

正弦波周期運動を用いた組織内資金フローのモデル化

— 市場と組織の共振に関する研究 第2報 —

三 浦 吉 孝

A Study on Organizational Fund Flow Modeling by Sine-Wave Periodic Motion

— 2nd Report on the Study on Resonance between Market and Business Organization —

Yoshitaka Miura

本論の狙いは、組織活動に付随する資金の流れ（フロー）によって、組織活動を記述することである。本論では、組織の基本運動として研究開発投資・回収を仮定し、それからの派生として、資源管理、財務、研究開発、生産、販売といった多様な組織活動を想定する。

モデル化において、まず投資・回収におけるフローの正弦波周期運動を回転ベクトルおよび複素数で表示し、時間に関する微積分演算によりフローの導関数群（フロー・ファミリー）を求め、その上で組織活動の複数のフローと損益計算書における財務指標との対応を検討した。

また、これらの実証として、本モデルから算出される計算値と、電気業界6社の損益計算書における財務データとの比較を行った。

This study discusses the possibility of describing the operational activities of business organizations by a model of fund flows involved in such activities. Assumed in this study are organizational diverse activities such as resource management, financial management, research & development, production, and sales activities derived from the basic movements of R&D investments and investment recovery.

Flow families were obtained by differential and integral operations with respect to time, using the sine-wave periodic motion of flows of investment and investment recovery as rotational vector and complex number. The applicability of the obtained flows of organizational diverse activities seen in their profit and loss statements was examined for verification.

Comparison of the calculation results of the flow model with the financial data in the profit and loss statements of 6 firms in the electric industry verified a similarity between them.

フロー、損益計算書、研究開発費、組織速度、微積分演算、正弦波周期運動

Flow, Profit & loss, R&D investment, Frequency of organization, Differential & integral operators, Sine-wave periodic motion

(原稿受領日 2000. 10. 14)

I はじめに

本論の狙いは、組織活動に付随する資金の流

れ(以下、フロー；flowとする)によって、組織活動を記述することである。すなわち、前報^①に続き、投資・回収による周期運動を組織活動の

基本運動であるとし、そこからの派生として、資源管理・財務・研究開発・生産・販売といった多様な組織活動を想定する。そのうえで、これらの組織活動を体系的に記述するモデル構築を試みる。

本論の構成としては、まず、周期性を用いた代表的研究を検討した後、組織活動を正弦波によって単純化した物理モデルを示し、その特性から研究開発費を売上高で除した組織速度を導入する。

次に、フローに関しては、利益や資金概念の多様性や、貨幣の無限循環説を調べた上で、フローが組織活動を記述するものと捉え、組織活動の多様性は貨幣の交換における時間間隔の長短や位相の多様性に起因すると仮定する。これらから、投資・回収のフローを複素数表示によって定式化し、時間に関する微積分演算を用いて、複数の時間次元より構成されるフローの導関数群（フロー・ファミリーと呼ぶこととする）を導き、損益計算書における性質の異なる各種フローとの対応を検討する。

最後に、実証として、本モデルから算出される計算値と、電気業界6社の損益計算書における財務データとの比較を行う。

II 周期性

2.1. 周期性の考え方

社会現象の周期性をモデル化した研究としては、古くは、Schumpeter⁽²⁾が、経済の景気循環や成長について、コンドラチェフ循環（周期55年）や、ジュグラー循環（周期9～10年）、チキン循環（周期3年）を用いて説明を行っている。周期運動の原動力としては、新結合、あるいは、革新+信用創造であるとし、主に景気上昇期の革新によって周期運動が発生するとしている。また、革新の遂行は企業主体に求めている。

Mosekildeら MIT チーム⁽³⁾は、Schumpeter のように数個の循環が単純に加算されるのではなく、共鳴現象（ノードロッキング）を発生させるとの仮説から、システムダイナミックスモデルを用いて、コンドラチェフ循環を基本波として、クズネッツ循環（周期22年）、あるいは、チキン循環を外部挿入させたシミュレーションモデルを提示し、モードロッキングが大不況を作り出す可能性を検証した。

シナジェティクス研究の W.Weidlich や G.Haag⁽⁴⁾は、Schumpeter サイクルの定量化として、運動方程式による経済変動モデルを提示している。すなわち、拡張投資と合理化投資の比率である投資家配位の変化を周期運動の駆動力とした非減衰振動=リミットサイクルを想定し、Poincare の位相平面を用いて景気循環を説明している。実証として1956～1978年のドイツにおける投資と景気変動を分析している。

また、マクロモデルにおける景気循環理論⁽⁵⁾としては、技術革新からのショックやそれを起因とした乗数・加速度原理によるものとの見解が示されているが、技術革新そのものは、外性的ショックと位置付けられている。

一方、企業組織における技術革新は、主に研究開発活動によって遂行されており、統計調査によって、研究開発が企業経営の中核的機能となりつつあること⁽⁶⁾、あるいは、売上高研究開発費と利潤などの業績との有意な相関があること⁽⁷⁾が確認されている。

研究開発費の投資効率に関する研究としては、Fosterら⁽⁸⁾が、 $R\&Dリターン = (技術進歩 / R\&D投資) \times (事業成果 / 技術進歩)$ を提案し、植之原⁽⁹⁾は、 $研究開発生産性 n = 売上高 P / 研究開発投資 I$ を提示している。また、Lee, I. L. Wilde⁽¹⁰⁾はゲーム理論的アプローチにより、研究開発の成功確率と、市場での開発競争における成功確率の積で求めるモデルを提示している。

本報の位置付けとしては、企業組織を対象とし、研究開発の投資・回収を基本運動と捉えた周期モデルであり、マクロ的周期モデルから見れば企業内部を主な対象としたミクロモデルである。また、企業組織における研究開発投資の研究に対しては周期性を導入した動的モデルといった位置付けになる。

2.2. 組織活動の正弦波モデル

組織活動は、短期的には安定的活動と変動的活動に分けて認識されるが、事業のライフサイクルといった長期的視点で見れば、すべての活動が変動的である。そして、事業をひとつの投資案件と見るならば、投資・回収からなる周期運動が組織活動における基本運動であると考えてよい。

図1の(a)図は、商品開発サイクルを投資と売上高によって示したものであり⁽¹¹⁾、この周期運動では、まず研究開発投資を行い、それによって生み出される新商品を市場へ提供することによって回収するサイクルである。(b)図はこの周期運動を正弦波運動に置き換え単純化したものである。この単純化では、投資や営業利益といった余裕資金を振幅とすることで縦軸の次元を整合させ、さらに、投資・回収の等時性、等量性を仮定した。(c)図は、さらに、正弦波運動を物理モデル⁽¹²⁾に置き換えたもので、研究開発をバネ k に、人数を質量 m に対応させた。研究開発とバネは、エネルギーの蓄積性、周期速度など決定因子として類似性があり、人数と質量は、規模の特性を示している⁽¹³⁾。

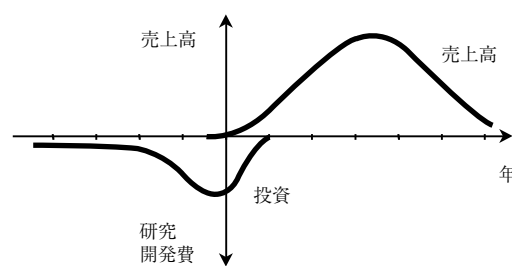
以上のモデル化は、バネ k 、質量 m 、あるいは、資金調達・利益抛出に相当する減衰 γ ⁽¹⁴⁾を、定数と置いた単純化に相当する。これらの定数を変数にするならば、成長や縮小、さらには、ストレンジアトラクタなどの複雑な挙動を視野に入れることが可能であり、また、定数と仮定す

るならば、多くの解析手法が提示されている正弦波運動によって、組織活動を記述する見通しが得られる。

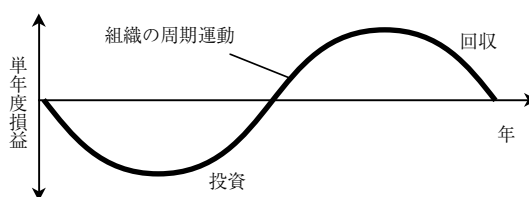
2.3. 組織速度

図1に示した周期運動は、研究開発や生産設備への投資を行い、それによって生産される商品販売することで回収するサイクルであり、事業ライフサイクルとも考えられる。

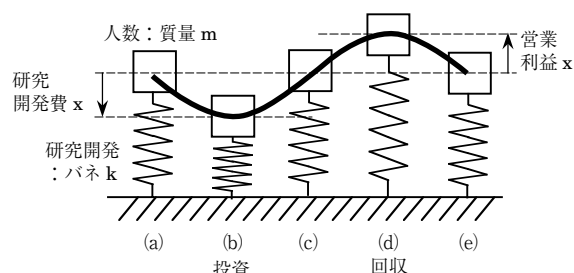
事業には、ゆっくりと進む事業や速く進む事業があり、これらの周期運動を速める為には、研究開発投資や設備投資の増額による並行開発やアウトソーシング、あるいは、タスクフォースのような小組織化が有効である⁽¹⁵⁾。



(a) 開発プロジェクトの入力と出力



(b) 正弦波に単純化した組織の周期運動



(c) 物理モデルによる置き換え

図1 組織の正弦波周期運動

以上から、組織速度を定式化するならば、研究開発投資を分子に、人数を分母に置いた因子に比例する。また、規模の特性から人数と売上高が対応すると考え、(1)式を導く。

$$\text{周期速度 } \omega \propto \frac{\text{研究開発投資}}{\text{人数}} \propto \frac{\text{研究開発投資}}{\text{売上高}} \quad (1)$$

一方、図 1(c)のモデルから、物理モデルでは一般に 固有速度 $\omega \equiv \sqrt{(k/m)} [\text{rad/sec}]$ が定義される⁽¹⁶⁾から、周期運動の速度を、研究開発をバネ k に、人数を質量 m に対応させ、組織速度 ω_f (natural frequency of flow)⁽¹⁷⁾ を下式で定義する。ただし、本論では特に断らない限り ω と略記する。

$$\text{組織速度 } \omega_f = \left(\frac{\text{研究開発投資}}{\text{売上高}} \right)^{\frac{1}{2}} [\text{rad/年}] \quad (2)$$

Ⅲ フローの定式化

この章では、組織活動に付随するフローの定式化を進めるが、まずその準備として、フロー概念⁽¹⁸⁾の多様性を列挙した後、経済学における貨幣の諸説を調べる。そして、フローの多様性は、取引における貨幣交換の間隔差や位相差に起因するものであるとし、資源管理、財務、研究開発、生産、販売といった多様な組織活動を想定する。

このモデル化としては、まず、基本運動である投資・回収フローの正弦波運動を回転ベクトル表示から複素数表示へと進め、それに時間に関する微積分演算を行うことで、振幅や位相が異なるフロー・ファミリーを派生させ、多様な組織活動の定式化を進めていく。

3.1. フローの考え方

この節では、経済学と会計学における利益および貨幣の定義を確認し、モデルの構成を検討する。

経済学における利益は、利益の発生源や帰属関係を主な問題として、期首と期末の純財産を比較しその増加額を利益とする。一方、会計学では、企業の現実を適正に表現するものとして、一定期間の収益から費用を差し引いたものを利益としている⁽¹⁹⁾。会計理論の多くはこの利益概念を中心に展開され、理論の側からの見方としては、目標となる利益概念を前提とする利益原因説、収益と費用からの結果であると利益を見る利益結果説、利益を多目標の中における下位目標のひとつとする利益代理説がある⁽²⁰⁾。

また、資金概念については、(1)現金としての資金、(2)当座資産としての資金、(3)流動資産としての資金、(4)正味貨幣資産＝当座資産－流動負債としての資金、(5)運転資本＝流動資産－流動負債としての資金、(6)全体資源としての資金、といった複数の定義が用いられている⁽²¹⁾。

貨幣については、経済学を中心に多くの研究が行われており、商品を起源とし等価物の交換・取引から転化したとする貨幣商品説と、商品には関係なく交換・取引の媒介として君主や立法を起源とする貨幣法制説が広く唱えられている。しかし、岩井⁽²²⁾は、これらの貨幣商品説や貨幣法制説ではハイパー・インフレーションや恐慌における商品価値の変動に対して理論的不整合が生じるとし、貨幣は、過去に使われてきたことによって将来まで貨幣として使われるという「予想の無限の連鎖」によって存立するとしている。この説によれば、円環が一巡することが、それまでの現在を過去へと送り込みながら時間が一歩先へ進んでいくとしており、貨幣が時間によって構成される関数⁽²³⁾であることを示唆している。

本論では、以上のような利益や資金に関する多様な定義を行わざるを得ない原因⁽²⁴⁾のひとつとして、新たに、貨幣の交換（＝取引）における時間の多様性を仮定する。つまり、組織活動において、人や物を動かすためには、売りや買いといったフローを伴う取引が必然的に起こり、このフローの量、速さ、位相といった時間に関する差異性が、利益や資金の多義性をつくるとともに、性質の異なる資源管理、財務、研究開発、生産、販売といった組織活動を区別するものであると考える。

一方、組織の基本運動は、技術革新のための研究開発投資とその回収といった正弦波運動であるから、その活動の中で流れるフローは、基本運動から派生する導関数であると考えてよく、正弦波運動とフローの多様性を比較することで、以下のような整理が可能である。

- (1-a) 組織の基本運動；
研究開発投資と回収からなる正弦波運動
- (2-a) 派生のメカニズム；
フローの量、速さ、位相といった時間に関する差異性
- (3-a) 派生する組織活動；
資源管理、財務、研究開発、生産、販売

これらに対応するモデル構成を示す。

- (1-b) 組織の基本運動；
正弦波運動
(回転ベクトル表示、複素数表示)
- (2-b) 派生のメカニズム；
フローの時間に関する微積分演算
- (3-b) 派生する組織活動；
フロー・ファミリー

3.2. 回転ベクトル表示と複素数表示

投資・回収の正弦波運動は、図1のように、投資を下方への振幅 X 、回収を上方への振幅 X とし、周期速度 ω で進行する周期運動と考えてよい。

また、周期運動の記述方法としては、一般に、振幅 X と等しいの大きさを持ち、周期速度 ω に等しい角速度で、反時計方向に回転するベクトル \mathbf{X} で記述されることが多い（図2）⁽²⁵⁾。

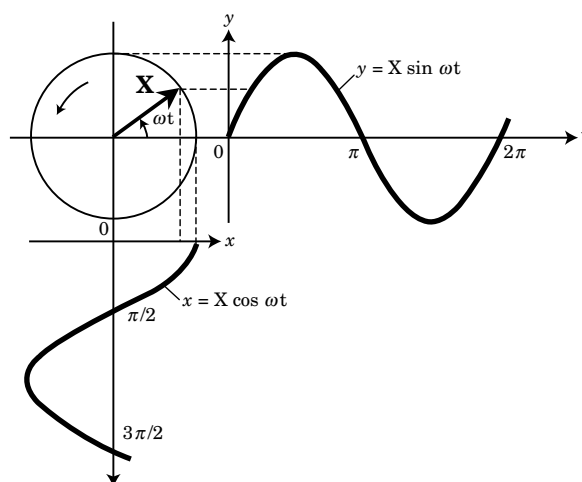


図2 回転ベクトルと振動の関係

ベクトル \mathbf{X} の x 軸となす角度を ωt とすれば、 x 、 y 軸への振幅 X の正射影は、

$$x = X \cos \omega t, \quad y = X \sin \omega t \quad (3)$$

であり、 x 軸を実数軸、 y 軸を虚数軸と考えれば、回転ベクトル \mathbf{X} を、複素数を用いて次式のように表すことができる。

$$\mathbf{X} = X \cos \omega t + j X \sin \omega t = X e^{j\omega t} \quad (4)$$

3.3. フロー・ファミリー

3.1と3.2での議論を踏まえ、この節では、投資・回収のフローを基本運動として、 $X e^{j\omega t}$ で表し、時間微分、あるいは、時間積分によって求められる派生フロー（導関数）を、資源管理、財

務、研究開発、生産、販売といった各種の組織活動として定義する。これらのフローは、量(振幅 X)、周期速度 ω (=組織速度 ω)、隣接する活動との位相差によって、式(5)から式(9)のように記述される。なお、(8),(9)式は積分定数がゼロである特殊解として求めた。

フローの加速度

$$\frac{d^2}{dt^2}(Xe^{j\omega t}) = (j\omega)^2 Xe^{j\omega t} = \omega^2 Xe^{j(\omega t + \pi)} \quad (5)$$

フローの速度

$$\frac{d}{dt}(Xe^{j\omega t}) = j\omega Xe^{j\omega t} = \omega Xe^{j(\omega t + \pi/2)} \quad (6)$$

フローの振幅(基本運動)

$$Xe^{j\omega t} \quad (7)$$

フローの面積

$$\int Xe^{j\omega t} dt = \frac{1}{j\omega} Xe^{j\omega t} = \frac{1}{\omega} Xe^{j(\omega t - \pi/2)} \quad (8)$$

フローの体積

$$\int (\int Xe^{j\omega t} dt) dt = \frac{1}{(j\omega)^2} Xe^{j\omega t} = \frac{1}{\omega^2} Xe^{j(\omega t - \pi)} \quad (9)$$

これらの導関数では、組織速度 ω は同一であるが、振幅はそれぞれ異なる。また、位相は、(7)式の基本運動に対して、(5),(6)式の微分系フローでは進み位相(位相が正)になり、(8),(9)式の積分系フローでは遅れ位相(位相が負)になることがわかる。

微積分演算の経営的な意味としては、微分は、変化率や差異であるから利潤創出の方向であり、高次の微分は利潤によって得たフローの運用によって新たな利潤を創り出す領域を意味する。

一方、積分は、面積や体積であるから、投資によって派生する収益・費用の方向であり、規模を表す領域を意味する。これらは、基本運動が既知であれば、時間に関する微積分演算によって一意に導けることから、フロー・ファミリー(flow family、資金の流れの属)と呼ぶことにする。

フロー・ファミリーによる組織活動の記述では、同一の組織速度 ω を共有しながら、振幅(フローの量)や位相(遅れ進み)が異なる複数のフローによって表現され、また、それらは、一定の位相差 $\pi/2$ (=90°、ライフサイクルの1/4)を保ちながら同期していることを示す。このことは、資源管理、財務、研究開発、生産、販売といった諸活動の領域の差異性ととともに、上流・下流といった価値連鎖⁽²⁶⁾を表している。

図3は、このフロー・ファミリーにおける振幅と位相の関係を、時間領域(横軸を時間軸としたもの)で示したものであり、図4は、同様の内容を、複素平面上(実軸と虚軸)で表したものである。なお、組織速度 ω は、定義式から $0 < \omega < 1$ とした。

IV 損益計算書の複素数表示

この章では、フロー・ファミリーと組織のフローに相当する損益計算書(以下、P/Lと記す)との関連を検討する。

P/Lは、収益、費用、および、利益といったフロー領域を表している。積分形のフロー・ファミリーである売上高や売上高総利益は必ず正値をとるが、微分形のフロー・ファミリーである営業外利益や特別損益は、収益と費用の差であるため正負をとる。そのため、収益と費用が同額である場合フローがゼロになってしまうことから、ここでは、収益側フローのみに着目して議論を進める。

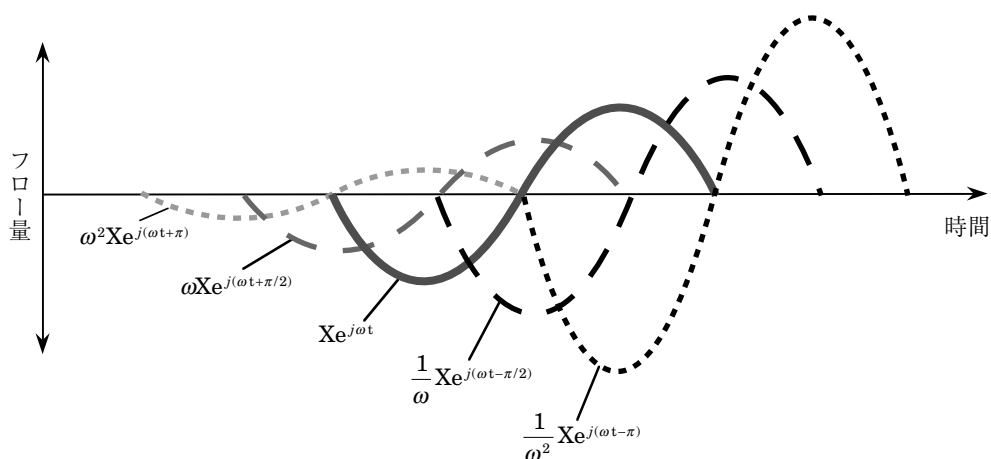


図3 時間領域におけるフロー・ファミリー

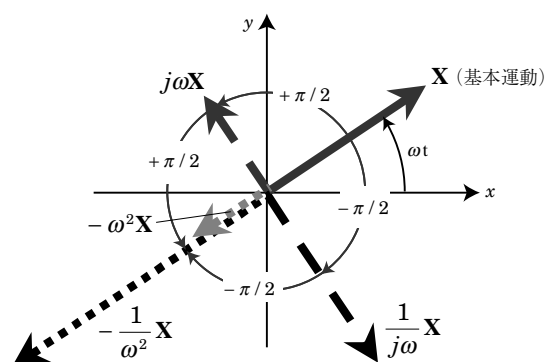


図4 フロー・ファミリーのベクトル表示

4.1. 営業利益

営業利益は、企業本体の営業活動からもたらされた利益であり、企業の本業の利益水準を表している。つまり、基本運動である投資回収の回収である。

回収の大きさは、投資の大きさの他に利益抛出にも依存するが、簡単のため、投資の大きさと同等であると仮定する。また、回収の位相は投資後に発生することから、投資に対して半周期遅れた（位相が π だけずれた）関係になる。

営業利益は、フロー・ファミリーにおける基本運動である(7)式の $X e^{j\omega t}$ に対応する。

4.2. 営業外収益

営業外収益は、受取利息、受取配当金などの財務活動を中心とした外部投資の回収である。このフローを、内部投資への転用と捉えれば、組織内部への投資である研究開発費の増加減、つまり、変化率に相当すると考えられる。位相は、投資より先行するため進み側になる。

したがって、営業外収益は、フロー・ファミリーにおけるフローの速度（1階微分） $d/dt(X e^{j\omega t}) = \omega X e^{j(\omega t + \pi/2)}$ に対応する。ただし、ここでは収益側の議論に限定することとし、図3の振幅を上下反転し上振幅のみに着目する。

4.3. 特別利益

特別利益は、通常の状態ではない臨時的に発生するフローであり、通常は長期間保有する予定である固定資産や有価証券の売却益がそれに当たる。

特別利益を定式化する前に、まず、資産を検討する必要がある。資産はP/L領域では減価償却として表されるから、投資を償却年数で除した変化率であり、特別利益は通常でない変化であるから、2重の変化率と記述できる。なお、特別利益の位相は、サイクルの衰退期から次のサイクルの黎明期にかけてのスクラップ&ビルド

に相当するから、資金調達よりもさらに先行した進み側の位相になる。

以上から、特別利益は、フロー・ファミリーにおけるフローの加速度（2階微分） $d^2/dt^2 (X e^{j\omega t}) = \omega^2 X e^{j(\omega t + \pi)}$ に対応する。ただし、ここでは収益側の議論に限定することから特別利益を扱うこととし、図3の振幅を上下反転し上振幅のみに着目する。

4.4. 売上高総利益

売上高総利益は、売上高から部品購入などの売上原価を引いたものであり、販売費や一般管理費等を含むことから、組織活動の付加価値でもある。

これらの費用は単独で存在するのではなく、投資によって開始される新しい商品の発売準備や製造において発生する費用であるから、投資の後に連鎖的に派生する費用と考えられる。したがって、投資のフローを積分演算して導かれるフローに相当する。位相としては、投資に対し遅れ側の位相になる。

以上から、売上高総利益は、フロー・ファミリーにおけるフローの面積（1階積分） $\int X e^{j\omega t} dt = (1/\omega) X e^{j(\omega t - \pi/2)}$ 、積分定数 $c = 0$ に対応する。なお、売上高総利益は、収益側に分類されるから、図3の振幅を上下反転し上振幅のみに着目する。

4.5. 売上高

売上高は、ある期間に商品売って得た代金の総額であるが、組織内部から見ると、販売費や一般管理費を含む売上高総利益を費やした結果、当然期待できる商品代金である。つまり、売上高は、売上高総利益の後に連鎖的に派生する商品代金であり、位相としては、売上高総利益に対し遅れ側の位相になる。

したがって、売上高総利益は、フロー・ファミリーにおけるフローの体積（2階積分） $\int (\int X e^{j\omega t} dt) dt = (1/\omega^2) X e^{j(\omega t - \pi)}$ 、積分定数 $c = d = 0$ に対応する。なお、売上高は、収益側に区分されるから、図3の振幅を上下反転し上振幅のみに着目する。

4.6. P/L フロー・ファミリー

図5は、フロー・ファミリーとP/Lにおける各財務指標の対応を示したもので、ある時刻におけるフロー・ファミリーの構成も表している。本モデルでは、収益側フローに限定したことから、営業利益以外の4つのフロー・ファミリーは、図3に対し上下反転し上振幅のみに着目したものである。

振幅の大きさについては、(2)式の定義から、組織速度 ω を $0 < \omega < 1$ としている。すなわち、振幅の大きさは、営業利益 X を基準として、売上高 $(X/\omega^2) > 売上高総利益(X/\omega) > 営業利益 X > 営業外収益(\omega X) > 特別収益(\omega^2 X)$ となる。また、位相としては、図3、図4でも示すように、

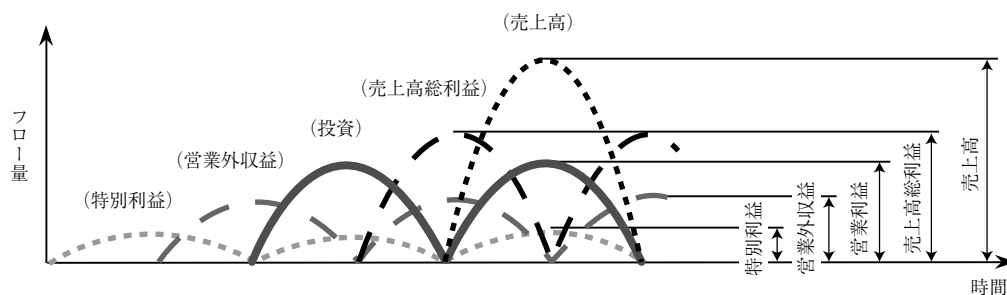


図5 損益計算書におけるフロー・ファミリー

特別利益($-\pi$) \rightarrow 営業外収益($-\pi/2$) \rightarrow 投資(± 0) \rightarrow 売上高総利益($+\pi/2$) \rightarrow 売上高($+\pi$)と連鎖しつつ進行する様子がわかる。

このモデルから、以下のようなフローの性質が推定できる。

- (1) 単一事業しか持たない組織⁽²⁷⁾であっても、売上高・営業利益・特別収益は、同位相であるからフロー間の大きさの比率は安定する。売上高総利益は、売上高に対し位相が進み側になるため成長期に大きくなる。営業外フローは、成長期には費用フローが、成熟期には収益フローが大きくなる。
- (2) 複数の事業が並行する場合は、それぞれの事業がフロー・ファミリーを構成し、ファミリーとファミリーの間での位相ずれを保ちながら進行する。したがって、複数の事業の和として記述される P/L では、成長期、成熟期、衰退期それぞれのフローの和となるため、フローの大きさは位相による影響が相殺され同位相で進行すると近似的に考えてよい。

V 計算値と財務データの一致性

この章では、モデルの検証として、フロー・ファミリーの計算値と企業の P/L 財務データの一致性を確認する。

5.1. 計算フロー・ファミリー

いままでの議論から、フロー・ファミリー内部における各フローは、以下の3つの項目によって記述が可能である。

- (i) フローの大きさ(振幅 X)
- (ii) フローの速さ (組織速度 ω)
- (iii) フローの位相 (位相 ± 0 、 $\pm \pi/2$ 、 $\pm \pi$)

本分析では、これらの3項目について、以下の

ように扱うこととする。すなわち、

- (i) フローの大きさには、規模の影響が加わるため、それを消去する必要があるが、ここでは、売上高を1.0とし売上高比率によって各フローを表す。
- (ii) フローの速さは、財務データから求められる組織速度 $\omega = \sqrt{\text{研究開発費} / \text{売上高}}$ を既知として用いる。
- (iii) フローの位相は、4.6(2)での議論から、複数の事業を擁する大企業を対象とした場合、近似的に同位相で進行すると考えられるから、位相による影響を省略する。

したがって、フロー・ファミリーの計算値は、

- (i) フローの大きさのみに着目して、それぞれの組織速度 ω を算出した後に、(5)~(9)式によって求めたフローを売上高比率で表した値を用いることとする。

5.2. 財務データサンプル

分析データとしては、日経NEEDSの企業財務データの、95年、90年、85年のデータを用いる。対象企業としては、研究開発に積極的である電気業界の中から、大手6社(日立製作所、東芝、富士通、NEC、SONY、三菱電機)の対象とする。なお、松下電器産業については、単独での研究開発費が公開されていないため対象外とした。

参照する費目としては、売上高、売上高総利益、営業利益、営業外収益、特別利益の収益側のフロー・ファミリーと、組織速度を求める際に必要である研究開発費を参照する。

本分析で用いる財務データは、売上高では、3兆7410億円(日立95年)から1兆710億円(SONY85年)と3.5倍程度の範囲であり、組織速度 ω では、 $\omega = 0.349$ (富士通95年) から $\omega = 0.192$ (SONY95年) と1.5倍程度の範囲にある。

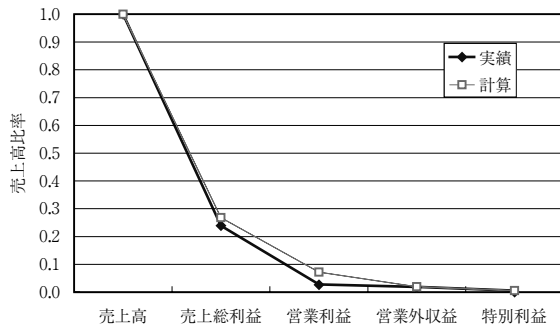


図6-a P/L財務値と計算値の比較（日立95年）

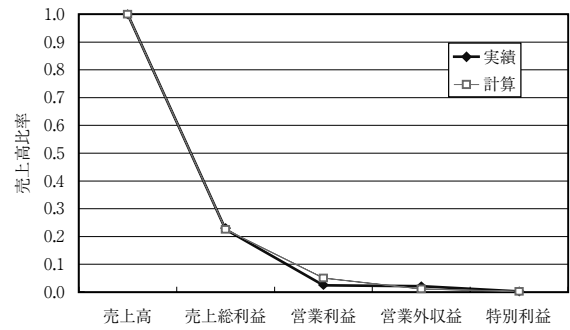


図6-b P/L財務値と計算値の比較（東芝95年）

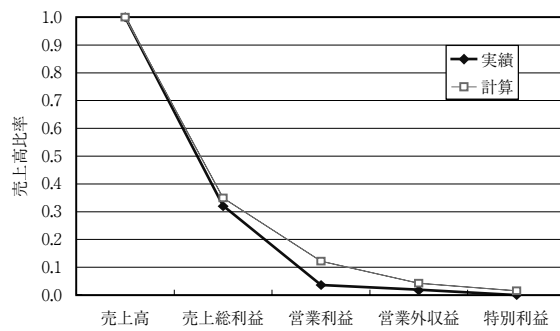


図6-c P/L財務値と計算値の比較（富士通95年）

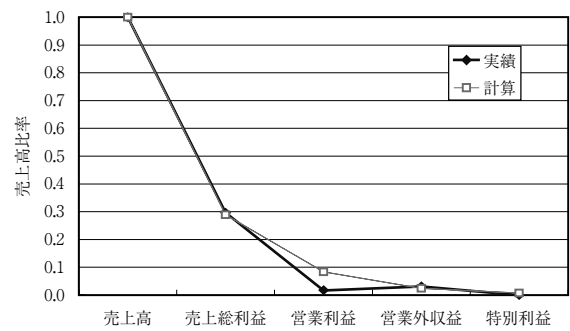


図6-d P/L財務値と計算値の比較（NEC95年）

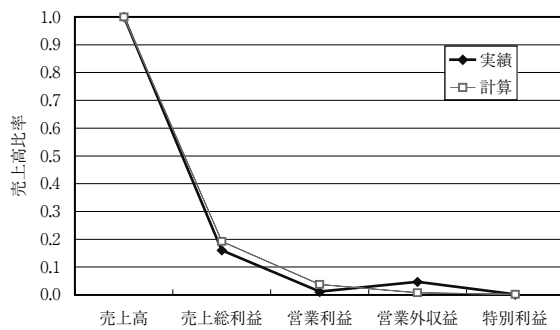


図6-e P/L財務値と計算値の比較（SONY95年）

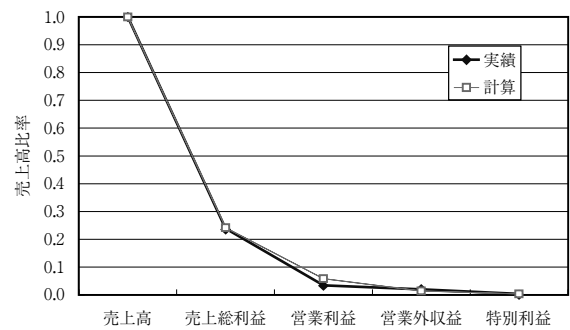


図6-f P/L財務値と計算値の比較（三菱95年）

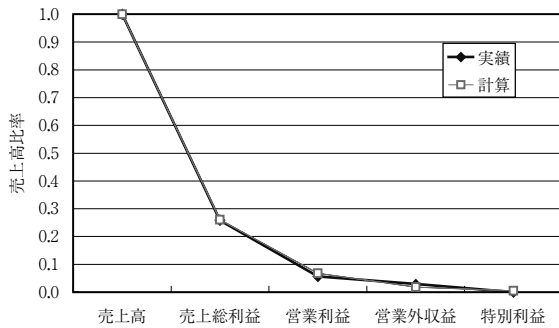


図7-a P/L財務値と計算値の比較 (日立90年)

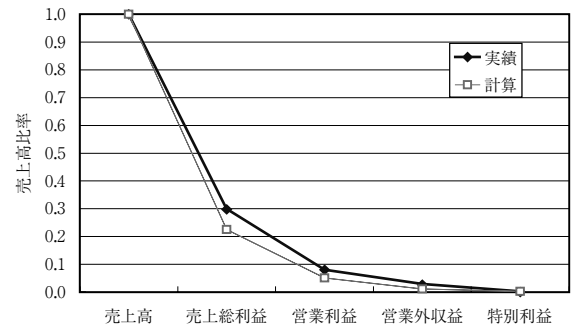


図7-b P/L財務値と計算値の比較 (東芝90年)

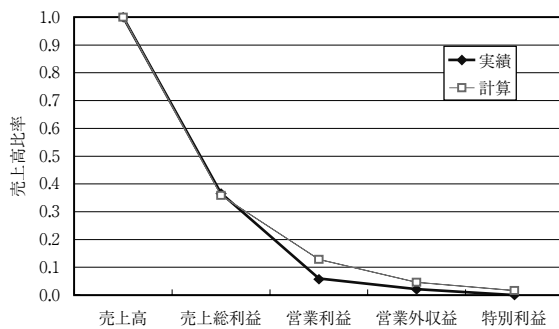


図7-c P/L財務値と計算値の比較 (富士通90年)

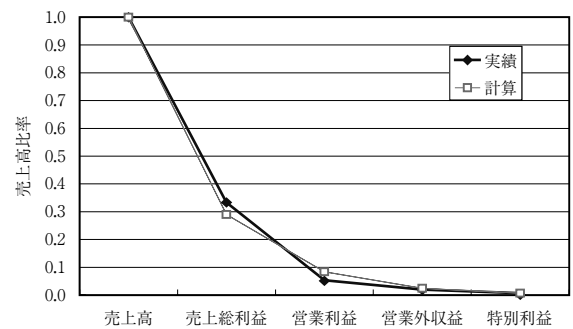


図7-d P/L財務値と計算値の比較 (NEC90年)

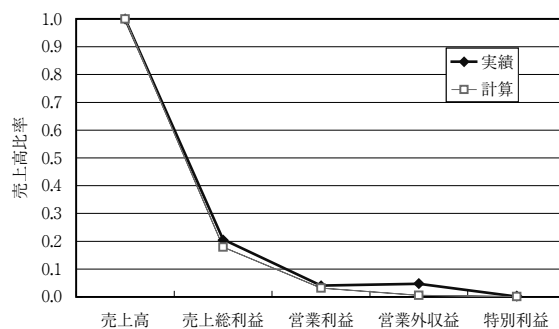


図7-e P/L財務値と計算値の比較 (SONY90年)

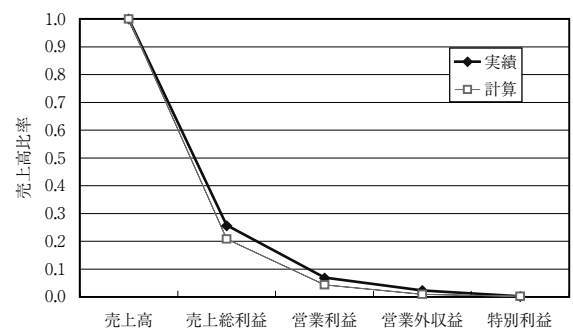


図7-f P/L財務値と計算値の比較 (三菱90年)

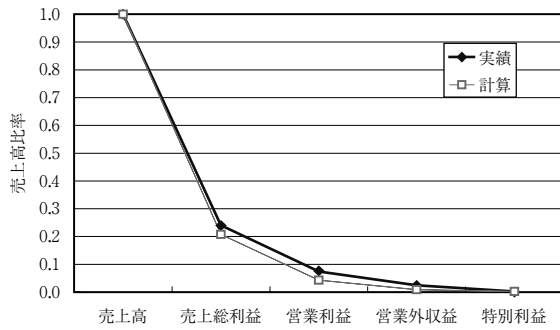


図8-a P/L財務値と計算値の比較（日立85年）

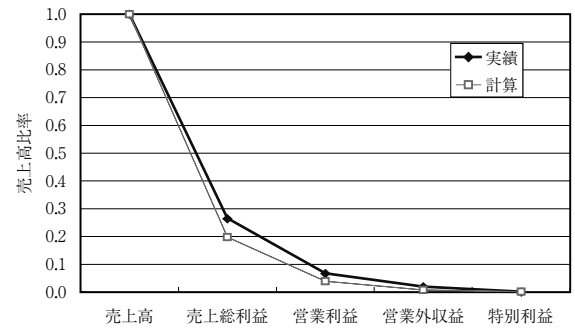


図8-b P/L財務値と計算値の比較（東芝85年）

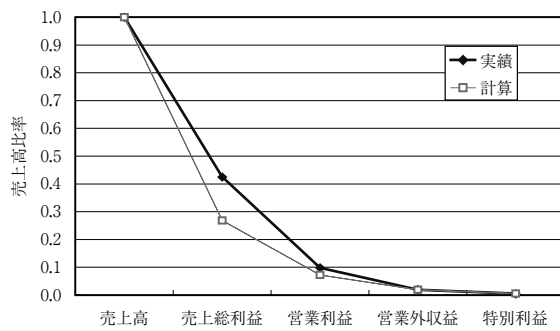


図8-c P/L財務値と計算値の比較（富士通85年）

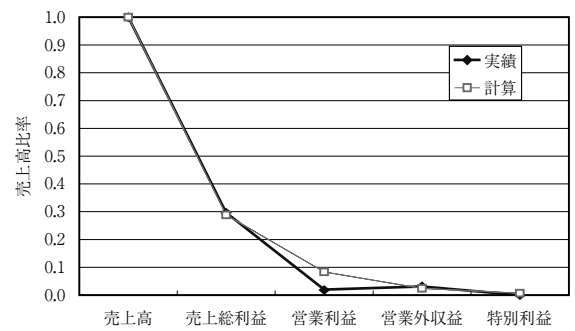


図8-d P/L財務値と計算値の比較（NEC85年）

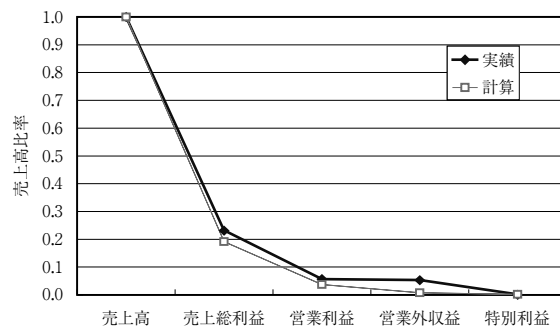


図8-e P/L財務値と計算値の比較（SONY85年）

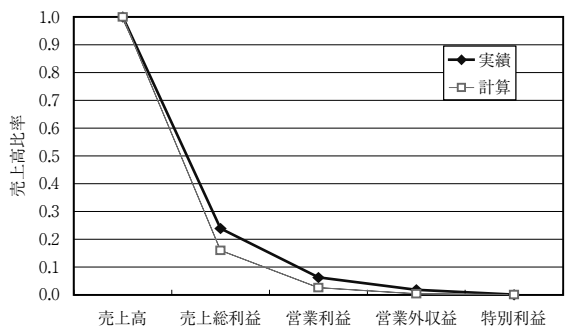


図8-f P/L財務値と計算値の比較（三菱85年）

5.3. 一緻性評価

図6の(a)~(g)図は、95年の6社のフロー・ファミリー（売上高、総売上利益、営業利益、営業外収益、特別利益）について、本モデルでの計算値と企業財務データの比較を示したものである。同様に、図7に90年、図8に85年の比較を示す。

一緻性の評価は、各フローの売上高比率で行うが、視覚的に把握しやすいように、各フローの売上高比率を補助線で結んだ。したがって、補助線の重なり度合によって、計算値と財務データの評価することができる。

図6、図7、図8における各フローの計算値と実績値は、売上高比率の補助線の重なり度合がほぼ±10%以内に収まっていることから、傾向的一緻性が認められる。

また、計算値と実績値の乖離については、好景気であった85年では（計算値<実績値）の傾向があり、不景気である95年では（計算値>実績値）の傾向があることから、景気変動の影響が表れていると考えられる。

VI 結論

以上、進めてきたモデル化における議論や、データによる検証から、以下の知見を得た。

- (1) 投資・回収のフローを正弦波周期運動に単純化し、そこからの派生するものとして各種組織活動を捉えた。その上で、投資・回収のフローを複素数表示によって定式化し、時間に関する微積分演算によってフロー・ファミリーを導き、それらと各種組織活動を対応させた資金フローモデルを提示した。
- (2) 同モデルによるフロー・ファミリーの計算値と財務データとの比較を行い、傾向的一緻性が認められたことで、本モデルの妥当性についての見通しを得た。

VII 今後の研究

今後の研究としては、投資・回収の正弦波運動を基本としつつ、ストックの議論を行う予定である。将来便益をもたらす資産は、物理学におけるポテンシャルエネルギーや保存力に対応し、力の概念に相当する。つまり、投資・回収の正弦波運動において、資産、負債、資本、利益などがどのような構成になるかといった問題に帰着する。これらについては本論の範囲を越えるため、次報で行う予定である。

謝辞

本論をまとめるにあたり、鈴木雪夫先生、植之原道行先生、織畑基一先生、春田尚徳先生、松谷泰行先生に貴重な助言や励ましを頂きました。ここに心から感謝の意を表します。

注・文献

- (1) 三浦吉孝 “市場と組織の共振に関する研究” 多摩大学研究紀要 No.4 pp.49-58 2000
- (2) Schumpeter は、The theorie der wirtschaftlichen 1912 Entwicklung (中山伊知郎、東畑精一訳『経済発展の理論』1937 岩波書店)のなかで、経済発展を、新結合 (new combination) すなわち、新商品、新生産方式、新市場、新資源、新組織によって通常の循環から乖離するとしている。また、Business Cycles - A Theoretical, Historical and Statistical Analysis of the Capitalist Process 1939 McGraw-Hill (吉田昇三監修 金融経済研究所訳『景気循環論』1958 有斐閣)では、企業主体による革新 (innovation) + 信用創造 (credit creation) の遂行によって経済発展が進行すると主張した。
- (3) E.Mosekilde, E. R. Larsen, J. D. Sterman, J. S. Thomsen Nonlinear Mode-Interaction in The Macroeconomy Annals of Operations Research 37(1992) pp. 185-215 コンドラチェフ循環を基本波として、それにクズネツツ循環、あるいは、チキン循環を外部入力として挿入するこのモデルでは、これら2つの正弦波の連成によるリサージュ図形が現れるとし、それらの周期が一定の比率になる

- 場合に共鳴現象(モードロッキング)が生じ、コンドラチュフ循環の周期が40%伸長されるとするシミュレーション結果が報告されている。この共鳴現象の近傍にはストレンジアトラクターやカオスが存在することも提示された。
- (4) W. Weidlich, G. Haag “The Schumpeter Clock” Concepts and Models of a Quantative Sociology - The Dynamics of InteractionPopulation- 1983 Springer-Verlag (寺本英, 中島久男, 重定南奈子訳 第5章投資の不均衡理論Schumpeter時計『社会学の数学モデル』1986 東海大学出版会 pp. 150-185) Weidlichは、SchmpeterやHicksの論じる社会現象としての景気循環に、非減衰振動=リミットサイクルの物理モデルを適用するにあたって、以下のような4つの制限を課している。(i)部門の制限、広く私的、公的な産業組織を対象とする。(ii)空間の制限、統計の対象となるような大きな集団を対象とする。(iii)機能の制限、産業界の投資家と競争条件下での戦略的行動に重点を置く。つまり、マクロ的総貯蓄と総投資の差といった需要側からの誘因を考慮しない。(iv)時間的制限、長期にわたっての経済発展のなかでの局面の連続性=景気循環に着目する。
- (5) J.E.Stiglitz ECOMOMICS 1993 W. W. Norton & Company(藪下史郎, 秋山太郎, 金子能宏, 木立力, 清野一治訳『スティグリッツ・マクロ経済学』東洋経済新報社1995 pp. 656-668) 伝統的の景気循環論としては、サムエルソン (Samuelson) は内生的な乗数・加速度原理によるものとして、技術革新の影響を認めていない。マネタリストや新古典派も技術革新よりも政府投資の影響を重視している。一方、リアルビジネスサイクル理論では、供給サイドに対する外生的ショックとして技術革新を捉えている。また、新ケインズ派では、技術革新が外生的ショックとして与えられた後に、内生的にそれが増幅されると考えている。
- (6) 科学技術庁 『科学技術白書 平成6年度版』 大蔵省印刷局 1994 pp. 280-283
- (7) 通商産業省産業政策局 『総合経営力指標～定性要因の定量的評価の試み 製造業編平成8年度版』 大蔵省印刷局 1996 pp. 116-118
- (8) Foster N. R, Lawrence H. L, R L. Whiteley, A M. Kantrow “Improving the Return on R&D - I” Research Business V. 28 Iss. 1 Jan-Feb 1985 pp. 12-18 第1項をR&D生産性、第2項をR&D投資収益率としている。しかし、両項に含まれる技術進歩の計量は難しいため、両項を通し技術進歩を消去したR&Dリターン=事業成果/R&D投資による計量となる。なお、事業成果は利益、NPV、R&D投資に対する期待利益などで定義する。
- (9) 植之原道行, 篠田大三郎『研究・技術マネジメント』コロナ社 1995 pp. 116-125 生産性について、会社全体の総合生産性、評価が困難な研究開発のみに限定した研究生産性、評価がしやすい製品実用開発プロジェクトを対象としたプロジェクト生産性の3つを定義している。これらの生産性は、売上高研究開発費の逆数であり、本論での組織速度の逆数の2乗であり、概念的に接近したものである。
- (10) Lee, I and L. Wilde “Market Structure and Innovation: Reformulation” Quarterly Journal of Economics Vol.94 (March) 1980 pp. 427-436 このモデルは、前年に提出されたRoury “Market Structure and Innovation” Quarterly Journal of Economics Vol. 93 (August) 1979 pp. 395-410 の修正という形で出されている。モデルの前提は、(i) n 個の企業が毎年 v なる収益をもたらす研究開発を競争する。ただし最初に開発に成功した企業のみが利益を手中にでき、2番手以降の収益は無い。(ii) 企業 i は $t = 0$ 時点で研究開発投資を行う。Lee, I and L. Wildeは、ここの前提を毎年研究開発投資を行うとし、異なる結論を導いた。(iii) 研究開発に関する不確実性には、研究開発そのものの成功に関する不確実性(確率モデル)と、市場において1番手になる不確実性の2種類が想定される。この2つ確率の積による確率モデルを提示している。
- (11) 植之原, 篠田 前掲 pp. 123 図 16.2 開発プロジェクトの入力と出力の関係 から引用。
- (12) W. Weidlich, G. Haag 前掲書 邦訳 pp. 12-21 自然科学で用いる数学的方法を社会科学に持ちこむ Synergetics=シナジェティクスでは、物理学の概念を社会学に適應するための準備として以下の議論を行う。すなわち、物理システムは多数の単位から構成され、それぞれの単位は異なった状態をとることが可能である。そして、システムの変動は、それぞれの単位が状態を遷移することで起こると捉える。そこで、システム全体の記述として適切な巨視的変数を導入してやれば、運動方程式あるいは遷移確率として記述が可能であるとの立場をとる。一方、社会現象も多数の構成員からなっていて、それぞれが異なった態度や行動の状態をとり、さらに社会全体の変動も、構成員の状態の変化に関連しており、やはり適切な巨視的変数たとえば平均的態度などを導入することで記述される。したがって、以下のような同形性が確定できれば、自然科学的考え方を社会学に持ちこむことが可能で

- ある。(1)システムの構成単位の対応性、(2)構成単位の状態間遷移についての両システムでの対応性、(3)導入する包括変数の両システムでの対応性。
- (13) 研究開発とバネの類似性では、組織における研究開発は、(a)組織内部への投資、(b)開発サイクルの高速化、(c)書類・発表による知識の高伝達性などの性質を有し、組織活動の中核的部分である。一方、力学系におけるバネは、「強さ(stiffness)」を表し、(A)エネルギーの蓄積、(B)高周波側へ固有周波数の変調、(C)エネルギーの高伝達性などの属性を有し、やはり振動系にとって質量とともに2大要素であり、研究開発とばねの類似性が直観的にも把握できる。なお、質量概念については、物理学においても明確でない部分がある。ニュートンの定義では、「質量とは密度と体積の相乗積である」としたが、マッハは、循環理論として批判し、第3法則・作用反作用 ($\mathbf{ma} = -\mathbf{m}'\mathbf{a}'$) から“2質点の質量の比とは互いに与え合う加速度の比の逆数に負号をつけたもの”とした。アインシュタインは、 $\mathbf{E} = mc^2$ を導き、質量 m は速度とともに増加している。小林は、第2法則 ($\mathbf{f} = \mathbf{ma}$) から“質量は物体の動きにくさ、あるいは、物体の中身の量を表している”としている。(小林稔“ $\mathbf{f} = \mathbf{ma}$ は力の定義か、質量の定義か”丸善 パリティ 9月号 1992)
- (14) 三浦 前掲 pp. 54 組織への流入流出については、利益抛出率 $\zeta = (\text{一営業外損益} + \text{当期利益}) / (\text{総資産} \times \text{組織速度})$ で表し、 $\zeta < 0$ で流入・成長を、 $\zeta > 0$ で流入・縮小となる。
- (15) 浦川卓也 『市場創造のための研究開発マネジメント-R&D生産性をどう高めるか-』1996ダイヤモンド社 pp.115-117 スピードアップの為の現実的方策として、(1)同時並行開発(コンカレントエンジニアリング)、(2)専任プロジェクト(タスクフォース)、(3)要素技術開発の同期化、(4)Process Decision Program Chart、(5)IT技術、を挙げている。
- (16) 藤原邦男 『物理学序論としての力学』1984 東京大学出版会 pp.77 $\omega \equiv \sqrt{(\mathbf{k}/m)}$ として、定義としている。これは重力 $\mathbf{F} = m\mathbf{g}$ (ニュートンの第2法則) とバネ力 $\mathbf{F} = \mathbf{k}\mathbf{x}$ (フックの法則) を結びつけ、 $\mathbf{g} = d^2\mathbf{t}/dt^2$ ($\mathbf{X}e^{j\omega t}$) $= \omega^2(\mathbf{X}e^{j\omega t}) = \omega^2\mathbf{x}$ であるところから導かれる。
- (17) 共振モデル (前掲[1]) では、 $\omega = \sqrt{\{(\text{研究開発費} + \text{設備投資}) / \text{売上高}\}}$ と定義したが、ここではフロー領域の議論であるため、ストック領域(資産領域)としての性質が強い設備投資の項を落とし、新たに $\omega_f = \sqrt{\{(\text{研究開発費} / \text{売上高})\}}$ とした。
- (18) 本論では、フローを組織内部の余裕資金の流れと定義し、フロー・ファミリーを包含し、また、収益(revenue)や費用(expense)に類似した概念で用いる。資産概念の含まれる運転資金、あるいは、支払能力を強調したキャッシュとは区別する。貨幣における諸側面の中では(交換手段、支払手段、貯蓄手段、価値測定手段、計算手段)、計算手段に近い性格を与えている。
- (19) 森川八洲男編 『会計学用語辞典』1998 税務経理協会 “利益”には、損益法による期間利益(=期間収益-期間費用)と、財産法による期間利益(=期末資本-期首資本)が定義されており、両者は一致する。
- (20) 青柳文司 『現代会計学』1974 同文館 pp. 168-185 原因説では目標となる利益概念を前提とし購買力・実現・継続の公準を用い後入先出法や定額法を用いて目標利益を測定する。結果説では実現・貨幣・継続の公準から収益と費用を介して結果的に利益を規定する。代理説は企業実態に即しているが理論的基礎は十分でない。
- (21) 青柳 前掲 pp. 100-105 資金概念の発達は、資産の将来便益をどのような見方で測定するかというところから、貸借対照表を財産状態の表示と見るアセット・アプローチ、資産をコストのプールないし未償却原価と見るコスト・アプローチが出された後に、資産も貨幣の変形であるとの見方をするファンド・アプローチが提示された。
- (22) 岩井克人 『貨幣論』1998 ちくま学芸文庫 pp. 170-173 「貨幣とは、一般的な交換の媒介として、商品と商品の直接的な交換を、商品と貨幣と交換する売り、貨幣と商品を交換する買いに分離する。だれも自分が売ったからといって、すぐには買わなければならないことはない」というマルクス(『資本論』国民文庫 第1巻pp. 127)を引用し、売りと買いの間に時間という楔を打ち込み、総需要と総供給とが互いに独立するとしている。本論においては、この「売りと買いの間の時間領域」が単一ではなく複数の領域があると見て、そのことが、資源管理、財務、研究開発、生産、販売といった多様な組織活動=取引に対応すると読み直している。
- (23) 岩井 前掲 pp. 200-201 「貨幣が今まで貨幣として使われてきたという事実によって、貨幣が今から無限の未来まで貨幣として使われていくことが期待され、貨幣が今から無限の未来まで貨幣として使われていくという期待によって、貨幣が実際に今ここで貨幣として使われる。ここでは、日常的な意味で時間の先後関係がまさに宙づりにされ、因果の連鎖が無限の円環をなしている。過去と未

来との分水嶺としての現在が、それまでの現在を過去へと送り込みながら未来に向ってつき進んでいく。貨幣が貨幣となることが時間を生み出しているといってもよいだろう。貨幣とは時間なのである。」本論においては、この著述を、「時間によって構成される関数」として対応させた。

- (24) 青柳文司 『会計理論の基礎知識』1982 中央経済社 pp.12-15 多義性の原因として、以下のようなさまざまな理論構成が挙げられる。すなわち、職能論からは財務会計と管理会計があり、基準論からは取得原価・修正原価・現在原価がある。公準論からは会計原則が導かれ、主体論からは資本主理論と企業体理論、管理者理論と資金理論が提示され、責任論からは社会責任会計・企業社会会計が展開されている。
- (25) 入江敏博 『機械振動学通論』 1969 朝倉書店
- (26) Michael E. Porter Competitive Advantage 1985 Free Press (土岐坤、中辻萬治、小野寺武夫訳『競争優位の戦略』1985 ダイヤモンド社 pp.49-77) Porter は、組織活動のなかで、購買物流以降の活動について価値連鎖を適用しているが、資源管理や研究開発は、価値連鎖全般に掛けての支援としている。また、財務活動については言及されていない。本モデルは、これらの組織活動すべてについて、基本運動から派生し連鎖するものと考ええる。

- (27) 単独のフロー・ファミリーにおいては、営業利益は周期の半分の期間しか期待できないためスクラップ&ビルドとなる。組織規模を維持する為には複数の事業が一定の位相差を保ちながら並存する必要がある。複数の事業間の位相差は、PPM (ポート・フォリオ・マネジメント) 的資源配分を意味し、これの積極的な活用によって成長と縮小の周期性を平準化し、組織規模の長期的均衡を保つことができる。

著者プロフィール

三浦 吉孝 (みうらよしとか)

1960年生まれ。北海道出身。

北海道大学工学部精密工学科卒。

日産自動車(株)パワートレイン技術開発試作部。

日本経営システム学会、経営情報学会会員。

多摩大学院博士課程。