

# エージェントシミュレーションによる 農業経営の持続性検討

## A Study on Sustainability of Agricultural Management by Agent Simulation

軽部 勲<sup>1</sup> 倉橋 節也<sup>1</sup>

Isao KARUBE<sup>1</sup>, Setsuya KURAHASHI<sup>1</sup>

<sup>1</sup>筑波大学

<sup>1</sup>University of Tsukuba

**Abstract:** Japanese agricultural sector is facing several risks such as "the aging farming population", "the shortage of successors", "the increasing abandoned farmland" and "low profitability". Japanese government and farmers have been deploying various efforts to eliminate these risks such as changing The Agricultural Land Act and investing Infrastructure investment. There are some cases of improving sales by constructing new irrigation facilities and developing means of transportation and sales channels. In this paper, authors made simple plant selection models of farmers and governments and try to check the impact to planting of farmers by agent simulation. As a result of simulation experiments, the simulation environment enabled authors to confirm the change due to differences in producer's price bargaining power and administrative decision-making pattern in parameters designed with reference to actual conditions.

### 1. はじめに

日本の農業分野では高齢化や担い手不足に伴う耕作放棄地の増加により、生産量が低下している[1]. 政府や自治体では農作物の生産量や売上を向上させるために様々な施策を講じている. 主な施策として、農業法人参入障壁低減を目指した農地法改正、生産者維持を目的とした補助金、生産/販売の増加を目的としたインフラ投資、などが実施されている. 中でも、インフラ投資の例として新たな灌漑施設を構築したり輸送手段や販路を開拓したりすることにより売上を向上させる事例が見受けられる. 本研究では行政施策に伴う作付け品目の選択の変化に着目、エージェントベースモデル(ABM)を用い、新たな施策が生産者へ与える影響度を評価可能なシミュレーション環境の構築を目的として検討を進めた.

### 2. 先行研究

農業の施策評価にはエージェントモデルの適用が有効である. 文献[2]では集落営農の組織化の効果予測を目的として、集落営農の規模拡大を想定した営

農組合の統合シミュレーションを実施しており、集落営農を組織化による影響が報告されている. また、小規模の農業生産者の経営統合による影響や、仮想的な社会において、農業参入企業の集落に与える影響の評価などの研究成果も報告されている[3]. 本研究では政府や自治体や自治体が進める施策である、補助金、インフラ投資に焦点を当て、行政の施策による生産者への影響をエージェントモデルにて検証することを目的とする.

### 3. エージェントモデルの検討

まず、農業への行政投資の題材として離島(沖縄県宮古島)における実態を調査し、調査結果をもとにシミュレーションの設計と環境構築、パラメータを検討し実験を行うこととした.

具体的なシミュレーション対象として沖縄県の宮古島の農業をターゲットとして調査、ヒアリングを実施した. ヒアリングは沖縄県宮古農林水産振興センターに対して実施し、行政の投資額、農家の生産実態など、シミュレーションに使用するパラメータについて知見を得ることができた. 生産者の情報と

して、

- ①サトウキビでは補助金の割合が多くを占める  
(売買価格に対し約2倍の補助金を支給)
- ②果樹では個人的な取引が多く、販路が増えれば  
単価、販売確率共に増加し収入が増加するが、  
今後それが継続するかは不透明

という知見を得た。更に、行政側の情報として農業と観光の両立を目指している、などの知見を得た。

続いてヒアリングの結果をもとにエージェントモデルの検討を実施した。本研究では、農業生産者の作付け品目選択モデルを作成、行政の投資に応じてどのように作付け品目に変化するか、シミュレーションを行い評価する方針とした。モデル化された作付け品目の販売を通して得られた、生産者の収入によって行政は次年度の投資を判断することとした。

今回検討した行政側の投資行動とその影響をTable 1に示す。補助金の投資は生産者を維持するために生産量に応じて給付するものである。また灌漑投資は、生産者の灌漑用水確保のコストを下げることができ、生産量も向上させる効果がある。更に空路整備などの販路投資は販売を増大するためのものであり、離島では販路の拡大により都市部へ高価格での販売が増加し、生産者の売上を大幅に伸ばす効果がある。

Table 1 行政の投資行動と影響

行動	影響
補助金	サトウキビ対象、生産量に応じ給付
販路投資	販路整備による果樹販売拡大
灌漑投資	灌漑用水整備での生産量増加、コスト削減

行政の投資行動に対し生産者は補助金や販路の状況に応じて作付け品目の選択を行うこととした。行政の投資行動に対する生産者の行動及び状態を示したものをFig.1に示す。

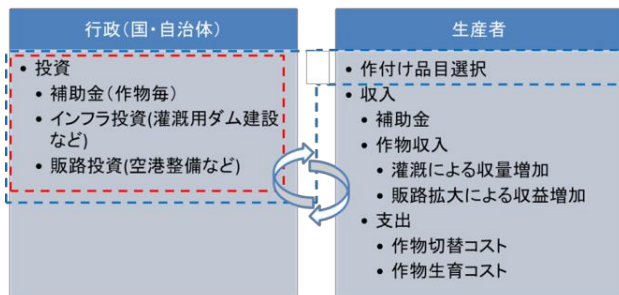


Fig.1 状態の時系列表示

Fig.2 に行動及び状態時系列に分解したものを示す。状態は各年における生産者の作付け品目と行政の投資結果の組合せで表現することとした。

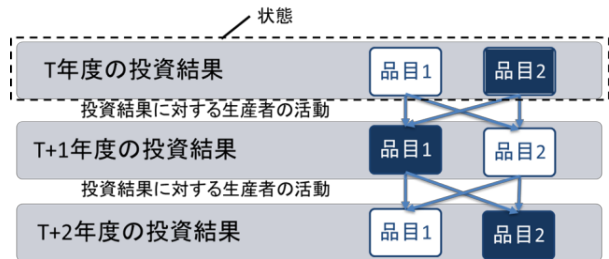


Fig.2 状態の時系列表示

本研究では行政の最適行動獲得モデルとして強化学習を用いた。強化学習は、試行錯誤を通じて価値が最大となるような行動を学習するものであり、環境のダイナミクスが未知の場合でも適用可能であることが特徴であるためエージェントモデルとの親和性が高い。ここでは、強化学習の代表的なモデルとしてQ学習を採用した。Q学習とは、ある環境状態sにおいて、行動aを選択する価値Q(s,a)を学習する方法となり、下記式で表される。

$$Q(s_t, a_t) = (1 - \alpha)Q(s_t, a_t) + \alpha(\text{reward}_{t+1} + \gamma \max_{a_{t+1}} Q(s_{t+1}, a_{t+1}))$$

ここで、tは時間、αは学習率、γは割引率、rewardは報酬を示す。

### 3. シミュレーション環境

このようなQ学習の行動として行政の投資を定義し、生産者の作付け品目選択をモデル化、生産により得た収入を報酬とし政府の判断に反映させるシミュレーション環境構築を目指した。Fig.3に構築したシミュレーションの概要を示す。Fig.3において、横軸は時間を示しており、この例では1年から10年分の推移をシミュレートする。また、縦軸には行政の行動と生産者が選択した作付けを示しており、上から3行が行政の各行動に対して作付け品目をマンゴーなどの果樹と選択した結果、下の3行はサトウキビを選択した結果を表している。また、各々の状態と行動の組を示すパッチと呼ばれる静止した領域に対し、Q値を表示させている。

本環境における実験で設定したパラメータをTable 2に示す。本パラメータにて10年間のエピソードを50万回実施し行政の行動を学習させた。また、調査の結果、果樹の価格は顧客に対する生産者の価格交渉力によって変化することがわかっているため、価格交渉力の影響評価のため販路拡大により新規顧客を獲得した場合の単価上昇率を、現状を想定した

20%, 高い交渉力を想定した 50%の 2 種類設定して実験を行った. また  $\alpha$ ,  $\gamma$  は 0.5 と設定した.

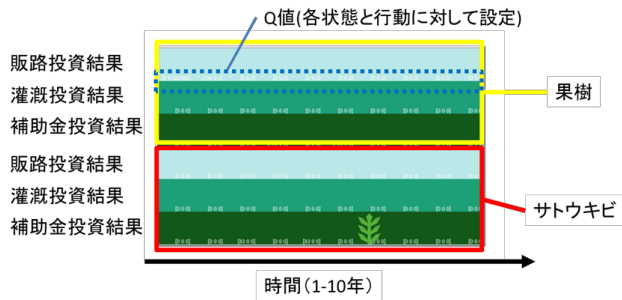


Fig.3 シミュレーション環境

Table2 作付け品目に対する項目及び設定値例

項目	サトウキビ	果樹
収入	50	100
生産コスト	10	30
補助金(補助あり/なし)	200/100	0
販売数(販路あり/なし)	100	70 /140
単価上昇率[%](販路有/無)	0	20 or 50/0
灌漑コスト削減率[%](灌漑有/無)	-50/0	-20/0
灌漑収益向上率[%](灌漑有/無)	20/0	0
他品目切替コスト	50	20

#### 4. シミュレーション結果

シミュレーションによる実験結果を Fig.4 に示す. 各円グラフにおいて, 上は生産者の価格交渉力が通常の場合, 下は高い場合を示しており, 左側に行政の行動選択結果, 右側に生産者の作付け品目選択結果(エピソード 40~50 万回における割合)を示している. 行政の行動選択結果はいずれも補助金と灌漑が高い結果となっている. また, 販路拡大による単価上昇率が通常である場合, 生産者の果樹選択率は 2% となった.

販路拡大による単価上昇率が通常である場合, 生産者の果樹選択率は 2% となり, 現状の生産農家戸数に近い結果が得られ, 実情を模擬可能なシミュレーション環境を構築することができた.

また, 販路拡大による単価上昇率が高い場合, Fig.4 左下に示すように販路投資が少なくなる一方, Fig.4 右下に示すように果実の選択割合が非常に大きくなった. これは, 生産者の価格交渉力が高ければ行政の販路への投資が少なくても高単価の顧客を確保することができるため, 果樹生産者の持続性が高まることを示唆している.

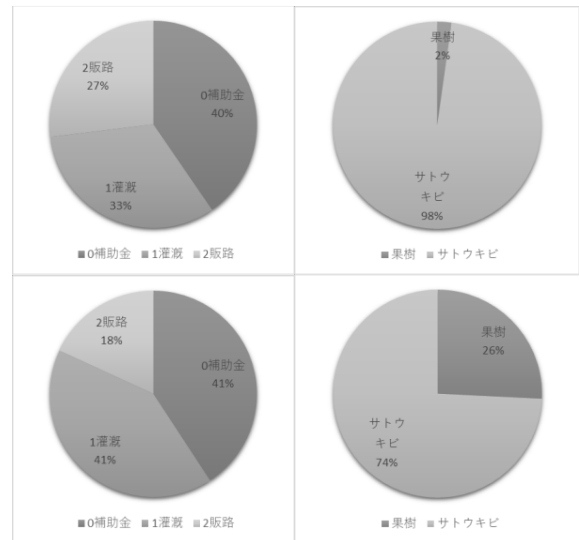


Fig.4 行政の行動及び作付け品目の割合  
(上: 通常価格交渉力, 下: 価格交渉力高)

#### 5. まとめと今後の課題

行政施策に伴う作付け品目の選択の変化に着目し, 農業の持続性検討を目的として, 行政の投資とその生産者の作付け品目への影響についてシンプルな作付け品目選択モデルを設計, 強化学習を用いたエージェントシミュレーション環境にて実験を行った. 実験の結果, 生産者の作付け品目選択率が学習により, 現実に近づく結果を得た. 更に, 果樹生産者の価格交渉力が高まると販路への投資が小さくても持続性が高まる可能性があることを示した. 現状では行政, 生産者ともに 1 つのエージェントで実験しており, 設定パラメータ及び意思決定のパターンも限られている. 今後は複数生産者のモデル化を進め, 他業種も含めた, より信ぴょう性の高いシミュレーション環境の構築を進める予定である.

#### 参考文献

- [1] 農業経営体数等の動向  
[http://www.maff.go.jp/j/wpaper/w\\_maff/h27/h27\\_h/trend/part1/chap2/c2\\_0\\_03.html](http://www.maff.go.jp/j/wpaper/w_maff/h27/h27_h/trend/part1/chap2/c2_0_03.html)
- [2] 山下 良平, 星野 敏: 営農組合の経営統合に関する効果比較シミュレーション, 農林業問題研究, 42(1), 89-94, (2006)
- [3] 山下 良平: マルチエージェントシミュレーションによる調和を維持した農業参入企業の地域定着条件の解明, 平成 22 年度国土政策関係研究支援事業 研究成果報告書, (2010)