

水田農業構造に関する域内中長期予測のための計量モデル開発

—— 京都府における水田農業地域を事例として ——

小田 滋晃・川崎 訓昭・長谷 祐

Shigeaki ODA, Noriaki KAWASAKI, Tasuku NAGATANI : Model Development for Mid- and Long-term Forecast for Paddy Agricultural Structure in a Region: A Case Study in Paddy Production Area in Kyoto Prefecture

The purpose of this paper is to develop an econometric model to forecast paddy agricultural structure in mid and long-term. In general, when we develop such models, we need to take notice of the supply and the demand side as well as the interaction between them. However, in this study, we discuss only three areas in Kyoto prefecture. So, our model sets much value on reconstructing regional output. We also assume the parameters of our model for each region, make mid and long-term forecasts based on the model, and examine the effectiveness.

The results of this analysis shows; ①large scale agricultural corporations (Type I) stay the same in production of rice and increase open culture production of vegetables, ②subsistence crop farmers (Type III) decrease in number and get older, but keep the size of production, ③middle scale private management (Type IV) keeps decreasing in number and ④farmers who work less than 150 days per year are on the average growing older and their numbers are decreasing.

1. 課題と方法

京都府農業は2010年時点で経営耕地の約81%が水田であり、販売農家の約95%が規模の大小は別として水稻作を営んでいる。そして、京都府の南北に長い地理的特性から府域内では一部の平地農業地域を含み、都市的地域、中間農業地域、山間農業地域の全てを包含しつつ、かつ全地域で担い手の急速な高齢化と減少が進んでいる。その意味で、京都府水田農業は、わが国の水田農業の縮図的な様相を呈しているといえる。このような状況を踏まえ、今後の府内農地の保全や担い手の確保・育成に対して早急な対応が待たれるところである。しかし、そのような対応策を考慮するためには、府内水田農業の生産構造が一定の条件下で中長期的にどのような推移を辿るかを計数的に掴んでおくことが重要となる。

そこで、本稿では、京都府水田農業における域内農業生産構造の様々な指標の一定条件下での中長期的推移を計数的に明らかにできる、新たな計量モデルを開発することを課題とする。その際、過去の域内農業生産構造の推移を様々な指標に関して良好に再現可能であること、及び一定条件下での予測に安定的に耐えられるだけのロバストなモデルとなるように考慮する。

したがって、本稿では課題に接近するために次のように考察を進めていくこととする。まず、2. では、京都府内特定域内の水田農業構造に関する一定条件下での様々な指標の推移に

ついて考察可能な計量モデルの開発にあたっての基本的な考え方や前提条件、当該計量モデルの基本構造を提示する。ついで、3. では2. を受けて当該計量モデルの構造を具体的に明らかにする。4. では、3. で明らかにされた当該計量モデルの現実再現性テストの方法を示し、その上で府内の計測対象地域に関する当該計量モデルのパラメータ推定、現実再現性テスト、及び中長期の予測結果を示す。

2. 計量モデル開発にあたっての前提と基本構造

本節では、まずモデル開発にあたっての留意点と基本前提とを示し、その上で当該計量モデルの基本構造の概説を行なう。

(1) モデル開発にあたっての留意点

当該計量モデルは、供給サイドを中心としたシステムダイナミックス型モデルを援用し、京都府内の旧村範囲の比較的限定的な域内における水田農業生産構造の特性に関する様々な指標が再現可能な構造となるよう留意した。その上で、当該計量モデル構築に際して、特に次の3点に留意した。

- ①目標年次において、単なる予測ではなく一定条件下での望ましい水田農業の生産構造を地域農産物価格を基本的に所与とした上で明らかにすること。
- ②望ましい方向に関しては、個別農家の視点ではなく域内の水田農業全体としての視点に立つこと。
- ③その際、域内水田農業の担い手構造に関して経年的変化を考慮した年齢分布の推移も一定程度明らかにすること。

以上の留意点を考慮すると、当該計量モデルの構築に際しては、域内水田農業の生産対応をモデル化した地域全体の供給関数を考える必要がある。そこで、地域を1つの生産単位と捉えた域内の規範的供給関数を考え、モデルに組み込む方法を採用した。本稿ではこのモデルを以下『域内水田農業構造推定モデル』と呼ぶこととする。

(2) 『域内水田農業構造推定モデル』の基本前提

- 1) 『域内水田農業構造推定モデル』において考慮した水田農業の生産部門は、次の生産部門である。なお、年間農業生産期間の単位は旬とし1カ月を3旬、1年を36旬とした。

- ①水稲生産部門
- ②大豆生産部門
- ③露地野菜生産部門

④施設野菜生産部門

⑤農作業受託部門

- 2) 『域内水田農業構造推定モデル』において考慮した農業経営タイプは、労働力の質及び所得目標等に留意し、次の4経営タイプとした。なお、経営タイプ別農家一戸当たり保有労働力及び保有労働力別1人1日当り労働時間（年齢分布も考慮）は、計測期間内で一定とした。

経営タイプⅠ：大規模農業法人経営、大規模集落営農（ただし、計測期間内において域内のこの経営タイプ数や保有労働力は所与とする）

経営タイプⅡ：ビジネス型大規模個人経営（男子専従者2名以上）

経営タイプⅢ：中規模個人経営（男子または女子専従者1名）

経営タイプⅣ：自給的生産農家（専従者なし農家）

- 3) 生産部門⑤の農作業受託部門に関しては、経営タイプⅣは経営タイプⅠまたは経営タイプⅡに田植えと収穫作業を全面積委託すると想定した。そのため、経営タイプⅣは田植えまでの水田管理および田植え後の水田管理及び圃場周りの管理が主な農作業となる。

- 4) 『域内水田農業構造推定モデル』において経営タイプ別に生産している生産部門の生産プロセスを以下では経営タイプ別プロセスという。なお、『域内水田農業構造推定モデル』では、この栽培プロセス以外に経営タイプ別兼業労働プロセス、経営タイプ別雇用労働プロセスがある。

(3) 『域内水田農業構造推定モデル』の基本構造

『域内水田農業構造推定モデル』は、次の三つのサブモデルから構成されている。

①域内経営タイプ別農家戸数推定サブモデル

②域内経営タイプ別男女別専従非専従別農業労働者年齢分布推定サブモデル

③域内栽培品目別栽培面積・生産量推定サブモデル

①域内経営タイプ別農家戸数推定サブモデルは、需要サイドモデルから算出される前年度の地域内品目別生産量1kg当たり農家庭先手取り価額から基本的に導かれる経営タイプ別農家一戸当たり生産農業所得平均に反応し、当該年度の経営タイプ別農家戸数を導出するモデルである。

②域内経営タイプ別男女別専従非専従別農業労働者年齢分布推定サブモデルは、当該年次の経営タイプ別農家戸数を基礎に、経年的変化を組み込んだ専従・非専従別、男女別の年齢分布の推移を導出し、その結果から域内旬別労働可能時間量を算出するモデルである。

③域内栽培品目別栽培面積・生産量推定サブモデルは、まず①と同様に前年度の地域内品目別生産量1kg当たり農家庭先手取り価額から基本的に導かれてくる経営タイプ別プロセス別10a当たり農業所得平均に反応し、当該年度の当該地域内の経営タイプ別プロセス別栽培面積を導くサブモデルである。このサブモデルにおいては、②の域内経営タイプ別専従非専従別男女別年齢分布推定サブモデルから基本的に導出されてくる域内旬別労働可能時間量及び域内利用可能水田面積を制約条件として域内水田農業の生産対応がLP（線形計画法）を解くという方法で具体化される。したがって、この方法によって単なる予測ではなく域内の水田農業全体としての視点に立った望ましい将来方向について考慮可能となっている。

以上が『域内水田農業構造推定モデル』の基本構造であり、そのフローチャートは図1示すとおりである。

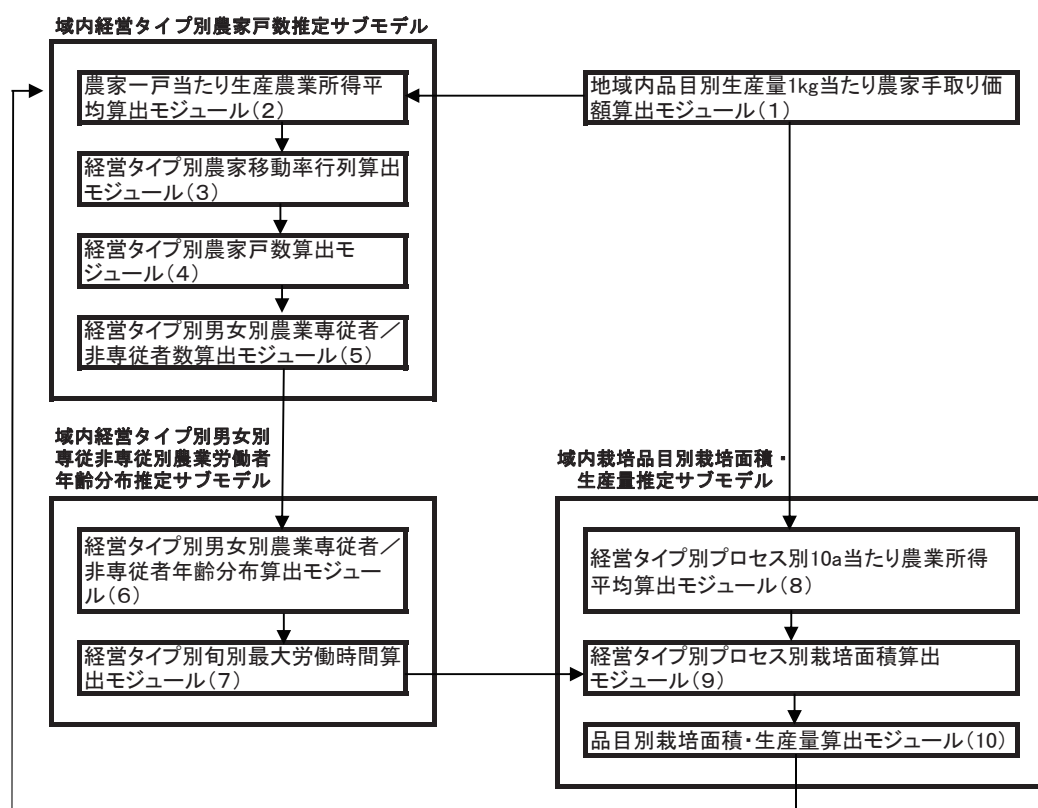


図1 『域内水田農業構造モデル』の基本フローチャート

3. 『域内水田農業構造推定モデル』の概要

本節では、『域内水田農業構造推定モデル』の詳細な前提とモデルの細部にわたる構造を

明らかにする。なお本節では、それぞれのサブモデルをいくつかの重要なモジュールに分解して、モデルのフローチャートの流れに沿って解説していく。そして、(5)で『域内水田農業構造推定モデル』の定数や変数、分析指標についての整理を行なう。なお、以下の説明における配列変数の添字として使用される変数名の意味は表1のとおりである。また特に断らない限り、面積の単位は10a、量の単位はkg、価格の単位は円とする。

(1) 域内品目別生産量1kg 当たり農家手取り価額の算出（モジュール1）

このモジュールでは、T 期の域内品目別生産量1kg 当たり農家庭先手取り価額 [PNK(J,T)] を算出する。この情報は、当該計量モデルでは外生変数として算出され、域内経営タイプ別農家戸数推定サブモデルと域内栽培品目別栽培面積・生産量推定サブモデルに引き渡される。

表1 配列変数の添字として使用される変数名の意味

I	農家タイプ
J	品目
T	年次
JY	月・旬
K	従事者タイプ
KA	年齢区分

(2) 域内経営タイプ別農家戸数推定サブモデル

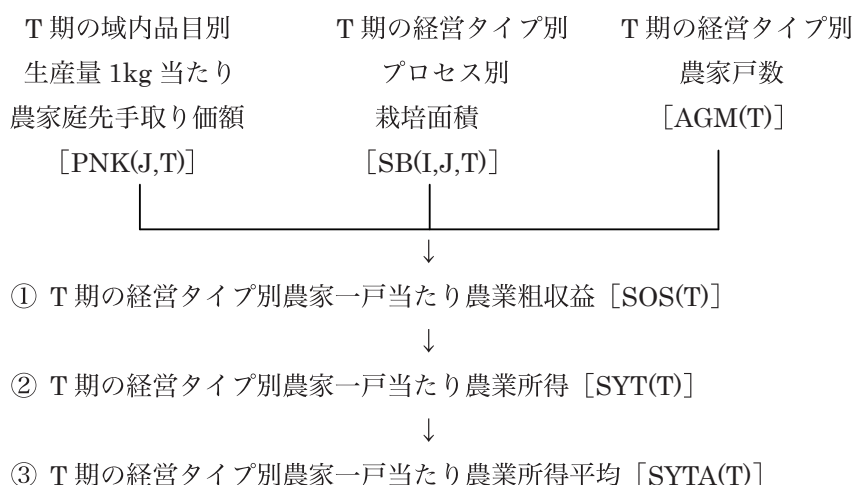
当該サブモデルは、次の三つのモジュールから構成されている。

- 1) 農家一戸当たり農業所得平均算出モジュール（モジュール2）
- 2) 経営タイプ間農家移動率行列導出モジュール（モジュール3）
- 3) 経営タイプ別農家戸数算出モジュール（モジュール4）

1) 農家一戸当たり農業所得平均算出モジュール（モジュール2）

モジュール2は、モジュール1から算出されてくる地域内品目別生産量1kg 当たり農家手取り価額から経営タイプ別農家一戸当たり農業所得平均を算出するモジュールである。

このモジュールの基本的な流れは次のとおりである。



① T 期の経営タイプ別農家一戸当たり農業粗収益 [SOS(T)] は、モジュール1より算出される T 期の品目別生産量 1kg 当たり農家庭先手取り価額 [PNK(J,T)] と T 期の経営タイプ別プロセス別栽培面積 [SB(I,J,T)]、T 期の経営タイプ別プロセス別単収 [TNS(I,J,T)] 及び T 期の経営タイプ別農家戸数 [AGM(T)] とから以下の式によって算出する。

$$SOS(T) = (\sum PNK(J,T) \cdot TNS(I,J,T) \cdot SB(I,J,T)) / AGM(T)$$

② T 期の経営タイプ別農家一戸当たり農業所得 [SYT(T)] は、T 期の経営タイプ別農家一戸当たり部門農業粗収益 [SOS(T)] からプロセス経営費を控除して算出する。そしてこの部門農業所得は、T 期の経営タイプ別農家一戸当たり部門農業粗収益 [SOS(T)] と T 期の経営タイプ別プロセス別 10 a 当たり経営費 [EK(I,J,T)]、T 期の経営タイプ別プロセス別栽培面積 [SB(I,J,T)]、T 期の経営タイプ別農家戸数 [AGM(T)] とから以下の式によって算出する。

$$SYT(T) = SOS(T) - (\sum EK(I,J,T) \cdot SB(I,J,T)) / AGM(T)$$

③ T 期の経営タイプ別農家一戸当たり農業所得平均 [SYTA(T)] は、モジュール3で導出する T 期の経営タイプ間農家移動率行列を導くための重要な指標であり、T 期までの経営タイプ別農家一戸当たり農業所得を指数平滑化するものである。この T 期の経営タイプ別農家一戸当たり農業所得平均は、T-1 期の経営タイプ別農家一戸当たり農業所得 [SYT(T-1)] と T-1 期の経営タイプ別農家一戸当たり農業所得平均 [SYTA(T-1)] とから TA(I) を時定数として以下の式によって算出する。

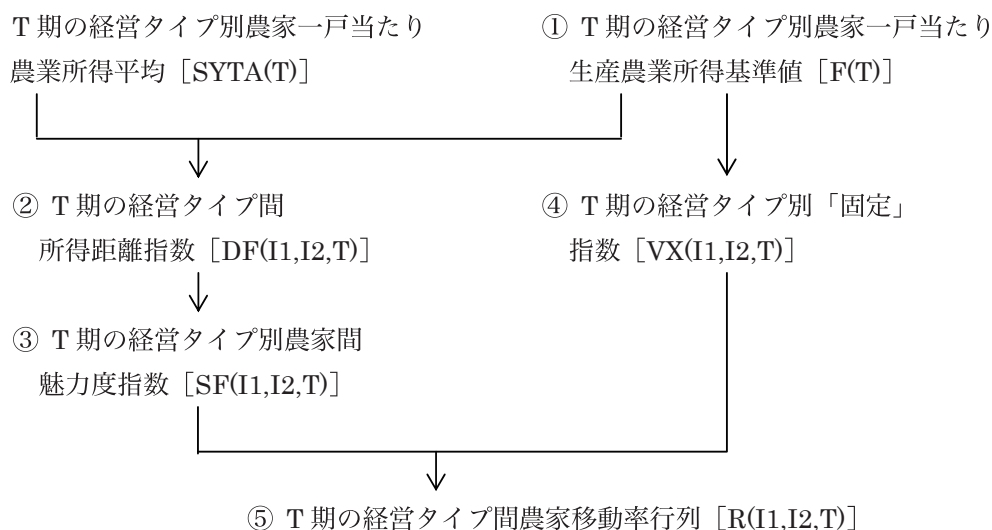
$$SYTA(T) = TA(I) \cdot SYT(T-1) + (1.0 - TA(I)) \cdot SYTA(T-1)$$

2) 経営タイプ間農家移動率行列算出モジュール（モジュール3）

モジュール3は、モジュール2から導出されてくる経営タイプ別農家一戸当たり農業所得平均から経営タイプ間農家移動率行列を導出するモジュールである。

このモジュールの基本的な流れは次のとおりである。なお、変数の添え字となっているI1はT-1期の経営タイプを、I2はT期の経営タイプをそれぞれ表わしている。

（モジュール3）



① T期の経営タイプ別農家一戸当たり生産農業所得基準値 $[F(T)]$ は、T期の自立経営農家下限農業所得 $[GKSY(T)]$ と経営タイプ別生産農業所得基準比率 $[RF(I)]$ との積で基本的に与えられる。また、経営タイプ別農家戸数推計に関するパラメータを良好に推定できるようにT期の自立経営農家下限農業所得 $[GKSY(T)]$ に対して自立経営農家下限農業所得調整比率 $[DMRF(T)]$ を考えた。

$$F(T) = DMFR(T) \cdot RF(I) \cdot GKSY(T)$$

②経営タイプI1の農家からみた場合の経営タイプI2の農家（同一経営タイプの農家及び撤退も含む）とのT期の経営タイプ間所得距離指数 $[DF(I1,I2,T)]$ は、モジュール1から導出されてくるT期の経営タイプ別農家一戸当たり農業所得平均 $[SYTA(T)]$ とT期の経営タイプ別農家一戸当たり生産農業所得基準値 $[F(T)]$ とから以下のように与えられる。

$$DF(I1,I2,T) = |F(I2,T) - SYTA(I1,T)| \quad | \cdots | \text{は絶対値}$$

ただし、 $I1 = I2$ でかつ $F(I1,T) - SYTA(I1,T) < 0.0$ の場合は、

$$DF(I1,I2,T) = 0.0$$

さらに、 $I1 = 4$ でI2が撤退の場合は、

$$DF(I1,5,T) = |SYTA(I1,T) - DMSY2(T)| \quad \text{とする。}$$

なお、DMSY(T) 及び DMSY2(T) は、T 期の恒常的年間兼業所得 [JOKSY(T)] と生産農業所得基準値補正量調整比率1 [RJOK1] 及び生産農業所得基準値補正量調整比率2 [RJOK2] とによってそれぞれ以下のように与えられる。この DMSY(T) 及び DMSY2(T) という変数は、当該経営タイプ間の所得距離指数とのギャップを補正するために導入したものである。

$$DMSY(T) = RJOK1 \cdot JOKSY(T)$$

$$DMSY2(T) = RJOK2 \cdot JOKSY(T)$$

③ T 期の経営タイプ間魅力度指数 [SF(I1,I2,T)] は、T 期の経営タイプ間所得距離指数 [DF(I1,I2,T)] と経営タイプ別所得距離影響通減度指数 [B(I1)] とで以下のように与えられる。この経営タイプ別所得距離影響通減度指数が地域特性を表現するパラメータとなるものである。

$$SF(I1,I2,T) = \text{EXP}(-B(I1) \cdot DF(I1,I2,T))$$

④ T 期の経営タイプ別「固定」指数 [VX(I1,I2,T)] は、T 期の経営タイプ間魅力度指数 [SF(I1,I2,T)] のウエイトとなるものである。すなわち、経営タイプ間魅力度指数だけではモデル化しきれない同一経営タイプ農家への残存度の強さ（他経営タイプ農家への移動の困難さ）を表わす指数である。この指数は、T 期の経営タイプ別農家一戸当たり生産農業所得基準値 [F(T)] と経営タイプ別残存強度指数 [B2(I1)] とで以下のように与える。

$$VX(I1,I2,T) = \text{EXP}(-B2(I1) \cdot (1 - F(I2,T)/F(I1,T))^2)$$

⑤ T 期の経営タイプ間農家移動率行列 [R(I1,I2,T)] は、T 期の経営タイプ間魅力度指数 [SF(I1,I2,T)] と T 期の経営タイプ別「固定」指数 [VX(I1,I2,T)] とから以下のように与えられる。

$$R(I1,I2,T) = VX(I1,I2,T) \cdot SF(I1,I2,T) / \sum (VX(I1,I2,T) \cdot SF(I1,I2,T))$$

3) 経営タイプ別農家戸数算出モジュール（モジュール4）

モジュール4は、モジュール3から導出された経営タイプ間農家移動率行列から経営タイプ別農家戸数を算出するモジュールである。このモジュールの基本的な流れは次のとおりである。したがって、『域内水田農業構造推定モデル』における経営タイプ別農家の移動経路は図2のとおりである。

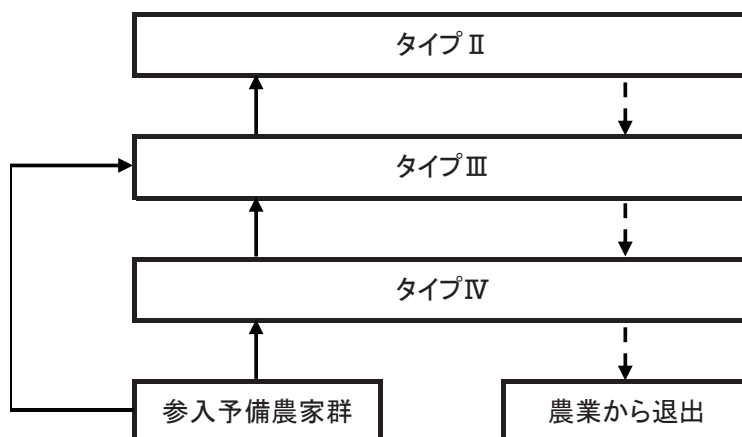
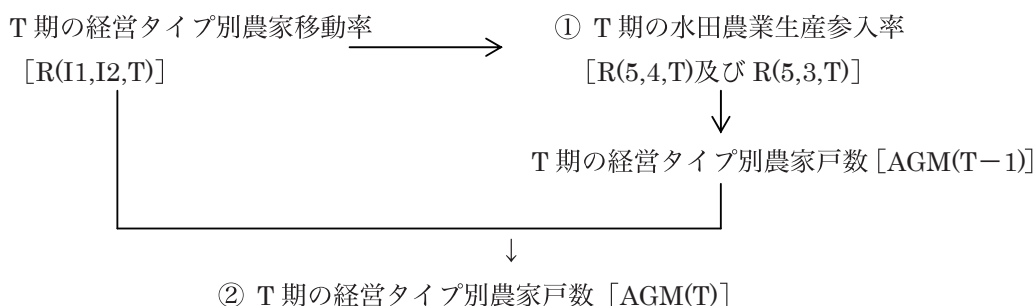


図2 経営タイプ別農家の移動経路

(モジュール 4)



① T期の地域別水田農業生産への参加は、一般に分家などによる場合が多いということを考慮し、T期の参加予備農家群 $[AGM(5,T)]$ をT期の経営タイプ別農家戸数 $[AGM(T)]$ と参加予備農家率 $[SANR]$ とで以下のように仮定する。

$$AGM(5,T) = SANR \cdot \sum AGM(T)$$

② T期の経営タイプ別農家戸数 $[AGM(T)]$ は、T-1期の参加予備農家群 $[AGM(5,T-1)]$ を考慮したT-1期の経営タイプ別農家戸数 $[AGM(T-1)]$ とT期の経営タイプ間農家移動率行列 $[R(I1,I2,T)]$ とから以下のように導出される。

$$AGM(I2,T) = \sum R(I1,I2,T) \cdot AGM(I1,T-1) \quad I2 = 2 \sim 4, I1 = 2 \sim 5$$

なお、T期の水田農業生産参加農家戸数及び撤退農家戸数をそれぞれ $AGIN(T)$ 、 $AGOUT(T)$ とすると以下ようになる。

$$AGIN(3,T) = R(5,3,T) \cdot AGM(5,T-1)$$

$$AGIN(4,T) = R(5,4,T) \cdot AGM(5,T-1)$$

$$AGOUT(T) = R(4,5,T) \cdot AGM(4,T-1)$$

(3) 域内経営タイプ別男女別専従非専従別農業労働者年齢分布推定サブモデル

当該サブモデルは、次の三つのモジュールから構成されている。

- 1) 経営タイプ別男女別専従非専従別労働者数導出モジュール（モジュール5）
- 2) 経営タイプ別男女別専従非専従別労働者年齢分布導出モジュール（モジュール6）
- 3) 経営タイプ別旬別労働可能時間算出モジュール（モジュール7）

1) 経営タイプ別男女別専従非専従別労働者数導出モジュール（モジュール5）

このモジュールでは、経営タイプ別農家数から経営タイプ別男女別専従非専従別労働者数を導出する。経営タイプ別農家数1戸当たりの男女別専従者は以下の表2のようなカテゴリーを仮定し経営タイプ別男女別専従非専従別人数割合 $[RAGA(I,K)]$ を導出し、T期の経営タイプ別農家戸数 $[AGM(T)]$ からT期の経営タイプ別男女別専従非専従別労働者数 $[AGA(I,K,T)]$ を算出する。

$$AGA(I,K,T) = AGM(T) \cdot RAGA(I,K)$$

表2 経営タイプ別の従事者タイプ別人数の概念図

	経営タイプⅠ	経営タイプⅡ	経営タイプⅢ	経営タイプⅣ
専従者・男	仮定より所与	○	○	—
専従者・女	仮定より所与	○	○	—
非専従者・男	—	—	○	○
非専従者・女	—	—	○	○

2) 経営タイプ別男女別専従非専従別労働者年齢分布導出モジュール（モジュール6）

当モジュールでは、モジュール5から導出されたT期の経営タイプ別男女別専従非専従別労働者数 $[AGA(I,K,T)]$ に対して年齢区分別の年齢分布カテゴリーを考慮し、経営タイプ別男女別専従非専従別年齢区分別労働者数 $[AGAD(I,K,KA,T)]$ を導出する。この年齢分布カテゴリーに関しては、既存の公表統計から得られる情報を考慮しつつ次の二種類の年齢分布カテゴリーモデルを仮定する。

(i) 年齢分布カテゴリーモデルⅠ

経営タイプⅡと経営タイプⅢの専従者の年齢分布に関しては、一つのピークを持つ分布関数を仮定し、「専従者平均年齢」のデータを基礎に年齢カテゴリーごとにその比率を導出する。

(ii) 年齢分布カテゴリーモデルⅡ

経営タイプⅢと経営タイプⅣの非専従者の年齢分布に関しては、二つピークを持つ分布関数を仮定し、分布カテゴリーモデルⅠと同様に専従者平均年齢」のデータを基礎に年齢カテゴリーごとにその比率を導出する。

以上、二つの年齢分布カテゴリーモデルから導出される各年齢区分別割合より、T期の経営タイプ別男女別専従非専従別労働者数 $[AGA(I,K,T)]$ から、T期の経営タイプ別男女別専従非専従別年齢区分別労働者数 $[AGAD(I,K,KA,T)]$ が導出される。

3) 経営タイプ別旬別労働可能時間算出モジュール (モジュール7)

経営タイプ別旬別労働可能時間 $[TAGL(I,JY,T)]$ は、モジュール6より算出されるT期の経営タイプ別男女別専従非専従別年齢区分別労働者数 $[AGAD(I,K,KA,T)]$ とT期の経営タイプ別専従非専従別年齢区分別労働時間 $[RDT(I,K,KA,T)]$ と経営タイプ別旬別労働時間季節調整係数 $[RSZ(I,JY)]$ とから算出する。

$$TAGL(I,JY,T)=AGAD(I,K,KA,T) \cdot RDT(I,K,KA,T) \cdot RSZ(I,JY)$$

(4) 域内栽培品目別栽培面積・生産量推定サブモデル

当該サブモデルは、次の三つのモジュールから構成されている。

- 1) 経営タイプ別プロセス別 10a 当たり農業所得平均算出モジュール (モジュール8)
- 2) 経営タイプ別プロセス別栽培面積算出モジュール (モジュール9)
- 3) 品目別栽培面積・生産量算出モジュール (モジュール10)

1) 経営タイプ別プロセス別 10a 当たり農業所得平均算出モジュール (モジュール8)

モジュール8は、モジュール2の場合と同様、需要サイドのモジュール1から算出されてくる域内品目別生産量 1kg 当たり農家手取り価額から経営タイプ別プロセス別 10a 当たり農業所得平均を算出するモジュールである。

(モジュール1より)

- ① T期の域内品目別生産量 1kg 当たり農家庭先手取り価額 $[PNK(J,T)]$
↓
- ② T期の経営タイプ別プロセス別 10a 当たり粗収益 $[PSO(I,J,T)]$
↓
- ③ T期の経営タイプ別プロセス別 10a 当たり農業所得 $[PSY(I,J,T)]$
↓
- ④ T期の経営タイプ別プロセス別 10a 当たり農業所得平均 $[PSYA(I,J,T)]$

② T 期の経営タイプ別プロセス別 10a 当たり粗収益 [PSO(I,J,T)] は、T 期の域内品目別生産量 1kg 当たり農家庭先手取り価額 [PNK(J,T)] と T 期の経営タイプ別プロセス別単収 [TNS(I,J,T)] から以下の式によって算出する。

$$PSO(I,J,T) = PNK(J,T) \cdot TNS(I,J,T)$$

③ T 期の経営タイプ別プロセス別 10a 当たり農業所得 [PSY(I,J,T)] は、T 期の経営タイプ別プロセス別 10a 当たり粗収益 [PSO(I,J,T)] から T 期の経営タイプ別プロセス別 10a 当たり経営費 [EK(I,J,T)] を控除する以下の式によって算出する。

$$PSY(I,J,T) = PSO(I,J,T) - EK(I,J,T)$$

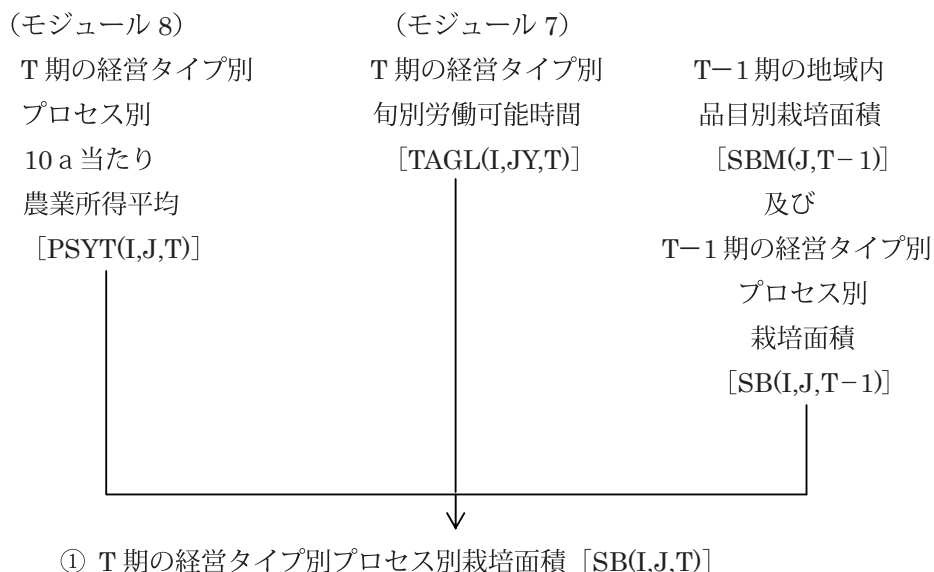
④ T 期の経営タイプ別プロセス別 10a 当たり農業所得平均 [PSYA(I,J,T)] は、モジュール 2 の農家一戸当たり農業所得平均の算出方法と同様に T 期までの経営タイプ別プロセス別 10a 当たり農業所得を指数平滑化するものである。この指標は、基本的に次のモジュール 9 で地域内の経営タイプ別プロセス別栽培面積を算出するために用いる LP のプロセス農業所得係数となる重要な指標である。このプロセス別 10a 当たり農業所得平均は、T 期の経営タイプ別プロセス別 10a 当たり農業所得 [PSY(I,J,T)] と T 期の経営タイプ別プロセス別 10a 当たり農業所得平均 [PSYA(I,J,T)] とから TB(I,J) を時定数として以下の式によって算出する。

$$PSYA(I,J,T) = (1.0 - TB(I,J)) \cdot PSY(I,J,T) + TB(I,J) \cdot PSYA(I,J,T)$$

ここで指数平滑法を援用する理由はモジュール 1 の場合と同様に、モジュール 9 における地域内の経営タイプ別プロセス別栽培面積の算出に際して、1 年ごとに大きく変動する単年度ごとの経営タイプ別プロセス別 10a 当たり農業所得だけが影響を及ぼすのではなく、過去に遡ってこのプロセス別 10a 当たり農業所得が考慮できるようにするためである。

2) 経営タイプ別プロセス別栽培面積算出モジュール (モジュール 9)

モジュール 9 は、モジュール 7 及びモジュール 8 から導出されてくる経営タイプ別およびプロセス別 10a 当たり農業所得平均とから域内の経営タイプ別プロセス別栽培面積を算出するモジュールである。このモジュールの流れは次のとおりである。



①地域内の経営タイプ別プロセス別栽培面積は、モジュール7のT期の経営タイプ別旬別労働可能時間 [TAGL(I,JY,T)] から基本的に算出される域内経営タイプ別旬別最大総労働時間制約条件、モジュール8から算出される経営タイプ別プロセス別10a 当たり農業所得平均及び与件として与えられる地域内土地制約条件、技術係数から、LP（線形計画法）を解くことによって求められる。これは、地域内労働条件及び地域内土地条件を制約とした域内空間均衡解を導出することに他ならず、このことによって域内の水田農業全体の視点に立った望ましい方向が一定考察可能となる。

【当該 LP における制約条件】

(i) 栽培面積の制約条件

この制約条件は地域内栽培可能水田面積と考え、所与の条件とする。

(ii) 地域内品目別栽培面積の拡大・縮小条件

農業生産上の特質から収益性条件だけで毎年自由に栽培面積の変更ができないという理由を考慮するものである。

(iii) 作目別栽培面積の拡大・縮小条件

この制約条件は、農業生産上の特質から収益性条件だけで毎年比較的自由に栽培面積の変更ができないという理由から考慮するものである。T-1期の作目別栽培面積 [SB(J,T-1)] が小さければ、この栽培面積のT期のT-1期に対する最大拡大・縮小率は大きく、逆にT-1期の作目別栽培面積が大きければ、この栽培面積のT期のT-1期に対する最大拡大・

縮小率は小さいという仮定である。具体的には、作目別栽培面積の最大拡大率を $[KU1(J)]$ 、最大縮小率を $[SU1(J)]$ とすると、これらの率はそれぞれ栽培面積最大拡大率導出関数 $[KU1FUNC]$ 、栽培面積最大縮小率導出関数 $[SU1FUNC]$ から $T-1$ 期の作目別栽培面積を説明変数として導出される。

以上より、 T 期の作目別栽培面積 $[SB(J,T)]$ は、次のような制約条件を持つことになる。

$$\text{拡大制限： } SB(J,T) \leq \{1.0 + KU1(J)\} \cdot SB(J,T-1)$$

$$\text{縮小制限： } SB(J,T) \geq \{1.0 - SU1(J)\} \cdot SB(J,T-1)$$

(iv) 経営タイプ別プロセス別栽培面積の拡大・縮小制約条件

この制約条件は (iii) の作目別栽培面積の拡大・縮小制約条件と同様の考え方を基本的に経営タイプ別プロセス別栽培面積にも適用したものである。ただし、この場合は、さらに経営タイプ別農家戸数の増減もこの条件に加味する必要がある。したがって、 T 期の経営タイプ別プロセス別栽培面積 $[SBM(I,J,T)]$ は、次のような制約条件を持つことになる。

$$AGM(T) / AGM(T-1) \geq 1.0 \quad \text{の時}$$

$$RDIC = AGM(T) / AGM(T-1) \quad \text{とすると}$$

$$\text{拡大制限： } SBM(I,J,T) \leq RDIC \cdot \{1.0 + KU2(I,J)\} \cdot SBM(I,J,T-1)$$

$$\text{縮小制限： } SBM(I,J,T) \geq \{1.0 - SU2(I,J)\} \cdot SBM(I,J,T-1)$$

$$AGM(T) / AGM(T-1) < 1.0 \quad \text{の時}$$

$$RDIC = AGM(T) / AGM(T-1) \quad \text{とすると}$$

$$\text{拡大制限： } SBM(I,J,T) \leq \{1.0 + KU2(I,J)\} \cdot SBM(I,J,T-1)$$

$$\text{縮小制限： } SBM(I,J,T) \geq RDIC \cdot \{1.0 - SU2(I,J)\} \cdot SBM(I,J,T-1)$$

【プロセス技術係数】

このプロセス技術係数は、月・旬ごとに経営タイプ別プロセス別 10a 当たりについてのものである。これは、統計資料から規範的に前提するものであり、毎年一定とする。

【プロセス農業所得係数】

(i) 栽培プロセスについて

栽培プロセスについての T 期のプロセス農業所得係数は、すでに述べたように T 期の経営タイプ別プロセス別 10a 当たり農業所得平均 $[PSYA(I,J,T)]$ とする。

(ii) 雇用プロセスについて

雇用プロセスについての T 期のプロセス農業所得係数は、T 期の 1 時間当たりの雇用労賃 [KOYOP(T)] とする。ただし、この係数の符号はマイナスとなる。なお、このプロセスは、経営タイプⅣは考えない。

(iii) 兼業プロセスについて

兼業プロセスについては、経営タイプⅣについてのみ考慮する。したがって、まず水田農業だけを考慮して T 期の域内経営タイプ別プロセス別栽培面積を決定した後、時間に余裕が出た分だけ兼業機会を評価する。

したがって、このモジュール 9 では以上のような制約条件及びプロセス技術係数から以上のようなプロセス農業所得係数を持つ目的関数を最大化するように LP が解かれ、T 期の経営タイプ別プロセス別栽培面積が決定される。そこで次に、このモジュール 9 についての留意点あるいは留意すべき前提を 2 点あげておこう。

- 〈1〉『域内水田農業構造推定モデル』が対象とする期間内では、栽培技術は一定と仮定する。したがって、具体的には経営タイプ別農家一戸当たり LP 技術係数は、『域内水田農業構造推定モデル』の全期間で一定とする。
- 〈2〉経営タイプ別プロセス別農家一戸当たり栽培面積の決定に際して用いられる LP の目的関数は、その係数にプロセス別 10a 当たり農業所得平均をとっていることより、ある意味で当該年度の栽培面積決定にあたって地域全体の個別農家の経営者が頭の中で描く損得勘定の関数と考えることができる。

(5) 『域内水田農業構造推定モデル』における変数・定数関係及び分析指標の整理

1) パラメータ

『域内水田農業構造推定モデル』において推定すべきパラメータ及び現実再現性調整変数を整理しておこう。

(i) 域内経営タイプ別農家戸数推定サブモデル関係

- ① 時定数 [TA(I)] (経営タイプ別農家一戸あたり農業所得平均)
- ② 経営タイプ別農業所得基準比率 [RF(I)]
- ③ 自立経営農家下限農業所得調整比率 [DMRF(T)]
- ④ 農業所得基準値補正量調整比率 1 [RJOK1]
- ⑤ 農業所得基準値補正量調整比率 2 [RJOK2]
- ⑥ 経営タイプ別所得距離影響逓減度指数 [B(I1)]
- ⑦ 経営タイプ別残存強度指数 [B2(I1)]
- ⑧ 参入予備農家率 [SANR]

(ii) 域内経営タイプ別男女別専従非専従別農業労働者年齢分布推定サブモデル関係

①経営タイプ別旬別労働時間季節調整係数 [RSZ(I,JY)]

②年齢分布カテゴリーモデルⅠのパラメータ [4.(1)(vii) で説明]

MAX(J)

③年齢分布カテゴリーモデルⅡのパラメータ [4.(1)(vii) で説明]

KIRI(J), MXA(J)

(iii) 域内栽培品目別栽培面積・生産量推定サブモデル関係

①時定数 [TB(J)] (経営タイプ別プロセス別10a 当たり農業所得平均)

②栽培面積最大拡大率導出関数 [KU1FUNC] のパラメータ [4.(1)(viii) で説明]

PA(J,1), PA(J,2)

③栽培面積最大縮小率導出関数 [SU1FUNC] のパラメータ [4.(1)(viii) で説明]

PB(J,1), PB(J,2), PB(J,3)

以上のパラメータは、『域内水田農業構造推定モデル』において現実を再現する過程で推定されることになる。この方法については4. で述べる。なお、経営タイプ間農家移動サブモデル関係の自立経営農家下限農業所得調整比率 [DMRF(T)] は現実再現性調整変数となる。

2) 変数及び定数

ここでは、『域内水田農業構造推定モデル』において用いる変数及び定数の整理を行おう。なお、変数については、内生変数、先決内生変数、外生変数の三つに分けて整理する。

【内生変数】

『域内水田農業構造推定モデル』における最も重要な内生変数は、次の2変数である。

①経営タイプ別農家戸数 [AGM(T)]

②品目別栽培面積 [SB(J,T)]

これらの内生変数は、『域内水田農業構造推定モデル』の現実再現性テストにおけるテスト変数となり、モデルの要となる重要な変数である。以下、これらの変数も含めモデルの流れに沿ってモデルで使用されている基本的な内生変数を整理しておこう。

(i) 域内経営タイプ別農家戸数推定サブモデル

①経営タイプ別農家一戸当たり農業所得平均 [SYTA(T)]

②経営タイプ間農家移動率行列 [R(I1,I2,T)]

③経営タイプ別農家戸数 [AGM(T)]

(ii) 域内経営タイプ別男女別専従・非専従別農業労働者年齢分布推定サブモデル

- ①経営タイプ別男女別専従・非専従別労働者数 $[AGA(I,K,T)]$
- ②経営タイプ別男女別専従・非専従別年齢区分別労働者数 $[AGAD(I,K,KA,T)]$
- ③経営タイプ別旬別労働可能時間算出モジュール $[TAGL(I,JY,T)]$

(iii) 域内栽培品目別栽培面積・生産量推定サブモデル

- ①経営タイプ別プロセス別 10a 当たり粗収益平均 $[PSOA(I,J,T)]$
- ②経営タイプ別プロセス別 10a 当たり農業所得平均 $[PSYA(I,J,T)]$
- ③経営タイプ別プロセス別 $[SB(I,J,T)]$

【先決内生変数】

先決内生変数は、当該期の内生変数が決定される時にすでに値が定まっている当該期前の内生変数であり、外生変数と同じ性質を持つ変数である。したがって、『域内水田農業構造推定モデル』を起動させる前に、これらの変数には初期値を与えておく必要がある。以下、これらの変数についても、内生変数と同様にモデルの流れに沿って整理しておこう。

(i) 域内経営タイプ別農家戸数推定サブモデル

- ①経営タイプ別農家一戸あたり農業所得平均 $[SYTA(T)]$
- ②経営タイプ別農家戸数 $[AGM(T)]$

(ii) 域内経営タイプ別男女別専従・非専従別農業労働者年齢分布推定サブモデル

- ①経営タイプ別男女別専従・非専従別労働者数 $[AGA(I,K,T)]$
- ②経営タイプ別男女別専従・非専従別年齢区分別労働者数 $[AGAD(I,K,KA,T)]$

(iii) 域内生産計画サブモデル関係

- ①経営タイプ別プロセス別 10a 当たり粗収益平均 $[PSOA(I,J,T)]$
- ②経営タイプ別プロセス別 10a 当たり農業所得平均 $[PSYA(I,J,T)]$
- ③経営タイプ別プロセス別栽培面積 $[SB(I,J,T)]$

【外生変数】

外生変数は、『域内水田農業構造推定モデル』の全体について整理しておこう。

- ①経営タイプ別プロセス別単収 $[TNS(I,J,T)]$
- ②経営タイプ別プロセス別 10a 当たり経営費 $[EK(I,J,T)]$
- ③自立経営農家下限農業所得 $[GKS(T)]$
- ④恒常的年間兼業所得 $[JOKSY(T)]$
- ⑤1時間当たりの雇用労賃 $[KOYOP(T)]$
- ⑥経営タイプ別男女別専従・非専従人数割合 $[RAGA(I,K)]$
- ⑦経営タイプ別専従・非専従別年齢区分別労働時間 $[RDT(I,K,KA,T)]$

【定数】

定数についても『域内水田農業構造推定モデル』全体について整理しておこう。

①経営タイプ別保有労働力1人あたり旬労働日数 [JUN(I)]

②経営タイプ別作目別旬別技術係数 [GJK(I,J,JY)]

(3) 『域内水田農業構造推定モデル』における分析指標

『域内水田農業構造推定モデル』における分析指標としては、内生変数又は内生変数で構成される変数がその対象として考えられる。したがって、『域内水田農業構造推定モデル』では4.で整理されるように域内の水田農業に関する生産構造の推移が把握できる多様な指標を導出することが可能となっている。

4. 『域内水田農業構造推定モデル』のパラメータ推定と現実再現性テスト

本節では、『域内水田農業構造推定モデル』におけるパラメータの推定方法、及び『域内水田農業構造推定モデル』の現実再現性テストの方法を概説した上で、その方法によるテスト結果を検討する。

(1) パラメータ推定及び現実再現性テストの方法

『域内水田農業構造推定モデル』において推定しなければならないパラメータは、前節において整理されたとおりである。ところで、『域内水田農業構造推定モデル』は前節までの説明からわかるように、その振る舞いを解析的に取り扱うことが非常に困難である。特に、域内経営タイプ別農家戸数推定サブモデルと域内栽培品目別栽培面積・生産量推定サブモデルとにかかるパラメータを解析的に推定することは困難である。そこで、我々は基本的に必要な方法によってパラメータの推定及び現実再現性テストを行なった（ただし、域内経営タイプ別専従非専従別男女別年齢分布推定サブモデルは除く）。すなわち、パラメータに適切な値を与えて現実再現性テストを行ない、これを次々に繰り返していき現実再現性が十分満足できるところの値をこのモデルのパラメータの推定値とするという方法である。そこで、まずこの現実再現性テストの前提と方法を具体的に述べていこう¹⁾。

【現実再現性テストの前提と方法】

(i) 本稿において京都府内の地理的特性を考慮し、計測対象とした地域は以下の3地域である。

①都市的地域の代表として：京都府中丹地域内のA地域

②中間農業地域の代表として：京都府丹後地域内のB地域

③山間農業地域の代表として：京都府中部地域内の C 地域

- (ii) 『域内水田農業構造推定モデル』の現実再現性テストは、1990年から2005年について行なう。また、金額表示される値は、すべて2005年を基準として実質化した。
- (iii) 経営タイプ別農家一戸当たり保有労働力及び保有労働力別1人1日当たり労働時間（年齢分布も考慮）は、表3、表4のとおりであり、計測期間内で一定とした。また、経営タイプ別に生産している生産部門は、表5のとおりとした。

表3 経営タイプ別農家一戸当たり保有労働力

	経営タイプⅠ			経営タイプⅡ			経営タイプⅢ			経営タイプⅣ		
	A 地域	B 地域	C 地域	A 地域	B 地域	C 地域	A 地域	B 地域	C 地域	A 地域	B 地域	C 地域
専従者・男	10	10	10	2	2	2	0.75	0.8	0.66	0	0	0
専従者・女	2	2	2	1	1	1	0.6	0.65	0.66	0	0	0
非専従者・男	0	0	0	0	0	0	0.25	0.2	0.33	13	1.5	1.5
非専従者・女	0	0	0	0	0	0	0.4	0.35	0.33	1.3	1.3	1.5

表4 保有労働力1人1日あたり労働時間

	16～29歳	30～59歳	60～64歳	65歳～
専従者・男	8	8	8	8
専従者・女	8	8	8	8
非専従者・男	4	4	4	4
非専従者・女	4	4	4	4

表5 経営タイプ別栽培作物

	経営タイプⅠ	経営タイプⅡ	経営タイプⅢ	経営タイプⅣ
水稻	○	○	○	○
大豆	○	○	○	
露地野菜	○	○	○	
施設野菜	○	○		
作業受託	○	○		

- (iv) 域内品目別生産量1kgあたり農家庭先手取り価額〔PNK(J,T)〕は農林水産省統計部発行の「農業物価統計調査」各年度版の農家庭先価格を用いる。
- (v) 自立経営下限農業所得〔GKS(T)〕の値は、2002年までは農林水産省統計部発行の「農業経営動向統計」各年度版の農家生計費を用い、2002年以降は農林水産省統計部発行の「営農類型別経営統計」各年度版の農家推計家計費を用いる。

(vi)「域内経営タイプ別農家戸数推定サブモデル」と「域内栽培品目別栽培面積・生産量推定サブモデル」とに関する現実再現性テストは、それぞれのサブモデルに対して基本的にトータルテスト形式で行なう。すなわち外生変数、当該サブモデルに含まれない内生変数及び初期値として1990年の先決内生変数とに現実値を与え、当該サブモデルの各期に内生変数を導出しその値を次期の先決内生変数としてシミュレーションを行なう方法である。

(vii)「域内栽培品目別栽培面積・生産量推定サブモデル」で援用するLP（線形計画法）の具体的なシンプレックス表の基本構造は図3のとおりである。

	耕作	耕作	タイプⅠ 露地	施設	受託	耕作	耕作	タイプⅡ 露地	施設	受託	耕作	耕作	タイプⅢ 露地	タイプⅣ 耕作		雇用労働		制約量
地域の水田面積制約	3月下旬 ~ 11月中旬	5月下旬 ~ 11月下旬	3月上旬 ~ 11月下旬	8月中旬 ~ 10月上旬	4月下旬 ~ 10月上旬	3月下旬 ~ 11月中旬	5月下旬 ~ 11月下旬	3月上旬 ~ 11月下旬	8月中旬 ~ 10月上旬	4月下旬 ~ 10月上旬	3月下旬 ~ 11月中旬	5月下旬 ~ 11月下旬	3月上旬 ~ 11月下旬	3月下旬 ~ 11月中旬 委託期間 は除く	0.00	0.00	0.00	≤
タイプⅠの労働時間制約	3月下旬 ~ 11月中旬	5月下旬 ~ 11月下旬	3月上旬 ~ 11月下旬	8月中旬 ~ 10月上旬	4月下旬 ~ 10月上旬				0.00				0.00	0.00	← -1.00	0.00	0.00	
タイプⅡの労働時間制約			0.00			3月下旬 ~ 11月中旬	5月下旬 ~ 11月下旬	3月上旬 ~ 11月下旬	8月中旬 ~ 10月上旬	4月下旬 ~ 10月上旬			0.00	0.00	← -1.00	← -1.00	0.00	≤
タイプⅢの労働時間制約								3月下旬 ~ 11月中旬	5月下旬 ~ 11月下旬	3月上旬 ~ 11月下旬			0.00	0.00	← -1.00			
タイプⅣの労働時間制約													3月下旬 ~ 11月中旬 委託期間 は除く	0.00		0.00	0.00	
地域拡大制約	水稲 1.00	大豆 1.00	露地 1.00	施設 1.00		水稲 1.00	大豆 1.00	露地 1.00	施設 1.00		水稲 1.00	大豆 1.00	露地 1.00	施設 1.00				
タイプⅠの拡大制約	水稲 1.00	大豆 1.00	露地 1.00	施設 1.00					0.00				0.00					
タイプⅡの拡大制約	水稲 1.00	大豆 1.00	露地 1.00	施設 1.00					0.00				0.00					
タイプⅢの拡大制約	水稲 1.00	大豆 1.00	露地 1.00	施設 1.00					0.00				0.00					
タイプⅣの拡大制約	水稲 1.00	大豆 1.00	露地 1.00	施設 1.00					0.00				0.00					
タイプⅤの拡大制約	水稲 1.00	大豆 1.00	露地 1.00	施設 1.00					0.00				0.00					
地域縮小制約	水稲 1.00	大豆 1.00	露地 1.00	施設 1.00		水稲 1.00	大豆 1.00	露地 1.00	施設 1.00		水稲 1.00	大豆 1.00	露地 1.00	施設 1.00				
タイプⅠの縮小制約	水稲 1.00	大豆 1.00	露地 1.00	施設 1.00					0.00				0.00					
タイプⅡの縮小制約	水稲 1.00	大豆 1.00	露地 1.00	施設 1.00					0.00				0.00					
タイプⅢの縮小制約	水稲 1.00	大豆 1.00	露地 1.00	施設 1.00					0.00				0.00					
タイプⅣの縮小制約	水稲 1.00	大豆 1.00	露地 1.00	施設 1.00					0.00				0.00					
タイプⅤの縮小制約	水稲 1.00	大豆 1.00	露地 1.00	施設 1.00					0.00				0.00					
受託の制約式															0.00	0.00	0.00	>
プロセス総収量															1.00			>

図3 シンプレックス表の概念図

(viii) 栽培面積最大拡大率導出関数[KUIFUNC]及び栽培面積最大縮小率導出関数[SUIFUNC]にかかわるパラメータは、純粋に技術的な見地から規範的に与え、域内品目別栽培面積が実際値の±5%以内に収まるように域内栽培品目別栽培面積・生産量推定サブモデルにおけるLPの制約条件を現実値に対応して調整した。この調整は、経営タイプ間農家移動サブモデルにかかわるパラメータの推定を容易にするとともに、2005年以降のシミュレーション期間において純粋に技術的な見地から域内水田農業生産の望ましいあり方を導くということを考慮したことによるものである。

そして、この栽培面積最大拡大・縮小率導出関数とこの栽培面積最大拡大・縮小率導出関数を決定する定数及びパラメータは以下のとおりとする。

- ・栽培面積最大拡大率導出関数 [KU1FUNC]

$$y = \alpha \times (1.0 - x)^\beta \quad \text{ただし、} x = \frac{B}{A}$$

A: T-1期の地域内栽培可能水田面積、B: T-1期の経営タイプ別作目別栽培面積

パラメータ α : PA(J,1)、 β : PA(J,2)

- ・栽培面積最大縮小率導出関数 [SU1FUNC]

$$y = (\alpha - g) \times (1.0 - x)^\beta + \beta \quad \text{ただし、} x = \frac{B}{A}$$

A: T-1期の地域内栽培可能水田面積、B: T-1期の経営タイプ別作目別栽培面積

パラメータ α : PB(J,1)、 β : PB(J,2)、 γ : PB(J,3)

- (ix) 「域内経営タイプ別男女別専従非専従別農業労働者年齢分布推定サブモデル」における経営タイプ別男女別専従非専従別労働者数導出モジュールにおける二種類の年齢分布カテゴリーモデルは、具体的には次のように仮定する。その際、分布の形状に関しては明示的な情報が得られないため、基本的には直線で補完する。なお、年齢分布カテゴリーは、16歳から29歳、30歳から59歳、60歳から64歳、65歳以上の四つとする。

【年齢分布カテゴリーモデルⅠ】

当該モデルに関しては、図4の分布関数を考える。つまり、専従者平均年齢以下では一様に分布が増加していき、平均年齢以上では分布が一定となるように設定する。これは、一般的に高齢の農業専従者が多いことを考慮している。そして、その分布関数を基にして四つの年齢分布カテゴリーを考慮しつつ①～⑤の領域に分割し、それぞれの面積比で年齢分布を考える（ただし、データの構造上①+②=③+④+⑤となるように調整される）。ここでは、図4中の MAX(J) がパラメータとなる。

【年齢分布カテゴリーモデルⅡ】

当該モデルに関しては、図5の分布関数を考える。つまり、パラメータとして年齢分布カテゴリーモデルⅠと同様に MAX(J) に加えて平均年齢からの乖離幅である p(J) を想定し、経営タイプⅢの非専従者は「(非専従者全体の平均年齢) - p(J)」を平均年齢とする若い集団、経営タイプⅣの非専従者は「(非専従者全体の平均年齢) + p(J)」を平均年齢とする高齢者の集団と仮定する。

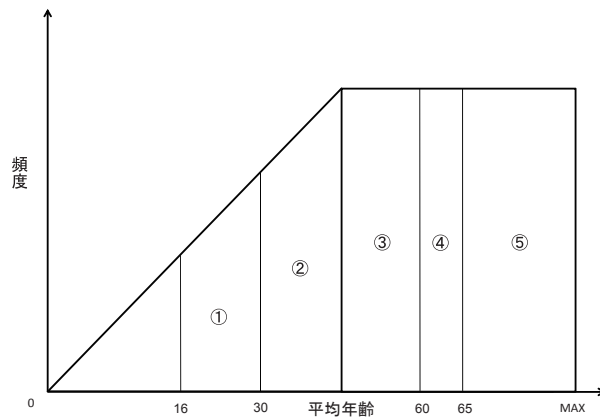


図4 専従者の年齢分布の概念図

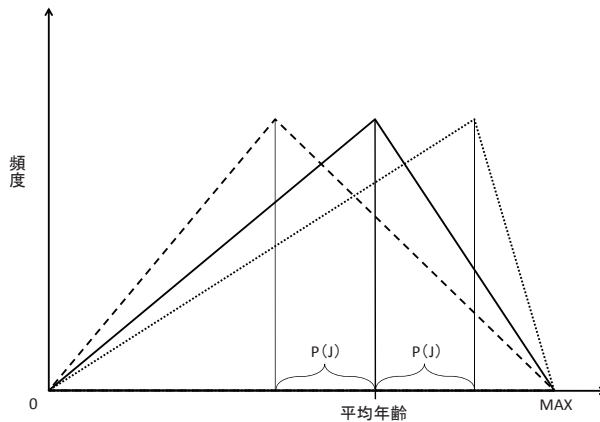


図5 非専従者の年齢分布の概念図

注) 実線：「農業非専従者平均年齢」から想定される分布
破線：タイプⅢの分布、点線：タイプⅣの分布

なお、これら二種類の年齢分布カテゴリーモデルのパラメータ推定に関しては、モデル毎の各年齢分布カテゴリーの推定比率と実際の比率との差をカルバック・ライブラー情報量を展開した時の右辺の項で評価・導出し、その値が最大となる値を各モデルのパラメータの推定値とした。

以上が、パラメータ推定及び現実再現性テストの手順である。しかし、実際には推定すべきパラメータの数がモデルの構造上、比較的多くなっているため、すべてのパラメータについて十分に操作することは時間的な制約上困難である。その上、それらのパラメータがすべて自由に動くとするれば、例えこの部分モデルがロバストであっても、予測モデルとしては安定性を欠く推定モデルとなる危険性もある。したがって、経験的な判断に基づいてできるだけパラメータに制約を加えた上で、パラメータの推定を行うこととする。

表6-1 A 地域におけるタイプ別農家戸数の現実再現性テスト（単位：戸数）

年 度	Ⅱ 予測 値 Ⅱ 現実 値	Ⅱ 推定 戸数	現 比 率 現 実 再	Ⅲ 予測 値 Ⅲ 現実 値	Ⅲ 推定 戸数	現 比 率 現 実 再	Ⅳ 予測 値 Ⅳ 現実 値	Ⅳ 推定 戸数	現 比 率 現 実 再
1991	7	9	1.29	1058	1071	1.01	2936	3063	1.04
1992	8	11	1.38	1022	1048	1.03	2836	2253	0.79
1993	10	12	1.20	996	1020	1.02	2765	2273	0.82
1994	11	13	1.18	976	993	1.02	2710	2316	0.85
1995	12	14	1.17	1016	968	0.95	2787	2362	0.85
1996	10	14	1.40	946	944	1.00	2626	2407	0.92
1997	13	15	1.15	935	922	0.99	2594	2451	0.94
1998	14	15	1.07	924	901	0.98	2564	2495	0.97
1999	14	15	1.07	915	882	0.96	2538	2538	1.00
2000	15	16	1.07	936	863	0.92	2509	2576	1.03
2001	14	16	1.14	898	846	0.94	2493	2604	1.04
2002	15	16	1.07	891	830	0.93	2473	2616	1.06
2003	16	16	1.00	885	815	0.92	2455	2596	1.06
2004	16	16	1.00	879	800	0.91	2438	2520	1.03
2005	16	15	0.94	811	785	0.97	2348	2369	1.01

表6-2 B 地域におけるタイプ別農家戸数の現実再現性テスト（単位：戸数）

年 度	Ⅱ 予測 値 Ⅱ 現実 値	Ⅱ 推定 戸数	現 比 率 現 実 再	Ⅲ 予測 値 Ⅲ 現実 値	Ⅲ 推定 戸数	現 比 率 現 実 再	Ⅳ 予測 値 Ⅳ 現実 値	Ⅳ 推定 戸数	現 比 率 現 実 再
1991	39	42	1.08	456	463	1.02	1219	1274	1.05
1992	39	43	1.10	440	454	1.03	1176	938	0.80
1993	39	45	1.15	429	443	1.03	1145	946	0.83
1994	39	46	1.18	420	434	1.03	1121	965	0.86
1995	38	46	1.21	436	426	0.98	1154	984	0.85
1996	39	46	1.18	407	420	1.03	1084	1004	0.93
1997	40	46	1.15	402	414	1.03	1070	1023	0.96
1998	40	46	1.15	397	409	1.03	1058	1042	0.98
1999	40	46	1.15	393	405	1.03	1046	1062	1.02
2000	37	45	1.22	398	401	1.01	1034	1079	1.04
2001	40	45	1.13	386	398	1.03	1026	1092	1.06
2002	40	44	1.10	383	395	1.03	1018	1099	1.08
2003	40	44	1.10	380	392	1.03	1010	1093	1.08
2004	40	43	1.08	378	389	1.03	1003	1063	1.06
2005	43	43	1.00	353	387	1.10	963	1002	1.04

表6-3 C 地域におけるタイプ別農家戸数の現実再現性テスト（単位：戸数）

年 度	Ⅱ 予測 値 Ⅱ 現実 値	Ⅱ 推定 戸数	現 比 率 現 実 再	Ⅲ 予測 値 Ⅲ 現実 値	Ⅲ 推定 戸数	現 比 率 現 実 再	Ⅳ 予測 値 Ⅳ 現実 値	Ⅳ 推定 戸数	現 比 率 現 実 再
1991	10	9	0.90	91	96	1.05	798	826	1.04
1992	9	9	1.00	92	95	1.03	752	597	0.79
1993	9	8	0.89	92	93	1.01	719	596	0.83
1994	8	8	1.00	92	92	1.00	693	603	0.87
1995	7	7	1.00	90	91	1.01	699	612	0.88
1996	8	7	0.88	93	90	0.97	655	621	0.95
1997	8	7	0.88	93	90	0.97	639	630	0.99
1998	8	7	0.88	93	89	0.96	626	639	1.02
1999	7	6	0.86	93	89	0.96	614	648	1.06
2000	8	6	0.75	95	89	0.94	608	656	1.08
2001	7	6	0.86	93	89	0.96	593	659	1.11
2002	7	6	0.86	93	88	0.95	584	658	1.13
2003	7	6	0.86	93	88	0.95	575	647	1.13
2004	7	6	0.86	94	88	0.94	567	619	1.09
2005	7	6	0.86	94	87	0.93	560	572	1.02

表 7-1 A 地域における作目別栽培面積の現実再現性テスト

年度	米, 現収値・予測値	米, 推定面積	現実再現性比率	大豆, 現収値・予測値	大豆, 推定面積	現実再現性比率	露地, 現収値・予測値	露地, 推定面積	現実再現性比率	施設, 現収値・予測値	施設, 推定面積	現実再現性比率	受託, 現収値・予測値	受託, 推定面積	現実再現性比率
1991	1575	1626	0.979	39	41.5	0.999	267	288	0.991	80	67	0.995	386	391	0.998
1992	1537	1588	0.978	39	34.8	0.998	289	312	0.990	89	64	0.989	380	384	0.998
1993	1500	1551	0.978	39	29.5	0.996	306	334	0.988	96	61	0.985	365	377	0.995
1994	1570	1515	0.976	39	24.2	0.994	317	355	0.984	102	58	0.981	453	370	0.965
1995	1510	1478	0.986	36	20.4	0.993	231	385	0.933	77	55	0.990	359	364	0.998
1996	1420	1442	0.990	39	17.0	0.990	336	425	0.961	110	52	0.975	329	357	0.987
1997	1400	1406	0.998	39	14.2	0.989	343	461	0.949	113	50	0.972	319	351	0.986
1998	1200	1369	0.926	39	11.8	0.988	350	498	0.935	116	48	0.970	128	345	0.910
1999	1200	1333	0.941	39	9.8	0.987	356	534	0.921	118	45	0.968	136	339	0.910
2000	1200	1296	0.957	44	8.2	0.984	435	574	0.938	115	43	0.955	117	333	0.904
2001	1160	1259	0.956	39	6.8	0.986	366	614	0.889	122	41	0.964	111	327	0.904
2002	1160	1222	0.972	39	5.6	0.985	370	647	0.876	124	40	0.962	117	321	0.908
2003	1160	1185	0.989	39	4.7	0.985	374	687	0.860	126	38	0.960	123	316	0.913
2004	1210	1147	0.972	39	3.9	0.984	378	725	0.844	128	36	0.959	178	310	0.941
2005	1128	1110	0.992	37	3.3	0.985	380	764	0.826	127	35	0.959	155	304	0.933

表 7-2 B 地域における作目別栽培面積の現実再現性テスト

年度	米, 現収値・予測値	米, 推定面積	現実再現性比率	大豆, 現収値・予測値	大豆, 推定面積	現実再現性比率	露地, 現収値・予測値	露地, 推定面積	現実再現性比率	施設, 現収値・予測値	施設, 推定面積	現実再現性比率	受託, 現収値・予測値	受託, 推定面積	現実再現性比率
1991	940	971	0.981	81	81.9	1.000	173	167	0.996	58	46	0.993	344	348	0.997
1992	920	975	0.966	85	70.1	0.991	185	190	0.997	62	44	0.989	338	348	0.994
1993	899	976	0.953	87	59.8	0.983	193	214	0.987	64	42	0.986	326	348	0.987
1994	938	974	0.978	89	50.7	0.977	200	239	0.976	67	40	0.984	373	348	0.985
1995	898	971	0.956	92	42.9	0.971	230	266	0.978	77	37	0.976	318	349	0.981
1996	837	955	0.928	91	36.2	0.967	209	276	0.959	70	34	0.978	283	347	0.961
1997	833	939	0.935	92	30.5	0.962	213	285	0.956	71	32	0.976	284	344	0.963
1998	745	924	0.889	93	25.6	0.958	216	293	0.950	72	29	0.973	200	342	0.912
1999	741	908	0.895	94	21.4	0.954	220	299	0.950	73	27	0.971	199	340	0.912
2000	730	893	0.897	98	17.9	0.949	202	305	0.934	67	25	0.973	191	337	0.907
2001	698	878	0.885	96	15.0	0.948	225	310	0.945	75	23	0.967	162	335	0.900
2002	703	863	0.897	96	12.5	0.946	227	315	0.943	76	21	0.965	170	332	0.895
2003	708	848	0.909	97	10.5	0.943	229	318	0.942	76	19	0.963	178	330	0.900
2004	723	833	0.927	97	8.7	0.941	231	311	0.947	77	18	0.960	195	328	0.911
2005	694	818	0.917	94	7.2	0.942	235	324	0.940	78	16	0.958	182	325	0.904

表 7-3 C 地域における作目別栽培面積の現実再現性テスト

年度	米, 現収値・予測値	米, 推定面積	現実再現性比率	大豆, 現収値・予測値	大豆, 推定面積	現実再現性比率	露地, 現収値・予測値	露地, 推定面積	現実再現性比率	施設, 現収値・予測値	施設, 推定面積	現実再現性比率	受託, 現収値・予測値	受託, 推定面積	現実再現性比率
1991	357	357	1.000	2	1.2	0.999	48	50	0.997	16	14	0.997	148	145	0.996
1992	349	349	0.999	2	1.2	0.999	50	54	0.993	17	13	0.994	143	143	1.000
1993	341	342	0.999	2	1.0	0.998	52	58	0.990	17	12	0.991	137	140	0.994
1994	335	341	0.989	2	1.0	0.998	54	65	0.980	18	12	0.990	133	140	0.987
1995	334	335	0.998	2	0.9	0.997	55	72	0.969	18	11	0.987	134	140	0.990
1996	331	329	0.997	3	0.8	0.997	56	80	0.957	18	11	0.987	131	139	0.986
1997	324	321	0.995	3	0.6	0.996	56	79	0.959	19	10	0.984	125	137	0.979
1998	286	314	0.949	3	0.6	0.996	57	82	0.955	19	9	0.982	88	134	0.915
1999	283	306	0.957	3	0.5	0.995	58	85	0.949	19	8	0.980	86	132	0.914
2000	280	299	0.965	3	0.4	0.995	59	88	0.944	20	8	0.976	77	130	0.900
2001	265	291	0.950	3	0.4	0.995	59	91	0.937	20	7	0.975	69	127	0.888
2002	264	284	0.961	3	0.4	0.995	59	94	0.932	20	6	0.974	69	125	0.890
2003	261	277	0.969	3	0.4	0.994	60	97	0.926	20	6	0.972	67	123	0.888
2004	280	269	0.979	3	0.3	0.994	60	103	0.914	20	5	0.970	86	121	0.930
2005	281	262	0.962	3	0.2	0.994	61	110	0.901	20	5	0.969	88	119	0.937

(2) パラメータ推定及び現実再現性テストの結果

『域内水田農業構造推定モデル』の域内経営タイプ別農家戸数推定サブモデルと域内栽培品目別栽培面積・生産量推定サブモデルとの現実再現性テストは、3地域別の経営タイプ別農家戸数と作目別栽培面積について行った。この結果は、表6-1～3（経営タイプ別農家戸数）と表7-1～3（作目別栽培面積）に示すように良好であった。この結果では全地域についての経営タイプ別農家戸数の実際値からの乖離は概ね10%前後以内に抑えられている。既に述べたように現実再現性テストがファイナルテスト形式で行なったことを考慮すれば、この結果は、十分に満足できるものである。すなわちこの結果は、2005年以降のシミュレーション期間においても、期待される値との乖離が10%前後以内に抑えられる確率が高いことを意味するものである。

5. 『域内水田農業構造推定モデル』による中長期予測の方法と結果

(1) 中長期シミュレーションの方法

『域内水田農業構造推定モデル』による中長期シミュレーションの方法は、以下の前提と方法によって行なった。

- 1) 予測期間は、2006年から2021年までの15年間で、その間の価格水準等は2005年水準を保つものとする。なお、中期及び長期の目標年次は、それぞれ2016年、2021年をさす。
- 2) 『域内水田農業構造推定モデル』の各パラメータには、前節で推定された値を用いた。
- 3) 『域内水田農業構造推定モデル』の予測時において初期値として与える先決内生変数は、基本的に現実再現性テストの場合と同様である。ただし、以下示した変数以外のものは現実再現性テストにおいて最終的に導出された値をそのまま使用した。

①経営タイプ別農家戸数 [AGM(T)]

②作目別栽培面積 [SB(J,T)]

③経営タイプ別プロセス別栽培面積 [SBM(I,J,T)]

(2) 中長期シミュレーションによる計測結果

本稿では、中長期シミュレーションの計測結果として、A, B, C三地域ごとに各サブモデルの主要指標を考慮しつつ、経営タイプ別の農家戸数（図6-1～3）、年齢区分別の専従者数（図7-1～3）、作目別栽培面積（図8-1～3）の3つの指標の推移に限定して以下に提示する。

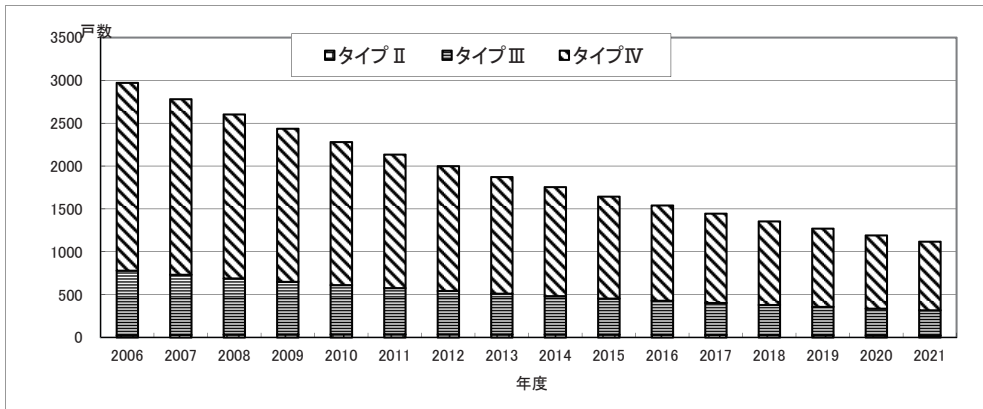


図6-1 A地域におけるタイプ別農家戸数の推移

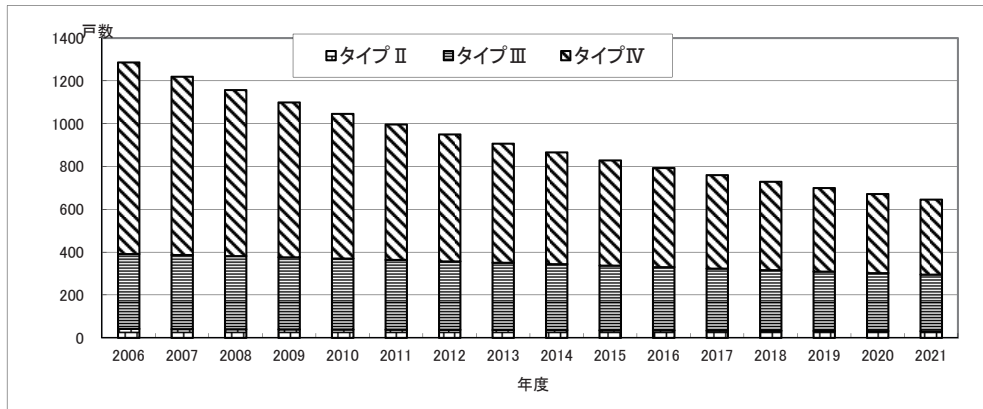


図6-2 B地域におけるタイプ別農家戸数の推移

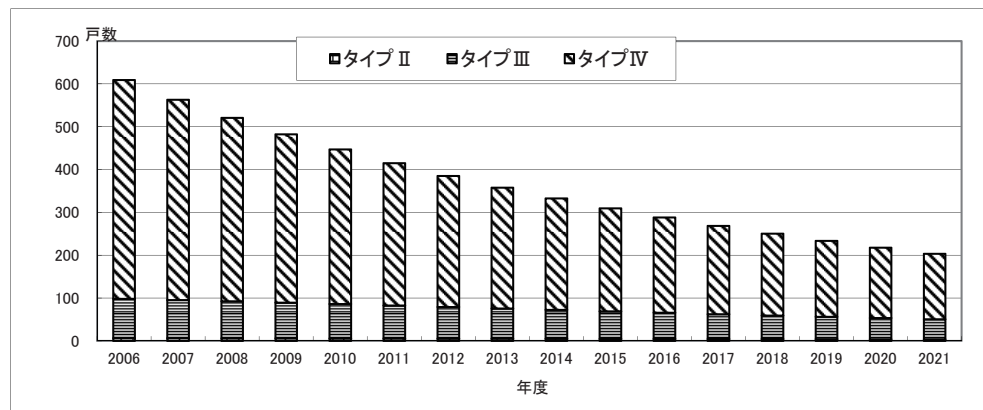


図6-3 C地域におけるタイプ別農家戸数の推移

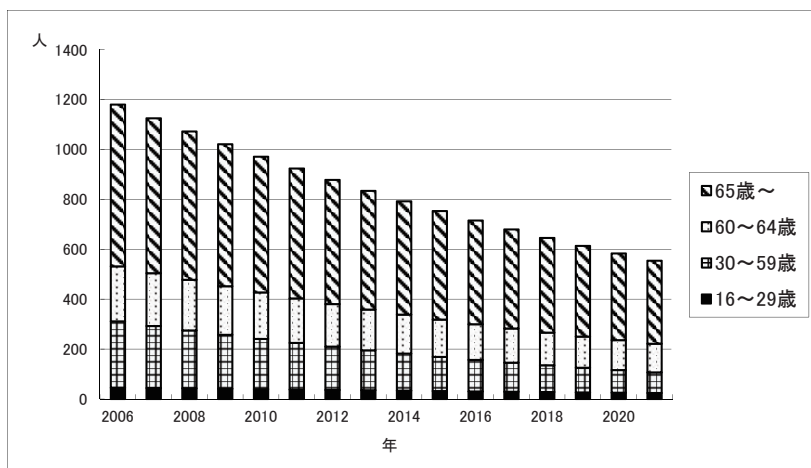


図 7-1 A 地域の専従者人口の推移

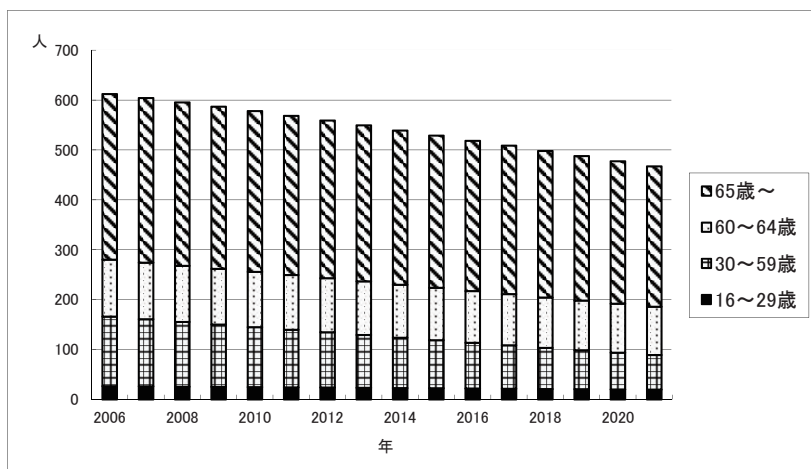


図 7-2 B 地域の専従者人口の推移

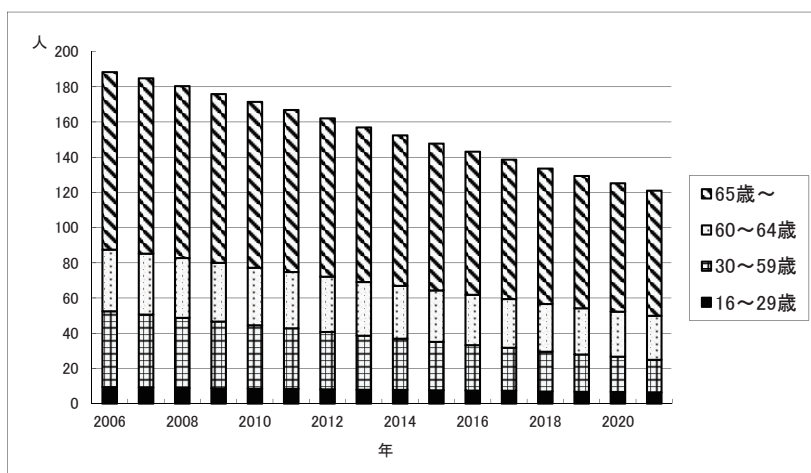


図 7-3 C 地域の専従者人口の推移

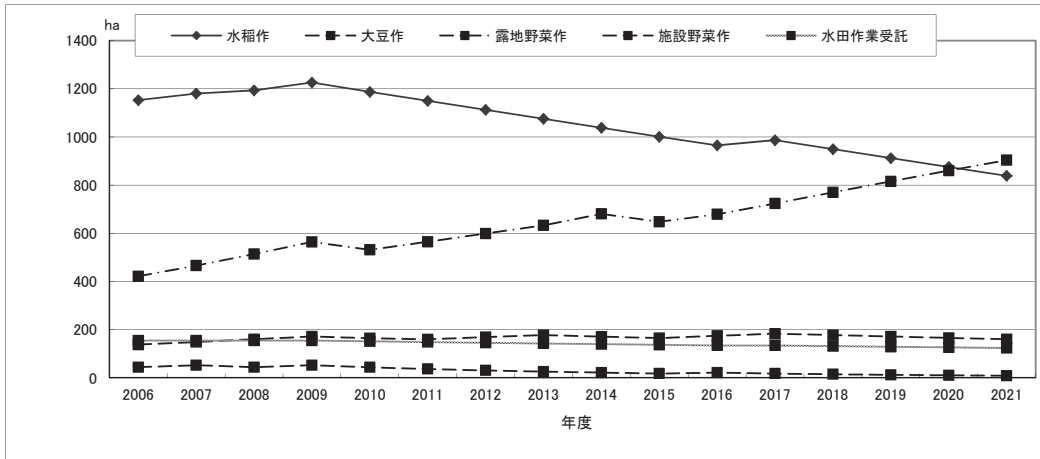


図8-1 A 地域における作目別栽培面積の推移

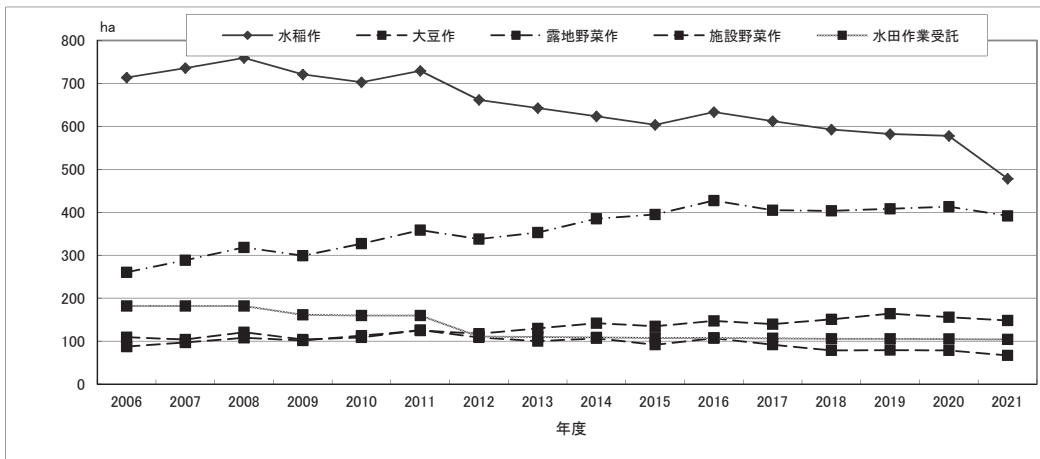


図8-2 B 地域における作目別栽培面積の推移

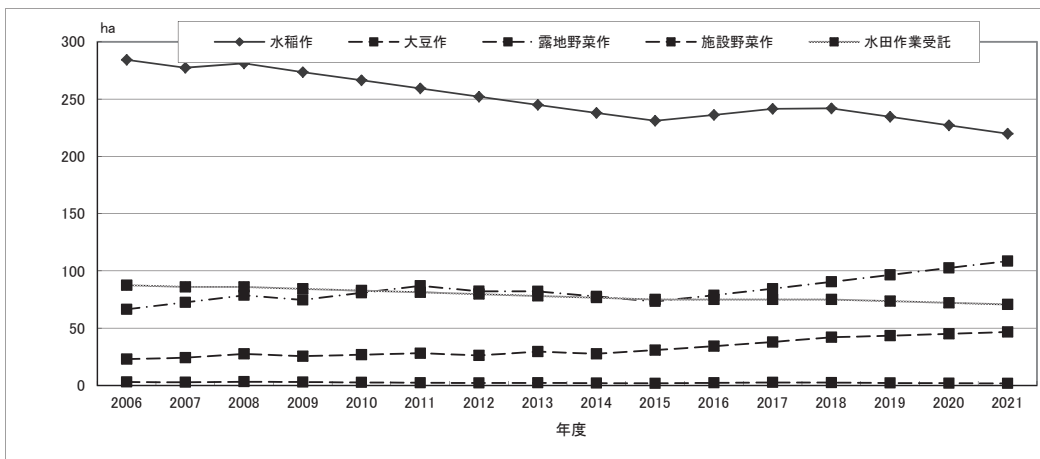


図8-3 C 地域における作目別栽培面積の推移

(3) 計測結果から読み取れる農業地域類型別特徴

今回の京都府内の地理的特性を考慮した3種類の計測対象地域におけるシミュレーション結果から、各類型ごとに京都府下の水田の利用・維持に関する方向として以下の諸点を指摘することができよう。

[都市的地域]

30～59歳の農業専従者数が約半分に減少することが予測される一方で、経営タイプⅠの大規模農業法人経営・集落営農は、稲作面積の現状規模を維持しつつ、収益性の高い作業受託と露地野菜を拡大していく。同様の傾向は経営タイプⅡのビジネス型大規模個人経営でも見られ、今後は経営タイプⅠ及び経営タイプⅡが水田の維持に果たす役割がより一層高まると予想される。

[中間農業地域]

経営タイプⅣの自給的農家は農家数の減少が予想されるが、この農家層はゆるやかに高齢化を深化させつつも、地域における水田における農業生産を支える頑強な農家層を形成すると予想される。ただし、経営タイプⅠおよび経営タイプⅡによる田植え期および収穫期の作業受託が必須となり、地域内にいかに経営タイプⅠおよび経営タイプⅡを育成・維持させていくかが課題となろう。

[山間農業地域]

経営タイプⅢの中規模個人経営および経営タイプⅣの自給的農家の大幅な縮小傾向が続く。また専従者のうち60歳以上が占める割合が約80%となるなど高齢化が深化し、地域内の経営タイプⅠおよび経営タイプⅡの減少も進むことから、中間農業地域で展開されるであろう経営タイプⅠ・Ⅱによる作業受託を軸とした水田維持も困難となる。そのため、山間農業地域の水田維持には、地域外である中間農業地域に存在する経営タイプⅠ・Ⅱによる作業受託を前提として、地域内農家による稲作の管理作業の継続が必須となろう。

6. むすび

『域内水田農業構造推定モデル』の最大の特徴は、域内の水田農業生産農家のビヘイビアを重視しながら、域内の水田農業構造全体としての視点に立った今後の望ましい方向をLPによる地域内空間均衡解の導出という形で具体化したところにある。このため、域内の水田農業生産構造を分析するための様々な指標が、設定可能となっている。

しかし、『域内水田農業構造推定モデル』がシステムダイナミックス型モデルを援用しているという特徴のためにパラメータ推定の困難性が指摘できる。確かに、ここで述べた方法によるパラメータの推定に『域内水田農業構造推定モデル』構築のための時間と費用の多くを費やし、その限りでは現実再現性テストの結果から見て最良の推定値が導出されたと考え

られる。その意味で、計測対象として設定した京都府内の地域別特徴を、パラメータの推定値の相違によつて的確に表現できたと考えられる。したがって、『域内水田農業構造推定モデル』の構造特性を考慮するなら、この計量モデルが京都府内地域における望ましい水田農業生産の方向を模索するための情報を提供するという課題に対して十分に応えられたといえよう。

さらに、この『域内水田農業構造推定モデル』は京都府外の水田農業の予測にも適用可能と考えられる。しかし、本稿での計測対象となった京都府域内での良好な現実再現性テストの結果と同様に、京都府外の他地域の特徴がパラメータの推定値の相違によつて的確に表現可能かどうかの検証に関しては、実態調査や統計情報による整合性チェックを踏まえつつも今後の課題となろう。

注

- 1) 当モデルの開発及びこのモデルによる計測は、Windows 7における Microsoft Visual Studio 2008 プラットフォーム上で Lahey/Fujitsu Fortran V7.2 及び科学計算ルーチン集 SSL II を使用して行った。

参考文献

- [1] 渡辺一司「インダストリアル・ダイナミックスの基礎理論」東洋経済新報社、1968年。
- [2] 武部 隆「地域システムのSD手法によるシミュレーション」『農林業問題研究』第38号、1974年12月。
- [3] 武部 隆・小田滋見「オレンジの輸入自由化・輸入枠拡大が国内柑橘農業に及ぼす影響のシミュレーション分析〔Ⅱ〕」『オレンジ及び同果汁の輸入枠拡大・自由化が国内柑橘農業に及ぼす影響についての計量的研究－報告書－』第4章、愛媛県青果農業協同組合連合会、1982年12月。
- [4] 武部 隆・小田滋見「オレンジの輸入自由化と国内柑橘農業の衰退」『農林業問題研究』第19巻第1号、1984年9月。
- [5] 小田滋見「わが国における果実の需給バランスのシミュレーションと果実生産構造の中長期見通し」『果樹農業の中期振興指針 調査研究報告』第2章、日本園芸農業協同組合連合会、1985年11月。
- [6] 小田滋見「福岡県園芸農業の需給バランスのシミュレーションと園芸農業生産構造の中長期見通し」『福岡県園芸農業の将来方向に関する調査報告書』第8章、福岡県園芸農業協同組合連合会、1988年10月。
- [7] 小田滋見「地域内農家戸数の中長期予測のためのモデル予測」『生物資源経済研究』第8号、2002年12月。
- [8] 小田滋見「園芸農業の計量的分析方法」養賢堂、2003年12月。
- [9] 小田滋見・川崎訓昭・長谷祐「京都府北部における水田と担い手の将来予測」『農政研究資料』第10-124号、京都府農業会議、2010年3月。

付記

本稿は、京都府農業会議内において2009年に小田滋見を主査として組織された「2010年農林業センサス研究会」の研究成果（参考文献〔9〕）をベースに再計測、加筆・修正したものである。

（受理日 2012年1月12日）