

MAS を用いた集落農地貸借モデルの開発

Application of Multi-Agent Systems for Construction of Community-based Agricultural Land Lease Model

山下良平* 星野 敏*

YAMASHITA Ryouhei* HOSHINO Satoshi*

(*神戸大学 農学部)

(* Faculty of Agriculture, Kobe University)

はじめに - 集落農地貸借モデル開発の意義 -

わが国の土地利用型農業の状況には大変厳しいものがある。根幹的な作物である米は需要が落ち込み、米価の低迷と生産調整の拡大に直面している。また、担い手の高齢化・減少傾向は引き続き継続している。食料・農業・農村基本法（1999年）は食料の安定供給の確保を基本理念の一つに掲げているが、土地条件の劣悪なところから「なし崩し」的に農地の放棄が進んでいて、自給率の維持すら困難な状況にある¹。

地域農業の担い手の高齢化と減少は今後も深化するため、個々の経営内で管理できない農地が更に増加すると予想される。本来、地域内の中核的な担い手農家あるいは生産組織がそのような「余剰」農地を集積して、あるいは基幹作業を受託して規模拡大を実現することが望ましい。つまり、地域農業構造の改善である。しかしながら、米価の展望が不明確な中で、農業生産の集積は期待するほど進んではいない。

ところで、地域農業構造の改善はそれ自体地域農業計画の重要な目的であるが、従来、個別農家による農地貸借行動の予測は極めて困難であったし、それを操作的に扱うことのできるモデルはほとんど無かった。あえて指摘するならば、数理計画法による規範的な経営計画モデルを用いる方法、コーホート・シェアトレンド法による地域人口と農業労働力の予測、トレンドを用いた外挿的な将来予測、アンケートや農家意向調査の積み上げと単純な将来予測などがあるが、いずれも地域農業構造の変化を説明するモデルとしては著しく不完全であった。

本章では、マルチエージェントシステムを用いて、集落レベルの農地貸借行動をシミュレートするモデルを開発する。このモデルによって、地域特性に応じた担い手育成と農地

¹ 総合食料自給率(2001年,カロリーベース)は40%であり,1998年以降4年連続で横ばいの状態にある。また,我が国の穀物自給率(2001)は28%である。世界175か国中128番目、OECD加盟30か国中29番目と低迷している(比較は2000年の数値)。

保全のための政策分析を試みる事が期待される。

なお、このモデルは農業集落を対象とするが、集落域をモデルの対象に選んだ理由は以下の通りである。

- (1) 個々の農家が所有する農地は集落内で分散している（分散錯圃制）が、集落界を超えて分散する農地の割合は小さい。つまり、集落はおおむね閉じた空間としてのまとまりを有している。
- (2) 農地貸借は同じ集落内に居住する農家間で生じることが多い。
- (3) 集落は、農道・水路の管理など、営農に関わる様々な組織活動の社会的単位となっている。
- (4) 集落は、基盤整備をはじめとするハード事業、農業改良普及事業、転作配分調整など、各種施策の最も基礎的な受け皿組織として位置付けられてきたし、この位置づけは今後も変わらない。

マルチエージェントシステムの概要

1 マルチエージェントシステム²

マルチエージェントシステム（Multi-Agent Systems：以下、MAS）とは、抽象化された世界において、個々の構成要素（以下、エージェント³）の合理的な意思決定と多数のエージェントから構成される集合体の意思決定（集合行為）に生じる差異や関連性を、エージェント同士やその集合体同士の相互作用⁴、あるいはエージェントとその集合体の意思決定に関する双方向的な相互作用に着目して分析する理論である（図1参照）。

個人の合理的な意見や要望は、他者との依存関係の中で集成的な意見を形成する際に、互いに主張や妥協を繰り返す過程で変化していくが、最終的に得られる集団の意思決定は、個々の構成員の誰の意思決定とも異なったものになるという事態がしばしば

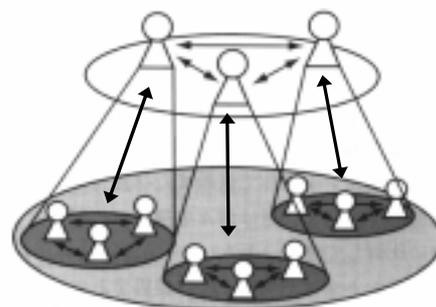


図1 エージェント間の相互作用と多水準間の相互作用²⁾

図中矢印は相互作用を表す。

² 生天目 章『マルチエージェントと複雑系』（1998）森北出版 pp1-24

³ エージェントとは、抽象化された世界において現実の人間に変わって行動を振舞う行為主体のことを指す。エージェントの構成単位は多種多様であり、神経細胞の集合体やモジュールのような細微なものから、人間や人間の集団組織、さらには国家を対象とすることもあり、研究対象に対して適切な規模で設定される。

⁴ ここでいう相互作用とは主体間の相互依存関係の事であり、定義的には「ある主体の行為が他の主体の行為に影響を及ぼし、また他の主体の行為によって自らの行為が制約される状態」を指す。

ば起こりうる。例えば、自由な競争原理の働く市場では、各人の利己的な経済活動によって、結果的には全体に最適な均衡状態になる。また、福祉政策や開発計画において、個々の自治体の要望を汲み取り、総合的に策定したはずの政策が、いずれの自治体のニーズとも異なったものになるということである。これらの事例は、最終的に得られた結果から、「なぜこのような結果になったのか」を演繹的に解明することは不可能である。

このような現象に対して、MAS は予め全体像を定めるのではなく、エージェントの個別の行動から帰納的に社会を分析する視角を提供するものである。

2 人工社会適用の意義⁵

不可逆的に変化する現実社会をその対象とする社会科学的研究は、自然科学分野の実験のように細かな条件設定を施し、繰り返し考察を加えるという事は、倫理的にも技術的にも不可能である。我々が物理的・時間的な制約の中で得られる情報はごく限られていることから、独自の目的や意向、能力を持った多数の人間によって構成される社会を解析的に取り扱うことは極めて困難である。このような問題に対して有効な分析手段とされるのが、MAS を適用した人工社会である。人工社会とは、人間の行動特性や環境情報などの現実社会における重要な要素を抽出し、コンピュータ上に模擬的に再現した仮想的な社会空間を意味する。ここでは、研究対象である社会に内在する多数の人間は、エージェントとして定義され、それぞれの目標に対して合理的に意思決定をする行為主体として位置付けられるのである。そして、個々のエージェントの行動の集積から生み出された社会の全体像をシミュレートし、その結果から現実社会に対する示唆を得るのである。

人工社会の優位性は、第1に時間軸を自由に制御することが可能である事が挙げられる。これにより、初期条件やエージェントの行動ルールを変更し、反復的に試行を繰り返す事によって、入力要素と出力要素の関係を分析する事が出来る。第2に、シミュレーションがコンピュータ内部で行われるため、社会的、経済的コストを要しないことである。これらは、動的な現実社会に対して分析を試みる際に、非常に有効であるといえる。

3 適用事例

MAS を適用したシミュレーションの代表的なモデルには SugerScape⁶や異文化分居モデ

⁵ 山影 進 服部正太 (編) 『コンピュータの中の人工社会-マルチエージェントシミュレーションモデルと複雑系-』(2002) 共立出版 pp2-23, J.M.Epstein R.Axtell(著) 服部正太 木村香代子 (訳) 『人工社会-複雑系とマルチエージェントシミュレーション-』(1999) 共立出版 pp5-23

⁶ SugerScape はブルッキングス研究所、サンタフェ研究所及び世界資源研究所の共同成果として1996年に発表され、J.M.Epstein と R.Axtell が Growing Artificial Society の中でその詳細を説明している。

ル⁷がある。とりわけ、SugarScape は、抽象的ではあるが社会が内包する重要な要素を具備し、個々の単純な行動が社会を形成する状況をコンピュータ実験的に表現した好例である。以下に SugarScape の概要を記す。

SugarScape は、ある環境に一つのエージェント個体群を配置し、自動的に再生する資源をそれらに収集させるという単純な設定によって構成される。Sugar とは、エージェントが生き延びるために摂取しなければならない一般化された食料資源の空間分布を指す。50×50grid の格子状に分割された二次元空間(X,Y)において、各セルは食糧資源の現在量と最大容量という二つの固有情報のみ付与される(図2)。SugarScape における環境の変化に関する定義は、「各セルにおいて、食糧資源は最大容量に達するまで期間あたり 単位という割合で再生する」の一点のみである。

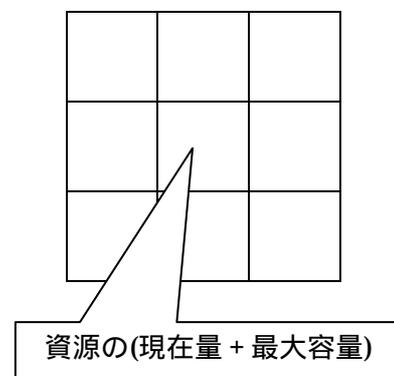


図2 SugarScape の空間定義

すなわち資源の現在量 r^t 、最大容量 c 、翌期間の資源量 r^{t+1} とすると、

$$r^{t+1} = \text{Min}(r^t + \alpha, c) \quad (1)$$

ここに、 $\text{Min}(a,b)$: $a > b$ なら b 、 $a < b$ なら a を選択する関数と表記される。なお、各セルの初期資源量は最大容量に等しいとする。

次にエージェントのルールについて簡潔にまとめる。初期エージェント数はパラメータによって定義され、指定された数(m)のエージェントが空間内にランダムに配置される(図3)。

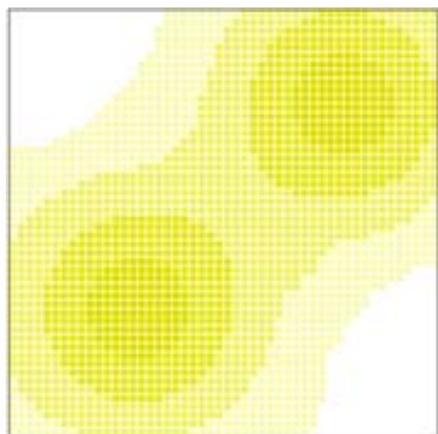


図3-1 食糧資源最大容量(0~4)

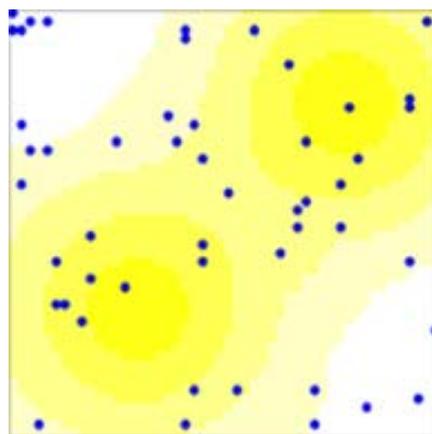


図3-2 エージェント初期配置($m=50$)

⁷ 田村,板山,山影らによって開発された分居モデルは、T.C.Schelling によって 1978 年に発表された、近接自己社会形成モデル(A Self-Forming Neighborhood model)をその基礎としている。

なお、シミュレーション開始時にエージェントには遺伝的特性として、予め視野、代謝率、年齢、寿命が乱数配分される。遺伝的特性を定式化すると、式(2)~(5)のように表せる。

$$\text{視野} = \text{ } \times [0,1] \quad (2)$$

$$\text{代謝率} = \text{ } \times [0,1] \quad (3)$$

$$\text{寿命} = \text{ } + \text{ } \times [0,1] \quad (4)$$

$$\text{年齢} = \text{寿命} \times [0,1] \quad (5)$$

ここに、 $\text{ } , \text{ } , \text{ } : \text{パラメータ}$ 、 $[a,b]$ は、 $a-b$ 間の一様乱数である。

エージェントが 1 ターン毎に繰り返し実行する行動ルールは、以下のようにまとめる事が出来る。

- エージェントは格子状の直行する 4 方向を視野の限り遠くまで見渡し、最も食糧資源が豊富で、他のエージェントがいない場所を認識する。
- そのような場所が複数存在する時は、現在地に最も近い場所を選択する。距離も等しい時には機械的に選択する。
- その場所へ移動し、存在する資源を全て収集する。
- 収集した資源は財産として貯蓄する事が出来る。また、保有資源財産から、遺伝的特性によって規定されている代謝率の値だけ消費する。
- 保有財産が代謝率の 10 倍を超えると、無性生殖により、エージェントは子を生成する。
- 子の視野は親と同じで、親の半分の財産を譲り受ける。
- 子の代謝率は親の代謝率の ± 0.1 の範囲から一様乱数によって配分される。
- 保有財産が 0 未満になると死亡する。また 1 ターン毎に加齢し、財産保有状況にかかわらず遺伝的特性によって規定されている寿命に達すると死亡する。

図 4-1, 4-2, 4-3 は上記の行動ルールの下に恣意的にパラメータを操作し、初期設定の異なる試行を行った結果である。これらの単純な行動ルールと環境定義から、初期条件の多少の操作により得られるマクロな社会像に大きな違いが生じることが確認できる。

SugerScape の意図は、結果が如何に正確に社会を映し出しているかではなく、個人の内部属性や意思決定の微小な差異が、いかに社会の形成過程に影響を与えるかを、限りなく抽象化された人工社会において実験的に提示することにある。前述の試行結果からは、マクロな社会形成に対する各パラメータの寄与率の程度と差異が見て取れる。これらは単純な知見であるが、重視すべきことはこの事実はシミュレーション開始時には予想し得ないものであるという事である。なお、SugerScape に関しては、有性生殖による進化、文化の伝播、異民族の紛争、財産取引、疫病の伝染などの条件を組み込む事によってさらに発展的に研究が進められ、その拡張モデルは、仮想空間の枠を越えて、現実社会の再現・予測に関して分析を加えている。

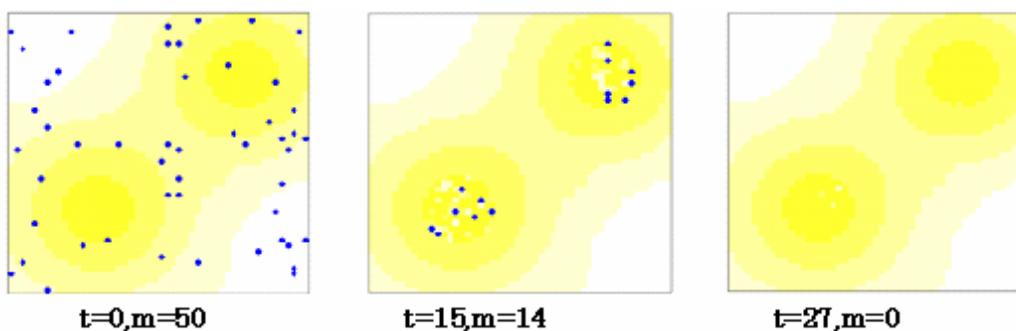


図 4-1 $\alpha=1, m=50, \beta=4, \gamma=5, \eta=30$ の変化過程

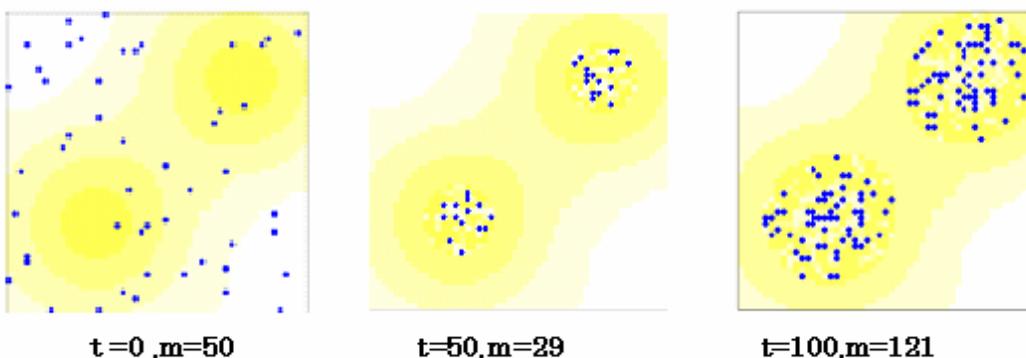


図 4-2 $\alpha=1, m=50, \beta=4, \gamma=4, \eta=30$ の変化過程

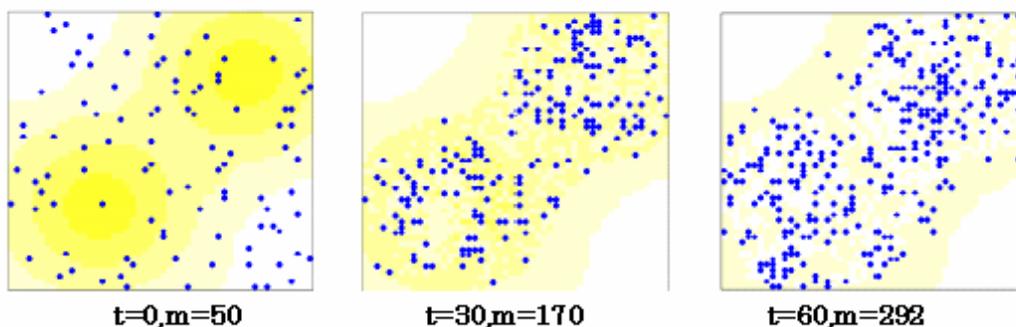


図 4-3 $\alpha=0.35, m=100, \beta=2, \gamma=2.5, \eta=30$ の変化過程

集落農地貸借モデル

本節では、マルチエージェントシステムを用いた集落農地貸借モデル Community-based Agricultural Land Lease Model (CALL モデル)の構造を解説する。

1 空間の定義

CALL モデルでは農業集落の土地利用状態を 20×20 の格子状に分割された二次元空間に投影する。格子平面の構成要素であるセルには図 5 に示すように (X,Y)座標が付与される。各セルは $10a$ ($1,000m^2$) に相当する。集落の土地利用類は宅地、農地、その他(山林を

想定)の3種類である。

プロトタイプでは、集落全体の耕地面積は試験的に25.5ha、セル数にして255としたが、これは中山間地域の標準的な集落の農地規模に相当する。また、農地の種類は便宜的に田のみとした。

2 意思決定主体の定義

CALLモデルのエージェントは農家である。農家の経営形態は稲作単一経営のみとした。農家は後述する意思決定ルールに従って、耕作、放棄、貸借などの行動を取る。

今回作成したプロトタイプでは、32戸の農家を意思決定主体として配置した(表1)。農家は内部情報として、農家ID(1~32)、居住地座標(X,Y)、及び予め設定した農業従事者を保有する。なお、1セル中に3ないし4戸の農家を配置している。

各農家が利用可能な年間保有労働力は、農業従事者の数と属性から算出する。農業従事者の転出や帰農による各農家の保有労働力の将来変動に関しても与件的な情報として扱い、集落全体の総労働力は逡減するように制御する。

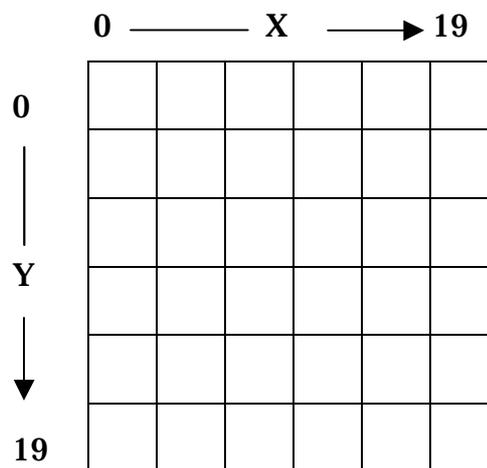


図5 格子平面の座標設定

表1 各農家の所在地(座標)

農家 ID	X	Y
1, 11, 21, 31	8	4
2, 12, 22, 32	9	6
3, 13, 23	10	5
4, 14, 24	15	8
5, 15, 25	11	13
6, 16, 26	13	15
7, 17, 27	13	17
8, 18, 28	8	16
9, 19, 29	4	13
10, 20, 30	4	9

3 モデルの前提

以下に CALL モデルにかかる主要な前提事項を示す。

- 個々の農家は独立した経営体として意思決定を行う。
- 農家は、農地貸借を通じて家族労働力と保有農地のバランスを取ることができるが、それ以外の方法では資源調整を行うことができない⁸。
- 個々の農家の年間保有労働力は営農活動に対する制約条件として作用し、農地貸借行動や耕作放棄の判断基準となる。
- 農地利用に関する意思決定において、集落内の農家間には特別な協調関係や敵対関係は存在しない。
- 農家は他者の内部事情を知りえない。したがって、如何なる農家も他の農家の行動を事前に予測することはできない。
- 農家数は不変であり、転入・転出などによる新規参入・退出はない。
- 集落内の農地は集落内の農家のみによって耕作され、また集落内の農家は集落外の農地を耕作しない。つまり出作、入作はない。

4 農地付帯情報

(a) **圃場利用条件** 座標(X,Y)には、当該農地の圃場利用条件を示す係数として $N_{(X,Y)}$ が付与される。圃場利用条件はその地点の標高、傾斜、圃場の整備具合、水路へのアクセスの良さなど地理的情報から総合的に算出され、当該農地の労働生産性を左右する。図6にプロトタイプで試行的に設定した圃場利用条件の分布を示す。

(b) **肥沃度** 座標(X,Y)には、当該農地の肥沃度を示す係数として $F_{(X,Y)}$ が付与される。肥沃度はその地点の土壌成分、日照時間などから総合的に算出され、当該農地の土地生産性を左右する。図7に肥沃度の分布を示す

(c) **所有者** 各農地(X,Y)には、それぞれ所有者(P=1~32)が定義されている。農地の売買は認められていないので、期間中、所有者は変わらない。

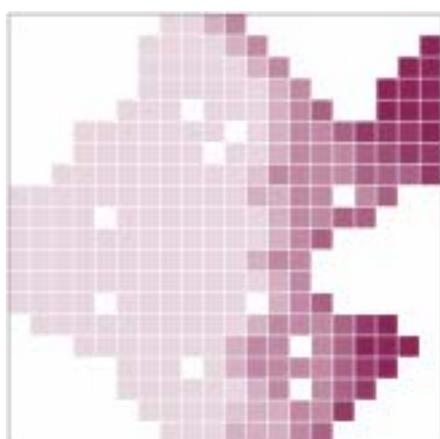
(d) **距離** 各農地(X,Y)には、耕作者(P)の所在地(X_p, Y_p)までの直線距離($D_{(X,Y)}$)が付与される。 $D_{(X,Y)}$ は次式によって算出する。

$$D_{(X,Y)} = \sqrt{(X - X_p)^2 + (Y - Y_p)^2} \quad (1)$$

(e) **利用状態** 各農地(X,Y)は、現況において 荒廃田になっている 休耕されている (不作付け地) 所有者に耕作されている 所有者以外の農家に耕作されている、のいずれかの状態をとる。CALL モデルでは上記の ~ の状態に、指標として便宜的に 1~4 の利用状態番号(S)を付与する。

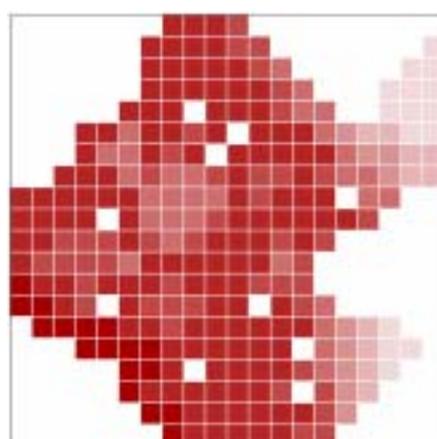
(f) **農地集積係数** 同一の農家によって耕作されているひとかたまりの団地に対して、そ

⁸ つまり、農地の売買、集落営農のような組織的な営農や農作業の受委託あるいは農業機械の共同利用などは行わない。



1.00  ↔  1.18

図6 圃場利用条件の係数分布



1.00  ↔  1.12

図7 肥沃度の係数分布

集落の形状及びそれぞれの係数の値は CALL モデルでの設定値

集落内部の白抜き部分は農家宅地の所在地を示す。

の団地規模に応じて農地集積係数 ($A_{(x,y)}$) を算出され、内部変数として格納される。一般に団地 (同一農家によって耕作される農地の規模) が大きくなるに従って、その労働生産性は向上することから、 $A_{(x,y)}$ は当該農地の耕作に要する労働時間算出に寄与する係数である。

$$A_{(x,y)} = \alpha^\beta \quad (2)$$

ここに、 α : 当該農地を耕作する際に要する労働時間の逓減効果を示すパラメータ (1 以下の正数で定義)

β : 各農地 (X,Y) は隣接する耕地のうち、同所有者の作付耕地である農地セル数から決定されるパラメータ。CALL モデルの初期設定では、該当する農地セル数が 0 に対して 1、農地セル数が 1 に対して 2、農地セル数が 2 に対して 3、農地セル数が 3 以上に対して一律 4 で定義する。

5 農業経営行動の定式化⁹

各農家の経営行動は、以下に示す基本行動パターンの組み合わせであると捉える。その組み合わせをもとに農家を特性別にいくつかの種類化する。以下にその基本行動を定式化する。

(a) 所有地の耕作行動

農家 (P) が、自己所有地 (X,Y) を耕作する際、当該農地 (X,Y) にかかる農業粗収益 $R_{(x,y)}$ (円) 及び農業経営費 $C_{(x,y)}$ (円) は次式によって算出される。

⁹ CALL モデルで用いる経営収支式は便宜的に設定したものであり、農業簿記の算定式とは厳密には異なる部分がある。

$$R_{(X,Y)} = F_{(X,Y)} \times L \times M \quad (3-1)$$

$$C_{(X,Y)} = C \times \gamma^n \quad (3-2)$$

ここに、L：1農地セル当たりの収量の標準値を表すパラメータ(kg)

$F_{(X,Y)} \times L$ ：農地(X,Y)の収量(kg)

M：1農地セル当たりの収量分に相当する米価を表すパラメータ(円)

C：1農地セル当たりの物財費の標準値を表すパラメータ(円)

：当該農家の総作付け耕地セル数が物財費の逡減に寄与する割合を定めたパラメータ(1以下の正数で定義)

：当該農家の総作付け耕地セル数から決定されるパラメータ。CALLモデルの初期設定では、該当する耕地セル数が1~3に対して0、耕地セル数が4~6に対して1、耕地セル数が7~9に対して2、耕地セル数が10以上に対して一律3で定義する。

つまり、農家(P)の作付け耕地セル数をKとすると、その年次の農業所得 B_p (円)は(3-1),(3-2)より、

$$B_p = \sum_k (R_k - C_k) \quad (4)$$

とおける。当該年次に農家が負担すべき労働時間 $T_p(h)$ を次式により算定する。

$$T_p = \sum_k T \times \delta^{(D_k-1)} \times A_k \times N_k \quad (5)$$

ここに T：1農地セルを耕作するために必要な労働時間の標準値を表すパラメータ(h)

：農家の居住地から農地セルまでの直線距離が必要な労働時間に対して重み付けをする係数を表すパラメータ(1以上の正数で定義)

なお、この算定式は、単位労働時間 T にたいして、農地集積による労働時間の逡減を $A_{(X,Y)}$ によって、また圃場利用条件による労働時間の逡増を $N_{(X,Y)}$ によって重み付けすることに加え、農家の居住地から農地セルまでの直線距離が、当該農地セルを耕作する際に必要な労働時間を規定するという仮定のもとに設定した独自の算定式である。

農家(P)の当年次保有労働力を $S_p(h)$ と置くと、この一連の行動を S_p T_p の限り繰り返す。

(b)労働力基準の耕作放棄行動

何らかの事情により農家の保有労働力が減少し、 $S_p < T_p$ になり次第、前年度の作付け農地より、セル当たりの農業所得が最小となる農地、すなわち(3-1),(3-2)より、

$$\text{Min}(R_{(X,Y)} - C_{(X,Y)}) \quad (6)$$

ここに、Min()：最小値を提示する関数

となるような農地(X,Y)を探索し、 $S_p \quad T_p$ を満足するまで順に耕作放棄していく。

(c)利益基準に基づく耕作放棄行動

(b)の耕作放棄基準の他に、前年度の作付け農地より、セル単位の農業所得がある一定の水
準を満たさない農地を放棄する。すなわち、

$$R_{(X,Y)} - C_{(X,Y)} < Ha$$

(7)

ここに、 Ha ：耕作放棄判断の利益水準

となるような農地(X,Y)を探索し、労働力の如何にかかわらず耕作放棄する。

(d)他農家が耕作放棄した農地を賃貸契約によって耕作する行動¹⁰

他農家が(b)、もしくは(c)の行動により耕作放棄をした農地が自らの作付け農地に隣接し
た位置に存在し、尚且つその農地を耕作する事によって獲得可能な農業所得が、許容でき
る水準以上である場合、 $S_p \quad T_p$ の限り賃貸契約により利用権の譲渡を受ける。この時、借
り手の収支算定式 (B_p') は以下のように定義する。

$$B_p' = B_p - r \times n \tag{8}$$

ただし $R_{(X,Y)} - C_{(X,Y)} - r > Hr$

ここに、 r ：農地1単位あたりの小作料を表すパラメータ(円)

n ：借地数

Hr ：借地判断の利益水準

以上の(a)～(d)の基本行動の組み合わせによって農家の経営行動を規定する。CALL モデ
ルでは、各農家の特性を示した 32×4 の行列を定義する。(表2)

表2 農家特性の定義行列

農家 ID	行動(a)	行動(b)	行動(c)	行動(d)
1				
2				
⋮				
32				

行動(a)及び行動(b)は全農家が該当する項目とする。したがって農家類型は行動(c)と行動
(d)の組み合わせによって説明できる。一般に行動(c)を取る農家は、家族に農外従事者もし

¹⁰ 農地貸借に際して、血縁関係や親密度,信頼度によって相手を選択するといった心理的,感情的な影響は考慮されない。

くは兼業従事者が存在し、農業充足率の低い農家や、高齢農業従事者のみの農家であり、現状の農山村地域農業集落を構成する農家の大半はこのタイプの農家であると言える。一方、行動(d)を取る農家は農業充足率が高く、積極的に規模拡大を行う専業農家や、担い手認定制度において指定された認定農家が中心である。

6 初期条件の設定とパラメータの可動域

当モデル内で仮想的に作成した各農家の家族労働従事者の構成、及びその属性からの農業従事時間をはじめ、仮定したパラメータの設定値や補正係数による可動域の調整には、平成14年度農林水産省統計情報部公表の農業経営統計調査、農業組織経営体経営調査、食糧・農林水産業・農山漁村に関する意向調査を参考にした。図8に試行用に作成した農業集落鳥瞰図と農地の所有者別配置を示す。

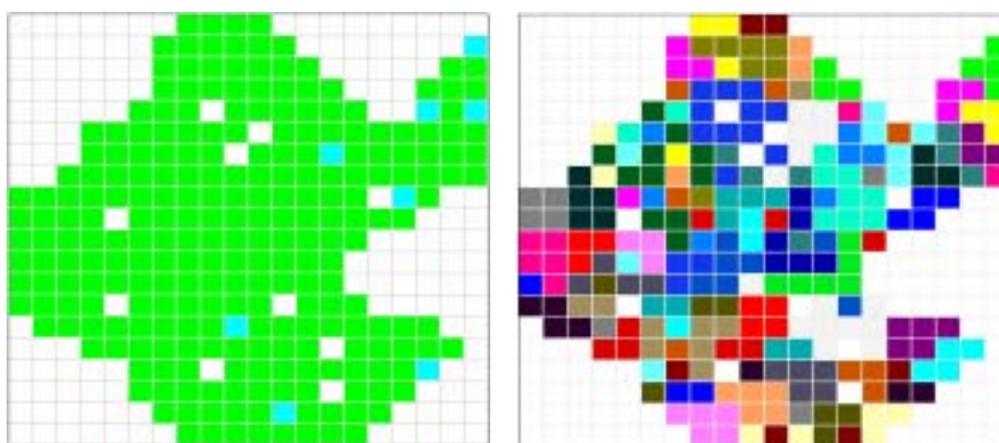


図8 農業集落鳥瞰図(左)と農地の所有者別配置(右)

左図において、■ はS=3もしくは4、■ はS=2であることを示す。
右図は、農地の位置に対応させ所有者別に色分けしたものである。

モデルによる政策分析

前節で述べたモデルを用いて、いくつかの政策効果を評価したところ、次のような結果が得られた。なお、ここでは耕作放棄地は農地貸借の対象農地として定義する。また荒廃地は、耕作放棄地が借り手が見つからないまま放置され、耕作困難となった状態の農地を指す。

1 米価水準の下落による稲作農業の衰退

米価の逡減率を0, 0.996(30年後に88.7%), 0.992(30年後に78.6%)の3段階に設定したところ、荒廃地のセル数、借地のセル数は図9のように変化した。0.992の場合、最初の段階ではほとんど差がみられなかったが、20年過ぎに他の2つの試行結果とは異なる挙動を示すようになった。米価の下落による収益性の悪化が農地貸借行動の鈍化を招き、荒廃地数の急激な増加の要因となった点がうかがえる。

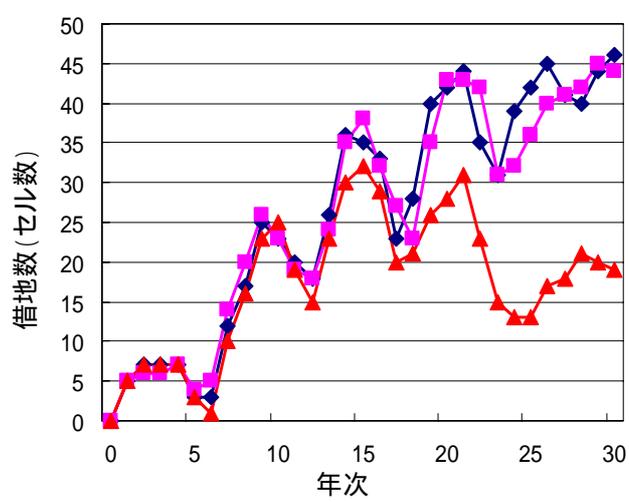
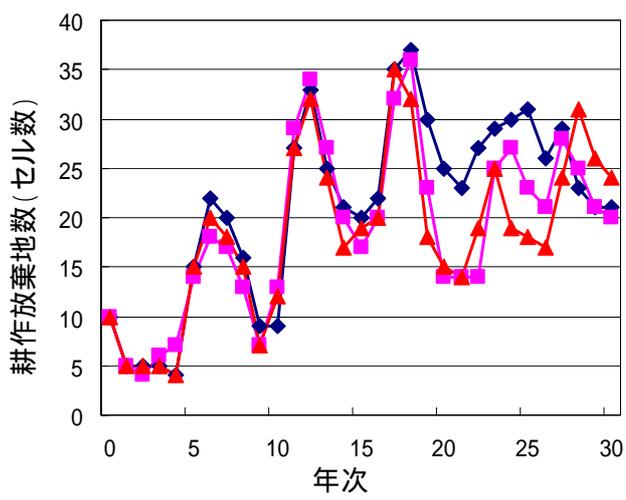
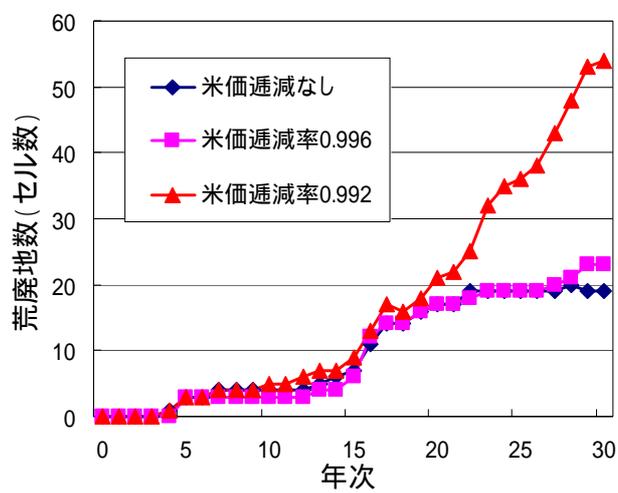


図9 米価逡動に対する農地利用の逡化

2 関係組織による農地貸借仲介の荒廃防止効果

耕作放棄地の所在を直ちに認知できる範囲を「農家の空間的視野」と捉えるならば、図10はそれが集落全体の農地流動化を強く規定することを如実に示している。たとえ、個々の農家の空間的視野が限られたものであったとしても、それを公的な主体が補うことによって - 具体的には耕作放棄地（見込み）の仲介・斡旋を行うことによって - 農地の放棄を防ぐことが可能である。よって、農地貸借の仲介・斡旋の有効性を示している。

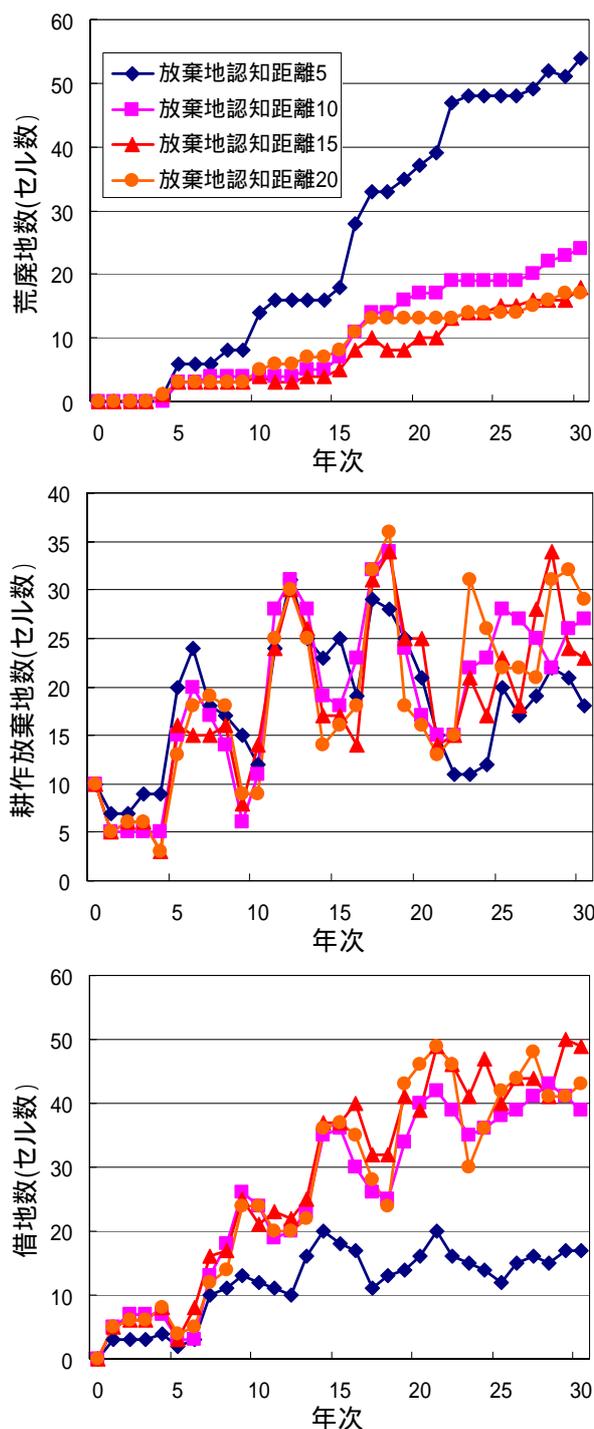


図10 放棄地認知距離に対する農地利用の変化

3 関係組織の耕作放棄地管理による農地保全効果

中山間地域では、農業公社等の主体が放棄地の荒廃防止のために一時的に管理作業を代行するサービスを提供しているところがある。図11はそのような管理作業に一定の効果があることを示している。ただし、農地荒廃が先延ばしになるだけであり、農地保全の本質的な解決策であるとは言い難い。これらの活動が単なる延命措置にならないためにも、地域性に応じた担い手の育成が必要であると考えられる。

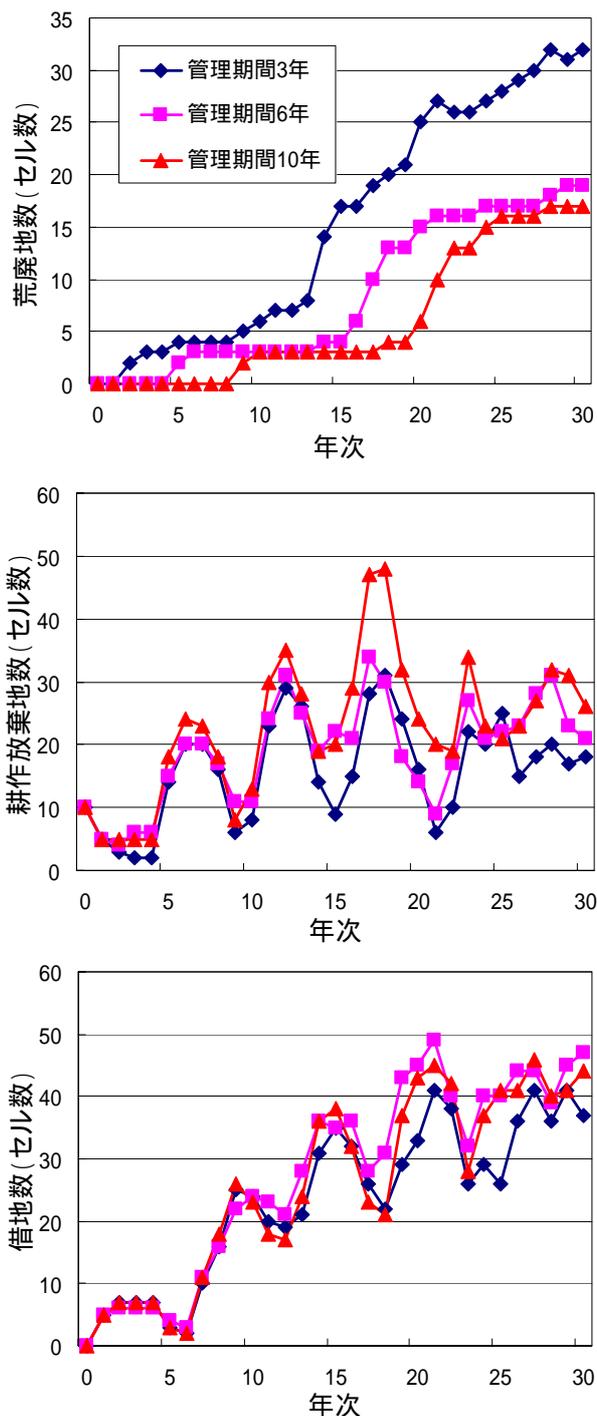


図11 放棄地管理期間に対する農地利用の変化

おわりに - 今後の課題 -

本研究では MAS を農地利用変化の予測に適用し、個々の農家の営農行動と周辺状況の制御により、農村集落の農地利用の変化過程に生じる差異を記述するモデルを開発した。当モデルは、農地の荒廃が懸念される農山村地域において、効果的な対応策を模索するために有効であると推察される。本モデルは、個々の意思決定によってもたらされた将来像を比較検討し、反復的に「予備実験」が可能であるという優位性を持つ。

既存の土地利用変化の予測モデルと比較し、行為主体を仮定し、微視的な個々の意思決定と巨視的な社会変化を関連付けたという点において画期的であるが、本研究で開発した農地利用モデルは、現段階では集落の設定や農家の行動ルールが極めて単純な構造であり、実用には更なる改良が必要である。

今後の課題としては、

集落の土地利用状態をより多様化し、現実的な状況設定に近づけること、

政策（生産調整など）や制度（土地利用規制）を条件としてモデルに組み込み、多角的に仮説を検証していく環境を整備すること、

終始一定の行動規則であり、また万人に対して平等に振る舞う各農家の意思決定過程に、協調的な判断、競争的な判断、あるいは敵対的な判断などを組み込み、より多様性のある意思決定を表現すること、

等が挙げられる。そして最終的な目標としては、行政の政策や地域計画の立案、策定過程、または農業集落の地域づくりの場面において、問題の特定や解決に向けて示唆的な情報を提示できるモデルを構築することである。