についてはいうまでもないだろう。マイナスの剰余エネルギーしか獲得できない場合であり、社会は縮小再生産していかざるをえない。よって、ブハーリンは社会の進化は剰余エネルギーをどれだけ獲得できるかに決定的に依存していると考えているといつてよいであろう。

さて、内部矛盾の問題に戻るが、先のような記述をみると、角田（2014）において指摘されて

いるように、矛盾には体系の内部的矛盾と外部的矛盾があることになる。

「これまでにわれわれが述べてきたのは、環境と体系との間の矛盾、すなわち外部矛盾についてだけであった。しかしまた体系そのものの内部矛盾が存在する」（ブハーリン（1974）、87ページ）。

つまり、システムの内部にも矛盾が存在する。つまり、ここにも絶対的な均衡は存在しないのである。

「厳密に言って、環境と体系とのあいだに絶対的な均衡がないとすれば、体系そのものの諸要素（諸部分）のあいだにもそのような均衡は存在しない」（ブハーリン（1974）、87ページ）。

それでは内部矛盾として何があるか。その代表的なものは階級闘争である。階級闘争という内部矛盾が社会を大きく揺動動かすということは大いにあり得ることである。

だが、内部矛盾はそれ自体では社会を破壊することはないとブハーリンは主張する。

「…、これらの矛盾はそれ自体としては社会を破壊しない。それらが社会を破壊することはありうる（たとえば闘争しあう二つの階級が内乱で滅びてしまえばあい）が、ある時期までのあいだに破壊しないということはあるのである」（ブハーリン（1974）、88ページ）

つまり、内部矛盾のあり方は外部矛盾に依存しているのである。

「体系の内部構造（内部的均衡）は、体系と環境とのあいだに存在する関係に依存して変化しなければならないということが、まったくあきらかだからである。体系と環境との関係は決定的なものである。というのは、体系のあらゆる状態、体系の運動の基本的形式（凋落、発展、停滞）は、結局、この関係によって規定されるからである」（ブハーリン（1974）、88ページ）。

よって、内部的矛盾が社会の変化をもたらすのは、内部的矛盾と外部的矛盾との矛盾が生じる場合である。

「内部的（構造的）矛盾は、外部的均衡に依存するものである（その外部的均衡の関数なのである）」（ブハーリン（1974）、89ページ）。

つまり、外部的矛盾とは体系の環境への働きかけから生じるということになる。体系と環境は現代の進化生物学の用語でいえば共進化するのである。

「人間社会は、それが存在するかぎり外部の自然から物質的エネルギーを汲み取らなければならない。そこを汲み取らなければ、社会は存在しえない。社会がこの自然からえられるエネルギーを多く汲み取れば（摂取すれば）取るほど、社会はいっそうよく自然に適応する。汲み取るエネルギーの量が増加しつつあるばあいにはのみ、社会は発展する」（ブハーリン（1974）、131ページ）。

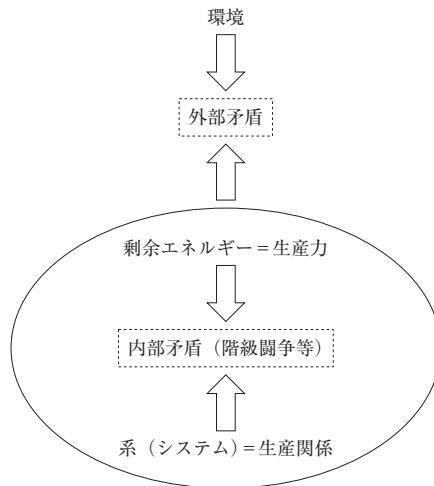
もちろんこれは、エネルギーの供給源の開発が進むということであり、生態系と人類との間に調和が生まれるということではない。

そして、剰余エネルギーは人々の間で分配されなければならない。

「人間的エネルギーの支出（生産）とは自然からエネルギーを汲みだすことであって、このエネルギーは、社会に供給され（社会の成員間への生産物の分配）、そして社会に摂取されねばならぬ（消費）。そしてこの摂取は、それ以後の支出の基礎をなす。以下それに同じ。このようにし、再生産の車輪が回転するのである」（ブハーリン（1974）、134ページ）。

「結局、社会と自然とのあいだの物質代謝の過程は、社会的再生産の過程である。この過程において、社会はその人間的労働エネルギーを消費し、そして摂取できる自然的エネルギー（マル

図2：システムにおける内部矛盾と外部矛盾



クスの表現によれば「自然物質」)の一定量をうけとる。ただし、そのさいの収支対照が、社会全体の発展にとって決定的な意義を持つことは明らかである。受けとるものが消費したものよりも超過しているか。もし超過しているとすれば、どれだけ超過しているか。非常に多くの事柄がこの超過の程度に依存していることは明らかである」(ブハーリン (1974), 136ページ)。

つまり、社会システムの進化は人類がどれだけ剰余エネルギーを獲得することができるかに決定的に依存しているということである。

それでは社会の進化を考えるうえで一番重要な剰余エネルギーの量を決定する要因は何か。それをブハーリンはその社会における利用可能な技術に求める。¹⁴⁾

「社会と自然とのあいだに起こる相互関係を正確に示す物質的循環は、社会的労働用具の体系、すなわちその社会の技術である。そして、この技術のなかに、社会の物質的生産力と社会的労働の生産性とが表現される」(ブハーリン (1974), 141ページ)。

よって、

「…社会と、その発展の諸条件、その諸形態、その内容その他を観察するさい、われわれはその観察を生産力の分析から、あるいは社会の技術的基礎の分析から始めなければならない」(ブハーリン (1974), 146ページ)。

その際、技術は体系の環境への働きかけによって変化していく。よって、技術は変数として考えられなければならない。

「人間社会は、労働対象としての自然のなかで、また自然にたいして働きかける。これはまったく疑う余地はない。しかしながら、自然のなかにあるがままに存在している諸元素は、このあいだ多かれ少なかれ、絶えずそこにあるものである。それゆえ、これらのものは変化を説明することができない。ところが自然のなかに存在する物に自ら適応する(何もないところに適応することなどありえない。孔を大砲にすることはできない)社会的技術は、当然ながら変化していく。技術が変数であり、まさに技術のこういう働きが社会と自然とのあいだの関係の変化を引き起こすものであるとすれば、ここに社会変動の分析の出発点が位置しているにちがいないことも明らかで

ある」（ブハーリン（1974），148ページ）。

このようにブハーリンは，社会内部でのエネルギー論を展開することはできなかったものの，社会と自然におけるエネルギー変換が社会体系の発展に多大な影響を与えることを示し，史的唯物論のエネルギー論的基礎を打ち立てようとしたのであった。

図で描けば図2のようになるだろう。

V ジョージェスク・レーゲン … エントロピーと経済

ジョージェスク・レーゲンは1906年にルーマニアのコンスタンツァで生まれた。ブカレスト大学の数学科に進み，その後，政府留学生としてパリで数理統計学を専攻した。

その後，ロンドンに渡り，カール・ピアソンの指導のもと数理統計学を学んだ。そして1932年にルーマニアに帰国しブカレスト大学の教職や政府機関の役職をいくつかこなした。その後，1934年にロックフェラー財団の援助でアメリカに留学しシュムペーターのもとで経済学を研究することとなる¹⁵⁾。その後，シュムペーターからハーバードのポストにつくよう勧められたが，1936年にルーマニアに帰国した。

戦後，レーゲンはアメリカに戻ることはしたが，ハーバードではポストがなかったためヴァンダービルト大学の経済学教授となった。アメリカにおけるレーゲンの貢献としてはタジリング・クープマンズやポール・サミュエルソン，応用数学者のジョージ・ダンチヒなどと共同で執筆した線形経済学についての書籍がよく知られている。

先にⅡ，Ⅲ節で議論したボグダーノフやブハーリンにおいてはシステムとして経済社会をとらえると視点は存在していた。だが，彼らは環境からエネルギーや物質を取り込むという点は考慮したが，システムから環境へ排出される高エントロピーやそれをどのように再び系にとり込むかという問題意識はなかったのである。そのため彼らには先に述べたブリュンヌのような環境問題に対する興味はなかったといえる。それに対して，レーゲンはその両面を考察した。

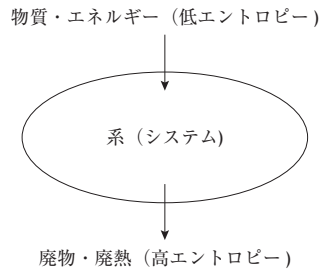
だが，重要なのはエネルギー資源の価格の上昇や枯渇の問題だけではない。それよりも，廃棄物や廃熱の捨て場の枯渇の方が重要であるということを指摘したのがジョージェスク・レーゲンらが主張したエントロピー経済学であった。エントロピー経済学にしたがえばその理由は以下のようである。

孤立系においてはエントロピーは増大する（少なくとも減少しない）ため，エントロピーは不可逆的に最大限まで増大することになる。つまり，利用可能なエネルギーがすべて不可能になるまで事態は進むのである。

だが，閉鎖系や開放系では必ずしもそうではない。資源物理学は地球のような閉鎖系，細胞や動物の身体，生態系などのような開放系ではエントロピーはなにがしかの形でシステムの外へ排除されるので必ずしも系のなかのエントロピーが増大するとは限らないことを教えている。

よってそれらの系が定常性を維持するためには，外部から低エントロピー（利用可能な物質やエネルギー）を取り入れ，それらによって外部仕事などを生み出したうえで高エントロピーを外に捨てることが重要となる。そしてその状態を繰り返すためには内部で費やした物質やエネルギー

図3：熱化学機関としてのシステム



を補充しなければならないので、それらの導入と補充が行われるという順序で考える。つまりエントロピーの捨て場の問題の方が重要なのである。¹⁶⁾

そしてその廃棄が地球の様々な循環（大気循環、水循環、物質循環、生物循環等）による吸収処理能力の範囲であれば問題はないが、そうでないならばさまざまな問題（地球温暖化、生物多様性の破壊、砂漠化、廃棄物汚染等）が生じるのである。

さて、方法論の問題に移る。これまで経済学は古典力学を範としてきた。ワルラスやジェヴォンズらの新古典派経済学はその思考法を経済学に持ち込んだ。だが、時代はすでに変わっていたのである。

「しかし、ジェヴォンズやワルラスが近代経済学の礎石を置きはじめた頃にはすでに、物理学における壮大な革命が、自然諸科学と哲学との双方において力学のドグマを没落させていたのであった」(Georgescu-Roegen (1971), 邦訳3ページ)。

彼らにあっては、力学が効用の問題や市場のメカニズムをうまく表現すると考えられた。それはラワースも取上げているようにジェヴォンズが需要の法則をニュートンの天体運動の図からヒントを得たことに示されているし (Raworth (2012), 邦訳30ページ), またワルラスが定常点から離れたところから出発した質点の運動が定常点に復帰するという力学における運動の安定性論を多数財市場の調整の問題に適用したことを見てもわかる。だが、それは力学は時間を可逆的なものとしてとらえ、また系を外部からの影響のない永久機関のようなものとしてとらえるということである。レーゲンの力学についての言及をいくつか拾っておくと、

「力学が知っているのは、場所的な移動だけである。場所的な移動は可逆的であるとともに、質を欠いている」(Georgescu-Roegen, (1971), 邦訳1ページ)

「…場所的な移動にすぎないものは質がなく非歴史的であるということ、逆にそれは以外のすべてのものは文字通り〈変化〉そのものである、ということである」(Georgescu-Roegen (1971), 邦訳5ページ)。

「したがって、経済過程を力学の類似物としてとらえることには、経済過程はいかなる仕方においても物質やエネルギーの面で環境に影響を与えることのない、同じところをぐるぐる回っている回転木馬のようなものだというという神話が含まれている。そしてそこからくる明白な結論として、環境を経済プロセスの分析枠組みのなかに持ち込む必要はない、ということになっている」(Georgescu-Roegen, (1971), 邦訳66ページ)。

また、熱力学の第一法則は、力学的思考と矛盾するものではない。なぜならば、それはエネルギーの保存を述べているだけであり、それは力学的エネルギーの保存と形式的に同じだからであ

る。

「この法則ではそれ自体では、一定量の仕事が熱に変換され、次いでその熱が再び当初の仕事量に変換される可能性を排除していないのである」（Georgescu-Roegen, (1971), 邦訳69ページ）。

よって、この法則だけではまだ力学的世界のなかにいるということになる。

それは現代の熱力学についても同様である。熱力学は準静的過程として熱伝導などをとらえるが、それはその過程が無限の時間をかけて少しずつ進行するというものである。だがそのような過程は現実にはありえず、熱伝導の過程においても常に均衡は破られているのである。¹⁷⁾

そのため、経済学は第二法則にしたがって再構築されなければならない。それでは経済学は他の学問分野では何を模範としなければならないのであろうか。それは生態学である。

「本質的には同じような理由—すなわち生態学がカバーする現象領域が経済学のそれよりも広いという理由—から、もし統合が起こるとすれば経済学は生態学に吸収されなければならないだろう」（ジョージェスク・レーゲン（1981）, 130ページ）。

このような見方を弟子のデイリーは「生態系還元主義」としてレーゲンを批判したが、正統派経済学批判の第一段階としては、これは肯定されるものと思われる。

だが、そのような新古典派経済学の誤謬はそれ以前の経済学的思考から生まれてきたのである。レーゲンは、経済学が経済を自己再生産するものとしてのみとらえ、システムとしてとらえないことを批判した。それはケネーからマルクス、新古典派に至るすべての経済学がそうである。なるほど、経済学が描き出した閉じた循環するシステムは熱力学の第一法則とは整合的であるが、学部との物質やエネルギーの交換を全く捨象しているという点では第二法則は無視していたのである。だが、いかなるシステムも熱力学の法則から逃れることはできない。

正確に言えば、経済システムは環境から物質やエネルギーを取り込み廃棄物や廃熱を排出する熱化学機関である。だがそのようなことに人類が気付くのはかなり後になってからのことだった。経済システムがまた発展していなかった時にはそれが意識されなかったが、人口が増加し、一人当たり利用エネルギーの増大や環境問題などが生じて初めて、人類はそれに気がつくようになったのである。

また、レーゲンは線形思考を批判した（ジョージェスク・レーゲン（1981）, 邦訳88ページ）。これまでの経済学は指数的成長に魅せられてきた。だが、現実にはあるところまでいくと、ネガティブフィードバックの機構が働き成長は行き詰まる。そのような事態は、S字型曲線いわゆるロジスティック曲線を導入することによって説明できる。それは現実が力学的な安定を示すものではなく、むしろポジ・ネガ両フィードバックによって累積的な性質をもつからである。¹⁸⁾

さて、それ以外の正統派経済学への批判についてもふれておく。レーゲンは、正統派経済学は資源の希少性の本質について理解していないと主張する。

「経済学の研究者にとって最も重要な点は、エントロピー法則が経済的希少性の根本要因であるということだ」（ジョージェスク・レーゲン（1981）, 邦訳74ページ）。

人口が少なくエネルギー利用量や廃棄物が少なかった時代においては、希少な資源は資本、労働、土地などといったものとされてきた。だが、現代においては真に資源の希少性を表わしているのはエネルギーや物質の供給源と廃棄物の吸収源であり、とりわけ後者の方が重要である。物質はエネルギーと異なりリサイクリングが可能であるが、それも100%というわけにはいかない。

なぜならば、エントロピー法則は物質にも適用されてまとまりをもったものも散逸していくからである。

また正統派経済学は、費用は貨幣や機会費用であると主張する。だが、本当は低エントロピーなのである。

「さらに、人間は費用をかければ自分の欲望に合わせた新しい環境をつくり出すことができるという主張は、費用というものが本質的には貨幣ではなく低エントロピーから成っており、自然法則によって課された限界に従わざるをえないという点を完全に無視している」（ジョージエスク・レーゲン（1981）、邦訳88-89ページ）。

さらにレーゲンが強調したこととしては物質の重要性である。系が環境から取り込むのはエネルギーだけではなく、物質もまたそうだからである。生産とは秩序のない物質をある秩序に至らしめる過程である。たとえば鉄鉱石から鉄を生産するのはその例であるが、その秩序も時間とともに崩れていく。それを再び回復するためにはさらなる低エントロピーを要してしまう。よって、リサイクルよりも耐久性の高いものを生産する必要がある。

だが、それに対してエネルギー学は物質もエネルギーに還元できるとしたため、レーゲンはその批判に向かうこととなる。それは、純エネルギー分析と総エネルギー（直接間接エネルギー）分析それぞれへのそれである。

エネルギー学の発想によれば、物質でさえもエネルギーから創り出すことができるという（ジョージエスク・レーゲン（1981）、邦訳195ページ）。そしてその証拠として持ち出されるのがアインシュタインの有名な $E=mc^2$ という式である。

さらに物質はエネルギーから創り出せるのであるから、エネルギー分析においてはリサイクリングが無視されることとなる。

「…われわれは、エネルギー学のドグマの最も性急な特徴として、完全なリサイクリングが可能であるという観念にそれが帰結する、という点にも着目しておくことを怠るべきではない」（ジョージエスク・レーゲン（1981）、邦訳196ページ）。

だが、物質もエントロピー法則に従い不可逆的に散逸することとなるため利用困難な形態になってしまう。そしてその散逸した物質を利用したとしてもその際にエネルギーを消費しエントロピーを増大させてしまう。よって、リサイクルだけでは問題は解決しないのである。

またエネルギーから物質をつくりだすとしても、それは別の物質にエネルギーを与えてつくりだすのだからやはり物質が必要となる。つまり、エネルギーだけから物質を作り出すことはできないのである。

さらに西（2023）でも述べたように、レーゲンは定常状態というミル以来の思想を批判した。シュムペーターはイノベーションがその希少性を失うと経済は定常状態に至ると考え、そこから経済が動き出すにはイノベーションが必要であると考えたのであった。だが、レーゲンによればそもそも定常状態という考えが空想なのである。なぜなら、近代経済は刻々と希少な地下資源を使い、また廃棄物や廃熱を出し続けている。よって、経済成長がなくとも与件は刻々と変化しつづけているからである。

またエネルギーもそうであるが、物質もエントロピーの法則に従う。つまり100%のリサイクルは不可能であり、その意味でも与件を維持し続けるのは不可能である。

つまり、同じ状態を維持し続けるという定常状態という思想は現実には物理学の法則によって否定されるのである。¹⁹⁾

レーゲンは定常状態の永続性とは神話であるとして次のように述べている。

「その決定的な誤りは、成長だけでなくゼロ成長状態であっても、否、絶滅にまでは収れんしないような縮退状態でさえも、環境の有限性の中においては永遠には存在しえないということに気付いていない点である」（ジョージェスク・レーゲン（1981），邦訳112ページ）。

そしてさらに、

「…ミルのビジョンの大きな弱点がある。ミルの著作は一デイリーもはっきり認めているように（…）—人口や資本の最適水準を決定する根拠について、原理的にすらにも触れていないという事実がその根拠である。このことから、重要でありながら気づかれなかった点が明らかになってくる。すなわち、そうしたビジョンを好む議論の必然的な帰結は、最も望ましい状態は定常状態ではなく縮小する状態である、ということになる点である」（ジョージェスク・レーゲン（1981），邦訳116ページ）。

そしてここからレーゲンは人類が為し得ることは、とにかく第三のプロメテウス（この意味は後述）が出現するまで時間稼ぎをすること、つまり省エネルギーの努力をすることだけであるという結論を導き出す。このようにレーゲンは現代の脱成長論に比べて将来の状況について悲観的なビジョンを打ち出したのであった。

では人類は何を今後の行動基準とすればよいとレーゲンは考えるのであろうか。すべてを述べるわけにはいかないので、いくつか言及しておく。

レーゲンは生態系の維持のために人口制限を主張した。

「人類は、有機農業だけで適当に食べていける水準にまで、人口を徐々に引き下げてゆくべきである。当然、現在非常に効率の人口成長を続けている国々は、この面において、可及的すみやかに、最大限の成果を挙げるよう擬びしい努力をしなければならない」（ジョージェスク・レーゲン（1981），邦訳142ページ）

また資源の不足の問題に対しては、これまで人類は新しいエネルギーの利用法の発見によって技術を発展させてきた。

「今日、経済史はある一つのかかなり基礎的な事実を確認している—すなわち技術進歩の大きな進展は、通常新しい種類の入手可能なエネルギーの利用法を発見することによって触発されたという事実である」（ジョージェスク・レーゲン（1981），邦訳98ページ）。

だが、これまで生態的経済学の観点から考えると、これまでに圧倒的に重要だった技術革新は二つだけである。

第一は、火（これをレーゲンは「プロメテウス一世」と呼ぶ）を用いることである。第二は、石炭をはじめとする鉱物燃料（これをレーゲンは「プロメテウス二世」と呼ぶ）を用いることである。

だが、次の三世はなかなか現れることはない。一般には核エネルギーがそれだとされているが、レーゲンはそのような見解に否定的である。また、太陽エネルギーを捕捉してその効率的な利用を図るということもあるが、それでは人類が利用する全エネルギーをまかなうことはできないだろうとレーゲンは考える。なぜならば、そのような技術は自立的ではないからである。技術が自立的であるとは、

「…、生存しうる種と同じように、その特定化された食物（または燃料）の助けによって、それ自身を再生産できるものでなくてはならないということである」（ジョージ・レーゲン（1981），邦訳44ページ）。

太陽エネルギーだけを使って太陽熱収集器を生産することにはいまだに成功していない。よって、太陽エネルギー利用は自立的な技術ではないのである。²⁰⁾

つまり、それらは鉱物燃料の代替資源とはなりえない。だとすればどうしたらいいのか。先にも述べたように、新しいプロメテウスの出現を待ち、それまでは省エネなどによって耐え忍ぶしかないとレーゲンは主張する。つまり省資源こそが人類に許される唯一の戦略なのである。

また、リサイクルだけでは資源や廃棄場の枯渇は解消しない。よって、できる限り耐久性の高い財を生産すべきである。

これだけではないが、以上のことをレーゲンは提言し、持続可能な地球が未来の人々に受け継がれるようにしなければならないと考えたのである。

Ⅵ ハーマン・デイリー … 定常経済

H・デイリーは、ヴァンダービルド大学でジョージ・レーゲンを指導教官としてエコロジー理論を学んだ。その後、世界銀行に勤務した。世界銀行は、世界の成長計画における生態学的な問題や先進国が資源のスループットの過剰利用を停止することに注意を促すにも最適な機関だと考えられたからである。

だが、その期待は裏切られた。1992年の『世界開発報告』はさまざまな貢献を行ったが、問題も含まれていた。それは、環境の悪化は主として貧困の帰結であり、それに対する提案はもっと成長を、ということであった。しかもそれは開発途上国の成長だけでなく、むしろ先進国の成長であった。つまり、先進国の成長こそが発展途上国の成長を促し、しいては貧困の撲滅、格差の解消につながるという発想だった。先進国が途上国の輸出を助けまた投資を行う。

これは、世界銀行の思想と同じであった。つまり問題は途上国にあり、解決策は先進国にあるというものである。そこに欠落しているのは、経済成長がもたらす生態系への影響である。

デイリーは1994年に世界銀行を去って学究生活に戻った。

次に述べるラワースは、デイリーの貢献として次の事を述べている。これまでの経済学は経済システムが全体であり、生態系はエネルギーを供給し廃棄物を捨てることのできる経済内の部分システム（生産部門）であるにとらえてきた。つまり、経済が全体であり、自然は部分なのである。

それに対してデイリーは、真に全体は生態系であり経済はその部分システムにすぎないと主張した。よって、経済を覆う外部システムとしての生態系の環境容量を考えなくてはならないのである。

「環境容量とは、所与の消費水準と技術水準の下で、生態系が維持できる人間の数を表わす。成長の限界は必ずしも発展の限界を意味するわけではない」（Daly and Farley（2011），邦訳8ページ）。

以前は人口も少なく経済規模も小さかったので、地球の生物学的制約はほとんど無視してかまわないものであり、むしろ、資本や土地といった生産要素の希少性が経済学の主題となった。だが、現代は生物学的制約の時代である。

システムと環境は共進化する。環境の変化はわれわれの行動の有様を映し出す鏡なのである。

デイリーはエコロジー経済学の見方を次のように表現した。

「エコロジー経済学では、地球を船と見なし、経済の総物質生産を積み荷と見なす」(Daly and Farley (2011), 邦訳6ページ)。

そこで重要となるのは、従来の経済学が経済システムを循環するものとしてのみ扱い、そこに直線的に流れるスループットを無視したことである。つまり循環フローのみを考察したわけである。

「線型スループットとは、地球の生態系の低エントロピーの供給源（鉱床、油井、漁場、農耕地）から流入し、地球の生態系の低エントロピー廃棄物の吸収源（大気、海、ゴミ捨て場）に戻っていく原料とエネルギーのフローである」(Daly and Farley (2011), 邦訳29ページ)。

線形スループットには熱力学の法則が適用される。スループットの単位は物理的な単位なので物理法則が適用される。

それでは、人類を制約するエントロピーとはなんであろうか。

「エントロピーの辞書的な定義は、“熱力学的な系における使えないエネルギーの尺度”である。“使えない”というのは、仕事ができないということを意味する。使えないエネルギーは結合エネルギーとして、使えるエネルギーは自由エネルギーとしても知られる」(Daly and Farley (2011), 邦訳63ページ)。

それではなぜ、これまでの経済学はそのことを見落としたのであろうか。

「近代経済学の理論が発展した時代を含め、人類の歴史の大部分において、人口と資源消費の水準は極めて低かった。成長の物質的・エネルギー的な限界ははるかに遠かったので、それらは無視し、もっと希少であった労働や資本、消費財を効率的に配分するシステムを発展させることに集中する方が賢明であった」(Daly and Farley (2011), 邦訳105ページ)。

だが、現在はそれが大きく変化してしまっている。したがって、エコロジー経済学が要請されるのである。

ではエコロジー経済学は何をもとめているのであろうか。それは経済が発展することの終わりではなく、いわゆる経済成長（あるいは成長志向）の終わりなのである。

「エコロジー経済学は経済発展の終焉を求めているのではなく、単位物質的な成長の終焉を求めているのだ」(Daly and Farley (2011), 邦訳61ページ)。

デイリーはレーゲンの問題意識を受け継ぎ、以前は「からっぽの経済」であったが、現在ではエネルギーや物質の供給源と廃棄物、廃熱の吸収源が経済の制約要因になったと考える。そして、それを「いっぱいの経済」(Daly and Farley (2011), 邦訳105ページ)と表現する。

だが、この点でこれまでのマクロ経済学には問題がある。それはマクロ経済学には生態系の環境容量に比しての最適な経済規模という考え方がないからである。それには経済は閉じた循環システムであり自らの前提条件のすべてを自ら生み出し得るという幻想をもっている。

それは経済の付加価値をどう考えるかにも反映している。デイリーは、これまでの経済学は労

働や資本の付加価値は評価するが、自然による付加価値は無視されてきたと述べている。つまり、自然はあくまで付加価値が付加される対象にすぎず、自然が提供するサービスは豊かさに含まれない。だがそのために自然のそれは自由財のように扱われ、過剰利用が行われることとなる。

このように、価値が付加される対象とこれまで理解されてきた低エントロピーをデイリーは「自然による付加価値」(Daly (1996), 邦訳96ページ)と呼ぶ。そして、自然による生産への貢献を積極的に評価し、その保護に努めなければならないのである。

「私は伝統的な付加価値から「価値が付加されるもの」に関心を移したい。労働と資本によって付加された価値は労働者と資本家に帰属する(…)と論ずる人がいるかもしれないが、自然の付加価値、とくに国境を超えて、世界にまたがる自然資本の循環的な生命維持サービスを簡単に分配することはできない。この後者の意味において、現実には世界のパイが存在する。また、そのパイの分割と管理に関する校正の要求を、価値はそれを付加した者に帰属するという伝統的な考えのもとに組み入れることは不可能だ」(Daly (1996), 邦訳103ページ)。

だが、低エントロピーの利用可能性は地球における経済社会規模の拡大とともに一人当たりとしては減少せざるをえない。よって、循環型社会を目指すべきなのはいうまでもないが、それだけではなく経済の最適規模を考えるべきなのである。人類史において経済成長への盲信が生まれたのは大恐慌以降にすぎない。

だが、このような事態は改善することが可能なのか。それについては二つの論点がある。

第一は、人間の知性によってすべて解決できるという考えがある。だが、そのようなことは保証されない。デイリーは技術革新や科学的発見などによってすべての問題は解決されるという思想を「グノーシス主義」と批判する(Daly and Farley (2011), 邦訳41ページ)。

第二は、人間は利己的であり、そのような個人が行動する結果、事態は改善されえないという考えがある。だが、人間と人間との間にも協力関係という共進化が生じる可能性がある。人間は利己的でありつつも、お互いに協力し合うという関係が生まれて来ることもある。そうできないのは、適当な制度がないからであり、それが存在すれば人間は市場の配分に関する問題を解くために協調行動をとることができる。

さて次に、レーゲンの定常経済論に対する批判へのデイリーの反批判についてみよう。

先にも述べたように、物質もエントロピーの法則によって利用可能性が少なくなるのであるから、デイリーのいう定常経済は持続性がないとレーゲンは主張した。それに対して、デイリーは定常経済には持続性があるとしてレーゲンを批判した。

デイリーによれば物理学者のジャン・エアーズは、

「たとえ地球の外殻の全ての元素が一様に分布していたとしても（先に論じた“熱死”の、物質における等価物）、太陽エネルギーによって動く十分に効率的な採掘機械があればこれらの元素を採集することは可能で、おそらく採取の速度は、採取機械の維持に必要な原材料を提供し、さらに物質的余剰を残すほどのものであると論じている」(Daly and Farley (2011), 邦訳79ページ)。

あるいはデイリー自身は、

「人類は大気中のCO₂から、現在使われている多くの鉱物の代替物となるポリマーを生成する技術を習得することができるかもしれない。もしこのようなポリマーが生物分解性を持ち、CO₂として大気に還元されるのであれば、我々はおそらく100%リサイクルを達成することができる

だろう。…もちろん、現在のところ、これらの提案はどれも経験的に説明されたものではない。しかし、慎重な利用や廃棄物の最少化、適切な代替を行えば、非常に長期にわたって定常経済を維持できるだけの十分な埋蔵量が存在し、リサイクルは十分に効率的になる可能性は持っているように見える」(Daly and Farley (2011), 邦訳79-80ページ)と述べている。

もちろんデイリー自身認めているように、これらはあくまで可能性に過ぎない。そしてそもそもリサイクルはレーゲンのというようなものなのかという問題もある。

それでは、デイリーはエコロジーと経済学との統合をどのように考えるのであろうか。

デイリーはこれまでエコロジーと経済学の統合について三つの戦略があったと述べる。それは経済学帝国主義、生態系還元主義、定常状態サブシステム、である。デイリーはレーゲンは生態系還元主義であるとして批判した。そしてエコロジー経済学の進むべき道として定常状態サブシステムを目指すべきであると主張する。つまり、経済システムはあくまで部分システムであり、生態系こそが全体であるという認識では生態学還元主義と同じであるが、生態学還元主義は経済を生態系に合わせるべきだと主張する。それに対して、定常状態サブシステムの戦略は、

「…、経済サブシステムを全体システムと一致するまで拡大したり、逆になくなるまで縮めたりして、その境界を消し去ることはしない。むしろ、境界の根本的な必要性と、それを正しい位置に描くことの重要性を確認する。この戦略は、境界によって定義される人間のサブシステムには最適規模があるということ、生態系を維持し、経済サブシステムを補充するスループットは生態学的に持続可能でなければならないことを訴える。次に、市場が資源配分の最も効果的な手段として機能する部分と不適切な部分に経済サブシステムを分ける」(Daly and Farley (2011), 邦訳55ページ)。

定常経済はいうまでもなく、市場を無視するのではない。むしろ、利用できる部分は積極的に使うべきだという考えであり、これは次に取り上げるラワースと同様である。ただし、市場では解決できない問題もあり、それらを見分けることが重要だというのである。

具体的に市場で可能なものとしてデイリーがあげているのは、持続可能な規模を実現するためのコマンド&コントロール規制、ピグー税、ピグー補助金、キャップ&トレードなどである(Daly and Farley (2011), 第22章)。

またデイリーは経済の不安定性についての議論をエコロジー経済学の視点から行った。とりわけ、金融危機エコロジー経済学的な説明である。だが、これについては省略する²¹⁾

Ⅶ ケイト・ラワース … ドーナツ経済

ケイト・ラワースは、世界の貧困や環境破壊の問題に取り組む団体に働きたいと考え、そのための知識を得るためにオックスフォード大学に入学した。だが、そこで教えられている経済学はそのような知識を伝えるものではなく、現実からはるかに遊離したそれが教えられていたという。大学を卒業したラワースは、海外で活動を開始し、国連で仕事をしその後、オックスファームの活動に加わることとなる。

そのような経験のなかでドーナツ経済の発想が生まれてくることとなる。21世紀が目指すべ

き目標は経済成長ではなく、世界の人々が貧困に陥らず環境面でも安全な社会を実現することだと主張する。そして地球の状態が人類の幸福の社会的な土台と環境的上限の間に収まるのが最も幸福で公正だとし、その基準を12の項目に分けドーナツ型の図で示した（Raworth (2012), 邦訳69ページ）。

「ドーナツの外側の輪は、人類にとっての地球環境やシステムの限界を表していて、これは最先端の地球システム科学に基づいています。ドーナツの内側の輪は、世界中の人々が人間として最低限享受すべき社会的な土台を表しています。21世紀の人類の目標は、すべての人がこのドーナツの中に入ること、経済もそのように設計しなければなりません」（Raworth (2012), 邦訳69ページ）。

このような発想をラワースはヨハン・ロックストロームらの論文で議論されたプラネタリー・バウンダリー（地球の限界）の図から得たとしている。

ラワースは、経済学を根本的に見直さなければならないと主張する。そして7つの思考法の変革を主張している。

第一は、GDPの成長ではなくバランスのとれた地球を目指すということである。目標はGDPからドーナツへ、である。これまでの経済学では経済成長こそがさまざまな問題を解決するとされた。だが、成長しても貧富の格差はなくなる。よって、そのように成長がすべての問題を解決するのではなく、分配問題はまた別の問題としてデザインされなければならない。

第二は、自己完結した市場ではなく経済をシステムとしてとらえ、環境から物質やエネルギーを取り込み、また廃棄物や廃熱を出すものとしてとらえなければならない。また社会に対する家計、企業、国家、コモンズの役割をより明確にしなければならない。とりわけこれまでの経済学はエレノア・オストロムなどの一部を除き、生物学者のギャレット・ハーディンがいうようにコモンズは利己的な人々の過剰利用を生み出すため、解体して私的所有権を確立しなければならないとされてきた。だが、世界にはコモンズを地元の人々の間で管理していこうという動きがあった（し、今もある）ので、そのような要素が経済学においてももっと考慮されなければならない。

第三は、合理的人間像ではなく社会的適応人を理想とするということである。人間は本来利己的であり、それらの利害は市場において調停されると考えられてきた。だが、現実はそのではなく人間も利他的な側面があるし、また協力することによって問題を解決するという術も有している。ラワースはギンタスやボウルズらの議論（Bowles and Gintis (2011)）等からそのような結論が導かれるとしている。

第四は、レーゲン以来の古典力学的世界観に対する批判の継承である。力学的均衡では、均衡から離れたところから出発した数値は均衡点に収束していく動きをとらえる。それはネガティブ・フィードバックである。だが経済のダイナミズムはシステム思考におけるフィードバックループとしてとらえられねばならない。現実の運動はポジ・ネガ・フィードバックによってなされるのだが、そのどちらが強く働くかが重要である。

現代において重要なのは不平等の拡大と環境破壊。物事は自動的に調整されるのではなく、管理しなくては調整できない。そのような現象もフィードバックによって起る。よって、そのメカニズムを修正する必要があるが、その際、レバレッジポイント、ティッピングポイントが重要となる。これはフィードバック・ループにおいて、どこに働きかければもっとも有効な成果が出るか

という点のことである。²²⁾

第五は、第一でも述べたように分配問題も成長が自動的に解決するのではない。クズネッツ曲線が示すように分配は成長によって公正化されるのではなく設計によってである。不平等が問題なのは、それが格差だけに止まらず他の様々な問題を生むからである（Raworth（2012），邦訳246ページ²³⁾）。

よって、所得だけでなく所得を生む富の再分配が重要となる。富とは土地、貨幣創造、企業、技術、知識（Raworth（2012），255ページ）等のことである。そのためには、レン・ルイスらが主張するように貨幣創造については信用創造を廃止し100%準備（Raworth（2012），262ページ）と「国民のための量的緩和」（Raworth（2012），邦訳264ページ）こそが重要になるだろう。

第六は、環境クズネッツ曲線が示すように経済が成長すれば環境は改善されるものではなく、やはり設計によって改善されなければならない。

第七は、成長依存ではなく、成長に依存しない経済を目ざすべきである。環境再生の創造である。S字曲線は成長がやがて止まることを表現したものであり、地球もやがてそうなる。²⁴⁾ よって、成長ではなく発展、つまり量的拡大ではなく質的な改善が必要となる。できる限り平等で安全でかつ地球に負担を掛けたくないような社会が目指されるべきである。

これらの論点のうち、ここでは循環型経済の問題だけに言及する。

ラワースは、これまでの経済学ではエネルギー概念が軽視されてきたことを批判している。

「主流の経済学では、お金と金銭的価値が経済の基本であると教えていますが、ばかげた話です。お金は完全に概念であって、金銭的価値は社会的につくられたものにすぎません。現実を理解している人に聞けば、生命の源は「エネルギー」と答えるでしょう。エネルギーを経済的思考の中心にもってくることは、決定的に重要です」（大野編（2023），87ページ）。

このようにエネルギーの供給源の枯渇についてラワースは主張し、エネルギーの効率的利用こそが重要であると主張する。

ラワースは、これまでの近代工業社会の経済は、非環境再生的な直線型になっていたと指摘する。²⁵⁾ なぜならば、物質を循環させることなく系から環境へ排出するだけだったからである。そのような経済をラワースは「芋虫経済」と呼んでいる。そのような一方的なスループットの流れが持続可能であるわけではないのである。

いかなる廃棄物も資源として再利用するという発想が重要である。つまり、物質は出来る限り循環させなければならないのだ。そしてそのためには環境再生的な循環型経済への転換が重要となる。そのような経済をラワースは「蝶経済」と呼ぶ。芋虫に二つの羽（循環）を付け加えることによって蝶になるということである。

エネルギーは再生可能エネルギーが中心となることはいうまでもない。また廃棄物は別の生産の資源となる。そこで重要となるのは、再生される資源が生物由来のものか人工的なものである。生物学的な原料は生態系のサービスによって再生可能なものに転換される。人工的なものも再利用されるのが望ましいのだが、そのためにはさらに追加でエネルギーと物質を要することになるため、できるならそのまま再利用できるような形が望ましいということになる。

だが、レーゲンが第四法則として述べたように100%の再生は不可能である。よって、成長、あるいは成長志向を見直し、エネルギー使用や廃棄物の排出などをできる限り減らすライフスタ

イルが確立されなければならないのである。

VIII おわりに

本稿では、ジャン・ブリュヌヌ、アレクサンドル・ボグダーノフ、ニコライ・ブハーリン、ジョージェスク・レーゲン、ハーマン・デイリー、ケイト・ラワースらの議論を取り上げ、19世紀から20世紀にいたる環境とエネルギーの社会経済思想について検討してきた。ブリュヌヌは略奪経済について分析し、人類がいかに環境を破壊しているかを明らかにした。ボグダーノフはオストワルドのエネルギー論から影響を受けて人類の経済史を剰余エネルギーの観点から明らかにした。ニコライ・ブハーリンは史的唯物論をエネルギー論とシステム理論の観点から基礎づけようとした。ジョージェスク・レーゲンは経済学に生態学的視点を導入し、経済システムが熱化学力学的なシステムであり、環境から物質やエネルギーを取り込み廃物や廃熱を排出するという側面を強調して新古典派経済学を批判した。ハーマン・デイリーは、レーゲンの議論をさらに推し進め、自然による付加価値をもっと評価するべきだと主張した。ケイト・ラワースは、地球の理想的な姿は成長ではなくさまざまな面でバランスのとれたドーナツのようであるべきだと主張したのであった。

これらの議論を踏まえて、さらに環境とエネルギーについての社会科学を考察していき、さらには筆者の柴田敬研究に結び付けていくのが次の課題となる。

注

- 1) なお、以下、旧仮名遣いは新仮名遣いに改めることがある。
- 2) 訳文が古いため「土人」、「野蛮人」などの言葉が出てくるが、本稿ではそのまま引用する。
- 3) 水の重要性についてはいまさら述べるまでもないだろう。水には他の物質にはない様々な特性がある。水は固体、液体、気体という三つの相をもつ。そして水は個体より液体の時のほうが重い。これは他の物質と異なる点である。たいていの物質は逆だからである。もし、液体より固体の方が重いなら池や河、湖は底から凍ることになり水の中の生物は生きていくことができなくなるであろう。また水は比熱容量が大きい。簡単に言えば、他の物質に比して温まりにくく冷めにくい。人間の体温が一定に保たれているのは、体の中に温まりにくく冷めにくい水が沢山含まれているからである。その他、水の特性については橋本（2014）、第1章を参照。
- 4) マッハについてはMach（1906）、Mach（1918）、Mach（1933）、オストワルドについてはオストワルト（1914）『価値の哲学』、オストワルト（2017）を参照。
- 5) ボグダーノフは、問答形式で書かれたボグダーノフ（1930b）において社会意識（イデオロギー）の問題にもエネルギーの概念が適用できるとして次のように述べている。「問。エネルギー因果性説は、社会科学、就中、イデオロギーの科学に適用出来るか？ 答。適用出来る。尤も、その程度は、自然科学に於けるよりも遙かに低い。これは、社会科学がまだ十分発展してゐないこと及び研究される事実が複雑を極めてゐることにその原因がある」（ボグダーノフ（1930b）、43-44ページ）。
- 6) ボグダーノフは、当時の専門家のエネルギー概念の無理解について次のように述べている。「この思想家は、エネルギーとは自然と呼ばれる別の物のなかに見いだせるある物のことであり、増大したり、ふくれあがったり、「発展したり」することもありそうに思われるが、現実には自然にはそのような物はなにも生じてはいない、とみなしている。「エネルギー」とは、生産や認識における多種多

様な現象にたいする人間の一元論的な関係にはかならず、われわれの眼前でますます発展していく生産と認識とを統一する方法であるのだが、このことを彼は知らないのである」（ボグダーノフ（2003）、159ページ）。

- 7) またボグダーノフ（1930b）では「生活の発展には常にエネルギーの剰余が必要である。然るに当時はそれが存在していなかった」（ボグダーノフ（1930b）、98ページ）と述べられている。
- 8) Livi-Bacci（2012）では、人口増加のもたらす影響について、マルサス・モデルとボズラップ・モデルとが対比されているが、ボグダーノフはボズラップ・モデルの考え方をとっていることになる。Livi-Bacci（2012）、第3章を参照。
- 9) さらに機械生産の範囲が拡大されることとなる。だが、ボグダーノフによれば必ず機械が導入されるというわけでもない。

「機械の価格が、機械によつて排除せられる労働力の価格よりも小さい時に於てのみ、資本家の機械採用が可能である」（ボグダーノフ（1930a）、280ページ）。

このことから、各国における機械の使用についても考えることができる。アメリカではイギリスに比して賃金が高かったため、イギリス製の機械が大量に導入されることとなったし、逆にロシアでは賃金が割安だったため、機械による生産、とりわけ農業の発展が遅れたのである。だが、そのような国によって違いはあれ、機械の使用は急速に広がっていった。

- 10) このようなボグダーノフの人類史観は後のレズリー・ホワイトのそれと類似的である。ホワイトは、人類が使用するエネルギーによって人類史を5段階に分類した。
 1. 人力
 2. 畜力
 3. 植物エネルギー
 4. 天然資源のエネルギー（石炭、石油等）
 5. 原子力エネルギー

なおホワイトの議論についてはWhite（1949）、（1959）、（1975）、沼崎（2021）を参照。

- 11) Ⅲ章については角田（2014）において詳細な分析が行われている。よって、詳しい内容はそちらに譲る。
- 12) この点についてブハーリン（1974）の訳者解説では、この点がブハーリンが批判されたところであるという。「ブハーリンは社会を可動的均衡の体系とみなし、その体系内部の矛盾を指摘してはいるが、その体系が均衡をくずすのはもっぱら外部から加えられたエネルギーの影響によるものとみている。つまり、社会の変動は内的必然性、内的矛盾によるものではなく、環境の作用、外的作用によるものとみている、というのがここでの批判の対象になっている」（ブハーリン（1974）、420ページ）。だが、このような批判は的外ししている。後に見るようにブハーリンは、技術変化が利用可能なエネルギー形態を変化させ、それが社会の変動にとって大きな影響を与えていると考えているのである。もちろん、ブハーリンは内部矛盾の社会変動に対する影響についてはそれほど述べているわけではないが。
- 13) ブハーリンは、重農主義以来の経済学が歴史的観点を考慮せず、得られた経済法則がすべての社会に一律に適用されると考えたことを批判した。ブハーリン（1936）、78-96ページを参照。
- 14) 角田（2009）においては、ブハーリンが生産様式の規定要因として技術的な要因を重視しすぎると批判し、それを「技術還元主義」と規定している。「ブハーリンは人間の意思を認めながら、他方では、唯物論は精神や人間の意思などを取り除いた物理的あるいは技術的過程に還元するものだという一般的な理解がみられる」（角田（2014）、299ページ）。だが、これはブハーリンのみならず先にもみたボグダーノフもそうであり、ロシア・マルクス主義の生産力中心史観の考え方であるといえる。だがそれは、彼らのエネルギー論の発想からきているのであり、それが欠点であるとはいえないように思われる。もちろん人間の意思も重要であるが、社会の進化の度合いはかなりの程度、一人当たり剰余エネルギーの量によって規定されていると思われるからである。
- 15) 室田（1992）でも述べられているように、柴田敬とレーゲンは同じような問題関心を持っていた。

しかも、柴田の方がやや年上ではあるがほぼ同時代人だということがいえる。柴田は1936年にシユムペーターの招きでハーバード大学に留学することとなる。そしてちょうどその時期にレーゲンもハーバードにいたのである。室田によるとレーゲンはアメリカに帰化する以前にはロックフェラー客員研究員として1934年から1936年まで2年間ハーバード大学に滞在し、そもそもは統計学者であったがシユムペーターの影響を受けて経済学に転身したのであった。だが、室田が1936年当時ハーバードにいた都留重人に問い合わせたところ、そのあたりの事情はわからないということであった。1936年とはいっても柴田がハーバードに着いたときにはレーゲンはすでにそこを去っていた可能性があるという。

なお、レーゲンの提起した問題は多岐にわたるので本稿では主に正統派経済学、あるいは当時のエネルギー分析などに対する批判のみを扱う。

- 16) これらの問題については槌田（1978）を参照。槌田においては低エントロピーの枯渇よりも廃棄の空間の枯渇の方が深刻な問題だとされている。さて、ここで環境問題と資本主義における「時間」の関係について興味深い議論を展開している、大澤・斎藤（2023）についてふれておく。大澤によれば、見田宗介（真木悠介）の『時間の比較社会学』では次のように資本主義の時間について語られているという。資本主義は新たな時間概念を生み出した。つまり時間とは「不可逆で無限に続くもの」（大澤・斎藤（2023），58ページ）であり、それは1. 時間は次々と不可逆的なものとして流れ、2. 数直線のように抽象的に無限に続くということ、であるという。そこから大澤は、環境問題や気候変動対策は遠い未来の他者を配慮するということであるが、資本主義はそのような無限の未来への志向性を生むので、そのようなことを人々に気付かせることになったというのである。それに対して、斎藤は真逆に考え、前近代社会においては人々は過去とのつながりを大切に考えていたが、資本主義は短期的な見方を人々に強い長期的な問題に目を向けなくしてしまった、と解釈している。一見対立する見解のようであるが、要するに無限の時間ということは今、目の前で起こっていることへの対処を先送りするという時間意識をも資本主義は生むということであろう。

- 17) ここで統計力学的にエントロピー法則を理解しようとしたボルツマンの解釈について触れておく。ボルツマンは、エントロピー法則と古典力学とを調和させるために、その確率論的な解釈を考え出した。ボルツマンは次のように主張する。

筒の中が数居によって分けられ、その両方の空間に別々の気体が入っているとする。そこでその数居をとる。そうすると二つの気体が混交することとなる。だが、逆のことは起こらない。つまり、再び気体を二つに分離するということはなんらかの化学的な操作を外部から施さない限り起こらないであろう。だが、であろう、である。逆も実は起こり得るのだが、それは限りなく小さな確率でしか生じないため実際に起こっていない、というのである。つまりエントロピー法則を確率論的に理解するわけである。

熱についても同様である。熱力学第二法則によれば熱は熱いほうから冷たいほうにしか移動しない。つまり暖かいコーヒーは自発的な変化として室温と同じ温度まで冷めていくが、逆はない、つまり冷たいコーヒーが温くなるということは起こらない、というのが日常的な感覚であろう。だがボルツマンの理解によればそうではなく、起こり得るがその確率が限りなく小さいため起こっていないのだ、というわけである。

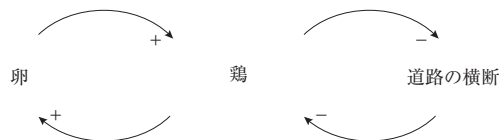
それはいってみれば、限りなくサイコロを振り続けてもずっと1が出続けるようなものである。それは確率的には限りなく小さい、つまりエントロピーが小さいわけである。だが起こり得ないことかというところではない。確率は限りなく小さいが起り得るのである。だが現実にはエントロピーが高い（つまり状態数が多い）方へ推移していくこととなる。

実際ボルツマンの計算によれば、二つの気体の分離が起こるまでには平均 10^{10} 年の時間を要するのだという。だが、宇宙の寿命が 10^{10} 年であるからほぼ起こり得ないということになる。

このボルツマンの思想は20世紀の統計力学、量子力学、情報理論などに大きな影響を与えた。残念ながらボルツマンが研究していた時代には分子の存在は確証されていなかったため彼は論争に巻き込まれ、それを苦に自殺することになる。だが、そのボルツマンの弟子が先に生命論で述べたシュレ

ディングーで、彼はその後、量子力学の分野で活躍することとなる。だがレーゲンはこのようなエントロピー理解を批判する。その内容については本稿ではこれ以上紙幅を使うわけにはいかない。この問題については加藤（2013）も参照。

- 18) これはロジスティック曲線として知られている。Von.Bertalanffy（1968）では次のように説明されている。「化学においてはこれは自己触媒反応すなわち生じた反応産物がそれ自身の生産を促進するような反応の曲線である。社会学では、それは限られた資源を与えられた人間個体群（人口）の生長を記述するフェルフルストの法則（…）である」（Von.Bertalanffy（1968），邦訳58ページ）。なおラワースは、経済学にロジスティック曲線を導入したのはレーゲンであると指摘している。
- 19) このことに関するデイリーの反批判については次に取上げる。
- 20) 槌田によれば、核エネルギーもそうである。現在、核エネルギーから得られているものは電力エネルギーに限られているのであり、核施設を核エネルギーだけで生産するというのは不可能であるからである。
- 21) さらにデイリーはフレデリック・ソディに学び、金融危機のエコロジー経済学的な説明を行う（Daly and Farley（2011），邦訳363ページ）。「現存する実物の富の価値と生物物理学的に制約された生産能力の価値の合計が、爆発的に増える負債を保証する先取特権として十分でなくなれば、負債は崩壊する」。
- 22) フィードバックループについてRaworth（2012）の議論を参照しつつみておこう。これらはもともとはMITのジェイ・フォレスターやドネラ・メドウズらによって開発された図法である（もちろん、それだけではなくそれを多数の変数でシミュレーションするための大規模な微分方程式の体系がある）。システム思考においては、システムの変化をいくつかの矢印などで表す。たとえば、鶏が卵をたくさん産めば鶏がたくさん増えるであろう。このようにある増加する変化がさらに増幅していくありようをポジティブ・フィードバックループ（あるいは自己強化型ループ）という。それに対して、鶏が道路を横断すると死ぬ個体が増えるためそれは鶏を減らす要因となる。このようにある減少する変化がさらに減少を引き起こしていくありようをネガティブ・フィードバックループ（あるいはバランス型フィードバックループ）という。現実の出来事はこの二つのフィードバックによって起こっているということになる。



経済成長論などの分野ではS字型曲線（ロジスティック曲線）が問題となるが、それは最初、ポジティブ・フィードバックが働き経済が成長していくが、後にネガティブ・フィードバックが強くなり働くようになるため、成長が頭打ちになるということである。

- 23) 格差が生み出す様々な問題についてはWilkinson and Pickett（2009）を参照されたい。
- 24) ちなみに、ロジスティック曲線にGDPの成長を重ねあわせたのはレーゲンであるとしている。「実際に図として描いたわけではないが、ジョージ・ジェスク＝レーゲンは、世界経済を地球の環境収容力に向き合わせる筋書きのなかで、s字曲線をGDP役に大抜擢した」（Raworth（2012），邦訳160ページ）。
- 25) 以下の部分は西（2024）を参照している。

参考文献

- Boserup, E (1981) *Population and Technological Change*, The University of Chicago Press (尾崎忠二郎・鈴木敏央訳『人口と技術移転』大明堂, 1991年).
- Gintis, H (2009) *The Bounds of Reason*, Princeton University Press (成田悠輔・小川一仁・川越敏司・佐々木俊一郎訳『ゲーム理論による社会科学の統合』NTT出版, 2011年).

- Von. Bertalanffy, L (1968) *General System Theory, Foundations, Development, Applications*, George Braziller (長野敬・太田邦昌訳『一般システム理論』みすず書房, 1973年).
- Bowles, S and Gintis, H (2011) *A Cooperative Species, Human Reciprocity and its Evolution*, Princeton University Press (竹澤正哲監訳, 大槻久・高橋信幸・稲葉美里・波多野礼佳訳『協力する種 制度と心の共進化』NTT出版, 2017年).
- Brunhes, J (1920) *Human Geography*, repr, Rand McNally Co (松尾俊郎訳『人文地理学』古今書院, 1929年).
- Daly, H. E (1996) *Beyond Growth, The Economics of Sustainable Development*, Beacon Press (新田功・藏本忍・大森正之訳『持続可能な発展の経済学』みすず書房, 2005年)
- Daly, H. E and Farley, J (2011) *Ecological Economics: Principles and Applications*, Island Press (佐藤正弘訳『エコロジー経済学 原理と応用』NTT出版, 2014年).
- Georgescu-Roegen, Nicholas (1971) *The Entropy Law and the Economic Process*, Harvard University Press (高橋正立・神里公訳『エントロピー法則と経済過程』みすず書房, 1993年).
- Livi-Bacci, M, 2012. *A Concise History of World Population, Fifth Edition*, John Wiley & Sons. 速水融・齊藤修訳『人口の世界史』日本経済新聞社, 2014.
- Mach, E (1906) *Erkenntnis und Irrtum-Skizzen zur Psychologie der Forschung*, Zweite durchgesehene Auflage, Leipzig (野家啓一訳『空間と時間』法政大学出版会, 1977年).
- Mach, E (1918) *Die Analyse der Empfindungen und das Verhältnis des Physischen zum Psychischen von Dr. E. Mach* (em. Professor an der Universität Wien) 7. A, Verlag von Gustav Fischer, Jena (須藤吾之助・廣松渉訳『感覚の分析』法政大学出版会, 1971年).
- Mach, E (1933) *Die Mechanik in ihrer Entwicklung, historisch-kritisch dargestellt*, 9 Auflage Leipzig (岩野秀明訳『マッハ力学史 (上)・(下)』ちくま学芸文庫, 2006年).
- Martinez-Alier, J. with Klaus Schüppmann. 1987. *Ecological Economics-Energy Environment and Society*, Blackwell Publishers. 工藤秀明訳『[増補改訂新版] エコロジー経済学 もうひとつの経済学の歴史』新評論, 1999.
- Polanyi, K (1957) *The Great Transformation-The Political and Economic Origins of Our Time*, Beacon Press (吉沢英成・野口建彦・長尾史郎・杉村芳美訳『大転換—市場社会の形成と崩壊—』東洋経済新報社, 1975年).
- Raworth, K (2017) *Doughnut Economics; Seven Ways to Think Like a 21st-Century Economist*, INTERCONTINUITY LITERARY AGENCY LTD (黒輪篤嗣訳『ドーナツ経済』河出文庫, 2021年).
- White, L. (1949) *The Science of Culture: A Study of Man and Civilization*, Farrar, Straus and Cudahy.
- White, L. (1959) *The Evolution of Culture: the Development of Civilization to the Fall of Rome*, McGraw-Hill.
- White, L. (1975) *The Concept of Cultural System: A Key to Understanding Tribes and Nations*, Columbia University Press.
- White, Lynn (1962) *Medieval Technology and Social Change*, Oxford University Press (内田星美訳『中世の技術と社会変動』思索社, 1985年).
- Wilkinson, R and Pickett, K (2009) *The Spirit Level: Why more equal societies almost always do better*, Princeton University Press (酒井泰介訳『平等社会 経済成長に代わる, 次の目標, 東洋経済新報社, 2010年』).
- Wrigly, E. A. 1969. *Population and History*, George Weidenfeld and Nicolson Ltd. 速水融訳『人口と歴史』筑摩叢書。
- Wrigly, E. A. 1988. *Continuity, Chance and Change; The Character of the Industrial Revolution in*

- England*, Cambridge University Press. 近藤正臣訳『エネルギーと産業革命—連続性・偶然・変化』同文館出版, 1991。
- 大澤真幸・斎藤幸平（2023）『未来のための終末論』左右社。
- 大野和基編（2023）『未来を語る人』集英社インターナショナル。
- オストワルト, W（1914）『価値の哲学』大日本文明協会, 第二期第41編。
- オストワルト, W（2017）『エネルギー』科学図書館。
- 角田修一（2014）「経済過程における意識とイデオロギー—ポスト・マルクス（その1）—」『立命館経済学』63(1): 26-49。
- 加藤岳生（2013）『ゼロから学ぶ統計力学』講談社。
- 酒井凌三（2008）「持続的経済理論のための基本的視覚」『立命館経済学』56(5・6): 66-86。
- 佐藤正則（2000）『ポリシェヴィズムと〈新しい人間〉』水声社。
- ジョージ・ユースク・レーゲン, N（1981）『経済学の神話 エネルギー, 資源, 環境に関する真実』小出厚之助・室田武・鹿島信吾編訳, 東洋経済新報社。
- 槌田敦（1982）『資源物理学入門』NHK ブックス。
- 西淳（2024）「エコロジーと価値論」『季刊経済理論』61(1): 92-97。
- 沼崎一郎（2021）「レズリー・A・ホワイトにおける「文化」と「文明」—「進化」と「革命」の普遍史—」『東北大学文学研究科研究年報』70: 240-208。
- ブハーリン, H・И（1936）『金利生活者の経済学』白揚社。
- ブハーリン, H・И（1974）『史的唯物論』青木書店。
- ボグダーノフ・A（1926）『赤い星』新潮社。
- ボグダーノフ・A（1930a）『経済科学概論』林房雄・木村恭一訳, 改造文庫。
- ボグダーノフ・A（1930b）『社会意識学概論』林房雄訳, 改造文庫。
- ボグダーノフ・A（2003）『信仰と科学』未来社。
- マッハ・E（1971）『認識の分析』法政大学出版会。
- 見田宗介（1997）『現代社会の理論—情報化・消費化社会の現在と未来—』岩波新書。
- 見田宗介（2018）『現代社会はどこへ向かうか—高原への見晴らしを切り開くこと』岩波新書。
- 吉川洋（2016）『人口と日本経済 長寿, イノベーション, 経済成長』中公新書。
- レーニン,（1953/1956）『唯物論と経験批判論（上）・（下）』国民文庫。