

スチュワート・カウフマンの進化経済学 —その 震災後日本経済への適用可能性—

富森虔児（北海道大学名誉教授）

I: スチュワート・カウフマンの進化経済学

S・カウフマンはその長年にわたる複雑系とその創造的「探求」においてよく知られている。詳細な解説はここでは出来ないが、それは敢えて要約的に言えば、自己組織化臨界における創発の理論を基礎とした生物圏の「止まることのない創造」(ceaseless creativity)の探求と言ってよい。しかも、カウフマンによれば経済圏もそうした生物圏の含まれることになる。

つまり「生物圏も経済圏も宇宙も、常に『隣接可能領域』に踏み込みながら複雑性と多様性を増大させる方向に向かっている」とされるのである。

かかる長年の彼の「探求」にも関わらず、そしてそこで常に経済圏の「創造的破壊」が意識されていたにもかかわらず、経済圏の進化の理論は明白に、体系的に示されることはなかった。だが、最近の著書においてようやく「経済の進化」の体系の試論が与えられた。それは多くの貴重な示唆を含んでいるだけでなく、副題にも示したように、実は震災後日本経済を考える上でも有用な諸点を持っていると思われるのである。

本報告では、そうしたカウフマンの「進化経済学」の概略をまずこの節で紹介し、合わせてその震災後日本経済への適用可能性と次節で検討しようとするものである。

(1) 出発点：現代経済学に欠落しているもの

「経済というのは本当に共構築的であり、・・・予知できない進化するシステムなのである」(154)。言い換えれば、あらかじめ予知され得なかった新しい財やサービス、新しい生活方法の創出を伴いながら「止まることのない進化」(ceaseless evolution)をとげてきたのである。事実、500万年前の数百の財とサービスの時代から、今日の100億になんなんとする時代にわれわれは移行してきたのである。

現代経済学の最大の欠陥というべきものは、このような経済にとってもっとも本質的ともいえる点を取り込むことなしに理論構築を行ってきた点にある。

需要と供給の一致を説明する「優雅な理論によってノーベル賞を受けた」(155)アロー・ドブリューの一般均衡理論はそうした現代経済学を代表するものと言ってよい。つまり、そこではあらかじめ知られている固定した可能財・サービスのセットが与えられ、それらが合理的に交換されることによってすべての財の需給が一致する「一般均衡」が成立することの説明がエッセンスとなっているのである。

経済学の歴史において比較的新しいゲームの理論や合理的期待の理論もこうした欠陥の共有においては変わることがない。ゲームの理論はプレイヤーたちが固定した財とサービ

と一定の報酬表が与えられるなかで戦略をたてることに基づいているのであり、予測できない新商品・サービスの登場という未知に直面したとき「ゲーム理論をどのように拡張すべきかは全く定かでないのである」（156）。合理的期待の理論も「あらかじめ記述できる財とサービスのセット」（156）の仮説に出発している点では上の二つと変わらない。

伝統的な収穫逓減則に対して収穫逓増則の存在を対置したブライアン・アーサーは、均衡が必ずしも最適でないこと、さらには「経済の行動は、経路依存性、カオスのダイナミクス、外的ショックその他の理由によって予知不可能であることを示した」（158）点などで注目すべきものを持っている。だが、その彼とても「物語の初めに知られていた商品とサービスの固定したセット」（158）を超えた経済学を構築するには至っていない。

かくて既成の経済学に欠落しているものとして、ここで求められているのは「技術的組織的進化を経ての『経済の網』（economic web）と呼ぶものの成長を考える」（158）ことに他ならないのである。

（2）「経済の網」（economic web）とその進化

ある特定の経済圏は諸財のネットワークからなっており、これを仮に「経済の網」（economic web）と呼ぶことにしよう。これらの財はそれぞれ「網」の中の一つの点で表される。容易に知られるように、そこにある一点＝特定の財にはそれぞれの補完財や代替財というべきものが存在する。例えば、ハンマーと釘はそれらが価値創造において一緒に使われる故補完関係にある。釘とねじくぎはお互いを取り換えることが出来るためおおむね代替関係にある。

5000年前の世界経済の「網」はせいぜい100から1000の点を含んでいたにすぎないが、今日の世界経済は100億の財とサービスの点を含む大きな部屋となっている。

つまり、時を経て「経済の網」はその「隣接可能領域」（adjacent possible）に拡張することによって次第に財・サービスの数を増大させてきたのである。問題はどのようにそれが拡張し、網自体の構造がその拡張においてどんな役割を果たしているかを理解することである。その詳細はまだ知られてはいない。だが、常に新しい経済的ニッチを作り出し古いものを破壊するこのような進化が経済成長の中心部分であったことは容易に推察することはできる。

まず、第一ステップ。新しい財とサービスがすでにある財とサービスの補完財か代替財として経済に入ってくる。例えば、テレビが発明されひろく展開され、複数のチャンネルが存在するに先立ってTVチャンネルの転換リモコンは存在しない。つまりチャンネル転換器はテレビの補完財なのであり、テレビの普及とチャンネル数の増加の後に「網」の中に登場するのである。「この単純な例は、『経済の網』が進化するにつれ、それは絶え間なしにすでにある網に機能的に、かつ道理にかなってフィットする新しい財とサービスのための経済

的ニッチ(はまり場所)を作り出していくことを示しているのである。」(i の 159 p) しかも留意されるべきことは、この『網』はわれわれが前もって予知できない方法で自分の未来を生み出していくということである。また、テレビはその補完財を生み出してだけでなく、それ自身が遠距離銀行取引のような別の用途も生み出していく。そのようなことが起これば、そこからさらに新しい予期せぬ機能的補完性が生じ、新しい財のためのニッチが生まれる。だがこのようにして起るだろう展開のすべてをあらかじめ語ることはわれわれには出来ない。

だが、経済的「網」の成長を考える場合に、「平均的にそれぞれの新しい財やサービスが一つ以下の、あるいは一つの、もしくは一つ以上の補完または代替の可能性を、その隣接可能領域に許容するかどうかということ」(同上 159 p) を問題とすることはできる。「もし答えが一以上なら、「網」は(当面、投資資本新技術採用、その他を無視しても)指数関数的に成長することができる。すなわち、もし新しい財とサービスのおおのが、さらなる財とサービスのために一つ以上のニッチを提供すれば、『経済の網』の多様性が成長するとともに、新しい経済的ニッチが指数関数的に爆発するのである。このような環境のもとでは、網の多様性そのものが自己触媒的に隣接可能領域での自らの成長を推進し、全く新しい経済的ニッチつまり全く新しい生活の方法を一提供するのである。既存の財が持つに至るだろう新しい使用法、さらにこれら新用法の補完と代替として生起する期待されなかった新しいニッチなどを念頭に入れば、この点はいつそう強くなる。」(同上 159 p) 「同様に、このことは既存財の新用法の創出が、『経済の網』に既に存在する財の多様性に依存しているかどうかといった魅惑的な問題をも提起するのである。」(同上 159 p) しかも一商品の隣接可能領域に存在すべき補完財、代替財の数が一商品あたり 1 より大であるであろうことは直感的にも明白であるようである。

創造的破壊のシュンペーター的疾風怒涛ともいえるモタリゼーションの波はそのことをもっとも典型的に示している一つの例であることは言うまでもない。車が発明された時、石油産業、ガソリン産業、舗装道路、街路灯、交通警察、収賄交通警察、ホテル、洗車業、ファストフードレストラン、郊外地などのための条件が作り出された。この物語の破壊の側面は、馬、馬車、馬具、鍛冶場、アメリカのポニエクスプレス(急行馬車)の死滅であった。シュンペーター的疾風の創造的側面は、すべて車の補完財である。そして「それらは一緒になって、経済的資本資源を自己触媒的『網』に奪い取り、そして広範な富を創造するような、一種の自己触媒的、かつ相互維持する補完財の経済的・技術的生態系作り出」(同上 160 p) したのである。モタリゼーションに関わるこれらは、相互関連のなかでおよそ一世紀以上をかけて共進化してきたのである。むしろ新たな財の発現がなんらの相互関連も持たない場合もないわけではない。フラフープなどはほとんど補完財や代替財を持たず、従って古いものの雪崩のような喪失や、新しいものの雪崩のような創出をもたらすことはなかった。

こうした新技術にからむ「網」の疾風について次の点も考えられる。「多分、新商品、新

サービス当たりの平均的な代替財・補完財の数と分布は、経済的『網』の多様性が増すごとに増えてきただろう。一つには既存財の潜在的な新しい用途の数は既存財の多様性と正の相関関係にあるだろうため財あたりのニッチの数も『網』の多様性とともにも増えるからである。もしそうであるなら、『網』の成長はその多様性によって超指数関数的に引き出されることになる。」(160)

むろんだれもそのことは十分には知らない。だが、例えばシェーン・ジェイコブはその著名な著書「都市の成長」において、戦後のミラノとその後背地、東京とその後背地において一多様性に恵まれた一補完的技術の「網」が相互反応的に経済成長を誘発したことを指摘している。また、ヨセ・シャインクマンらはアメリカの都市と全面的な首都化のための標準的産業を研究し、経済成長と多様性の正の相関関係を発見している。

「かくて、経済的『網』は自己触媒的にその成長を経済的隣接可能領域にむけて駆り立て、絶えず経済的ニッチを生み出し、一層の富を進化させることを信ずべき明白な理由があることは明らかなのである。」(同上161p)

多様性が新商品の革新を助けることを示す今一つの例は、ライト兄弟の飛行機の発明物語であろう。かれらの成功は、改良されたボートのスクリュー、翼、軽いガスエンジン、自転車の車輪の再結合によっていた。つまり、経済の中により多くの財があるごとに、それらの間での再結合の可能性はそれだけ多くなるということが、ここにも見出されるのである。古代では財の再結合の可能性は少数の財とサービスの間に限られていた。いまではN財が存在するなかで、Nの二乗の一对の結合を考えることが出来、そのうちのいくつかは有用となる機会をもっているのである。「網」の成長の可能性ははるかに増大しているわけである。

(3) 「網」の進化のアルゴリズムモデル

「経済の網」にあるさまざまな財・サービスがそれぞれの補完・代替物を新たに創出することによって共進化する過程は、われわれの予知力を超えており、本来アルゴリズム的なシミュレーションにはなじむものではない。だが、「アルゴリズム的モデルは、仮に未来にどういう商品が現れ、どういう商品が減びるかを予知できないにせよ、このような過程の統計的命題を与えそれを我々の経済計画に利用する有機的組織的法則を見出しうるといふ希望を与えている」(同上176p)。

そのような限定的意義を確認した上で以下に「網の進化」のアルゴリズム的説明を試みしてみる。

まずF国の「経済の網」が次のように与えられる。(同上164p)



ここで F 国の「経済の網」を構成する諸財・サービスは、それぞれ二進法の数列として表される。例えば大麦は (01001) ,ブドウは (0010) という風である。

F 国はこのような財・サービスによって満たされた網状をなしている。しかもその中には相互に補完もしくは代替の関係をもつ財・サービスの対が多様に存在する (例えば「ねじ回しとねじ」=補完関係、「ねじ釘」=代替関係。前者を赤い線、後者を緑の線で結んで「網」の絵をより複雑にすることもできるがここではそれは省略する。

「網」の進化にとって一層興味を持たれるのは、こうしたすでにある補完や代替の関係ではなく、ある酵素的商品の働きかけによってさらなる補完や代替の新たな創造がなされ、そこから新たな財・サービスが生まれ、それらの間にさらなる共進化の相互反応が生起することである。上記の商品記号によってこのことを表現すれば、例えば、酵素的商品 (00101) が別の商品 (100010100)、とくにその 000 部分に働きかけこの部分を 1010 に取り換えることによって (1101010100) を新たに作り出すといったことである。具体的にこの例をパラフ

レーズすれば、例えばクルマの出現は道路＝もしくは道路建設技術およびその周辺技術に働きかけて、高速道路の建設をもたらすといったことである。むろん、厳密に言えばここで「クルマの出現」という具体例をだすことは適切ではないかもしれない—（少なくともカウフマンの議論の趣旨には添わないだろう。）なぜならば「クルマの出現」はすでに歴史上起こったことであり、ここでの議論は歴史上の既成事実ではなく、基本的には予知されえない起こりうる未来の「網の進化」のアルゴリズムで何が言えるかに関わっているからである。

そのような限定のなかでの観念的なものとして、次のような反応の法則表のようなものを書くことは可能である。

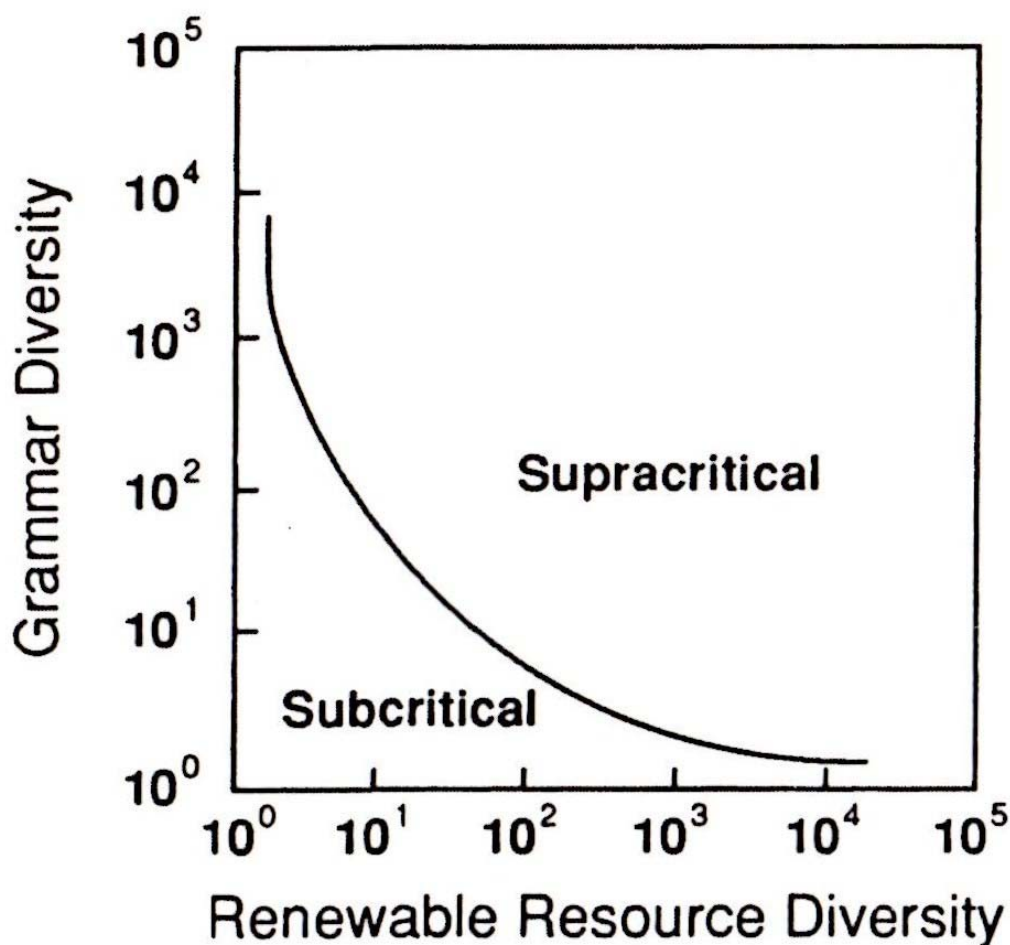
反応の法則表

0	0	0	1	0	1	0
1	1	1	0	0	1	0 1
0	0	1	1	1	0	
	0	0	1	0	1 1	
1	0	0	0	1		
1	0	1	0	0	1 0	

この法則表の意味するところは、表の左項が何らかの酵素商品の働きかけを受ければ、この部分はその行の右項に転換されるということである。

また、一般に発達し成熟した経済圏では、このような技術的反応の可能性はそれだけ高くこうした組み合わせ対の数はそれだけ多いだろうということである。

カウフマンはさらにそもそも初期条件としての商品・サービスの数の豊富な「網」ではそれだけでも新たな反応が起こりやすく、その上に反応対の多い技術的成熟があれば「網」が爆発的に成長する可能性はさらに大きくなると考える。この関連は前者(renewable resource)を X 軸、後者を Y 軸(grammar diversity)にとった次のグラフで表現されることができる。(166 p)



見られる通り、起こりうる反応の対 (grammar diversity=Y) の数が多いほど、また存在する商品・サービスの数 (renewable resource diversity=X) が多いほど「網」は離接可能領域に向けての創造的展開＝「進化」と共進化を起こしやすい「超臨界」(Supercritical) 領域に属することになり、反対に反応対の数(Y)が少なく、初期条件としての商品・サービスの数 (X) が少ない地域経済の「網」は停滞する「臨界未満」(subcritical) にとどまることになる。かくて F 国は単独では「臨界未満」の止まるが、G 国と経済的に統合すれば、「超臨界」へと「相転移」しうるなどなどの政策的ヒントがモデルによって得られることにもなる。カウフマンによれば合衆国、EU、日本、そして何よりもグローバル経済はすでに「超臨界」領域にあるものとして確認されている。

ここからさらにカウフマンは (このモデル構築の共同作業を行った S・サーナーと R・ハーネルとともに) 「もし、あるランダムに選んだ商品の死があれば、どれほどの数の他の商品が一関連して—シュンペーター型の創造的破壊の疾風のなかで死滅するのだろうか」という問題である。同じことは、反対に「もし、新製品が現れたら、創造の疾風のなかでどれほどの数の新商品が表れうだろう」という問題を自ら問いかける。(同上 169 p)

カウフマンによれば、「この設問の結果にはすばらしいものである。すなわち古い商品の

破壊と死滅の爆発は、小さな爆発と雪崩は数多く、反対に大爆発・大雪崩は数が少ないということである。同様に、新商品創造の雪崩はたくさんの小雪崩、少しの大雪崩の生起ということなのである。今、直交座標系（デカルト座標系）のX軸に雪崩の規模、Y軸に雪崩の数をプロットすれば。ヒストグラムすなわち、各規模の雪崩の数の分布が得られる。ここで、各軸を対数スケールに変える仕掛けをしよう。つまり、X軸は雪崩の規模の対数とし、Y軸はその規模の雪崩の数の対数とする。その結果は、（傾斜 -1.5 の）右下がりの直線となる。このような線はべき乗則「power law」と呼ばれるものである。つまり、モデルは創造的破壊または建設の疾風のべき乗則分布を示しているのである。」（同上169-170p）

カウフマン自身自賛を惜しまないように「『革新』の詳細は予知不能であるものの、これは一つの経済の進化に関連する有機的法則のヒントともなりうるのである。これば詳細は不明な「創発の理論」と言いたいだろう。」また「、これはシュンペーター型の創造的破壊の疾風の規模分布を予測する最初のモデルである」ということも出来よう。（同上170p）

ところでこのような「べき乗則」の存在は、地震をはじめとする自然界にもしばしば見出されるだけでなく、経済の世界でも金融界などですでに認められている現象である。ⁱⁱ

たしかに「SOC=自己組織化臨界現象=はべき乗則をもたらす、だがSOCでないものもべき乗則をもたらすのである。」（同上172p）から、べき乗則の存在自体によってシュンペーター風疾風を直ちにSOCを断定することは出来ない。だが、先のクルマ社会の発生がもたらす疾風の具体的内容などは諸商品・サービスの相互反応的共進化の自己組織化であることは間違いなく、SOCの展開をそこに見ることは容易に可能であるとも考えることが出来るだろう。

II:カウフマン進化経済学の応用可能性

—震災後日本経済への適用—

以上に紹介してきたように、「隣接可能領域」への絶えざる進出のなかで「止まることのない創造性」（ceaseless creativity）を展開する生物圏（biosphere）の「探索」の成果の上に立って、カウフマンはこれを生物圏の高次の発現ともいうべき「経済圏」—その具体的表現としての「経済の網」（economic web）—の「進化」に適用した。すなわち、一つの「経済の網」にある諸商品・サービスはそれぞれの隣接の補完財・代替財を取り込み、それらと共進化することによって「経済の網」はもまた「止まることのない創造性」の中にあるというのである。また、「経済の網」の進化がこのようなものであるとなれば、網の中にある商品・サービスの多様性が豊富であり、また補完・代替の相互関係の可能性が大きいほど「経済の網」は「超臨界」領域に達し、「進化」はより爆発的になるというのである。しかも、すでに見たようにカウフマンはこうした「進化」的爆発のスケールにべき乗則がみられることも確認しているのである。

長年の生物圏の探索に裏付けられたこのようなカウフマンの近著の成果は、カウフマン自身にとっても、また進化経済学にとっても初めての体系化の試みとも言えるものであり、その意義は小さくないと考えられる。

さらに特筆されるべきは、カウフマン自身、その「進化経済学」の理論的構築にとどまらず、その実践的・政策的応用についても一つの提案をもっていると思われることである。それは途上国・経済的後進地域の発展・開発に関わっている。

彼は言う。「維持可能な世界においてグローバルな生活水準を上げるには何が最善かを知るための高められた経済理論を我々は必要としているのである。」だが、「前の世界銀行主任エコノミストでノーベル賞受賞者のヨイセフ・スチグリッツは、世界銀行はワシントンコンセンサスとして知られる理論のすべてに従った、だが、多くの国を発展途上から先進国に引き上げることには成功しなかったと書いている。」これは「経済活動と経済成長における経済的「網」の役割を理解できていないことが、たぶんその理由であると思われる。」(同上169p)

だが、「現段階では、いかに経済的「網」がその隣接可能領域にそれ自身を駆り立て、新しい経済的ニッチと将来の富の創造への新しい機会を持続的に創造するかを理解すべき実用的なものの潜在は知られていない。もし、こうした過程とどのようにそれらを生かすかの理解が世界を貧困から引き上げるのに役立てば、その実際の結果は素晴らしいものであり得よう。」(同上169p)

むろんこれより先は、彼の言い方も控えめである。だが、その進化経済モデルでは、商品・サービスの多様性を欠き、かつ商品・サービス間の技術的反応の可能性の比較的乏しいいわゆる「臨界未満」の地域が経済的停滞と貧困に押しとどめられるのであり、これをいかにして商品多様性と豊富な反応可能性に満ちた「超臨界」に「相転移」させるかがここでのポイントであるというのが彼の言わんとするところであることは明白であり、しかもそうした「相転移」を助けうるものとしての「経済統合」の提案なども随所に見られるのである。

このようにカウフマンの「進化経済学」は新たな体系化の試みという点で特筆されるものでだけでなく、政策的有用性という面でも注目されるものである。

だが、かれの言う「臨界未満」地域の「開発経済学」の提示ということの意義は十二分に認められるものの、実はカウフマン進化経済学の応用可能性にはさらに広いものがあるとも思われる。とくに2011年東日本大震災後の日本経済の新たな展開・成長を考える上でも有効な理論的ベースとなりうると考えられるのである。

ここで未曾有のあの災害の具体的詳細については繰り返すことは敢えてしない。

明白なことはこの想定外の破壊によって被災地域に巨大な「空白」が生じたことである。それは語りつくせない悲劇であるだけでなく、当該地域のとりわけ大きな経済的後退を伴ったことも申すまでもない。当面はいかにそれらを乗り越え「復旧」を軌道に乗せるかに政治と人々の力が問われているのが目下の現実であることは言うまでもない。

だが、当面の課題からいったん退いて問題を中長期に展望し、とくにそこでカウフマンの進化経済学に学ぶならば、経済の新たな展開—ひょっとすると一つの「飛躍」—の可能性がそこから見えてくるように思われるのである。

周知のように、「空白」はエネルギーを軸とした新たな技術代替の課題を直接に前面に提起した。また、東北の諸地域に地域の抜本的な再生の課題が生み出された。むろんそれらの方向への取り組みはまだ実施されていないか、されたとしてもまだ端緒段階にあるにすぎない。

だが例えば戸堂康之氏ⁱⁱⁱのいわれる「海風シテイ」（「被災地域の海上での洋上風力発電と海岸地帯のエコシテイを組み合わせた特区」^{iv}の148p）のようなものが実際に創られることになれば、また釜石で現に進められようとしている高台にまたがる新たな都市づくりが動きだすようになれば、そこにはさまざまな想定外の隣接可能地域が開かれることが十分にありうる。

そのような隣接可能領域にはさまざまな新商品・サービスが創出されうるだけでなく、既存商品もまた新たなネットワークのなかで新規な用途を見出すことになるかもしれない。

いずれにせよ、「空白」はかえって商品・サービスの相互作用と共進化の新たな自己組織化を導き出すことになることは十分に予測することができるのである。

むろんこうしたありうる新たな自己組織化の波がいかようなものであるかをあらかじめ具体的にその全貌を予知することはカウフマンを待つまでもなく不可能である。だが、風力、太陽光などの自然エネルギーの大規模な利用を軸とした先の「海風シテイ」の如きについては、「機能の知られた技術における期待される改造への近未来的洞察は可能」（iの154p）であるとしたカウフマンの指摘がある程度当てはまり、専門家層にはその姿の端緒のようなものはそれなりに予見されうるものであるかもしれない。だが、そうしたプロジェクトが現実に動きだせば、さらに予見や想定を超えて、ネットワーク＝「網」の展開＝「進化」が積み重なって行くのが、こうした自己組織化にはありがちなものとも考えられる。

次に、「自己組織化」の規模が結果的にはどの程度だろうかということである。当然これも基本的には予知不可能である。

カウフマンは歴史上生まれたこうした自己組織化の波、言い換えればシュンペーター的「創造的破壊の疾風」—現在のコンテキストでは「破壊が先行する創造」—に「べき乗則」の存在を確認した。だが、「べき乗則」とは大規模の現象の頻度が少なく、小規模の現象の頻度が大きいという統計論以外の何ものでもない。従って、今回の震災後の自己組織的疾風の規模について推論すべき基礎とは全くなりえない。

今の段階で言えることはせいぜい次のことに限定されよう。

まず、我が国の経済は十分成熟した経済であり、商品・サービスの多様性＝ X も十分であり、また技術力も高く、技術的相互反応力＝ Y にも十分な高さが認められる。従って、わが経済がカウフマンのいう「超臨界」領域にあることは疑いなく、その限りでそれなりの規

模の自己組織化の波が起こりうる可能性は十分にあるだろうということである。すくなくともそれはフラフープの流行とは異なる。かといって、モータリゼーションのもたらした「疾風」に追いつくものでもないだろう。当面は、後者にどれほど近づきうるかを希望的に予感する以外のことはできないだろう。

だが、最後に今一つ付言すべきは、予想される「展開」についてひたすらその自己組織化のみを待つというのはあまりにも無策であるということである。

新たな「展開」の自己組織化の可能性は明白であるともいえる。だが、ここではそれを誘導し、励起するための政策的環境づくりの緊急性はとくに高いように思われる。「特区」の形成のための法律的手当はすでになされた。だが、それ以上に技術的創意と積極性にあふれた民間企業を結集させて「自己組織化」の端緒を誘導するような産業政策的プロジェクトの立ち上げなどが待たれるところである。

i 青木正直、青山秀明、有賀裕二、吉川洋「50のキーワードで読み解く経済学教室」第2部43 富森虔児“スチュワート・カウフマンの理論”参照

ii Mark Buchanan “Ubiquity” (マーク・ブキャナン著 水谷淳約「歴史は『べき乗則』で動く」早川書房2009年)

iii 戸堂康之著「日本経済の底力」中公新書2011年