

## ABMによる知の蓄積方法論の提案と簿記会計を内包した 経済シミュレーションプログラムの紹介

千葉工業大学 萩林成章

本論のタイトルにあるABMとはAgent-Based Modelingの略称である。その詳細は後述する。

一般に諸問題を解決するためには問題となっている諸現象についてその因果メカニズムを明らかにすることが不可欠である。理工系分野では自然システムに関わる諸理論が実験を通じて検証された結果として因果メカニズムに関する知見が蓄積されており、それらが継続的な技術発展の好循環を生み出している。それに対し、社会経済分野では諸現象の原因は人間の行動とその相互作用であり、人間の行動は時代と地域(国や民族を含む)によって変化するために、一般にコントロールされた実験は事実上実行不可能であり、メカニズムに関する諸理論の検証がされないまま今日に至っている。

社会科学の方法論は、方程式ベースの諸理論(経済学理論等)と統計データ解析やアンケート調査に大別される。前者は社会の諸現象に関わる因果メカニズムに関する仮説であり、後者はリアルな社会からのデータに基づく因果メカニズムの推論である。いずれも因果メカニズムは類推されるが、それらは観察者の解釈に依存し完全に客観的なものにはなりえない。

このように社会経済分野では自然科学のようなコントロールされた実験が事実上不可能であるために因果メカニズムに関する知の蓄積が実現されていない。例えば景気対策としての金融緩和が効果ありか否かについてはP.Krugmanの経済学教科書(ECONOMICS, WorthPublishers, 2009)にも書かれているように時代と共に社会的コンセンサスが変化している、言い換えれば因果メカニズムは社会的に決定されている。また日本が30年以上の長期経済停滞から今なお脱却できていないことも、政策決定過程がメカニズム理解不在のまま利害の調整主体で行われていることに大きな原因があると考えられる。

社会の諸問題を合理的に解決していくためには、あるべき論に基づく政策決定が必要であり、そのためには社会の諸現象における因果メカニズムに関する客観的な知識の蓄積が必要である。しかしながら、これまでの社会学経済学では上述のごとく自然科学のようなコントロールされた実験が事実上不可能であるために因果メカニズムに関する知の蓄積が実限されていない。このことが、現代社会には貧富の差や地球温暖化、核の問題等、今なお問題が山積し、それらは解決に向かうどころか寧ろ複雑化・深刻化しているように見える、ことの一つの重大な原因になっていると考えられる。

一方ABMはボトムアップに人工社会を構築する社会シミュレーション手法であるために原理的に社会経済分野における諸現象の因果メカニズムの解明を実現するための方法論となることが可能である。本論ではその方法論と妥当性を説明しその実現のためのプログラムを紹介する。

本論で主張する「ABMによるマクロ社会現象の因果メカニズム解明の基本原則」は以下のとおりである。

1. すべての社会現象は人間の行動とその相互作用の結果として生じ、かつそれらの現象の創発には原因がある。100%ボトムアップなABMであれば現実社会と同じ原理（同じ因果メカニズム）で動作する人工社会を構築することが原理的に可能である。
2. 着目する社会現象の定性的特徴を定義し、それをABMで再現するための必要不可欠な要因（意思決定主体の行動ルール集合と変数の集合、以下モデル構造と称す）を系統的な計算機実験によって明らかにする。得られた必要不可欠な要因群は着目する社会現象の特徴を創発する原因である。得られた結果は、（エージェントの多様性が保証されている限りにおいて）モデル構造のみに依存するので完全に客観的であり、かつ世界的規模で計算結果の追認が可能。
3. 必要不可欠な要因が何故必要不可欠であるか、は計算結果を分析すれば必ず明らかにでき、これによって、人工社会における因果メカニズムを明らかにできる。
4. 次に人工社会について得られた因果メカニズムを現実社会に置き換えることにより現実の社会現象の因果メカニズムについての知見が得られる。
5. 上記1～4を種々の社会現象について繰り返すことにより広範囲の社会現象の因果メカニズムについて知見が得られ、一旦必要不可欠なモデル構造が明らかとなれば、そのモデルを用いて政策効果等の実験的確認（what if 分析）が可能となる。推奨すべき政策が実施されて結果が得られれば、ABMに基づく政策案の妥当性が検証されることになる。なお、上記2においてエージェント数等のシステム変数に関わるパラメータは多様性が担保できる範囲内で大きな値としておけばパラメータの数字には依存しない。

また上記手続きによって社会現象を定性的に説明するモデル構造が明らかになれば、そのモデルを用いてパラメータ条件に関する系統的实验を行うことにより、将来的には定量モデルも原理的に可能である。

上記原則の妥当性を集合論的記述によって数学的に示した。また上記原則によって因果メカニズム解明が可能であることを過去に行ったABM研究事例（景気循環、所得税減税効果、法人税減税効果、等の経済モデル事例、いじめモデル、パンデミックモデル等）によって示した。

上記方法論はこれまでに報告されてきたABMの考え方とは異なる筆者オリジナルなものである。これまでのABMの考え方は主に以下のようにまとめられる。

1. ABMはアブストラクトなモデルであっても実システムに関わる何らかの知見が得られればそれ自体価値がある。
2. ABMの妥当性はモデルの精緻さによって異なる。（Abstract, Middle range, Facsimile model）（Nigel Gilbert: Agent-Based Models, SAGE Publications, 2008）
3. ABMの特徴には100%ボトムアップなモデル構築が可能であることに加え、意思決定主体の多様性や非合理性等を導入できるという特徴があり、その意義が大きい。
4. ABMの計算結果はパラメータの値に鈍感であり、したがって計算結果は予測に使

えるような信頼性のあるものではない。

しかしながら、上記考え方には根本的問題が存在する。まず、ABMの最大の特徴は100%ボトムアップなモデリングが可能である点である。この点を欠けばABMが現実システムの模型であることを保証できない。次にABMの計算結果はパラメータ値に鈍感であるが、モデル構造には敏感であり、マクロ社会現象ごとにその定性的特徴をABMで再現するための必要不可欠なモデル構造が存在する、更に、ABMの妥当性はモデルが実現象の特徴を定性的に再現できるか否か、更には定性的に再現できるモデル構造を前提として実現象の定量的特徴を再現できるかどうか、で判断されるべきであって、AbstractからFacsimileという分類は定性と定量の明確な区分がされておらず合理性に欠ける。この点で、ABMは実現象の忠実な模型であるべきと考える。このため経済モデルにおいては実システムと同じ方法で複式簿記会計が行われ、それに基づいて産業連関表が作成され、GDPが計算されることが必須要件となる。

本方法論のためのプログラムは、これまでのプログラムを誰にでも使いやすく、かつより汎用性の高いオブジェクト指向プログラムに作り替える作業を行っているものであり、以下の特徴を有する。

1. C++オブジェクト指向プログラム
2. クラス間の関係に関しては、継承はポリモルフィズムに限定し移譲関係を基本とする。
3. 各種モデルに共通な基本構成クラスと役割は以下の通り。
  - ・計算の全行程を管理するクラス (SimulatorApp)  
(各種オブジェクトの生成、初期設定、期首・期中・期末処理の繰り返し)
  - ・双方向参照を回避するために必要なクラスオブジェクト群構造体 (SimulatorContext)
  - ・パラメータ変数、入出力ファイルのパスを保有するクラス (SimulatorConfig)
  - ・各種乱数を生成する関数を保有するクラス (RandomGenerator)
4. 各種モデルに特有のオブジェクトに関しては、それぞれクラスを設計し、各エージェントの行動を上記基本構成クラスから呼び出す形式とする。
5. 経済モデルに関しては、各エージェントの会計取引を記録し毎期決算処理をするクラス (BookKeeper) 及び、それらを集計してシステム全体としての産業連関表及びGDPを計算するクラス (Accountant) を設ける。

本プログラムは完全オブジェクト指向のため汎用性、拡張性が優れたプログラム構成が可能である。将来的にはUGIを備えたアプリケーションソフトの開発への展開も研究スコープにいられている。経済モデルに関しては、現状開発中のオブジェクト指向プログラムは、消費者、消費者用製品生産者、原料生産者からなる資金循環型モデルであるが、今後は企業の投資、銀行借入、政府の徴税と公共事業投資、金融市場 (株式市場、債券市場)、海外取引等を考慮したモデルへの展開が可能であり、その潜在意義は極めて大きいといえる。このプロジェクトへの多くの研究者の参加を希望するものである。