
会計情報システムと 複雑適応系に関する一考察

荒 井 義 則

1. は じ め に

本論文では、会計情報システムが複雑適応系であることを示し、その特性を考察する。前稿「会計情報システムと複雑系に関する一考察¹⁾」では、会計情報システムが複雑系であることを示し、その発展を考察した。複雑系と複雑適応系は、概念的には異なったものであるが、密接な関係を持つと考えられるので、本稿においても複雑適応系としての会計情報システムを考察する。

2. 複雑系と複雑適応系

複雑系についても複雑適応系についてもいくつかの定義があり、したがって両者の相違を考察するのはそう単純ではないが、どのような立場においても、複雑系はその系の複雑さそのものを問題にしているのに対して、複雑適応系は情報の処理のしくみに着目してその系を考察するものである。²⁾

ここでは、複雑適応系について考察する。マレー・ゲルマンは複雑適応系について、地球上の生命の起源、生物の進化、生態系のなかでの生物の行動、

哺乳動物の免疫システムの働き、動物（人間を含む）の学習と思考、人間社会の進化、金融市場における投資家の行動などの過程で共通する特徴があるとして、「それぞれの複雑適応系が、自らを取り巻く環境と、自分とその環境との相互作用に関する情報を得て、その情報のなかに規則性を見出すこと、そしてそれらの規則性を一種の『スキーマ』あるいはモデルへと圧縮し、そのスキーマをもとに現実の世界で行動することである。どの場合でも、さまざまなスキーマが競い合っており、現実の世界での行動の結果がフィードバックされて、これらのスキーマ間の競合に影響を与える³⁾。」と述べている。

また、ジョン・ホランドは複雑適応系についてマレー・ゲルマンとは別の定義を与えている⁴⁾⁻⁸⁾。ジョン・ホランドの定義によると、複雑適応系とは多数の「適応的エージェント」からなるシステムであり、以下に述べる4つの属性と3つのメカニズムを持つシステムである。4つの属性とは、

- ① 集合的特性 (aggregation)
- ② 非線形性 (non-linearity)
- ③ 流れ (flows)
- ④ 多様性 (diversity)

であり、3つのメカニズムとは、

- ① 標識化 (tagging)
- ② 内部モデル (internal models)
- ③ 積木 (building blocks)

である⁹⁾。

「集合的特性」とは、システムを構成する多数の適応的エージェントが関与し合うことによって生じる集合の特性である。また、「流れ」とはエージェント間の情報の流れであり、「標識化」とは集合体の形成を促進する一種の標識である。「内部モデル」とはマレー・ゲルマンの複雑適応系における「スキーマ」にあたるもので、これにより複雑適応系はさまざまな変化にも適切に応じ、一貫性を保っている。「積木」というメカニズムは、エージェ

ントがさまざまな行動を起こす際によく使われるような行動を構成要素としてとっておき、それを積木のように組み立てて使うことができることを意味¹⁰⁾している。

なお、ジョン・ホルランドの複雑適応系における「適応的エージェント」はマレー・ゲルマンの複雑適応系に等しいと考えられる。すなわち、マレー・ゲルマンの複雑適応系が多数集まったシステムがジョン・ホルランドの複雑適¹¹⁾応系である。

複雑適応系は情報の処理に注目した概念なので、情報を扱う会計情報システムに適用するにはふさわしい概念である。

3. 会計情報システム

¹²⁾
前稿では会計情報システムの概念を次のように考えた。

1. コンピュータを中心とする情報通信技術をもとにした情報ネットワークであること。
2. 意思決定を支援するシステムを含み、意思決定者および意思決定グループに有用であること。
3. 意思決定者ないし意思決定グループのデータに対応する応答を扱うフィードバック機構を持つこと。
4. 意思決定者ないし意思決定グループも重要な要素の1つであること。
5. システムの運用、保守および改良をするシステム要員も重要な要素であること。
6. ハードウェア、ソフトウェアの新しい技術や会計情報システム論および会計学、情報理論、行動科学などの関連諸科学の新しい成果を取り入れることが可能なオープンシステムであること。
7. ハードウェア、ソフトウェアおよび人的資源が有機的に結びつけられていること。

本論文でも同様に考えるが、この場合構成要素はハードウェア、ソフトウェア、人間の3つとなる。人間の中には意思決定者ないし意思決定グループが属するわけであるが、これらには内部と外部の二種類が存在する。外部の意思決定者ないし意思決定グループとしては、例えば株式市場における投資家などが考えられるが、株価の形成を通じて企業に影響を及ぼすので、会計情報システムの重要な要素と見なすことも可能であるが、一方で企業に対する環境と見なし、株価への影響についても環境からの影響と見なすことにより、会計情報システムの外側に（環境として）おくこともできる。どちらの立場でも考察は可能であるが、ここでは会計情報システムの外側におく立場をとることにする。すなわち、構成要素としての人間は、システムの保守、運用、改良にあたるシステム要員と内部に存在する意思決定者ないし意思決定グループということになる。

4. 複雑適応系としての会計情報システム

会計情報システム全体を考える前に、コンピュータがマレー・ゲルマンの複雑適応系となりうるかどうか考察しよう。ゲルマンは「コンピュータは複雑適応系として機能することができる。ハードウェアをそう働くように設計するか、ふつうのハードウェアをもつコンピュータを学習する、適応する、あるいは進化するようにプログラムするのである。これまでこのような設計、あるいはプログラムの多くは、何らかの生きている複雑適応系の働きを簡易化して、それをまねることで作られている。¹³⁾」と述べている。そして「コンピュータ複雑適応系としてよく知られているものの1つがニューラルネットワーク¹⁴⁾で、ソフトウェアとハードウェアのどちらでも実行できる。」と例を挙げている。

一方、会計情報システムに関連して、南澤は「道具であるコンピュータの性能が随分良くなってきたが、現在および近い将来の段階ではまだまだ未発達

のものであるということ。¹⁵⁾」と述べ、さらに「経営の意思決定といった社会的、経済的、人間的要素等も大きく含んだ複雑な意思決定ということになると、まだまだ到底人間にはかなわない（自動制御のように限られた、しかも物理的な面においては現在でも自ら情報を検出し、判断、意思決定を行った上、制御行動さえしてしまう場合があるが）。¹⁶⁾」と述べている。

すなわち、現在および近い将来、コンピュータが経営の意思決定を行うといったことは不可能であり、あくまでも意思決定支援システムとして機能するということであるが、レベルは異なるにせよゲルマンの言うように自らスキーマを変更するコンピュータが存在するし、最近の「エージェント^{17), 18)}技術」の進歩を考慮すると、経営意思決定とは異なったレベルでの複雑適応系としてのコンピュータを考えることは可能であろうし、本論文においては、会計情報システムにはシステムを運用、保守、改良するシステム要員も含めて考えているので、コンピュータ自身にはスキーマを変更する能力がなくとも、人間によってソフトウェアを変更することなどによりスキーマを変更することができるので、コンピュータ自身は複雑適応系になれなくても、システム要員とコンピュータからなる系はゲルマンの言う複雑適応系あるいは適応的エージェントとなることは可能である。ゲルマンはこのようなシステムを「人間がループの中にいる」複雑適応系と呼んでいる。¹⁹⁾

コンピュータについて考察したので、次は会計情報システム全体について考察する。会計情報システムをマレー・ゲルマンの複雑適応系と見ることも可能であるが、ここでは会計情報システムがジョン・ホルランドの複雑適応系となっていることを示す。会計情報システムにおいて適応的エージェントとなりうるのはコンピュータ（ハードウェア、ソフトウェア）と人間（システム要員、内部の意思決定者ないし意思決定グループ）である。

(1) 集合的特性

会計情報システムの集合的特性は「高度な経営意思決定」である。²⁰⁾ 簡単な

意思決定であれば、コンピュータがなくとも可能であろうが、複雑で高度な経営意思決定においては、コンピュータによる意思決定支援システムは不可欠である。会計情報システムに属する適応的エージェントが有機的に結びついてこそ高度な意思決定をより正確に下すことができる。

(2) 非線形性

前稿では非線形性を示すのに「入力と出力のあいだに線形性（入力と出力の間における一義的な決定性やある種の比例性）をもたない柔軟で多義的な²¹⁾反応²²⁾」という定義を用いて非線形性を示したが、ここでは別の面から考察する。

線形システムの特徴の1つは重ね合わせの原理が適用できることである。システムを構成要素に分解し、ひとつひとつの要素の振る舞いを求めて、その後それらをすべてたし合わせればシステム全体の振る舞いがわかるというのが線形システムの特徴である。それでは会計情報システムではどうであろうか。(1)でも述べたとおり、会計情報システムでは各構成要素が有機的に結びついて初めて高度な意思決定が可能である。各要素をバラバラに分解してしまえば、高度な意思決定という概念自体も消えてしまう。その意味では、会計情報システムにおける意思決定は創発的な性質である。したがって、会計情報システムは非線形なシステムと考えられる。

(3) 流れ

現在では、会計情報システムは業務統合型会計情報システムの段階に達している。²³⁾このシステムでは、情報は各業務システムから独立した取引データベースに保存され、各業務システムはこの取引データベースからデータを引き出すことになる。会計情報システムもまずこの取引データベースからデータを引き出し、加工して意思決定に役立つ情報として意思決定者ないし意思決定グループに提供される。意思決定者ないし意思決定グループのデータに

対する応答のフィードバック情報がコンピュータシステムに伝えられる。意思決定の過程における情報の流れはこのようになっているが、各過程でシステム要員がかかわるのは明らかである。

意思決定の情報の流れとは別に、ハードウェアやソフトウェアを改良するための情報も会計情報システムに入力されるが、これは取引データベース以外からの入力为主で、システム要員が情報を集収し、システムの改善をはかることになる。大規模な改善にはかなりの予算が伴うので、企業経営者等の意思決定が必要となる。これがシステムを改善、発展するための情報の流れである。

このように、会計情報システムにおける情報の流れは二種類となる。

(4) 多 様 性

会計情報システムを構成する適応的エージェントはコンピュータ（ハードウェア、ソフトウェア）と人間（システム要員、意思決定者）であり、構成要素は多様である。

(5) 標 識 化

集団の形成を促進する具体的な標識は存在するとは限らないが、会計情報システムという概念自体が集団の形成を促進していると考えられる。このような概念があるからこそ、会計情報システムという集団が成立しうるのである。その意味では具体的な標識（例えばバッジや旗）ではないが、これを標識化と考えてよいのではないか。具体的な旗ではないが、「会計情報システム」という旗の下に構成要素が集まると考えればよい。

(6) 内部モデル

内部モデル（スキーマ）に関しては、各適応エージェントによって異なると考えられる。

意思決定者ないし意思決定グループの内部モデルは、提供された情報をもとにして経営意思決定を下す方法論である。²⁴⁾これらは下した意思決定の善し悪しにより変更を受ける。

システム要員の内部モデルはハードウェアやソフトウェアの技術、会計情報システム論および関連諸学科の知識といったものが内部モデルとなる。これらの技術や学問の進歩が取り入れられ、内部モデルは変更されていく。

コンピュータ（ハードウェア、ソフトウェア）の場合、システム要員が変更する場合には単独では適応的エージェントになれず、システム要員と1つの系として適応的エージェントとなるので、内部モデルそのものはコンピュータ単独では持てない。適応的エージェントとなれるソフトウェアやハードウェアは、その内部モデルは個々に異なっている。

以上が会計情報システムの内部モデルと考えられる。

(7) 積 木

「積木」メカニズムに相当するのは、システム要員や意思決定者が行動を起こす際に、よく使われる行動を記憶しておいて、それを組み立ててシステムの運用、保守、改良や意思決定を下す際に役立てようとすることにあたる。

5. お わ り に

本論文では会計情報システムがジョン・ホルランドの複雑適応系になることを示したが、これはまだ序論にすぎず、適用度と適応度地形からの解析やカオスの縁との関連など、研究すべき点は多々あると思われる。

意思決定という人がかかわるシステムにおいては、複雑系や複雑適応系の理論がかなり有効ではないかと思われる。

注

- 1) 荒井義則 (1999) 「会計情報システムと複雑系に関する一考察」 神奈川大学経営学部国際経営論集, 第18号, 25頁。
- 2) 複雑系の概念については注1)およびそこに掲げられた参考文献を参照。
- 3) Murray Gell-Mann (1994) *The Quark and the Jaguar*, W. H. Freeman & Co., New York (マレー・ゲルマン, 野本陽代 [訳] 「クォークとジャガー」 草思社, 41頁)。ゲルマンの複雑適応系については以下の文献も参照。

Murray Gell-Mann (1994) "Complex Adaptive Systems", G. Cowan, D. Pines and D. Meltzer (Eds.) *Complexity: Metaphors, Models, and Reality*, A Proceedings Volume in the Santa Fe Institute Studies in the Science of Complexity, Vol. XIX, Addison-Wesley.
- 4) John H. Holland (1992), *Adaptation in Natural and Artificial Systems*, The MIT Press in Cambridge, Massachusetts (ジョン・ホランド, 嘉数侑昇 [監訳] 「遺伝アルゴリズムの理論」 森北出版)。
- 5) John H. Holland (1995) *Hidden Order*, Addison-Wesley.
- 6) ジョン・ホランド, 徳永幸彦 [訳] (1997) 「貴伝的アルゴリズム」, 合原一幸 [編] 別冊日経サイエンス「複雑系がひらく世界」 日経サイエンス社。
- 7) 井庭崇, 福原義久 (1998) 「複雑系入門」 NTT 出版。
- 8) 田中三彦, 坪井賢一 (1997) 「複雑系の選択」 ダイヤモンド社。
- 9) 4つの属性と3つのメカニズムの日本語訳は文献により異なることがある。「標識化」を「タグ付け」と訳したり, あるいは「流れ」や「内部モデル」をそれぞれ「フロー」, 「インターナル・モデル」と呼ぶ場合もある。他の文献を参照するときは注意が必要である。
- 10) この部分の属性 (集合的特性, 流れ) とメカニズム (標識化, 内部モデル, 積木) の説明は注7)と注8)の文献による。
- 11) 井庭, 福原, 前掲書。
- 12) 荒井, 前掲稿, 30-31頁。
- 13) マレー・ゲルマン, 前掲書, 370頁。
- 14) 同上書。
- 15) 南澤宣郎 (1995) 「これからのコンピュータ・ネットワーク会計」, 税務研究会出版局, 8頁。

- 16) 同上書。
- 17) ここで述べている「エージェント技術」とは、ソフトウェアに関する技術のことで、適応的エージェントとは直接は関係しない。しかし、エージェント技術で作られるソフトウェアが適応的エージェントあるいはマレー・ゲルマンの意味での複雑適応系となることはありうる。「エージェント技術」については注18)の文献参照。
- 18) 本位田真一，飯島正，大須賀昭彦（1999）「エージェント技術」共立出版。
- 19) マレー・ゲルマン，前掲「クォークとジャガー」，105頁。
- 20) 本稿では会計情報システムの要素として内部の意思決定者ないし意思決定グループも含めているので，「意思決定」が集合的特性と考えられるが，意思決定者を含めない場合，すなわち人間としてシステム要員のみを含める場合は「意思決定に役立つ情報の提供」が集合的特性となる。
- 21) 荒井，前掲稿。
- 22) 牧野丹奈子（1997）「複雑系としての自律分散型組織」桃山学院大学経済経営論集，第39巻第1号，63頁。
- 23) 田宮治雄（1994）「会計情報システムの機能と構造」中央経済社。
- 24) 意思決定を下す企業経営者などは常に会計情報システムにいて考えることは不適切であろう。意思決定を下す必要があるときのみ，意思決定者として会計情報システムに属すと考えれば，経営意思決定を下す内部モデルに関する情報がすべて会計情報システムの入力としてはいつてくるとは考えにくい。むしろ会計情報システムを通じては，意思決定の善し悪しによる内部モデルの変更が起こりうると考えたほうが妥当であろう。

〈謝辞〉

いろいろな面でご助力をいただいた神奈川大学経営学部教授柳田仁先生並びに産能大学教授井上和彦先生に心より感謝の意を表します。