

日本における複雑系経済学の展開

－ マルチエージェントベースの経済学を中心に

吉田 雅明

0. はじめに 「複雑系ブーム」の話から

1996年ですから、もう今から10年近く前のことですが、日本では「複雑系」研究のちょっとしたブームが起きました。そのきっかけは、ワールドロップの『複雑系』が翻訳されたことや『ダイヤモンド』というビジネスマン向けの週刊誌で「複雑系研究」が特集されたことだったと思います。ワールドロップという人は科学ジャーナリストで、その本で、アメリカのサンタフェ研究所での、コンピュータ科学・物理学・経済学などいろいろな分野の研究者の交流から生まれた学際的な研究を紹介しました。異なる分野の研究者が、自分の分野の枠にとらわれず自由に議論する様子は、とてもうらやましく思えたものです。ああいう楽しそうなのを純粋に非自然科学系でやってみようよ、ということで私たちの共同研究がスタートしたのもこの時期です。

ところでブームというと、何か新しい話が出て、沢山の人がそれに飛びついただけという感じがしますよね。「複雑系」の場合も、セルオートマトンで生命現象、ポジティブフィードバックを仕込んだ先行独り勝ち経済モデル、乱流に砂山形成・・・といった鮮やかなシミュレーションは、多くの読者にとっては、その目新しさの故に魅力的に見えたことでしょうし、実際のところ「複雑系」関連書の書き手の方でも、たとえばカオスの話をもともとほとんど必然性のないネタに比喻としてくっつけただけ、というのも数多く見られました。まあ、こういうのが現れるから「ブーム」といえるのでしょうか、それだけだと時間が経ったら何も残りません。

そこで問題は、何が残ったのか、ということになりますが、これは「複雑系」の捉え方と深く関わってきます。といたしますのは、ブームの時期には「複雑系とは何か」という解説書もたくさん書かれ、複雑系研究の名の下に行われている様々なアプローチが紹介されていましたが、そうした書物で紹介される様々なトピックを見れば見るほど、複雑系とは何であるのかわけがわからなくなってしまうのです。かろうじていえることは、どうやら構成的手法が重要らしい、コンピュータ・シミュレーションが成果実現の鍵らしい、くらいのことで、それで何がしたいのか、何ができるようになったのか、焦点はぼやけるばかりです。これでは何も残りません。その原因は何かというと、多岐にわたる研究事例やツールだけを追いかけて、何のために「複雑系」という問題を立てようとしたのか、大切な元のところを見ていないからです。

そもそも「複雑系」というのは「システム」の捉え方についての問いかけでした。これは決

して 90 年代のサンタフェ研で突発的に開花したものではありません。ウィーバーが 20 世紀後半のフロンティアは多数の主体が複雑に干渉しあって統計力学だけでは処理できないようなシステムの研究だと言ったのが 1948 年のこと。これはちょっと早すぎた声明といえるかもしれませんが、物理学でのプリゴジンやハーケン、社会学でのルーマン、経済学ではサイモンや社会主義計算論争などなど、それぞれの切り口で「複雑系」に立ち向かっていった歴史があるのです。そして特に「複雑系経済学」という形では、日本では 80 年代に塩沢由典さんが新古典派経済学批判から議論をされていました。

こうした研究はブームがなくても展開していったはずですが、ブーム自体の実質的な効果は何もなかったかという点を決してそんなことはありません。「複雑系」をキーワードにした話題の広がりや人と人を結びつける上でとても大きな力を持ちました。私たちの共同研究でも、もともとはそれぞれの研究分野の作法を窮屈に思っ、また、それぞれの分野では異端と見なされるようなことを、孤独にやっていたのですが、このブームのおかげで、同じような変わり者は結構いる、とお互いの存在に気づいたのは大きかったと思います。そして問題が共通の形式を持つ場合はツールに関して融通ができますし、なにより同志がいるということは心強いことです。社研の特別研究の成果として出版した本には、経済学から社会学、論理学に文学にいたるまで、それまでだったらありえないようなコラボレーションが反映されることになりました。

1. なぜ既存の経済学ではイヤなのか

さて、私のパートは経済学ですので、経済学に焦点を絞って日本の「複雑系」研究周辺の事情をお話ししなければなりません。日本では前年の準備会を経て、1997 年に進化経済学会が発足しました。毎年秋に 1 日のコンファレンス、春に 2 日間の本大会があり、2005 年の大会は東京工業大学で第 9 回目、次は北海道大で第 10 回目の大会があります。この学会の特徴は、これまで経済学が与件としていた嗜好・制度・認識の枠組みが時間経路の中でいかにして形成されたか、とか、巨大複雑な経済システムの中で認識能力・情報処理能力・環境への作用範囲のすべてにおいて限界を持つ人間はいかに振る舞うのか、またその振る舞いはシステムをどのように支えているのか、といった問題に対して、経済学の従来のフレームワークを積極的に離れてアプローチしよう、というところにあります。このようなテーマに賛同して集まっている人たちも様々で、制度学派、レギュレーション学派、ポストケインジアンから経済物理やシステム工学までいて、アプローチの仕方も実に多様です。そこで今日は、その中で私が関わっているものとして、マルチエージェントベースの経済学の紹介をさせていただきたいと思います。

マルチエージェントベースの経済学というのは、そのまま読むとマルチが「多数の」で、エー

ジェントが「主体」で、多数の主体を基礎にした経済学、となりますが、これだと普通の経済学との違いがわかりませんね。その特徴を簡単に言えば、

M1) 比較的簡単な定型行動によって経済主体の行動をモデル化する

M2) 多数の主体行動から完全にボトムアップに社会モデルを構築する

ということになります。これを経済学の中で主流をなしている新古典派経済学と比べるならば、そちらは、

N1) 主体行動を制約条件付きの最適化行動としてモデル化する

N2) 主体の意思決定が相互に整合的となる状態によって定義される均衡を社会モデルの基礎とする

ということになります。主体行動は最適化じゃないし、市場均衡も前提にしないので、新古典派経済学とは全く基本設計が違っていることがわかれると思います。だから普通の経済学者からは、行動モデルが最適化でないし、市場モデルも均衡に立脚していなし、そんなのはアドホックでなんでもありになるから、せいぜいただの現象論どまりで体系的な科学にはなりえない、なんていわれてハナから相手にしてもらえないのですが、マルチエージェントベースの経済学を志す者にとって、この基本設計は、経済社会のモデルを構築する上でどうしても譲れないとても大きな意味を持っているのです。

経済学もそうですが、モデルを扱う科学は、対象のモデル化にともなって必然的に単純化が行われます。つまりその科学の基本設計を決めた人が本質的だと思ったところだけをできるだけクリアに表現し、あとは捨象してしまいます。経済学の場合、競争による合理的な秩序、というのが目玉になっているのだと思います。そのクリアな表現として先の(N1)と(N2)があるわけですが、これによってどうしても捨象されてしまうものがあります。

たとえば、「合理性」というのが何を意味するか。人はできれば合理的でありたいと願うでしょう。でもその際の「合理的である」という意味は、せいぜい「その選択が納得できる」程度の意味であって、すべての可能な選択肢の中から最善のものを選ぶ、というものではないと思います。そもそも可能な選択肢の数と決定に要する計算量は、商品の数に対して指数関数のペースで増えてしまうので、スパコンが頭に接続されてたって最適化計算というのは実行不可能です。でも通常の経済学ではそうした最適化を前提とします。それだけでなく、これだけ大変な最適化計算の結果としてのそれぞれの商品の需要量・供給量に不一致があれば、それまでの苦労はなかったことにして、価格を変えて最初からやり直しになります。それでなんとかうまくいったところを一般均衡と呼び、これを経済社会を解釈するためのベースにするわけです。経済学のトレーニングを積まない限り、こうした展開に普通はあまり共感しないと思うのですが、「ちゃんと競争が働いていてよけいな規制がなければ市場均衡は実現するのだから、いらんこ

とを考えずに均衡成立の先を議論した方が生産的だろ？」と諭されたり、「相手を説得しなければ相手と同じ土俵に立って議論をしなけりゃだめじゃない」なんて叱られたり、これじゃ経済学の論文かけないしなあなどと弱気になったりしているうちに、経済学の躰が体に染みついて、経済学のもの考え方がいつしか自然なことのように思えてくるから不思議です。つい愚痴が出てしまいましたが、本当に競争が働いて、規制がなかったら市場均衡に至るかという、それは無理だと思うのです。もちろん「市場の失敗」とか経済学の応用問題として行儀よく納められているようなありきたりの問題もありますが、なによりも違和感を覚えるのは、いろいろやっているうちに市場均衡に近づくためには、いろいろやるための環境がいろいろやっても変わらないことが保証されていないといけない点です。つまり、判断・行為が繰り返し可能という前提があり、そこには私たちの日常のような不可逆的な時間は流れていないわけですから、先ほどの話に戻しますと、経済学流の単純化の犠牲になって、時間は捨象されてしまうのです。

こんな次第で、経済主体の能力の有限性、経済社会のシステムとしての巨大さ、複雑さ、時間の不可逆性を捨象してしまう経済学の基本設計は、「繰り返せない時間の中で、きちんとやろうと思ったってなかなかできない人間が、結構いい加減に、ときどきすごく理不尽な意思決定をして行動しているのに、なんでこの巨大な経済システムはどうか動いているのだろう」という驚きから出発して経済社会のモデルを考えようとするとき、どうしても呑めなくなってしまうのです。経済学の躰が染みついていたら、どんな場合も最適化一般均衡をベンチマークに考え、それからの隔たりを考察しよう、というふうにはできるのですが、ありえないものとの距離を定義することなんかに関心がなくて、それより眼前の複雑巨大な経済社会システムがどう動くのか、そのメカニズムを知りたいということに関心を持つなら、当然にその関心に適合的な社会モデルの基本設計を採用すべきです。その第一歩が (M1) と (M2) なのです。

2. マルチエージェントベースの経済学とは

では、マルチエージェントベースの経済学とはどういうものか、続けて説明しましょう。

先ほど、最適化というのは実行不可能で、人間のモデルとして「合理的であること」はせいぜい「選択が納得できるかどうか」くらいの意味しかもちえない、と言いましたが、(M1) はこの点をふまえての主体行動のモデル化です。簡単な定型行動、と書きましたが、典型的なモデルとしては H.A.サイモンの「満足化原理」があります。満足化原理に従う行動というのは、主体に何らかの刺激が与えられるとき、それがその主体の満足化基準値を超えていたら、ある一定パターンの出力を行う、というルールもしくはこの形式のルールの組み合わせで表現できる定型的行動、ということです。いくつか具体例を挙げますと、

入力刺激	満足化基準	出力 ON
①提示された商品	自らの購入基準を上回ること	購入する
②売上高	費用+正常マークアップ分を上回ること	生産量を上方調整
③今月の手取り	先月の手取りを上回ること	消費額を上方調整
④月末在庫数	正常在庫範囲の下限を下回ること	仕入れ先に発注

.....

といったもので、私たちの日常生活で行われているごく普通の行動であることがわかるでしょう。主体のモデル化にあたって、満足化基準は外生変数とします。主体行動のモデリングの仕方として、ここに違和感を覚えられるかもしれません。行動基準を外生変数扱いしているのは、赤ん坊のようにまっさらな頭でこれから行動基準を身につけていこうという主体を想定しているのではなくて、すでに存在し動作している社会の中で、店主とか製造業者とか、すでに役割を持っている主体を描こうとしているからです。もちろん各主体の行動基準は環境の中で変わっていくでしょうが、それは学習モデルを追加する段階で考慮すればよいので、第一次近似としては外生変数として与えて、システムの振舞いの分析に進もうというわけです。

一方、満足化基準が少なくとも初期値としては外生変数であるということは、不可逆的時間下・システム非平衡状態での、主体の自律分散的行動を可能にするためにとても大きな意味を持っています。つまり、それぞれの主体がシステムの平衡状態から離れて自律的に行動してしまうためには、自前の行動の参照基準を持っていなければ動きようがないので、その意味では、満足化基準を外生的に与えることは、主体の自律分散行動をシステムとして認めようとした場合の理論としての要請でもあるのです。これはすべての財の需要と供給が一致する状態を定めるために、各価格ベクトルに対して各人が需要量・供給量を一意に反応するよう、主体行動モデルとして最適化が要請されているのと、考えてみれば同じなのかもしれません。

なお、こういうのを主体一人一人について作っていたのでは埒があかないので、行動パターンをグループ化してまとめるという単純化を行います。その上で、(M2) のアセンブルの作業があるのですが、これはもう完全にボトムアップに行われます。マルチエージェントベースといたら、普通はこの社会モデルのボトムアップな構築手法の方が強調されますが、大切なのは手法やツールよりも既存の経済学に対して何を訴えたいかである、というのが複雑系を考える上での基本スタンスですので、今日は (M1) に重点を置いた紹介になっています。

その組み立て方ですが、定型行動をとる主体は、自分の身近なところの他の主体の行動を入力刺激とし、刺激の大きさの加重和と満足化基準の比較で自分の出力、つまり、調整行動を起こすかどうか決定します。この主体の行動を入力刺激の一部として受け取る他の主体もいるわけですから、ここから主体の満足化行動を基盤とした相互作用系が現れてきます。ただし相互

作用といっても、それはリジッドな、つまり通常の経済学のように各主体行動が価格というグローバルな変数を媒介にして打てば響くように結合した系ではなくて、個々の主体が参照するのはあくまでもローカルな範囲のローカルな変数ですし、それぞれの入出力にはラグがありますので、ルーズな結合系でじわっと浸透するような相互作用系です。ともあれマルチエージェントベースの経済学の基本方程式を書いてみると次のようになります。

$$X_j(t+1) = A_j \cdot F_j(\sum w_{ji} X_i(t) - S_j + Z_j(t), B_j)$$

$X_j(t)$ t 期の第 j グループの調整出力

w_{ji} 第 j グループの入力として第 i グループの出力を評価する際のウェイト

S_j 第 j グループの満足化平均基準

A_j 最大調整量パラメータ

$F_j(\cdot, B_j)$ 最大・最小値を ± 1 とするシグモイド関数

ただし、入力値の絶対値が B_j 以下のときは出力値 0

なんだかそっけないですが、これが (M1)・(M2) をベースに経済システムを表現するときの出発点です。最後の B という変数はバッファを表し、満足化基準に幅をもたせています。 Z はシステム外部からの刺激を表しており、これは政策モデルにおける政策変数などにあたります。なお、グループを消費財生産部門企業家群と給与所得家計の 2 つだけにした特殊ケースが乗数過程になります。

次の問題はこのような経済システムはどのように振舞うか、ということになりますが、これは単層相互結合型のニューラルネットと同じ形ですので、バッファの幅を 0 にとってやっても、外部刺激が一定であれば、主体の出力値の初期値に応じて収束先がいくつかに分かれる多平衡システムになります。平衡、といっても経済学で言うところの均衡とはもちろん含意は違います。それぞれの主体グループとしては活動状態が安定している組み合わせがいくつかあるわけですが、そのパターンで各グループが一定水準で活動を続けている単純再生産状態と考えて方が近いと思います。ただし、それは平衡条件を主体に天下り式に押しつけて得られる状態ではなく、平衡を前提とせず、不可逆的時間の中での主体の実行される行為の相互作用から整合的に積み上げられた状態です。

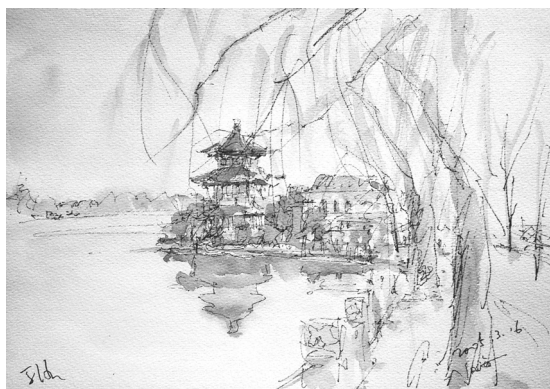
今回は省略しますが、これを出発点にしていかに経済社会モデルを作り込んでいくか、数多いパラメータをどうやって実際の社会のデータに設置させるかが、マルチエージェントベースの社会モデルに携わる者の腕の見せ所となります。

3. 社会科学を組み立てる新しい考え方と複雑系経済学のこれから

最後に、マルチエージェントベースの経済学を考えることの意味について触れておきましょう

う。途中で、(たとえ望んだとしても)最適化なんて実行できない人間が構成している経済システムなのにどうしてなんとか動いているのだろう、と言いましたが、こうした社会の捉え方は社会システムにとっての合理性の意味の反省へとつながります。「合理的である」ということは、せいぜいが「まあ納得できる」「目をつぶっておける」くらいの意味しか、この巨大複雑な社会システムの中では実際上持ち得ません。社会がある状態で安定的に活動していたとしても、それをパレート最適状態として理解してしまう経済学の「ものわりの良さ」に、私はずっと違和感を抱いてきました。紹介させていただいたのは、もっとざらざらした、理不尽な状態を、もっと素直にモデル化できないか、という問いに対する私なりの答です。

ただマルチエージェントベースの経済学を社会工学として一人前のものにするためには、これをどうやって現実のデータとすりあわせてやるかという問題を解決しなければなりません。現在、ローカルなシミュレーション、たとえば大病院のSARS防疫システムの研究とか地域通貨の流通モデルなどは進展していますが、これを経済システム全体を扱う学として成立させるためには乗り越えなければならない技術的なハードルがまだまだあります。最初に紹介しました進化経済学会でも、どうすれば実証研究として軌道に乗せられるかがホットな話題になっています。次の機会がありましたら、もっと先の地点での展望をご紹介できるよう、頑張りたいと思います。



研究会当日の朝、後海のほとりで