

進化経済学会第13回大会報告原稿

「ダーウィニズムにおける合理性の限界と選択理論」

名古屋大学大学院経済学研究科博士後期課程

西本和見

1 はじめに

自然淘汰によって環境に最もよく適した種がまるで選ばれるように生き残っていくというダーウィニズムの進化論は、最も著名な『種の起源』(1859年)がC. ダーウィンによって出版されて以来、進化論の中心的役割を果たしてきた。ダーウィニズムは、経済学にも影響を与え、その原理はミクロレベルの主体の振る舞いの説明も取り入れられている。他の社会科学分野へ目を向けても90年代以降経済学のみならず社会学や政治学において主体行動の説明としてゲーム理論と結びついた進化論的アプローチが利用され、いわゆる新古典派理論の選択理論が社会科学に広がったものであつた。合理的選択論と全く異なつた主体の行動理論としてしばしば対置されている。こうして進化的思考は、現在経済学だけでなく社会科学全体で通用する別個の潮流を形成している。

R. ドーキンスは「進化」の概念が学問の重要な位置を占めつつあるこの状況を、「『進化的思想の発展』は、存在に関する代替的な説明を与えたダーウィニズムの勝利の歴史である」(Dawkins 1983, 403)と述べ、ユニヴァーサル・ダーウィニズム(Universal Darwinism)という言葉で表現した。これは宇宙全体にまで広がる人間も含めた生命のメカニズムをダーウィニズムで説明しようとするものである。ダーウィニズムは生物進化だけでなく、経済学や社会科学にまで敷衍される可能性を持っている。

ところで進化経済学が従来のミクロ経済学と大きく違う特徴のひとつは、主体の選択に関わる合理性の考え方にある。それでは進化論のもつ合理性は、ミクロ経済学が一般に与えていた従来の「合理性」rationality 仮定とどのように異なる概念を与えたのだろうか。

本報告の目的は、このように広範囲に社会科学と関係を持つ進化論の、特に一般的にネオ・ダーウィニズムの考え方に牽引されてきた進化経済学における合理性概念を、いわゆる新古典派経済学における選択理論の合理性と対置させながら進化的合理性の問題点を整理し、その限界を指摘することにある。

本稿ではまず、いわゆる新古典派経済学の選択理論における合理性とネオ・ダーウィニズムの進化論の合理性では、意志決定プロセスの中で合理性の意味が異なっていることを確認する。前者が目的 - 手段の合理性を有しているという意味で、「事前」の合理性が働くのに対し、後者では結果的に合理的であったという説明をするという意味で、「事後」の合理性が働いている。つまり、進化論においては、「結果として合理的であった」という合理性が存在するのみである。

それを踏まえたうえで、次に、事後的な進化論的合理性をマイクロレベルの主体の行動理解に応用するG. M.ホジソンらの研究を取り上げる。彼らは、経済単位unitを生物種に見立てて進化のプロセスを明らかにできると積極的に考えている。しかし本報告では、彼らのネオ・ダーウィニズム的な主体の行為理論には、次のような問題があることを明らかにする。(1)あくまで進化経済学は進化論の「比喩」や「類比」であり、遺伝子を何に置きかせるかという問題があるという意味でメタ理論に留まる点(2)文化的進化cultural evolutionは生物学的進化biological evolutionと同等に扱えない点である。

また、進化経済学では適応adaptionなど「発展的進化」を扱うが、発展的でない進化を進化経済学で扱える可能性について言及する。ここでは、木村資生の「進化の中立説」を取り上げる。中立説によれば、遺伝子レベルでの進化を考えた場合、確率的に進化は決定するので合理性の観点から事後的な合理性も存在しないことになる。そこでは、中立な遺伝子の複製が進化的に変異した遺伝子の複製を抑制させるか停止させる進化や、結果として最適でなかった遺伝子が確率的に生き残る進化の理論が検討されねばならないことになる。進化生物学ではネオ・ダーウィニズムの影響が中心的であるが、この木村の中立説はホジソンらの進化的合理性の想定と正反対の含意がある。経済学で遺伝子レベルの生物学的アナロジーを使用する問題の1つはここにあり、ホジソンのモデルではこのような進化に一見何の役割も果たさないように見えるが重要である中立な要素を組み込むことができない。しかも実際最適でない(中小)企業が生き残っていくといざオリとセーブルの研究結果は、ネオ・ダーウィニズムの思想というよりむしろ中立説の立場に近いともいえる。

最後にまとめとして、再びユニヴァーサル・ダーウィニズム(もしくは Generalized Darwinism)の概念を取り上げ、これまでの議論から進化経済学は少なくともマイクロレベルではダーウィニズムのみに関心を寄せるのは限界があると述べて締めくくる。

2 ダーウィニズムの合理性と選択理論の合理性

経済学の歴史の中では、主体選択に関する全く異なる2つの「合理性」が併存してきた。1つは、主体である人間が合理的判断を行い、それに基づいた選択が最良の結果を導くという考えに基づくものである。そして2つには、ダーウィンに代表される進化の自然淘汰によって、最適種がまるで選択されるように生き残っていくという過程が、結果として合理的だったと考えるものである。

1つ目の合理性は、経済学ではミクロ経済学理論の前提であり、特に20世紀にはミクロ経済学が経済学理論のメインストリームとなる中で、その方法論的根幹とも言うべきところに位置してきた。思想的には、1つ目の合理性を直接特徴づけるのは、18・9世紀を転換点とした発想と言われている。17世紀まで、理性や感情といった精神世界は、神を語ることないし宗教の及ぶ範疇として理解され、物質世界とは切り離れたところで論じられていた。ところが18・9世紀以降、人間の精神の考察は、倫理的に行動するのが望ましいという規範的な教えから解放され、人間が自らの自由意思で振舞うことが実は最良の結果をもたらすという考え方に切り替わるようになった。それと同時に、倫理が人間を突き動かす世界から、人間が自由意思で行動する世界に変わったことで自由行為のなかに合理性が見出されることとなる。この結果、自らを充足させるための行為も望ましい行動基準に含まれることとなり、そのような目的を追求する主体の行為は、合理的と捉えられる。このように1つ目の合理性は、主体の目的が何であるかということと強く結び付いている。目的を持つということ、目的合理的であることが、主体の原動力となるような選択が、1つ目の合理性に大きく関係する。

他方2つ目の進化論的合理性は、目的と切り離されたところに「合理的」であることの特徴がある。すでに述べたように、進化論では、ある環境の下での熾烈な生き残りの闘争の結果、その環境に最も適した種が最終的に繁栄するを考える。しかし、進化的合理性には目的に対する合理性は存在しない。進化のプロセスには、主体が利己的であるか利他的であるかは関係がなく、結果的に目的合理的に見えるシステムであっても、その生成過程を目的合理的に説明する必要はなくなる、つまり、目的合理的システムの形成を、非目的論によって説明できるようになる(藤本2000, 58)のである。進化的合理性は、従来の経済学が持っていた選択理論が目的論で説明できるのに対し、進化的合理性は合理性から目的を取り去ったという点で選択理論とは全く別の合理性の概念を与えているところに特徴がある。

2つの合理性を比較して見ると、進化論の合理性は経済学に全く別の主体選択の思想を持つものであった。選択理論の合理性は進化論と異なり、意志決定の前に働くという意味で事前の合理性と呼ぶことができる。他方、進化の合理性は、種ないし個体の側から見ればその種ないし個体の意思とは関係のない、「結果として」合理的な進化である。これは意思決定の後に働くという意味で事後の合理性と呼ぶことができる。行動経済学におけるマイクロ経済学の合理性への批判や、H. A. サイモンの限定合理性の議論は、マイクロ経済学がこれまで想定してきた完全情報・知識の合理性に対する経済学の内側からの批判であるが、この分類で言えば、事前の合理性の程度を制約するものなので、選択的合理性の延長上に捉えられる。

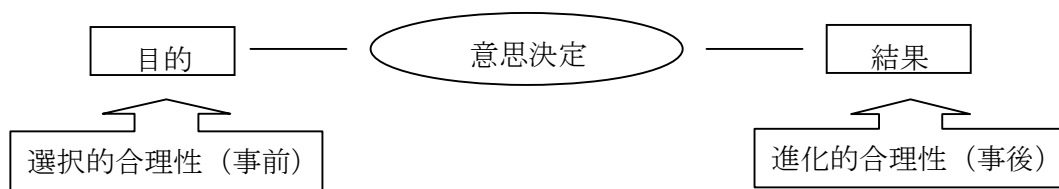


図 1 選択的合理性と進化的合理性の違い

ところで、ダーウィニズムは進化論の中心的存在であり続けているが、研究の深化によってダーウィニズムは変化してきた。現在一般的な進化プロセスの理解には、進化総合説の立場が採られている。すなわち、変異、淘汰、保持（複製）の3つの段階によって、複雑で多様な、かつ合目的なシステムを説明しようとするのである。しかし、ダーウィンが『種の起源』を出版した1859年当時には、ダーウィン以前の進化論も含め、形質遺伝による進化が問題だったのであり、DNAからRNAへの転写によって種が淘汰されていくというネオ・ダーウィニズムの一般的な理解はまだ存在していなかった。遺伝子レベルでの進化プロセスの解明は、メンデルが1965年にえんどう豆の交配によって遺伝型進化の法則を明らかにしていたが、メンデルの法則として知られるこの重要な発見は、その後1900年に再発見されるまで世間に知られることはなかった。遺伝子型の進化論の本格的な進展は、1953年にジェームズ・ワトソンとフランシス・クリックによってDNAの二重らせん構造が解明された後の研究が多くを占めている。

すでに挙げたドーキンスのユニヴァーサル・ダーウィニズムの考え方も20世紀の研究成果を踏まえたものとなっている。彼はE. マイヤーの整理を利用して、進化論には5つの異なった理論が存在するとしつつも、それら様々な進化のアイディアを総合し、普遍的に捉えている。彼によれば、種が進化のプロセスを辿るには適応・発展するための複雑な

経路がある（適応的複雑性 adaptive complexity と呼ばれる）。よって、ダーウィニズムの様々な理論は適応的複雑性としてまとめられ、そのダーウィニズムが、宇宙まで広がる全ての事象を包摂する根本的な法則となりえると考えたのだった。しかし、果たしてユニヴァーサル・ダーウィニズムの表現のように、進化思想はダーウィニズムによって全て代替させることができるのか。

ホジソン(2002)はドーキンスのユニヴァーサル・ダーウィニズムの思考法に好意的な態度を示している。彼は、進化理論を経済学で比喩的に利用するのみならず、経済単位を生物種に見立てて経済進化のプロセスを明らかにできると積極的に考える。経済学における主体はヒトであり、そのヒトもまた進化の過程を辿ってきたことから、ヒトが獲得した言語や知識の学習過程ならびにそれと関連する経済活動もまた進化論で説明することが可能であると考えるのである。これは、進化生物学での個体に匹敵する経済主体を実際に想定する、いわば経済学での進化の存在論的分析を行う試みといえる。しかし、ユニヴァーサル・ダーウィニズムを経済学まで敷衍するには、問題がいくつかある。

第1に、進化経済学は進化論の「比喩」や「類比」であり、遺伝子型に代置させるかという問題があるという意味でメタ理論に留まらぬという批判を十分に乗り越えられていない点である。「比喩」や「類比」を超えた存在論的分析の問題点は、これまでに指摘されてきた。例えば、文化的レベルで、生物学における複製子 replicator に等値の存在が何であるか、また「社会的 DNA」やミームを複製子と同様に扱えるのかの問題がある。さらに、生物学における世代 generation と社会経済学的なそれを、進化の周期として同じに扱うことにも、難しさが残されている。経済における世代の周期は生物学よりはるかに短く、観察された結果が進化だという確証を得がたいことが指摘されている (Cordes 2006)。加えて、進化経済学ではダーウィニズムの存在論的アプローチとして DNA などの設計図から自ら組織を作り出す自己組織化 self-organization の理論が進化理論の援用として利用されているが、これらはダーウィニズムの理論というよりむしろ熱力学と関係があることはカウフマンによって議論されてきた (Kaufman 1993)。ホジソンは、これに対して、自己組織化の理論をダーウィニズムに代替的な議論として見るのではなく、拡張されたダーウィニズムの思考の1つとして見ることを求めている。これはダーウィニズムを広義に捉える点で、ユニヴァーサル・ダーウィニズムの思考と同様と考えられるがダーウィニズムの有用性が強調されるのみで、進化理論であるべき説得的理由が不明確である。

第2に、文化的進化 cultural evolution は生物学的進化 biological evolution と同等に扱い得

ない点である。ダーウィニズムでは、経済学的進化の歴史は、自然進化に埋め込まれており、また自然進化によって制約されて形成されるものとする。という点で述べたように人間も生物種の1つであり、他の動植物と同様の進化の自然淘汰の過程を経ているので、人間が生み出す文化もまたその自然淘汰の影響下にあるためである。しかし文化が自然淘汰の影響によって形作られるというところを超えて人間の意図 intention や知性、ルーティン、学習過程の様々な種類と形態は選択に自然淘汰とは異なった複雑な影響を与えるし、人間は他の動物とは異なって、文化的産物を保存する種に特有の文化伝達形式があり、それは生物学的遺伝の形式と大きく異なるという点に問題がある(Witt 2006; Cordes 2006)。

これらの指摘は、「進化」が経済学で用いられる場合に、生物学での進化論と社会学者の利用する進化の類比には壁があることを意味している。ネルソンは生物学的進化を狭義、社会経済学的進化を広義として、狭義のユニヴァーサル・ダーウィニズムは社会学者には受け入れられないとみている。ネルソンは、生物学の進化と経済学的進化の違いを、経済学的進化には、(1)人間の目的、知性、知的相互依存による影響があること、(2)選択基準やメカニズムが人間の生存競争や再生産の問題に直接ほとんど関係しないこと、(3)個々の合成だけでは文化進化の過程は説明できないこと、そして(4)文化進化の場合の人間個人やグループの文化への関わり方の違いが、進化へ与える影響の違いが、生物学的進化との場合と大きく異なること、の4つを挙げている(Nelson 2006, 498)。ネルソンの社会経済学的進化に対する限定も、ウィットやコルデスの主張とほぼ同一のものと見て良いだろう。

このように見ると、生物学的進化に比べて、進化経済学においては進化のプロセスを分析するとき、研究者の「目」が、生き残った主体を結果として合理的であつた優秀な主体とみなすという意味で非常に大きな役割を果たしているように経済学で利用されるダーウィニズムは、経済現象を分析するための選択理論とは別個の視点を与えるが、選択理論とは異なる合理性や思想を有するからといって、進化の論理が選択理論よりよい説明を与えるということにはならない。それは単に、別の因果的説明の方法を提供するだけなのである。ここにダーウィニズムの限界がある。つまり、ユニヴァーサル・ダーウィニズムと表現されるような普遍的影響力は、社会科学では十分慎重に限定されるべきなのである。

それでは次の節で、ダーウィニズムとは異なる進化的合理性の概念を紹介し、ダーウィニズムでも選択理論でもない、全く別の着想が、経済学に利用できる可能性について言及

する。

3 分子進化の中立説

これまで経済学においては、環境に適応するという意味で、「よいもの」のみが残っていく進化のみが暗黙に前提されていた。このような理解はダーウィニズムの基本的思考となっている。ところでダーウィンの進化論では、生存に有利な形質のみが遺伝してゆくと考えられがちであるが、ダーウィンは有利な進化や有害な進化の他に、有利でも有害でもない中立的な進化が進化の過程に与える影響にも言及している『種の起源』の中でダーウィンは、次のように述べている。

「有利な個体的差異および変異が保存せられ、有害なものが滅亡することを私は『自然淘汰』または『最適者の存続』と名づけた。有益でもなくまた有害でもない変異は自然淘汰によって影響せられないだろう。そして、多分或る多様態の種に見られるように、不安定な要素として残されるか、あるいは生物体の性質および条件の性質によってついに固定せられてしまうか、いずれかに違いない。』(Darwin 1909[1859], 88/訳 122)

ダーウィンは、中立的な変異は自然淘汰に影響を与えないで受け継がれていくと考えていた。したがって、ダーウィンにおいては少なくとも 中立的な変異は進化の役に立つ変異ではない。ところがダーウィニズムでは重視されてこなかった中立な変異が進化にもたらす影響に注目した、「分子進化の中立説」理論the neutral theory of molecular evolution が木村資生によって提唱されたことにより、中立的な変異は自然淘汰に影響を与えないというダーウィンの進化の考え方とは全く別の研究が始まることとなった。この理論には、進化的合理性にも関わる別の思想が含意されているので、まず中立説を簡潔に説明した後に、進化的合理性と中立説の関係について言及する。

分子進化の中立説は、ダーウィンを含め進化論が表現型による生物進化の歴史を説明しようとしたのに対し、遺伝型の進化の仕組みを解明しようとする1960年代以降の比較的新しい分子進化学の研究によって生まれたと言われている。DNAの発見によって遺伝子レベルで進化を研究する道が拓かれた後 分子進化学は遺伝子とそれを構成するたんぱく質の関係が明らかになり、塩基配列を比較することで生物の分子レベルでの進化を定量的に扱うことができるようになった。その結果、これまでダーウィニズムが提唱してきた自然淘

汰ではほぼ説明できるとされているようなものとは違った研究結果が提出されるようになった。1962年、エミール・ズッカーカンドルとライナス・ポーリンがいくつかの生物における DNA 内部の塩基配列の置換数と、化石からわかるその生物の進化の時期とをグラフにすると、その2つは比例の直線関係があることがわかった。これはまるで生物の進化が置換数によって正確に表現されていることから、分子時計と呼ばれている。

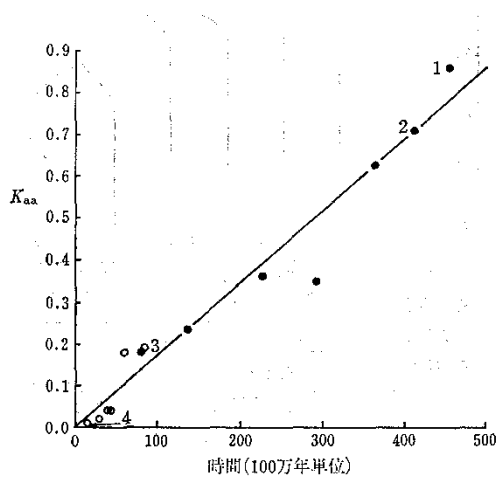
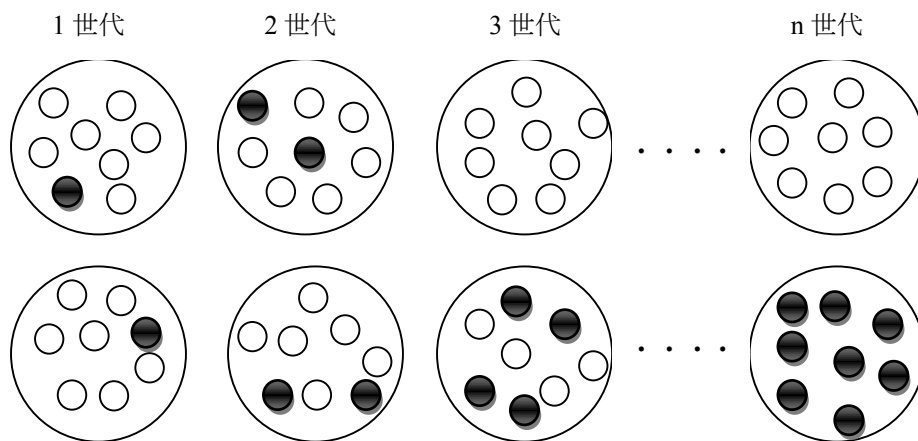


図 2 アミノ酸置換の数 K_{aa} (縦軸)と 100 万年単位で表わした分岐時間横軸)との関係 [出典 Kimura(1983)]

分子時計は、生物の進化はある生存に優位な形質を持った種が、その種の内部で拡散することによって淘汰が行われると想定するダーウィニズムとは異なった結果をもたらしている。というのも、ダーウィニズムにおいては、優位な形質が積極的に遺伝することに注目するが、分子時計で分かったことは、進化の原因である塩基配列の置換は常に一定の速度で起こっており、その一部のある置換のみが進化に影響を及ぼし、ほとんどの塩基配列の置換は生存に有利でも不利でもない置換で占められていることを意味しているからである。これに対して、「分子進化の中立説」は、ダーウィニズム異なったこの結果を説明している。木村の研究によって、塩基配列の置換は一定の速度で起こりつつも、タンパク質の重要な部位やその大部分は似た塩基同士で起こることが判明した木村によれば、機能上重要な部位では、アミノ酸置換は観察されず長い進化の過程で保存される。それ以外の部位ではアミノ酸の置換は起きているが、ほとんどタンパク質の立体構造を保存するような置換だけが観察される。すなわち、種に広がるアミノ酸置換を伴う変異の多くは、従来の

機能を保存するような変異ばかりということになり、ほとんどは中立な変異ということになる。そして、そのようになるのは進化の過程で固有の機能を保存するような力がアミノ酸の変化に対して制約として働くためと解釈されている(宮田 1993, 56)。ここで重要なのは、生物にとって、このような重要な遺伝子の置換はそ種の生死に関わる致命的な置換となりえるので、簡単には起こらないということである。しかし、ある時点で重要な遺伝子の置換が起こることでそれが変異種を生み出すことがある。その変異した DNA が次の世代に受け継がれて自然淘汰のプロセスを逃れば進化は起こるが、そうでなければその種では進化は起きない。結局、この変異した DNA が遺伝するかどうかの問題は、確率的にしか決まらない。分子進化の中立説は、進化は確率に左右されるということを示している。



小さな丸は個体を、大きな丸は集団をあらわす。黒丸は突然変異をもった個体をしめす。上段では、突然変異体が3 世代目で集団から消えているが、下段では、最終的に集団が突然変異体で置き換わっている。

図3 変異が集団に固定する模式図[出典 宮田(1993)]

この中立的進化の理論は、ダーウィンの自然淘汰説と全く異なる進化の思想を与えている。すでに述べたように、中立説では進化には偶然が大きく影響することを示している。ダーウィニズムの淘汰説と木村の中立説を比較すると、自然淘汰の考えが、明らかに最適者の生存へと向かう一方で、木村の考えが、最強運者の生存という考えに導く。また両者を合理性の観点からみると、ダーウィニズムでは事後的合理性が想定しているのに対し、中立説ではいかなる合理性も存在しないこととなる。

ここで注意したいのは、進化の中立説がダーウィニズムとは異なった進化プロセスへのアプローチを採るからといって、中立説がダーウィニズムを否定するものとは必ずしも考

えられないことだ。明らかに、進化生物学においてダーウィニズムの正しさは多く証明されてきた。また経済学においても、中立説をもってダーウィニズムを真っ向から否定するというところまではいかないようだ。しかし2節で見てきたように、社会経済学的な進化が生物学的進化と同一に捉えられないことを踏まえると、分子進化の中立説もまた、別の進化論的思想を与える理論として「比喩」や「類比」のレベルで理解を進める余地があるのではないか。それでは、中立説がもたらす全く別の進化思想は、経済学でどのように利用することができるだろうか。

ピオリとセーブル『第二の産業分水嶺』は、伝統的なクラフト的生産様式と大量生産様式の2つの産業形態の歴史から、産業発展の主導権をめぐる両者の闘い分析している。彼らは同書で産業発展の歴史について次の2つのことを明らかにした。第1に、19世紀に大量生産様式がクラフト的生産様式を凌駕した時点を第1の産業分水嶺とし、その原因を産業技術の違いとしたこと、そして第2に、大量生産様式が危機に直面した1970年代を境目に、それまで中心的であった大量生産様式柔軟な専門化による生産体制の拡充を図り、それは第1の産業分水嶺の時に衰退したクラフト的生産様式の復活であることである。彼らはクラフト的生産様式と大量生産様式の間にある攻防は次のようであったと結論づけている。

「(第1の産業分水嶺の時に) 競争相手を凌いである特定の型の技術的突破が勝利を遂げたのは、技術そのものに在る優秀さによるのではなく、タイミング次第であり、また勝利者が利用しえた資源次第であるということになる」(Piore and Sabel 1984, 20. 括弧内筆者補足)

彼らによれば、産業の歴史において、大量生産様式の技術が勝ち残ったのは技術を構成する社会的基盤も含めタイミングという確率的要因によるところあり、しかも結果として不利な技術だったとも言えるクラフト的生産様式は、大量生産様式に道を譲った後も柔軟な専門化による生産体制として生き残り続けた。そして他方、19世紀には勝者であったはずの大量生産様式は衰退した。これが意味することは、進歩は確率的要因があり、必ずしも最適者が次の進歩をもたらすわけではないということである。このような偶然や確率的要因で決まってゆく経済の動態的分析には、合理性の点で言えば、ダーウィニズムの進化論が持つ類比より、中立説の持つそれの方がより妥当であるかもしれない。

4 おわりに

本報告では、ダーウィニズムを主に合理性の観点から検討した。ミクロ経済学の選択理論では、主体的を追求するための選択をするという点で事前の合理性を持っていたが、ダーウィニズムの進化論は、事前の合理性でなく、自然淘汰の「結果として合理的であった」事後的合理性を持つ。しかし、木村資生の分子進化の中立説はダーウィニズムとは全く違う別の進化論を展開し、その含意する合理性の概念もまた、ダーウィニズムとは違う考え方を与えている。ダーウィニズムは事後的合理性を持っているが、中立説の立場からは、事後的合理性も存在しない進化論が成立することになる。

このような考え方は、社会経済学における進歩の意味を、最適者生存でない別の思考へ導く。例えば本報告で挙げたピオリとセーブルの研究は、中立説をもつよりよく説明できるかもしれない。これは、ダーウィニズムが正しい結論を与えていないということの意味しない。ただ、社会経済学的進化は生物学的進化と同様に扱い得ないところに限界があるが、そうであるならば、それを補完するダーウィニズム以外の別の理論を検証することに一定の意味があると考えられる。

参考文献

- Cordes, C. 2004. The human adaptation for culture and its behavioral implications. *Journal of Bioeconomics* 6(2): 143-163.
- Cordes, C. 2006. Darwinism in economics: from analogy to continuity. *Journal of Evolutionary Economics* 16: 529-541.
- Cordes, C. 2007. Can a Generalized Darwinism Be Criticized? A Rejoinder to Geoffrey Hodgson. *Journal of Economic Issues* 41(1): 277-281.
- Darwin, C. 1909[1859]. *The Origin of Species*. New York: P. F. Collier & Son Corporation. 堀伸夫訳『種の起源』(上)(下)槇書店, 1983.
- Dawkins, R. 1983. Universal Darwinism. In *Evolution from molecules to men*, edited by D. S. Bendall: 403-425.
- Hodgson, G. M. 2002. Darwinism in economics: from analogy to ontology. *Journal of Evolutionary Economics* 12: 259-281.
- Hodgson, G. M. and T. Knudsen. 2006 The nature and units of social selection. *Journal of*

Evolutionary Economics 16: 477-489.

Kimura, M. 1983. *The Neutral Theory of Molecular Evolution*. Cambridge: Cambridge University Press.木村資生監訳・向井輝美・日下部真一訳『分子進化の中立説』紀伊国屋書店, 1986.

Nelson, R. 2006. Evolutionary social science and universal Darwinism. *Journal of Evolutionary Economics* 16: 491-510.

Witt, U. 2006. Evolutionary concepts in economics and biology. *Journal of Evolutionary Economics* 16: 473-476.

Piore, M. J. and C. F. Sabel 1984. *The Second Industrial Divide*. New York: Basic Books Inc.山之内靖・永易浩一・石田あつみ訳『第二の産業分水嶺』厚徳社,1993.

荒川章義. 1999. 『思想史のなかの近代経済学』中央公論社

石原秀樹・金井雅之. 2002. 『進化的意志決定』朝倉書店.

木村資生. 1984. 『分子進化学入門』培風館.

松井博史. 2007. 「意志決定理論の現実性と進化的合理性について」『応用社会学研究』49: 211-226.

宮田隆. 1994. 『分子進化学への招待』講談社.

進化経済学会編. 2006. 『進化経済学ハンドブック』共立出版株式会社.