

エネルギー供給の減少を伴う縮小社会に生きるための「変貌」

大谷正幸

要旨

化石燃料利用の拡大と共に貨幣経済が席捲したことで、産業別就業者割合の変化や都市化と過疎化に示される人口動態を招来した。それは同時に労働形態における分業の細分化となってジョセフ・テインターの言う「複雑な社会」の進展パターンに従うが、学問の世界では著しい専門分化を招来し、全体観・大局観の欠如の原因にもなっている。このような社会変化を考察するために名目経済規模とエネルギー供給量の関係性を表す経験式を示す。その経験式にもとづいて、ペティ＝クラークの法則を数理として把握し、さらに今後予想されるエネルギー供給量の減少およびエネルギー収支比の低下がエネルギー開発事業と食糧供給システムに及ぼす問題(predicament)を提示する。産業社会の機能不全が伝播するシナリオとアーノルド・トインビーの歴史観を参照しつつ、自立共生的な縮小社会への移行に向けた先駆的決意を促す。

1 はじめに

精神が力を発揮するには、否定的なものを退けず、それを直視しなければならない。これまでも、資源・エネルギーの有限性と供給見通しから、ライフスタイルの変革が叫ばれてきたわけだが、その警鐘が奏功することなく、むしろ将来不安に怯えなければならない時代を迎えていることを確認しておくことは、縮小社会に関する議論を実りあるものにする上で不可欠だろう。

たとえば1972年にローマ・クラブは、『成長の限界』レポートを公表し、工業生産や人口などの未来予測を世に問うた。そこには「現在のシステムに大きな変革が何もないと仮定すれば、人口と工業の成長は、おそくともつぎの世紀内に確実に停止するだろう」¹と明記されていたが、その公表から30年以上後に行われた追跡調査の結果は『成長の限界』の当初の予測の妥当性を認めるものであった^{2,3}。1970年代には「ディープ・エコロジー」なる概

¹ Meadows, D.H., Meadows, D.L., Randers, J. and Behrens III, W.W. (1972), *The Limit to Growth*, New York, Universe Books, p.126 (大来佐武郎監訳『成長の限界』, ダイヤモンド社, 1972年, 108ページ.)

² Hall, C.A.S. and Day Jr. J.W. (2009), "Revisiting the Limits to Growth after Peak Oil," *American Scientist*, Volume 97, pp. 230-237.

³ Turner, G. (2014) "Is Global Collapse Imminent?," *MSSI Research Paper*, No. 4, Melbourne Sustainable Society Institute, The University of Melbourne.

念が提唱され、人々の生き方に関わる意識改革が訴えられてもいたが、システムに根本的な変革を遂げることができない人類の歩みが確認されたというわけである。『成長の限界』には経済成長が止まるや分配の問題が表面化する⁴とも懸念されていたが、目下、経済格差問題が世界中で叫ばれていることは言を俟たない。

日本に目を向ければ、著しく低い食糧自給率と後継者不足に示される農業問題に目を瞑って、経済成長路線の繁栄を謳歌してきたが、今では「成長の限界」を痛感できるような社会状況になっている。しかしながら、行政サイドから「成長戦略」が発表されることはあっても、経済が成長し得なくなったときのビジョンが示されるようではない。

したがって、縮小社会を展望するにあたっては、人間の「変われなさ」とでも言うべき弱さを先ず十分に認識しておく必要があるだろう。この点を見無視したまま縮小社会への移行が円滑に進むとは考えられないからだ。ちょうどハイデガーの哲学⁵に、世人は死の確実性を日常的に頹落しつつ回避するものだと指摘されていたように、世人は石油文明の死とも言うべき社会の縮小局面を顧慮しようとしなないものなのだ。しかしハイデガーが、おのれに固有な死に向かって先駆しつつ決意した現存在は他者の良心となり得るといふ光明を見出したように、不可避的な社会の縮小局面を先駆することで、然るべき決意が促され、主体的に未来社会の指針を模索し始めるのではないだろうか。

そこで本稿では、近代以降の化石燃料の大量利用に支えられた経済機構が産業構造変化および諸個人の振る舞いを規定してきたことを確認した上で、今後、エネルギー供給量が減少の一途を辿るに連れて、否応なしにライフスタイルの変革を強られるようになる数理を示し、縮小社会に向けた「変貌」と先駆的決意を促すことを試みたい。

11 近代の呪われた運命

端的に指摘すれば、貨幣経済の軛がエネルギー供給量の永続的減少予想に即したライフスタイルへの移行を阻んでいるように思われる。すでに現役世代の多くは都市型のライフスタイルに馴致させられてしまったが、化石燃料利用の拡大によって経済成長がもたらされ、産業構造変化および人口動態の変化を招来したという認識を持たねばならない。その上で、逆に、エネルギー供給量の減少はどのような社会変化をもたらすか考える必要があるだろう。

かつてマックス・ヴェーバーは、産業機械による生産と結びついた資本主

⁴ Meadows et al., op.cit., p.179. (前掲訳書, 164 ページ.)

⁵ Heidegger, M., *Sein und Zeit*, (『存在と時間』)を指す。

義の経済機構を「変革しがたい鉄の檻」⁶と言い表し、貨幣経済が押しつける規範が淘汰圧として作用していること、それゆえ諸個人のライフスタイルが粗方決定されてしまうことを指摘した。およそ現代人は貨幣との交換を経ずには従属栄養生物としての生存条件を満たすことができない生物種になっており、何らかの方法で貨幣を得ることを余儀なくされることは言うまでもない。そのため、社会の構成員の多数者は賃労働に参画することになるわけだが、ヴェーバーは、近代の職業労働の禁欲的性格について「専門の仕事への専念と、それに伴うファウスト的な人間の全面性からの断念」⁷を伴っていることを指摘して、利潤追求に伴う分業の細分化・高度化の進展を近代の経済機構に内在する宿命的なメカニズムとして捉えていた。

分業の細分化・高度化は、社会を成り立たせる職業分類が増大するということであり、業務内容が多様化・専門化することにほかならず、社会が複雑性を増大していることを意味する。このようなメカニズムが働くに連れ、産業別の就業者人口割合において一次産業が占める割合が減じて二次・三次産業が占める割合が増大して（ペティ＝クラークの法則）、人口の社会動態に伴うがゆえに過疎化・都市化を帰結しているわけである。

この複雑性が増大する傾向についてヴェーバーは、「化石化した燃料の最後の一片が燃えつきるまで」続くとして、「精神のない専門人」と「心情のない享楽人」⁸が闊歩するような未来を思い描いたわけだが、社会の崩壊を扱った書物の中でもっともよく引用されるジョセフ・テインターの『複雑な社会の崩壊』⁹は、ヴェーバー的な呪縛されたままの未来社会予想を否定する。

テインターの歴史観では、社会が複雑性を増大するのは見返りが増える限りであって、複雑性の増大に伴うコスト負担が見返りの減少を招来するまでになると、過去の文明社会はことごとく崩壊（複雑性の低下に伴う社会の機能不全）に至ったというのだ。複雑性の増大はエネルギー供給量の増大という物理的条件を前提としており、エネルギー供給量の増大が叶わぬようになり、いよいよエネルギー供給量が減少するようになれば、同程度の見返りが低い複雑性で得られることが明白になる。すると高い複雑性にある社会的営みが放棄されるようになるというのである。当然のことながら、複雑性の低下は経済的にあぶれる人々を生み出さずにはおかず、プロアクティブな対策を怠れば、大きな社会的混乱を招くことになる。

⁶ マックス・ヴェーバー著、大塚久雄訳（1989）『プロテスタンティズムの倫理と資本主義の精神』、岩波書店、51ページ。

⁷ 同上書、364ページ。

⁸ 同上書、366ページ。

⁹ Tainter, J.A. (1988), *The Collapse of Complex Societies* (New Studies in Archaeology), Cambridge UK, Cambridge University Press, 邦訳未完ながら未来を展望する上で示唆に富む重要な著作である。

III 学問の細分化と全体観・大局観の欠如

複雑性が増大する傾向は、学問の世界では著しい専門分化となって現れている。かつてチャールズ・パーシー・スノーは知識人の思考が理系と文系とに隔絶している状況を「二つの文化」と呼び、総合的な視点を欠くことが社会的弊害になっていることを訴えたが¹⁰、今では学問の専門分化がさらに進んでいる。「専門の仕事への専念と、それに伴うファウスト的な人間の全面性からの断念」を免れない状況に置かれ、研究者の多くが自身の専門に閉じ籠もって細分化された研究テーマに取り組みざるを得ないがために、全体観を持つことが難しくなっている。それゆえ、資源・エネルギーの供給量が減少し続けると社会はどうなるか、という大局観を持ち合わせることはさらに難しくなる。

だが、ヘレニズム期のムセイオンやルネサンス期のプラトン=アカデミーがそれぞれプトレマイオス家とメディチ家の財力に支えられた期間に隆盛を誇ることができたように、エネルギー供給量の減少は現代のパトロンたる政府の予算縮小をもたらし、やがて学問のあり方にも変化を及ぼさずにはおかないはずである。複雑性と見返りの関係性から社会の盛衰パターンを論じたテインターは、科学の営みについても複雑性を反映するコストに対して成果という見返りが減じるパターンを例示しているのである。学問の細分化という複雑性の増大が、技術的応用や文化の香りといった見返りの増大となって人々に知覚されるうちはいいが、人々の暮らし向きが悪くなって社会的コストの大きさばかりが目につくようになれば、学問のみならず、様々な文化的営みが複雑性の低下を余儀なくされるだろう。最近では、チャールズ・ホールの研究グループが、マズローの欲求段階説に倣って、教育や医療など現代社会の営みが成り立ち得る段階をエネルギー収支比（EROI: Energy Return on Energy Investment）のレベルに対応させて論じているように¹¹、エネルギー事情の変化と共に否応なく成り立ち得なくなる営みを予見することも今では研究対象になっているのである。このような視点に立った研究は、決して敗北主義の表明ではなく、むしろ「今日の産業主義的幻想の崩壊こそ効果的で自立共生的（コンヴィヴィアル）な生産様式を選び取るための必要条件である」¹²と主張するイヴァン・イリイチの考えを強化するもの

¹⁰ チャールズ P.スノー著,松井卷之助訳 (1960)『二つの文化と科学革命』, みすず書房

¹¹ Lambert J.G., Hall, C.A.S., Balogh, S., Gupta, A. and Arnold, M, (2014) “Energy, EROI and quality of life”, *Energy Policy*, vol.64, pp. 153–167, Day, J.W., Charles H.(2016) *America’s Most Sustainable Cities and Regions Surviving the 21st Century Megatrends*, New York, Springer, pp.201-216.

¹² Illich, I. (1980) *Tools for Conviviality*, Harper Colophon paperback edition, New York, Harper &Row, p.114. (渡辺京二・渡辺梨左訳『コンヴィヴィアリティのための道具』日本エディタースクール出版部, 1989年,

ように思われる。

IV エネルギー利用と経済規模

「産業主義的幻想の崩壊」は、経済成長についての限界および経済活動の縮小を得心することによってもたらされるであろう。そのためには、経済規模をエネルギー供給量の関数として表すことにより、傾向が真なることの定式化を行い、簡明な数理として限界を認識することが有効であろう。

さて、ペティ=クラークの法則と呼ばれる経済法則は、一国の経済が豊かになるにつれて産業構造が一次産業から二次産業、三次産業へとウェイトがシフトしていくことを主張する。この法則は経済成長に伴う都市化の進展と農漁村を擁する地方の衰退という社会変化を含意せずにはおかないが、経済学的な「豊かさ」の増進とは、モノ・サービスの充実を指しており、物理的な意味でのエネルギーの利用拡大を伴ってもたらされてきたことは言を俟たない。

では、今後予想されるエネルギー供給量の減少局面において、帰農が進むような産業構造の変化や都市化の流れがとまるようなことは自ずと起こるだろうか？これについて筆者は、日本の名目経済規模とエネルギー供給量の関係性に着目し、「おいそれと帰農できない理由について」¹³と題してすでに論じている。

まず注目すべきは、各種のエネルギー価格がエネルギー単位と貨幣単位を直接結びつけているということである。1000 リットルの原油は 38.1GJ(ギガ・ジュール=10 億ジュール)の熱エネルギーに変換可能であり、1kWh(キロワット時)の電力は 0.0036GJ、10kg(キログラム)の米は含水率 15%の炭水化物として 0.136GJ に相当する。したがって、たとえば 30000 円/kL の原油ならば 787 円/GJ、20 円/kWh の電力は 5555 円/GJ、4000 円/10kg の米は 19411 円/GJ へとそれぞれエネルギー単価(円/GJ)に換算して比較可能になる。

図 1 に、原油(輸入 CFI)、電力(総合単価)、および米のエネルギー単価としての推移を示す。図 1 には日本の名目 GDP(1954 年以前は名目 GNP)を一次エネルギー総供給量で除算した値の推移も載せている。

なお、原油価格、電力価格、名目 GNP、名目 GDP、一次エネルギー総供給量および家庭部門での最終エネルギー消費量については、矢野丈太郎記念会編『数字で見る日本の 100 年 改定第 4 版』および『EDMC/エネルギー・経済統計要覧(2016 年版)』を出典としている。米価については、「消費者米価」が発表されていた 2004 年までのデー

204 ページ.)

¹³ 大谷正幸(2007)「おいそれと帰農できない理由について」、『もったいない学会 WEB 学会誌』, Vol.1, 21-29 ページ.

タは既報¹²にて用いた低位の米価であり、2005年以降は総務省統計局小売物価統計調査結果（<http://www.stat.go.jp/data/kouri/doukou/3.htm>）による東京都区部のうるち米価格を用いて算出した。

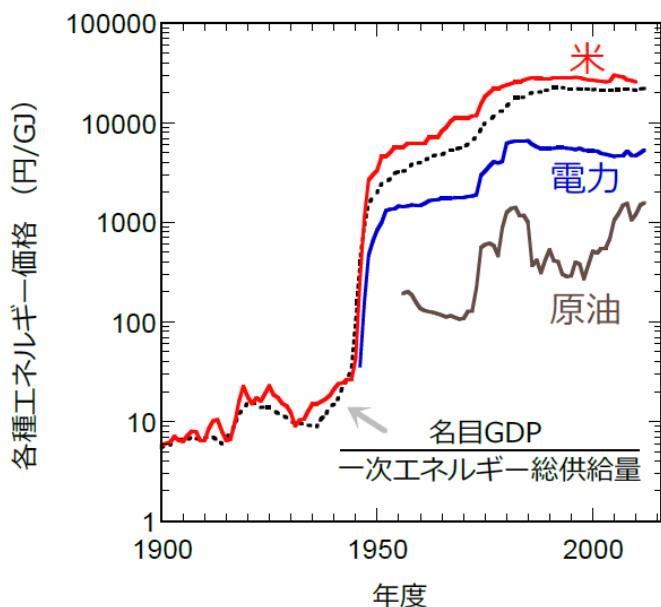


図1. エネルギー単価換算された原油、電力、米の価格および名目GDPを一次エネルギー供給量で除算した値（破線）の推移

興味深いことを指摘すれば、原油、電力、米をエネルギー単価として比較するならば、物理学的には等価なはずの1J（ジュール）のエネルギーに価格差が存するという事実がある。エネルギー単価に換算して頭わになる各種エネルギー価格の序列は経済活動が熱力学の法則を免れないことに由来する。熱力学が教えるように、エネルギーは保存されるが質の低下を免れないからだ。そのため、現代文明が機能するように各種エネルギー価格の序列が規定されざるを得ないのである。

たとえば火力発電のエネルギー変換効率が40%だとすれば、1Jの原油が0.4Jの電力に変換されるということだが、0.4J分の電力価格が1J分の原油価格より高価でなければ燃料コストさえ賄えない。したがって、エネルギー単価として電力は原油の2.5倍以上の水準にならないと採算が合わず、経済過程として継続し得ないことになる。また、近代農業は多量の化石燃料を用いて成り立っており、1カロリーの食材が食卓に届くまでに10カロリーの化石燃料を用いていると

いう報告もある¹⁴。したがって、エネルギー単価として食材は原油の10倍以上の水準でなければ現代の食糧供給システムは破綻してしまうのだ。

さて、図1において、名目GDPを一次エネルギー総供給量で除算した値がエネルギー単価に換算した米価と同じオーダーで平行に推移してきたという事実注目しよう。

$$\frac{\text{名目 GDP}}{\text{一次エネルギー総供給量}} \propto \text{エネルギー単価としての米価}$$

言い換えれば、金本位制か管理通貨制か、固定為替相場制か変動為替相場制かに依らず、終戦直後のハイパーインフレをもくぐり抜けて、産業構造変化、グローバル化、IT化、税制改革等の政策変更、諸々の変化が生じようと、およそ次のような比が保たれてきたということである。

名目GDP：一次エネルギー総供給量 \approx 10kgの米価 : 10kgの米の熱量

この関係性から、年々の名目の経済規模は、ある年のエネルギー単価として換算された米価にその年の一次エネルギー総供給量を乗じた量に比例するような規模となることが推察されるだろう。言い換えるならば、原油等の安価な一次エネルギーが経済活動を通して米価ほどの高値となるような付加価値を生んできたということである。家庭部門でのエネルギー利用が付加価値を生まないことを考慮して、家庭部門での最終エネルギー消費を一次エネルギー総供給量から差し引き、また、国外からの原材料等の仕入れ原価にあたる輸入総額を差し引けば、次式のように名目経済規模 V_j を表す経験式を導くことができる。

$$V_j = P_j \times (E_j - H_j) - I_j$$

ここで、添え字 j は年度を表し、 P_j はエネルギー単価として表した米価、 E_j は一次エネルギー総供給量、 H_j は家庭部門における最終エネルギー消費量、 I_j は輸入総額である。

上に示した経験式を用いて算出した名目経済規模 V_j と名目GDPの政府発表値の推移を図2に示す。導出された経験式を用いることで、名目経済規模の長期的な傾向を一次エネルギー総供給量と関係づけ

¹⁴ US department of Agriculture, National Resources Conservation Service, "Grazing Lands", *RCA Issue Brief #6*, 6 November 1995.
http://www.nrcs.usda.gov/wps/portal/nrcs/detail/national/technical/nra/?&cid=nrcs143_014209

てうまく再現できることは一目瞭然であろう。図2から推察されることは、経済活動において、安価な1GJのエネルギーの化身としてのモノやサービスは、平均すれば、およそ1GJ分の米に匹敵する高値で取引されてきたということである。そして、このように帰納された関係性にもとづき、産業構造変化とエネルギー開発事業の進展について、演繹的な考察が可能になる。なお、なぜ米価が経済規模に関わるベンチマークとなるのかについては、既報¹²にて考察している。

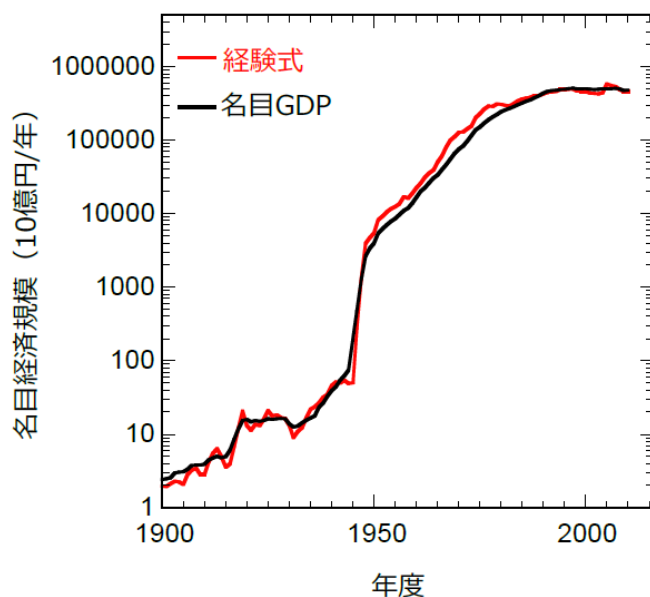


図2. 経験式にて見積もった名目経済規模 (V_j) と名目GDP (1954年以前は名目GNP) の比較

V. エネルギー利用と産業構造変化

すでに現代人の多くが都市型のライフスタイルに馴致させられてしまったために、現在のような産業別就業人口割合に至ったことを遡って考えようとしめないものだ。池田内閣の「国民所得倍增計画」の立案に深く関わり、それを成功に導いた下村治の経済成長理論¹⁵を読み解くならば、経済成長の要諦に気づくだろう。その上で、所得配分の偏りについて考察すれば、産業構造および人口動態の変化についての理解を深めることになるだろう。

下村理論の要諦は、生産機械を導入して様々な工業製品の生産性を向上させると共に、金本位の縛りが取れた管理通貨制度の特性をフル

¹⁵ 下村治(1962)『日本経済成長論』, 金融財政事情研究会。(中央公論新社より2009年に復刊)

活用して貨幣供給量を増大させることだった。大量生産が可能になったとしても、それだけでは製品価格が下落して工業化は頓挫してしまう。そこで下村は、金融的膨張を指南して製品価格の下落を阻止して企業収益の向上を図り、高度経済成長を成功に導いたのである。

工業生産については、資源・エネルギーが潤沢な時代には生産機械の導入によって生産性は向上するが、サービス部門のように生産性が向上しない部門に経済成長の実りを分配することが次に問題となる。この点について下村は以下のように記している。

「自由経済のメカニズムに極力、身をまかせながら、生産性向上のインセンティブを、最大に発揮できるような経済状態とは、何であろうか。それは、生産性が向上したら向上しただけ、その部門の所得が上がる、ということ容認することである。しかし、それでおしまいになるのでは、サービス部門との所得格差が生じてしまう。所得の上昇は、経済全般に波及するものとして、サービス部門の所得も、やがて同じように上昇しなければならないのであり、それは、消費者物価の上昇によって実現されるのだということ、認めなければならない。すなわち、最初に生産部門でインセンティブが働いて生産性が上昇し、賃金がそれに比例して上がったのち、サービス部門の所得向上が起こってサービス価格が上がり、つれて消費者物価が上昇し、はじめて生産性を上げた生産部門従業者の所得は実質的にその分だけ割り引かれることになって、この循環経路は一段落する。」¹⁶

このような国民経済の視座に立った経済官僚の計らいにより、高度経済成長期には、サービス部門では前年と同じような働き具合でも年々所得が増えて、ますます豊かな消費生活を送ることができるようになったわけである。そして、産業別就業人口割合と人口動態における変化をもたらされたのである。しかしながら、農業部門については、今や後継者不足問題を抱えるほどに、就業者数の著しい減少をもたらすことになった。1995年に食糧管理制度が廃止されるまで米価は管理されており、米価も上昇していたが、経済成長の恩恵に与る以上に、むしろ農業の近代化がとりわけ米農家の所得効率を相対的に悪化させる結果を招いたからだ。その理由を以下に示す。

あらゆる経済活動はエネルギーの散逸を伴うがゆえにエネルギー・コストを免れない。それゆえ、最終販売価格とエネルギー・コストの差額によって、限界的な生産額（以下、「粗生産額」と称す）が決まる。

1GJ分の米価を X 、1GJ分の化石燃料（一次エネルギー）の価格を Y とするならば、図2に示される傾向より、平均的な経済活動において1GJのエネルギー利用から生み出される粗生産額は、 $X-Y$ と表せる。 nGJ のエネルギーを投じたならば、 nGJ 分の米に匹敵する売り上げが

¹⁶ 下村治(1971)『経済大国日本の選択』, 東洋経済新報社, 468ページ。

期待されるので、販売価格と燃料コストの差額として表される粗生産額は $nX-nY$ となる。

一方、近代農業は化石燃料の大量利用の上に成り立っているが、1GJ分の米の生産から販売までの過程に nGJ の化石燃料を投入しているとしよう。ここで、 $n>1$ である。1GJ分の米の販売価格と nGJ 分のエネルギー・コストの差額として表される粗生産額は $X-nY$ となる。

同一のエネルギー・コストながらも粗生産額に違いが生じることが示唆することは、明らかに米生産の所得効率は他の産業部門の平均的な所得効率よりも悪く、しかも食糧管理制度によって米価が吊り上げられれば吊り上げられるほど所得効率が相対的に悪くなってしまふということである。下村治が「経済成長が進むとともに、農民は自分の経済的な運命を自分の創意と工夫と責任で選択し、自分の最も幸福と思う方向に進んでいくということになるに違いない」¹⁷と記していた通りのことが起こったことは、歴史が証明しているが、そこにはやむを得ない数理が働いていたのである。かくして、化石燃料利用が進めば進むほどペティ＝クラークの法則に従った産業構造の変化が促されるのである。

今後、エネルギー供給が減少し続けるとして、ペティ＝クラークの法則が逆転し、産業別就業者人口割合の変化がもたらされるかもしれないが、どの程度に絶対数における変化が伴うかが焦点となってくるであろう。上に示したような帰農を阻む数理が働いていることを慮れば、規制緩和路線とは逆の傾斜生産方式のような政治的努力なしでは、当面、過疎化と都市化の流れに抗えないだろう。

VI エネルギー開発と都市のジレンマ

資源・エネルギーの供給が永続的に成長し得るならば、都市がどこまで成長しようとする問題は無いのだが、暗い影が差している。エネルギー供給量が減少するという予想に加えて、市場に出回るエネルギーの開発に要するエネルギーに対する比（エネルギー収支比：EROI）が低下し続けているために、エネルギー開発事業の採算性の問題も考慮されねばならなくなってきたからである。これについては、2008年の原油価格高騰の際の出来事から教訓を引き出しておこう¹⁸。

2008年7月にWTI原油価格が1バレル143ドルを記録したが、その史上最高値に迫る過程で漁業、畜産業、運送業といった業者の抗議

¹⁷ 下村治(2009)『日本経済成長論』,中央公論新社, 245ページ.

¹⁸ 大谷正幸(2008)「ひと夏の経験～EPRと経済の関係が示唆する現代文明の翳り～」, 『もったいない学会WEB学会誌』, Vol. 2, 49-52ページ.

活動が世界中で沸き起こった。同年9月には投資銀行のリーマン・ブラザーズが破綻、いわゆるリーマン・ショックが世界を駆け巡った。その後、原油価格は下落に転じて、1バレル60ドルにも落ち込むと、新規のエネルギー開発事業（EROIは低い）の延期・中止を伝えるニュースが届けられるようになった。原油価格の高騰と下落に伴った、この一連の出来事も前章と同様の数理的思考によって考察可能である。

nGJ のエネルギーを投じて mGJ のエネルギーを産出するエネルギー開発事業では、販売額とエネルギー・コストの差額として表される粗生産額は $mY-nY$ であり、これを変形すれば、 $nY\{(m-n)/n\}$ と表せる。このエネルギー開発事業の EROI¹⁹ は、

$$\text{EROI} = \frac{\text{市場に出回るエネルギー}}{\text{開発に投入したエネルギー}} = \frac{m-n}{n}$$

である。よって、このエネルギー開発事業の粗生産額は nY と EROI の積の形に表せる。これが nGJ のエネルギーを投じた経済活動の平均的な粗生産額 $nX-nY$ よりも大きいとき、エネルギー開発事業は生産額および所得効率において魅力的な経済活動となる。すなわち、

$$nY \times \text{EROI} > nX - nY$$

であり、これより、

$$\text{EROI} > \frac{X}{Y} - 1$$

という不等式が得られる。EROI がこの不等式を満たすようなエネルギー開発事業ならば、同一のエネルギー・コストの経済活動と比べても平均以上の生産額が見込め、合理的な経済活動となる。

EROI の低い新規のエネルギー開発事業が進むには、 X/Y の値が小さい方がよいということになるが、それは主食価格据え置きで化石燃料価格が上昇するような場合であり、エネルギー価格の上昇時に新規エネルギー開発事業が進展するというのはこれまでは当然のこのように思われてきた。ところが、1カロリーの食材が食卓に届くまでに10カロリーを使うような先進国の食糧供給システムでは、 X/Y の値は10以上でなければ食糧供給システムの採算が取れない。実際、

¹⁹ 最近では $\text{EROI}=m/n$ とする文献もあるが、本稿では金融経済用語である投資利益率(ROI:Return on Investment)との対応および語義を慮り、 $\text{EROI}=(m-n)/n$ とする。もったいない学会はかつて、EPR(energy profit ratio)= m/n を推奨していた。

2008年の原油価格高騰時には運送業者らがエネルギー・コストに圧迫されて利益を確保できない事態となり、それが抗議活動という形になったものと考えられる。実体経済の根幹である食糧供給システムが機能不全に陥っては、需要の減退を招き、エネルギー開発も頓挫するよりほかない。

都市を支える食糧供給システムが機能するには主食と石油等の一次エネルギーに価格差が要求されるが、その価格差はエネルギー開発が進む条件に制約を加えているわけである。まことに主要な一次エネルギーである原油の価格が上昇すればエネルギー開発事業には好機であるはずながらも、都市を支える食糧供給システムに支障が生じ、原油価格が下落すればエネルギー開発事業が頓挫して未来社会に影が差すというジレンマに陥っているのが、現代文明の姿なのである。というのも、すでにイージーオイルが減退して、石油生産におけるEROIの値が10に迫るくらいにまで低下²⁰していると見積もられているような状況だからである。

上の考察は、社会インフラとしての低EROIエネルギーの利用は、食糧供給システムの複雑性の低下を意味する「地産地消」とセットでなければならず、現在のような都市型のライフスタイルが持続不可能であることを示唆する。このような冷厳なる数理は都市生活者に認知的不協和を惹起するかもしれないが、人はこれを解消すべく態度や行動を変更することになるだろう。

VII 経済の縮小から社会の機能不全へ

エネルギー供給の減少およびエネルギー収支比の低下を所与のこととして、経済の縮小と都市型ライフスタイルの苦境を得心するための数理を上を示した。IV章にて示した名目経済規模についての経験式は、主食価格が高騰しないまま一次エネルギー供給量が減少の一途を辿れば、名目の経済規模が縮小し、成長を前提とした金融システムに不具合が生じ、その影響がシステムに拡大することを予見させる。物価統制によって、名目経済規模を保ち、金融システムの安定化を図ることも可能であるかもしれないが、自給経済のウェート拡大に資する自立共生的な生産様式への移行は阻まれることになるだろう。

さて今後、経済の縮小予測が大勢を占めるようになれば、エネルギー開発向けの投資が減るばかりか、あらゆる産業において融資が慎重になり、経済の縮小に拍車を掛けることになるだろう。アイルランド

²⁰ Hall, C.A.S., Lambert J.G. and Balogh, S. (2014), "EROI of different fuels and the implications for society," *Energy Policy*, vol.64, pp.141-152. and references therein.

のシンクタンク *Feasta* のデイビッド・コロウィッツは、貿易金融のしくみに注目し、掛け売りによって営まれている国際貿易の不具合とそれに伴うインフラストラクチャーの機能不全を予測している²¹。2011年の東日本大震災の後に部品不足が生じてサプライチェーンが寸断されたようなことが経済の縮小による金融面での不具合から生じ、国際分業によって供される各種の部品が不足する事態に陥り、インフラストラクチャーの維持・更新が困難になるというのである。

他にも、エネルギー供給量の減少と経済の縮小を与件として社会変化を展望した論考には、次のようなものがある。オックスフォード大学の政治学者イェルク・フリードリヒは、1918～1945年の日本の軍国化、ソビエト崩壊後の北朝鮮の全体主義傾向とキューバの社会経済的適応を参照しつつ、エネルギー危機に陥った国の進路についての論考を発表している²²。日本の社会科学分野においても、清泉女子大学の山本達也は世界的なエネルギー事情の悪化が民主主義的諸価値を脅かすものであるとして考察を深めている²³。

筆者がとくに注目したのは、ドミートリー・オルロフの論考である。オルロフは、コロウィッツの考察を踏まえて、エネルギー供給量の減少に端を発する社会変化について「崩壊5段階説」²⁴を提唱した。

「崩壊5段階説」は、これまで当たり前だと信じていたことが失墜する段階に応じて、社会変化を崩壊過程として順序立てたものである。第1段階は「金融の崩壊」であり、「平常通りのビジネス」という信頼が失われる。第2段階は「商業の崩壊」であり、「市場が供給してくれる」という信頼が失われる。第3段階は「政治の崩壊」であり「政府が面倒を見てくれる」という信頼が失われる。第4段階は「社会の崩壊」であり、「周りの人々があなたを気遣ってくれる」という信頼が失われる。第5段階は「文化の崩壊」であり、「親切気、寛大さ、思いやり、情愛、正直さ、もてなしのよさ、同情心、慈悲」といった人間の善良さへの信頼が損なわれる、というものである。

「崩壊5段階説」の機序は次のようなものである。エネルギー制約によって不可避免的にもたらされる生産活動の縮小が成長を前提とした金融の仕組みと齟齬をきたし（第1段階：金融の崩壊）、金融危機ゆえに掛け売りが滞って商業の不具合が広がる（第2段階：商業の崩壊）。すると、徐々に課税

²¹ Korowicz, D. (2012) “Trade-Off: Financial System Supply-Chain Cross-Contagion: a study in global systemic collapse”, <http://www.feasta.org/wp-content/uploads/2012/06/Trade-Off1.pdf>

²² Friedrichs, J. (2012) “Peak Oil Futures: Same Crisis, Different Responses Energy”, in Oliver Inderwildi and Sir David King (eds) (2012) *Transport & the Environment*, London, Springer, pp. 55-75.

²³ 山本達也(2016)「エネルギー環境の構造的変化と民主主義に関する一考察」, 『清泉女子大学人文科学研究紀要』, 第37号, 29-45 ページ.

²⁴ Orlov, D. (2013) *The Five Stages of Collapse: Survivors' Toolkit*, Canada, New Society Publishers. (大谷正幸訳『崩壊5段階説 生き残る者の知恵』, 新評論, 2015年.)

基盤が棄損され、政治の不如意からナショナリズムが呼び起こされ、専制と化すことが懸念される（第3段階：政治の崩壊）。苛斂誅求が闇経済の温床となる一方で、支配層は戦時体制の徴発から私腹を肥やすまでに腐敗して、他者に構えないほどに人々が疲弊すれば、社会の紐帯が綻んでしまう（第4段階：社会の崩壊）。さらにオルロフは、アフリカのイク族の暮らしを描いた人類学者コリン・ターンプルの著書『プリンジ・ヌガク 食うものをくれ』²⁵を参照しつつ、「人間らしさ」を喪失しつつも生命サイクルを繰り返すような状況をも深慮する（第5段階：文化の崩壊）。

オルロフは第1段階および第2段階を食い止めることは数理として不可能だが、第3段階以降の崩壊を食い止めることに知恵を働かせよ、と説いているのである。

VIII 「変貌」

オルロフの『崩壊5段階説』に記された「政治の崩壊」は、専制への移行が資源・エネルギー供給の制約下における最善のライフスタイルへと移行することを阻むという主張でもある。民主制から苛斂誅求と戦争に特徴づけられる僭主独裁制への移行については、古典中の古典であるプラトンの『国家』第8巻にも記されており、人間社会が辿る月並みなパターンと言えるかもしれない。このような段階にあっては、過去の文明社会の比較分析を試みたアーノルド・トインビーの『歴史の研究』に記された、文明の解体期に現れる生活態度についての見解が参考になるだろう。

トインビーは、文明の解体期に現れる生活態度を、「復古主義」（空想的な過去の復興）、「未来主義」（想像に描いた未来への没入）、「超脱」（引退）、「変貌」（引退と復帰）に分類する²⁶。支配層は軍国主義のような「復古主義」に傾倒するか潔く身を引く「超脱」を選び、一方、被治者は「未来主義」に没入するか「変貌」を遂げるといふ。この指摘は、縮小社会への移行を考える上で重要だろう。というのは、目下、トインビーの分析通り、世界的なナショナリズムの台頭から「復古主義」を、また、ベーシックインカムや夢のような技術革新の議論から「未来主義」を看取できるからだ。ここで、ベーシックインカムや技術革新を「未来主義」だとするのは、往往にしてエネルギー供給懸念や生産と消費のバランスについての観点が抜けており、全体観を欠いたまま現在のような高い生活水準を願うものだからである。

トインビーは、無理に変化を実現しようとする試みである「復古主義」と「未来主義」、および身を引くだけの「超脱」は行き詰まりの袋小路であり、

²⁵ Colin, T. (1972) *The Mountain People*, New York, Simon & Schuster (幾野宏訳『プリンジ・ヌガク 食うものをくれ』筑摩書房, 1974年.)

²⁶ Toynbee, A.J.(1946), *A Study of History Volumes I-VI*, paperback edition, New York, Oxford University Press, pp.371-534. (蠟山政道編『世界の名著 73 トインビー』中央公論社, 1979年, 270-330ページ.)

現実的な条件に即して自己のうちにパラダイムシフトを遂げる「変貌」だけが次の文明に通ずる開けた道だと指摘する。トインビーの歴史観に学べば、「変貌」だけが未来社会を切り拓くことになるはずだが、当面、力に勝る支配層が「復古主義」に向かうことで、縮小社会への円滑な移行が阻まれることが予想される。そのような兆候が今やすでに看取されるような時代に私たちは生きている。だが、未来社会を切り拓くのは、当たり前と言えども当たり前だが、「変貌」を遂げて新たな環境に適応できた者なのである。これまでの社会のあり方の構造的瑕疵に気づき、破局的状況から逃れることに成功して生き残った者が次の文明の担い手になるのである。

トインビーによれば、文明とは「創造的少数者による事業」であり、「非創造的多数者」を動員するために、ミメシス(ヒトの模倣したがる原始的性向)を利用して、過去の文明は発生・成長した。やがて「創造的少数者」が「支配的少数者」へと様変わりするに連れてプロレタリアートの離反が起こって、文明は衰退・解体へと向かうが、文明の解体期に「変貌」を遂げ、環境変化という挑戦に対する応戦に成功した「創造的少数者」²⁷が、次の文明の牽引役を担うことで文明の盛衰が繰り返されてきたのだ。

だが、次の文明が過去の文明とまったく異なるのは、これまでのように経済成長を見込める資源・エネルギーの供給見通しが立たなくなった点である。化石燃料由来のエネルギーが減少し続け、再生可能エネルギーによって駆動されるシステムに収束する過程では、徐々に経済的なインセンティブが働かなくなるために、これまでのようなミメシスを利用した文明の舵取りは困難になるだろう。言い換えれば、それは、規矩が示されることのない中で、人々が自らの理性を頼りに依拠できる考え方をを見つけ出し、最善のライフスタイルを模索しなければならない時代である。そのような未来を先駆して、主体的に動機付けできた者のネットワークが縮小社会を切り拓くことになるだろう。

²⁷「国民所得倍増計画」の立役者である下村治の経済論文の中には次のような記述が残されている。「われわれは、アーノルド・トインビーの歴史観を思い出す必要がある。文明の生成、発展、崩壊の過程を決定する基本的な要因は、その文明に対する挑戦とこれに対する応答であるという原則である。経済の成長問題も、このような歴史の一つの側面であろう。われわれが、民族の成長と発展とをめぐして、歴史的な努力を重ねる過程において、いかなる問題をみずからの問題としてとりあげるか、いかにして、このような課題に対する解決の努力を推進するか、これがわれわれの運命を決定することになるわけであるが、経済の成長はこのような歴史的な営みにおける、一つの重要な側面にほかならない。」(下村治(1971), 前掲書, 228ページ)

われわれは、下村の時代とはまったく異なる「挑戦」に対する「応戦」を果たさねばならないのである。