

参入者の相互扶助による地域農業活性化シミュレーションモデル

プロフィットエンジニアリング研究

5219F015-2 長井健
指導教員 大野高裕

A simulation model revitalizing regional farming utilizing mutual aid of entrants

NAGAI Ken

1. 序論

近年、農業従事者の高齢化が問題視されている。そのため、労働量が多い農作業に対して、労働力の負担や農作業の省人化が現在の課題として挙げられる。また、高齢化し農業従事者の引退後の耕作放棄地の増加が問題視されている。実際に現在の農業従事者のうち約40%が後継者問題に直面している。そのため、農業従事者の引退後の農地の継承問題は今後の課題として、対応が求められている。

農業従事者の引退後の農地の継承先として、①子・親戚後継者による農業の継続、②I/Uターンによる新規の農業参入、③企業による新規の農業参入、が挙げられる。いずれにも農地の引継ぎ先が見つからない場合、耕作放棄地となってしまう。

上記各種の農業後継者・参入者（以下、プレイヤーという）の現在の動向について説明する。まず、子・親戚による農業の継続者（以下、後継者という）は前述のように後継者問題等により農業人口の減少等で減少傾向である。

I/Uターンによる新規農業の参入者（以下、I/Uターン参入者という）は、収入面での不安が大きく、参入推移は横ばいである。次に企業の農業参入者（以下、企業参入者という）に関しては、平成21年の農地法改正により、農業参入に必要な条件が緩和された。その結果、企業の農業参入の障壁が低くなったことによって、豊富な投資資金や自社の経営資源を活かした農業参入が増加している。

企業の農業参入には飲食業や小売業などの農産物の販売（原材料・商品確保）を目的とした農業参入と、IT企業のスマート技術（生産資源活用）を生かした農業参入に分けられる。しかし、増加傾向である企業の農業参入には、販売経路の開拓や農業技術取得等の課題が大きい。

このことから、増加傾向である耕作放棄地の新たな担い手としてI/Uターンや農業参入企業が注目されているものの、同時に農業参入企業の農業技術不足による農業撤退やI/Uターンの収入面で厳しいことによる離農が課題となっている。

上記のような地域農業の現状に対して、各プレイヤーがお互いに助け合う、相互扶助による農業を提案する。相互扶助とは、図1のように各プレイヤーが持つ強みを生かして互いに助け合うことで技術面や収入面の不安が解消することを指す。図2にて具体的な相互扶助の農業モデル例を示す。図2のように、各プレイヤーの強みを活かし、他プレイヤーの課題を解決することができる。その結果、農業撤退や離農が防がれることで耕作放棄地の削減が実現される。このような相互扶助による地域農業ではプレイヤーの行動が他のプレイヤーに影響を与える。そのため、本研究は地域農業における各プレイヤー間の相互影響を考

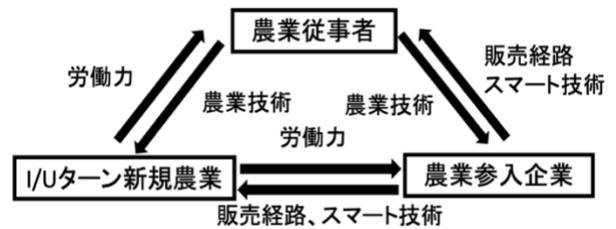


図1 相互扶助のモデル図

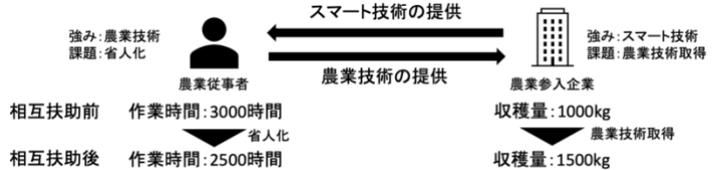


図2 相互扶助による農業モデル例

表1 従来研究との比較

研究の特徴	山下[1]	富吉[2]	本研究
研究目的	企業参入が地域農業へ与える影響の解明	業種別の農業経営の継続性の解明	相互扶助による耕作放棄地削減へ与える影響の解明
評価方法	定量的評価	定性的評価	定量的評価
農家の特徴	×	×	○
企業の特徴	○	○	○
保有資源への着目	×	○	○
相互影響	○	×	○

慮した新規参入シミュレーションモデルの構築を行う。

2. 従来研究と本研究の特徴

地域農業における相互影響を考慮したモデルについては山下[1]は企業が稲作農業に参入した場合の地域と企業の相互影響過程を明示的に考慮したシナリオ思考によって農業参入企業の経営行動が農業従事者と農業参入企業で構成される地域農業に与える影響や地域の定着条件を解明した。山下の農業参入企業モデルでは参入企業の経営行動に着目しているが、農業従事者に関しての行動には着目を行っておらず、I/Uターンを考慮に入れていない。

企業の農業参入の実態については富吉[2]は農業参入企業の特徴を明らかにしたうえで、業種別にみた農業経営の継続性について分析、考察を行った。富吉は農業経営の継続性について、定性的に分析を行っているが、地域の農地の影響等について定量的に考察を行っていない。

表1に研究の特徴について、従来研究と本研究の比較を総括表にまとめた。本研究は山下の農業参入企業モデルを参考に、地域農業における相互扶助による各プレイヤー間

表2 プレイヤー別の強みと課題

プレイヤー	強み	課題、不安
農家	農業技術	労働力不足、省人化
I/Uターン	豊富な労働力	販売経路開拓、農業技術取得
企業(生産)	スマート技術	販路経路開拓、農業技術取得
企業(販売)	販売経路	農業技術取得、省人化

の相互影響を考慮したシミュレーションモデルの構築を行う。その中でプレイヤー間の相互扶助が地域農業や耕作放棄地に与える影響の解明を行う。

3. 研究方法

3.1. シミュレーション概要

本研究では、山梨県のある地域に対して農業従事者、I/Uターン、農業参入企業で構成される桃栽培の場面を想定してモデルを構築する。また、農業参入企業に関しては飲食業や小売業等の販売に強みを持った参入企業(以下、企業(販売)という)とIT企業等の生産資源に強みを持った参入企業(以下、企業(生産)という)の二種類に分けて考える。各プレイヤーの特徴について説明する。まず、農家は地域農地全体に対して構成比率が高く、73歳を超えると引退し、後継者がいる場合は保有農地の継承を行い、いない場合、保有農地は耕作放棄地となる。初期の農業技術力は高いが、農業技術の進捗度は低いとする。次にI/Uターンは耕作放棄地がある場合に新規参入を行うことができる。年齢は若く初期の農業技術力は低い、農業技術の進捗度は高いとする。次に企業(販売)は耕作放棄地がある場合に新規参入を行うことができる。参入企業の中で販売に強みを持ち、生産物は全て自社内で販売を行う。次に企業(生産)は耕作放棄地がある場合に新規参入を行うことができる。参入企業の中で生産に強みを持ち、参入当初からスマート技術を保有する。

各プレイヤーが持つ強みや課題は表2に従う。各プレイヤーの周辺に別プレイヤーがいた場合は各プレイヤーが持つ強みを対象プレイヤーに提供することで、プレイヤー間の相互扶助が実施されて課題の解決が行われる。

シミュレーションツールはマルチエージェントベースシミュレーション(以下、MASという)を採用する。採用理由は①プレイヤーごとに様々な変数、意思決定方法を与えることが可能、②エージェント間の相互影響を反映することが可能、であるため、本研究のシミュレーションに最適なツールとして判断したからである。MASを用いて農業従事者、企業(販売)、企業(生産)、I/Uターンの各プレイヤーが相互扶助を考慮した利潤確保を目的に行動した場合の地域農地の使用比率を表現する。利潤が確保されることで農業参入企業、I/Uターンの離農が防がれるので、耕作放棄地の比率が減少すると考えられる。

3.2. 初期の地域農業について

対象地域は10×10、計100組の農業利用可能な土地があり、そのうち、後継者を持つ農家が45組、農家を持たない農家が31組、I/Uターンが2組、企業(販売)が1組、企業(生産)が1組、合計80組が農業経営を行っており、残りの土地は耕作放棄地とする。各プレイヤーは1ヘクタールの農地を保有しているとする。次年度以降は耕作放棄地が存在する場合、その耕作放棄地に企業(販売)、企業(生

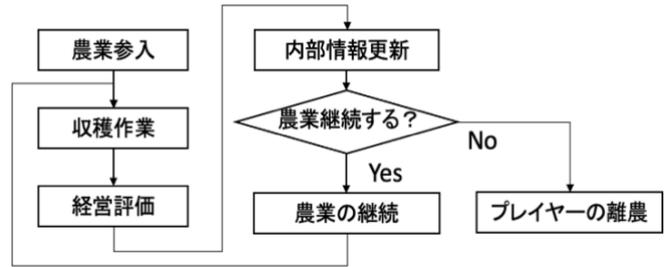


図3 各期のプレイヤーのアルゴリズム

表3 販売経路概要[3]

販売経路	販路獲得割合(農家,I/U)	販路獲得割合(企業)	収穫量に占める割合	販路獲得可能年数	売り上げ
直売所	33%	33%	15%	1年	卸売価格
ECサイト	19%	65%	30%	3年	卸売価格
JA共販委託	96.3%	96.3%	100%	1年	卸売価格×0.64
地元企業	25%	50%	100%	2年	卸売価格
自治体	5%	10%	50%	3年	卸売価格
大手企業	6.5%	13%	100%	5年	卸売価格

産)、I/Uターンが新規農業参入を行う。

3.3. プレイヤーの行動

各プレイヤーが農業参入から離農を行うまでのユーザモデルは図3のアルゴリズムに従って各期の行動を行う。各期の詳細な行動について説明をする。

3.3.1. 収穫作業

各プレイヤーの各期の収穫量は

$$C(t) = E_{\alpha} \times G \times Y \quad (1)$$

と定義する。 $C(t)$ は各プレイヤーの各期の桃の収穫量を指す。 E_{α} は農業効率(生産)、 G は農業技術の成長速度、 Y は参入年数である。農業効率(生産)とは各プレイヤーが初期状態に保有している農業に関する知識やノウハウを指す。農業技術の成長速度は農業を経験していく上で、各プレイヤーが身につける知識やノウハウも成長速度を指す。以上のようにして、農業効率(生産)と農業技術の成長速度と参入年数によって、各期におけるプレイヤーの収穫量が決定される。

3.3.2. 経営評価

各プレイヤーの経営評価は利潤によって行う。各期の利潤は

$$P(t) = S(t) - V(t) - F(t) \quad (2)$$

と定義する。 $P(t)$ は各期の利潤、 $S(t)$ は各期の売り上げ、 $V(t)$ は各期の変動費、 $F(t)$ は各期の固定費を指す。それぞれの詳細な導出方法について説明する。

3.3.2.1. 売上

各プレイヤーの各期の売上げ

$$S(t) = C(t) \times (R \cdot P_R \cdot V) \quad (3)$$

と定義する。 $C(t)$ は前述の各期の収穫量、 R は農産物の販売先情報、 P_R は販売先別の卸売価格情報、 V は品種別の使用用途である。それぞれについて説明する。

販売経路は農業協同組合(以下、農協という)・地元企業・地方自治体・大手企業・直売所・ECサイトを想定してい

表 4 固定費の減価償却[4]

償却資産	購入価格	耐用年数
桃の樹木	4620円/1本	15年
加工用機械	200万円	10年
耕作用機械	500万円	10年
スマート技術	200万円	7年

る。各販売経路別の販売獲得割合や販売価格は表 3 に従う。参入企業の方が営業力や IT リテラシーが強いと想定されるので、販路獲得割合は高いとする。

品種別使用用途とは収穫された農産物を生食用、粗悪品、規格外に分類し、分類された農産物をどのようにして販売を行うかを指す。生食用は生産物全体のうち 81%を占めており、全ての販売経路にて販売を行う。粗悪品は生産物全体のうち 11%を占めている。粗悪品の使用用途は一次加工と訳あり販売に分けられる。一次加工は桃に対して、生産設備を用いて桃の缶詰等に加工することで付加価値を加えて販売を行うことを指す。一次加工は『販売経路に大手企業がある』、『プレイヤー自身が生産設備を保有』の条件を満たす場合に販売を行う。訳あり販売は生食用として、加工を行わず、生食用の販売価格と比較し安価な価格で販売を行うことを指す。訳あり販売は『販売経路に EC サイトがある』、『販売経路に直売所がある』、『販売経路に自治体がある』のいずれかの条件を満たす場合の販売を行う。

このようにして、収穫された農産物を品種別に分類を行い、品種別に各プレイヤーが保有する販売経路に対して、それぞれの販売経路別の販売価格に従って、販売を行うことで各期のプレイヤー別の売り上げの導出を行う。

3.3.2.2. 変動費

各プレイヤーの各期の変動費は

$$V(t) = O(t) + L_s \quad (4)$$

と定義する。 $O(t)$ は各期の経費、 L_s は不足分の労働力を指す。それぞれについて説明する。

各プレイヤーの各期の経費は

$$O(t) = (E_\beta \times G \times Y) + L_s \quad (5)$$

と定義する。 E_β は農業効率（コスト）、 G は農業技術の成長速度、 Y は参入年数である。経費は農薬や肥料等の収穫量に比例して発生する諸経費を指す。導入方法は収穫量と同様に農業効率（コスト）と農業技術の成長速度と参入年数によって、各期に発生する経費が決定される。

不足分の労働力は必要労働力に対して各プレイヤーが保有する労働力が賄いきれない場合に発生するコストである。必要労働力は農業効率（コスト）と農業技術の成長速度と参入年数によって決定されるため、プレイヤーごとに異なる。また、各プレイヤーが保有する労働力は各プレイヤーが保有する人員によって異なる。労働力が不足する場合は不足労働力 1 時間あたり、対象地域の最低時給である 837 円/時間のコストが発生する。

このようにして各プレイヤーの各期に発生する経費に不足分の労働力を足すことによって、各期の変動費の導出を行う。

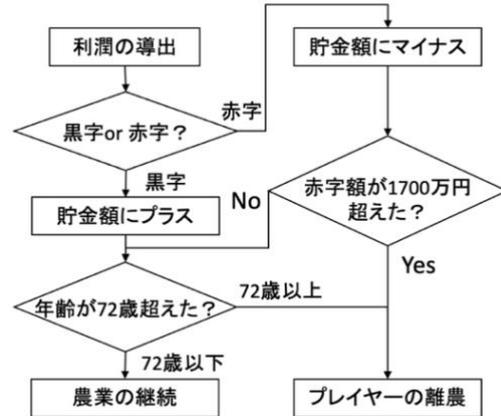


図 4 農家・I/U ターンの離農判断

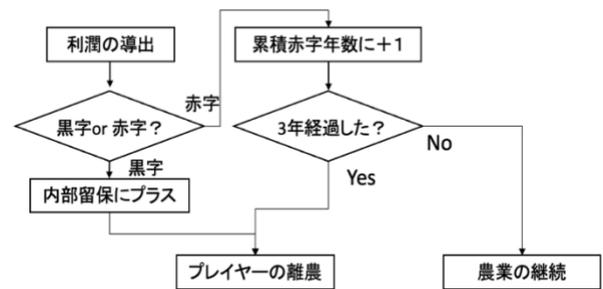


図 5 参入企業の離農判断

3.3.2.3. 固定費

各プレイヤーの各期の固定費は

$$F(t) = D + m + S_r + L_e \quad (6)$$

と定義する。 D は保有資産の減価償却費、 m はスマート技術の使用料金、 S_r は地代家賃、 L_e は雇用分の人件費を指す。それぞれについて説明する

保有資産の減価償却費は表 4 に従って、残存価格を 0 円とし、対象資産を購入価格に対して耐用年数を除することによって導出される。耐用年数が経過した場合はその資産は廃棄をし、新しく購入を行う。

上記のように各期のプレイヤー別の売り上げ、変動費、固定費を導出することで利潤の導出を行う。

3.3.3. 内部情報更新

経営評価にて、各期の各プレイヤーの利潤を導出後、の利潤の数値に従って、各プレイヤーの内部情報が更新される。内部情報更新は『離農判断→ユーザ保有情報更新・相互所の実施』上記のフローに従って行われる。それぞれについて説明する。

3.3.3.1. 離農判断

離農判断は農家・I/U ターン、企業（生産）・企業（販売）によって異なる。農家・I/U ターンの離農判断に関するアルゴリズムは図 4 に従って判断を行う。農家・I/U ターンは年齢的要因と経済的要因の 2 種類の離農基準を設けた。図 4 に記載している、経済的要因離農基準の 1700 万円は

表 5 各プレイヤーの相互影響について

プレイヤー	具体的な行動	与える影響
農家	農業技術の提供	農業効率の向上
I/Uターン	労働力の提供	不足労働力の解消
企業(生産)	スマート技術販売	スマート技術保有
企業(販売)	生産物の買取	販売先の充実化

対象地域の農地売却価格を参考にしている。

企業（生産）・企業（販売）の離農判断に関するアルゴリズムは図 5 に示す。企業（生産）・企業（販売）の離農判断は経済的要因のみとする。

3.3.3.2. 相互扶助の実施・ユーザ保有情報更新

離農判断にて、農業継続を行うプレイヤーはその後、各プレイヤー間にて相互扶助の実施を行う。相互扶助によって各プレイヤーが周辺プレイヤーに与える影響は表 5 のように行う。プレイヤーは自身の座標の周辺に他のプレイヤーがいた場合に表 5 に従って影響を受け、各プレイヤーの保有する変数が変化する。その一例として、企業(生産)と農家が隣り合っている場合、各プレイヤーは相互扶助を行う。その結果、企業(生産)は農家に農業技術の指導を受けることで、企業(生産)の農業効率が向上し、農家はスマート技術を保有することで農作業の効率化が実現される。上記のようにして、地域農業におけるプレイヤー間の相互扶助の表現を行う。

相互扶助後、企業（販売）・企業（生産）は投資基準を満たせば企業は事業規模拡大のために投資を行う。企業（販売）はスマート技術、周辺に耕作放棄地がある場合は対象耕作放棄地の購入を行う。企業(生産)は加工用機械、周辺に耕作放棄地がある場合は対象耕作放棄地の購入を行う。

相互扶助実施後、相互扶助に影響しない販売経路や年齢等の経年別に変化する値の更新を行うことでユーザが保有する情報の更新を行う。

4. シミュレーションの実行・評価

4.1. シミュレーション1(相互扶助の有無)

シミュレーション 1 では相互扶助の有無が地域全体の耕作放棄地の増加に対して、効果があるのか定量的に解明する。シミュレーションのシナリオはプレイヤー間の相互扶助の有無とする。次にシミュレーション期間は 50 年間とする。上記のようなシミュレーションの条件とし、地域全体の耕作放棄地の割合を評価値としてシミュレーションを実行した。

シミュレーション結果は表 6 に示した。相互扶助が新規参入者の課題を解決することによって離農が防がれ、地域全体の耕作放棄地の削減が実現されたことが示された

4.2. シミュレーション 2(プレイヤーが与える影響)

シミュレーション 1 ではプレイヤー間の相互扶助が耕作放棄地削減に対する効果を証明した。シミュレーション 2 では新規参入者である I/U ターン・企業（生産）・企業（販売）のうち、どのプレイヤーの扶助が耕作放棄地の削減に最も効果的なのか分析を行う。シミュレーションシナリオは各プレイヤーの参入比率を変化させ、シミュレーション期間はシミュレーション 1 と同様に 50 年間とし、地

表 6 相互扶助の有無の比較

	耕作放棄地の割合
相互扶助有り	19%
相互扶助無し	28%

表 7 プレイヤー別扶助の影響の比較

比率の高いプレイヤー	耕作放棄地の割合
I/Uターン	19%
参入企業(販売)	7%
参入企業(生産)	14%

域全体の耕作放棄地の割合を評価値としてシミュレーションを実行した。

シミュレーション結果は表 7 に示した。この結果より、企業（販売）の参入比率を高めた場合、耕作放棄地が最も減少したため、農業従事者の販売の支援を行うことが最も扶助として効果的なことが明らかになった。また、I/U ターンより企業の農業参入の参入を支援することで長期的な耕作放棄地の削減に効果的であると考えられる。

5. 結論・今後の展望

本研究では山梨県の農村部を対象にした新規シミュレーションモデルの構築を行った。構築したモデルを用いて各プレイヤーの強みを別のプレイヤーの弱点を補い合う相互扶助による耕作放棄地の削減効果についての提案を行い、その有効性について定量的な評価を行った。有効性の証明を行った後、プレイヤー別の扶助の影響の比較を行った。その結果、企業の農業参入、特に販売経路に強みを持つ企業の農業参入を支援することで、各プレイヤーの販売経路に関する課題が解決され、耕作放棄地の削減が実現できることがわかった。

本研究ではプレイヤー間の相互扶助に着目を行なったが、自治体等の行政機関が行う補助金等の公助を考慮していないため、今後は公助を考慮に入れた新規参入シミュレーションモデルの構築を行う。また構築したモデルを用いて、自治体の農業参入支援に対する施策の評価を行うことでさらなる耕作放棄地の削減がさらに実現できるだろう。

また、本研究では農業参入企業を企業（生産）と企業（販売）の 2 つに分類し、扶助の影響を比較した。今後は富吉 [2] のように業種別に分類した扶助の影響を比較することで、さらなる耕作放棄地の削減方法の提案ができるだろう。

参考文献

- [1] 山下良平(2010) “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”, 東京理科大学理工学部経営工学科, 国土政策関係研究支援事業研究成果報告書
- [2] 富吉満之(2012) “業種別にみた企業による農業参入の実態と継続性”, 農村計画学会誌,
- [3] 伊藤雅之(2018) “青果物のネット通販の実態と同行”, 尚美学園大学総合政策学部, 日本食生活学会誌
- [4] 税務データベース, <http://tool.yurikago.net/621/yurikago/>, (2020/12/28 閲覧) .