

企業の成長と競争、そして技術革新による企業の富の変動のモデルの作成

雨宮俊貴

概要

昨今の産業界は様々な要素が複雑に絡み合い、相互に影響しあって動いている。

本研究は、MAS を利用することで、如何に現実的な企業の競争モデルを実現できるかといったモデル作成を目的とした研究である。

この研究を通し、現実に近い社会モデルを制作することで、どのような業種が生き残るのか、どのような組織の企業が生き残るのか。最適解を探し、現実に残るであろう企業の形態が推測できるようになる。

競争や、成長、産業の種類などの多数の情報を盛り込んでしまうと、モデルが複雑化するという問題がある。ただ、私個人としてどこまでそれらしいモデルを作れるかという課題に挑戦したいがためにこの研究を始めた側面がある。

本研究のゴールは、最も現実的な企業の競争を再現したモデルを作成することである。そして、空間にばらまかれた企業を観察し、ある時点での総資産の大きい企業や、倒産してしまう企業の特徴を観察し、考察することである。

1 はじめに

概要の通り、本研究の目的は競争社会のモデル化である。しかし、この競争社会は非常に複雑で単純なモデルでは表し難いことはご承知のとおりである。だが、あまりに複雑になれば再現性もなくなる。社会を表現するための複雑さを維持しつつ、仮説、検証を繰り返すことでそれらしいモデルの完成を目指した。今日の日本企業は、大企業ですら赤字で大幅なリストラを行っている会社も多くある。こういった会社の多くは選択と集中が他社と比べ秀でていない[1]と言われる。つまり、残すべき事業を残し、撤退すべき事業を撤退することができていない、ということである。業績不振なときはトップマネジメント層がリーダーシップを発揮して、リスクを取った行動をすべきであるという。その理論も大いに理解できる。ただ、どの業種がどんな組織体制でどのくらいの資本金の時にこういった変更を加えると良くなる。これを

示した人がいただろうか。私は、この研究を通じてそれを明らかにしてしまおうと考えている。この研究は、いかにこの弱肉強食の競争社会を再現できるかを指すというチャレンジなのである。

2 研究にあたって、モデルに盛り込む要素

今回のモデル作成をするにあたって盛り込むべきだと考えたことを以下に示す。

2.1 組織形態

昨今利用されている組織形態の多くは、職能別組織、事業部制組織、マトリックス組織のどれかに分類できると考える(今回は)。この3種類の組織形態はそれぞれ特徴があり、分類しやすい。従っ

てこの分類を利用して会社の組織形態を定義づけると、以下のように分類できる。

2.1.1 職能別組織

専門分野ごとに完全に組織を分割し、成果物をそれぞれ別々の成果物を生成する組織である。

2.1.2 事業部制組織

事業ごとに組織を分割する。それぞれが生産、販売まで行うこともある。

2.1.3 マトリックス組織

事業や職能ごとに組織を分割するが、それとは別にプロジェクトごとに編成される組織もあり、一人の労働者に上司が二人つくことがある。

これらの分類を利用して、収益関数や支出関数を分類し、企業に特徴をもたせる。

2.2 クラークの産業分類

クラークの産業分類とは、企業を第1次、第2次、第3次産業に分類したものである。基本、数字が低い産業の成果物は、数字の高い産業に向けて販売される。この分類は綺麗に産業を分けることができているので、この分類で会社の産業分類を定義づける。

2.2.1 第一次産業

農林水産業といった、自然から得られる資源を生産する産業である。特徴として、必需品であることが多いため、値段はともかくとして売れる確率が極端に高いと仮定する。

2.2.2 第二次産業

製造業など、原材料を加工したものを生産する産業である。特徴として、販売物が売れないケースも時々あるが、多くの場合、第一次産業より利益率は高いと仮定する。

2.2.3 第三次産業

サービス業や小売業があげられる。BtoCのケースが多いが、特徴として、人材の質と売上の相関が大きいと仮定する。

2.3 企業の淘汰

企業は常に競争をしている。従って、満足行く成長ができず、赤字を叩き出し続ける企業は淘汰される必要がある。企業が成長するための資産が0を切った時、企業は経営を継続することができなくなり、倒産する。

2.4 企業の起業

起業しなければ企業が倒産して減る一方なので、企業が増える仕組みを作る必要がある。そこで、企業が倒産した時、遺伝的アルゴリズムによって特徴を交叉して新しい企業を生成し、自らは消滅するという仕組みを作る。こうすることで企業の世代交代が行われ、次第に健全な企業のみ残るようになっていく。

2.5 競争

競争のモデルなので、競争の仕組みも作る。企業のエージェントは他の企業のエージェントとの距離及び、他のエージェントの総資産をみることができる。総資産が高い企業は市場の寡占率も大きいはずなので、その企業と自分の総資産のギャップが大きいほど収益は減るはずである。また、距離が近ければ近いほど、また競争は強まるはずである。この総資産と距離の2つのパラメータを利用した関数を用いて、収益を上下させる仕組みにする。

3 研究手法

今回の研究の具体的な手法を説明する。

3.1 シミュレーション全体の流れ

70 × 70 のフィールドを生成し、その上に 10 個のエージェント（ここでは企業と呼ぶ）をランダムに生成する。これらのエージェントは表 1 で示すような固有の値を持っている。これらの値は企業の投資や、収入関数のパラメータとして利用される。例えば純資産が低いのに投資は多くはできないはずである。と言った具合に扱われる。詳しい関数仕様などは後述する。

企業は同時に表 2 に示すような特徴を持っており、これらの特徴が単体の収益関数、支出関数を決めるパラメーターに挿入されることとなる。これらの特徴によって企業は他の企業に対する対応からその他まで様々な行動が決定づけられることとなる。この値は主に新規企業が生まれる際や他の企業の特徴を取り込むときに利用される値で、配列形式で保持する。

単体の動きとしては、上記で割り振られている値に基づいて収益関数と支出関数を処理し、収入や支出の値を割り出す。また、成長率に応じて人を雇うなどする。

全体としては、個別に固有変数を変化させるのと同時に、それらの特徴を持った企業群が相互に影響しあう。例としてお互いの企業の距離は、お互いがどれだけ競争しているかを示している。極端に近い場合、お互いが非常に近い業種で、競争が激しいと考える。

本来企業は単体である市場を独占できていればどうせ業績は右肩上がりなのだから、単体では業績が右肩上りになるような収益関数と支出関数を用意しておく。これが、群になった時どのような振る舞いになるかが今回観察したい対象である。

表 1: 企業の持つ固有の値

固有変数	概要
総資産	全ての資産。
純資産	現金資産。
投資済み資産	現金でない資産。
固定資産	機械などの資産。
流動資産	原材料などの資産。
固定資産投資率	固定資産の割合。
成長率	単位時間の資産成長率。

表 2: 企業の持つ特徴

特徴変数	変域
投資率	[0, 1)
管理職率	[0, 1)
雇用関数	1, 2
組織形態	1, 2, 3
産業種別	1, 2, 3
戦略	1, 2, 3, 4, 5, 6

3.2 企業の持つ固有変数

表 1 における固有変数それぞれの説明をする。

1. 総資産 総資産は投資済み資産+純資産の式で表される。このモデルでは単純に支払い分が損失になるわけではなく、違う形での資産と交換になり、それらはすべて投資と扱われる。総資産が減るときは明確な支出という形で減少する。具体的には、機械の故障および給与を支払った時など明確に損失であるものをしてはらた時に減少する。
2. 純資産 純資産はまだ投資をしていない現金として存在する資産を指す。
3. 投資済み資産 投資済み資産は固定資産+流動資産の式で表される。すでに投資をされ、形として残っている資産を指す。純資産に投資率をかけたものの積み重ねが投資済み資産である。
4. 固定資産 投資済み資産のうち、固定資産投資率をかけたものが固定資産になる。固定資産は機械などのものとみなし、ステップごとに故障率がかげられ、その分減少していくものとする。
5. 流動資産 投資済み資産のうち、固定資産でないものの総称。主に消費財を指し、第 1 次産業なら野菜の苗、第 2 次産業なら原材料などといった生産の総量を決めるファクターになる。資産の支払い時期に来ると、全て使い果たしたとして資産から消える
6. 固定資産投資率 投資済み資産をどれだけ固定資産の拡張に当てるかの割合で、0 より大きく 1 未満である。

7. 成長率 新規雇用などはこの成長率を基準に人数が決定する。この成長率がマイナスの場合、人数が減る。

固有変数はこのように企業が持つステータスを指している。この固有変数を見て、他の企業はこの企業の影響を受け、どのような行動をするか決める。

3.3 遺伝的アルゴリズムで利用する特徴

表2で参照できる特徴変数は、今回のモデルで使われる遺伝的アルゴリズムで重要な役目を果たす。ここでは、それらの変数に関して説明していく。

1. 投資率 純資産のうち、どの程度を投資に回すかを決定づける。 $(0, 1)$ の範囲で決定される。
2. 管理職率 社員のうち、管理職の割合を決定づける。管理職は直接的に生産にはかわらないが、その効率を左右する。また、管理職に対しては給与としての支出が大きい。
3. 雇用関数 成長率が引数になる関数で、新しく何人雇うかを決定する関数。現状では、1の時は $\sqrt{\text{社員数} * \text{成長率}}$ 。2の時は $(\text{社員数} * \text{成長率})^{\frac{1}{4}}$
4. 産業種別 第 n 次産業を決定する数値。収益関数と支出関数を左右する。1から3の整数値を持っており、第一次産業から第三次産業までの3つを分類する。
5. 組織形態 組織形態を決定する数値。収益関数と支出関数を左右する。1から3の整数値を持っており、機能別組織、事業部制組織、マトリックス組織の3つを分類する。
6. 戦略 企業の行動を左右する数値。経営戦略と遺伝アルゴリズムを左右する。1から6までの整数値を持っており、表3のセルの開始に示す番号に対応している。

これらの特徴を、各企業が相互に交叉したりすることで、より洗練された企業が生き残る。結果として、この特徴を使った企業の中での最適解が見つかるはずである。

表 3: 戦略と番号の対応表

戦略	特徴模倣	特徴無視
競争主義	1	2
競争回避	3	4
競争無視	5	6

3.4 企業エージェントのアルゴリズム

さて、各企業エージェントの振る舞いに関しては、図1に示してある。

ステップを仮想単位時間と考え、120ステップを一周期、30ステップを4半期と考える。以下にそれぞれの振る舞いを説明する。

3.4.1 固有変数の初期化

総資産、純資産、その他固有変数を初期化して、生成時の条件を均一にする。

3.4.2 支出の計算

支出関数に従って支出計算を行い、純資産から引く、及び固定資産の故障などによる損失処理を行う。

3.4.3 戦略に応じた移動

表3に示すうち、縦軸の戦略で、競争主義、競争回避、競争無視があり、それに応じて座標を移動していく。

- 競争主義の場合、競争が激しくなる市場へとエージェントが移動していく。
- 競争回避の場合、競争が激しい市場からエージェントが距離を離していく。
- 競争無視の場合、移動しない。

3.4.4 投資及び固有変数の操作

投資率を純資産にかけてその分を投資に回す処理。伴って、固定資産や投資済み資産などの値が変わるため、同時に操作。

3.4.5 収入の計算

収益関数に従って収入計算を行う。この収益は単純に純資産に乗ってくる。

3.4.6 労働者の雇用

労働者の雇用関数に従って労働者を増減させる。

3.4.7 戦略に応じた学習

遺伝的アルゴリズムを利用し、他の企業の特徴と自分の企業の特徴を交叉させるなどの処理を行う。戦略が特徴模倣の場合、近く、最も総資産の高い企業の特徴と自分の特徴を交叉させ、会社の改革を目指します。逆に、戦略が特徴無視の場合は何も起きません。

3.4.8 淘汰処理

これ以上経営が続けられない状況に陥った場合に限り、淘汰処理を行う。まず、新しい企業を生成する。そして、自分の企業を削除する処理がなされる。新しい企業は近く、最も総資産が高い企業と、自分との特徴を交叉させたもの。もしくは、全く新しく特徴が生成されたものかの二種類である。新しく特徴が生成されるのは一つのイノベーションとして扱われるので、確率は非区名に設定する。

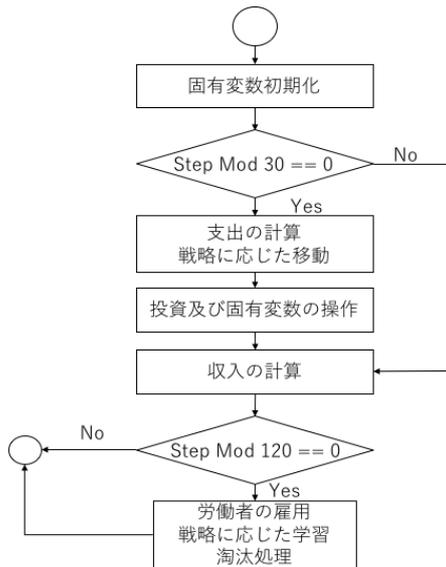


図 1: 企業エージェントの挙動

3.5 諸関数の仕様

このモデルで使われる特殊な関数は、収益関数、支出関数、雇用関数、の3つである。以下にそれぞれの関数の説明を記す。

3.5.1 収益関数

収益関数は第 n 次産業であるのか、そしてどんな組織形態なのかによって決定されると考える。職能別組織はそもそも一つで一つの事業を実現しているため、繰り返しの必要はないが、事業部制組織やマトリックス組織は複数の組織が組み合わさってできていると考えられる。従って、繰り返し収益関数を走らせることで複数事業の収益を再現する。

$N(\mu, \sigma, a, b) \equiv$ 平均 μ で標準偏差 σ の正規分布から生成される変域 (a, b) の乱数

$E \equiv$ 管理職率 \times 社員数 $\times (1 - \text{管理職率})$

$IrpQ \equiv$ 四半期に投資した流動資産

$Im \equiv$ 固定資産

$n(D) \equiv$ 事業別の時のディビジョンの数

$B \equiv 1 - e^{-\lambda t}$

表 4: 第一次産業の収益関数

	第一次産業
職能別組織	$N(2, 1, 1, 3) \frac{IrpQ}{30} \times \sqrt{E \times Im}$
事業部制組織	$N(2, 1, 1, 3) \frac{IrpQ}{n(D) \times 30} \sqrt{E \times \frac{Im}{n(D)}}$
マトリックス組織	$N(2, 1, 1, 3) \frac{IrpQ}{n(D) \times 30} \sqrt{E \times \frac{Im}{n(D) \times 1.5}}$

表 4 を見て分かる通り、 $IrpQ$ を 30 で割っている。これは、30 ステップごとに計算される支出関数とのスケールを吟味したところ、30 で割るのが妥当だと判断したからである。

また、正規乱数を最初にかけている理由は、商品が売れたりしてもその価格にはばらつきがあるためである。

また、 Im をルートの中に忍ばせている理由は、ルートの中身は仕事の効率を示す部分のためで、過去に投資した固定資産は十分効率を高める効果があると判断したからである。事業部制組織などで $n(D)$ で割り算をしている理由は、 $n(D)$ 回この関数を回すからである。

このような形で仮説を立て、モデルを構築し、より現実的なものを作ろうというわけである。

4 本研究に関する考察

本研究はそもそも個人的な興味から始まったもので、学術的な技術というよりもトライ&エラーを繰り返してそれらしいものを作ろう、という側面が大きい。だから、数理的なテクニックを使った方法があれば更にそういったものも導入してくべきであると考えている。

そのほうがより正確なモデルが作れ、より説得力のあるシミュレーションとなるだろう。

4.0.1 今後の展開

このモデルは作成した結果、それを見て終わりではなく、現実の企業の動きと比較して、満足の行くものでなければならない。

逆に、現実の企業から収益の流れなどの情報を取り込み、より現実に近いものに昇華させていく努力が必要であるとする。現在の雇用関数など、ただの4乗根と2乗根でしかなく、こういった曖昧な部分がモデルの正確さを損なっているはずだからだ。

以上のことから、今後行うべき改善は

1. 現実の企業の統計的データを取得し、曖昧なモデルの部分を正確なものに置き換える。
2. 競争原理の正しい導入。競争によって原材料費などは下がるはずであり、単純に収益が減ったり増えたりする問題ではない。
3. 第一次産業と第三次産業が競合することはまずありえないため、そういったありえない事象を回避すること。

5 まとめ

今回の研究は、先行研究などはあまり参考にせず、自らの試行錯誤によってモデルを作成する形での研究が大半を占めた。実際、先行研究を調べても自分のように多数の事象を包括してモデルを構築するのではなく、一点一点にフォーカスを当ててモデルを構築しているケースが多いように感じた。

今回の研究で収益関数などのモデルを作り、実際に動かしてみたが、なかなか上手に動くモデル

が作れなかった。単純に関数に比例している形、例えば1次関数などであると、投資額が増える、収益が増える、投資額が増える...といった具合に爆発的に値が増加し、オーバーフローが発生する事態となった。

だから、同じ処理を行えば値の大小の区別がつくが、値が大きくなるに連れ増加が鈍くなっていく関数が非常に重宝された。これらは値の大小関係もしっかり保持してくれるので、こういったモデルの開発の中で値が爆発的に増えてしまう場合は、対数を取るなどして、対策を立てると良いだろう。

今回の研究の一端の結論は、まだまだ現実的なモデルには遠いため、具体的な提案はこのシミュレーションから行うことはできない。それは、先行研究などを参考にしなかつたところにも原因があると思っており、これから過去の信頼ある研究を吸収していき、より正確なモデルを構築していくことで、より良い結論を提供できると考えている。

参考文献

- [1] 「低迷する日本の大企業が抱える構造的問題 その理解と解決への提言」齋藤将吾, 藤岳麻樹, 山口恭平, 渡邊悠太・2012年