

**科学研究費助成事業 研究成果報告書**

平成 28 年 6 月 27 日現在

機関番号：82111

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2013～2015

課題番号：25850157

研究課題名(和文) 遺伝的アルゴリズムを用いた農商工連携関係構築モデルの策定

研究課題名(英文) Evaluation Method and Simulation model for the Collaboration between Agriculture, Commerce and Industry Using Genetic Algorithm

研究代表者

大西 千絵 (ONISHI, CHIE)

国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構・九州沖縄農業研究センター・作物開発利用研究領域・主任  
研究員

研究者番号：60466638

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 1,600,000円

研究成果の概要(和文)：農商工連携による新商品開発に着目し、連携により得られる経済的メリットを評価するための新たな評価法を策定した。そして、既存の連携グループに新たな事業参加者が加わった場合や、一部の事業参加者が離脱した場合の経済的パフォーマンスを予測するために、シミュレーション・モデルを策定した。既存の連携関係で十分な売上が上がっていない場合は、取組みの問題点や改善策を提示するために、本研究で策定した評価法ならびにシミュレーション・モデルを用いることができる。

研究成果の概要(英文)：This study established new and original evaluation method and simulation model for the collaboration between agriculture, commerce and industry. The method and model are focused on the new product development of the collaboration activities. The method evaluates the economic benefits obtained by the collaboration activities while the model simulates the economic performance of the collaboration activities by assuming business entities participating in or withdrawing from the collaboration group. The method and model can indicate concrete improvement measures for the collaboration activities.

研究分野：農業経済学

キーワード：農商工連携 遺伝的アルゴリズム 経済評価 シミュレーション

## 1. 研究開始当初の背景

日本における地域ブランド化は、京野菜のように長い歴史のあるものか、もしくは、2006年の地域団体商標制度の導入や、2007年の「食料産業クラスター展開事業」を契機として展開されている歴史の浅いものかというように、二極化している。後者は、未だ手探りで展開されている状態であり、連携関係を深化させ、取組みの質的な向上を図ることが急務である。その際、成功事例において、いつ、何が展開要因となったのかを明らかにし、その知見を後発の取組みに活かすことが必要である。

これについて、先行研究では特定の一時点を取り上げ、定性的な分析を行ったものがほとんどである。一方、先行研究では、Porter(1998)が、静的なモデルでは不利になる要素が、時系列を考慮した動的なモデルでは優位に転じるとしており、動的な視点での分析の必要性を指摘している。そこで、本研究では、動的な視点から、農商工連携関係構築モデルの策定を目指す。

本研究に関連し、大西(2011)は、農商工連携の事例の過去25年分のデータの時系列変化について、動的な視点からネットワーク分析を行い、特異値の解析と評価を行っている。また、森嶋・斎藤(2009)は、ネットワーク分析を活用し、食料産業における連携効果について将来予測を可能にする企業行動シミュレーションモデルを開発した。森嶋・斎藤は農商工連携関係構築時に、事業規模や事業内容等においてより適切な主体が優先的にネットワークに組み込まれる優先選択を用いた。そして、現在までに、申請者と森嶋は双方の研究結果を持ち寄り、優先選択ルールに新たなルールを付与することで、より現実に近いモデルの構築を行っている。

本研究では、地域ブランド化の取組みにおける諸課題の中で、農-商-工間の関係の変化に着目する。農商工連携の取組みや地域ブランド化の取組みでは、メンバーの入れ替わりが見られる。発足時のメンバーがコアになり、時間の経過とともに他のメンバーが加わる一方で、取組みから脱退するメンバーもいる。これまでの申請者の研究・調査から、農商工連携関係を構築するメンバー構成の変化が、農商工連携・地域ブランド化においてイノベーションをもたらしていることが分かった。このことは、まるで遺伝子の突然変異が生命に進化をもたらすのに似ていると考えた。

本研究では、遺伝的アルゴリズムを取り入れたシミュレーションを行い、それをもとに農商工連携関係構築モデルの策定を目指す。そしてシミュレーション結果をもとに構築した農商工連携構築モデルを策定する。

## 2. 研究の目的

地域ブランド化における農商工連携の取組みは、量的な面では増加傾向にあるものの、その継続性と発展性に課題が残る。「高付加価値化したけれど売れない」という事例は少なくなく、その多くが事業を中断してしまう。このような問題に対し、うまくいっていない取組みについて、どう改善すればどれくらいの経済効果が得られるか推計できるようにすることが、取組みの継続性と発展性を高めるために必要である。

そこで、本研究では、農商工連携の組み合わせの違いが、経済効果にどのような変化をもたらすかに着目し、経済効果の高い農商工連携関係を構築するためのモデルを策定する。事例の分析を通じて農商工連携関係構築モデルを提示し、地域ブランド化における農商工連携の取組みの継続性と発展性を高めるためのネットワーキング方策について明らかにする。

## 3. 研究の方法

本研究では、モデルの策定に遺伝的アルゴリズムを導入する。遺伝的アルゴリズムとは、生物の進化の過程を模して造られた、組み合わせ最適化問題を解くためのアルゴリズム(計算処理方法)である。モデルを策定するために、以下の分析を行う。

まず、先行事例・優良事例を分析し、農商工連携の取組みにおける連携関係と経済効果について整理する。事例として、これまでデータの蓄積のある、熊本県芦北地域と、フランス・コロブリエール村の農商工連携の取組みを取り上げる。

熊本県芦北地域は、戦後の食料難や、水俣病の発生による風評被害に打ち勝つために、早くから農産加工と農産物のブランド化に取り組んできた。特に、約25年前から今でいう農商工連携に取り組む、現在では100の主体が連携し、60以上の商品が開発されている。日本国内で先行している取組みとして、注目すべき事例である。

一方、コロブリエール村は、フランス南部の山間部に位置し、約30年前までは、日本でいう所の「限界集落」のような状態であった。約30年前から、地域資源を活かした地域活性化を目的として、農商工連携に取り組む、食品加工や観光産業の創出、雇用創出につなげた。コロブリエール村の取組みは、長い歴史に裏打ちされた地域ブランドが多いフランスで、比較的最近にゼロから地域活性化に取り組んだ事例である。本事例は、日本の地域ブランド化の今後の展開を考える上で、非常に示唆に富んでいると言える。

そして、事例の分析をもとに、独自の農商工連携関係評価法ならびに農商工連携の経

济効果シミュレーション・モデルを策定する。そして、策定した評価法とモデルをもとに、農商工連携の取組みの継続性と発展性を高めるためのネットワーキング方策について明らかにする。

なお、本研究では、農・商・工が共同で新商品・サービスの開発に取り組むものを農商工連携と定義し、研究対象とする。また、農商工連携の取組みの約7割が新商品の開発である(日本政策金融公庫(2014)の調査では72.2%、三菱UFJリサーチ(2014)の調査では71.7%、杉田ら(2012)の調査では67.3%)。そこで、本研究では、農商工連携による新商品開発の取組みに着目する。

#### 4. 研究成果

##### (1) 農商工連携の取組みにおける連携関係と経済効果

農商工連携による新商品開発では、農業と複次加工業者との連携が目立つ。しかし、良いものを作っても売れないというケースは多く、事業が中止されることも珍しくない。

熊本県芦北地域の事例では、ブランド農産物であるデコポンや、特別栽培のサラダたまねぎを使った農商工連携の取組みが行なわれている。この取組みでは、農業と一次加工業者、複次加工業者、販売業者が連携しており、一定の成果をあげている。図1の上半分は、サラダたまねぎを用いた商品開発と連携関係、そして経済効果を模式的に表したものである。当初、生のたまねぎを複次加工業者と連携して商品開発していた。一次加工業者とも連携し、たまねぎを冷凍ペースト化するようになって開発商品数が増加し、通年での加工が可能になった。また、直売所と連携することで、売上の大幅増が確認された。

図1の下半分に示すように、フランス・コロブリエール村の事例では、栗を使った農商工連携の取組みが行なわれている。芦北地域の取組みと同様に、農業と一次加工、複次加工、販売の連携が存在する。栗の多くは、生産者が自ら直売しており、一部の生産者が自らマロンクリームを作っていた。さらに、栗菓子メーカーが村に進出し、生産者から栗を買い取ってマロンクリームやマロングラッセに加工していた。しかし、栗の買取価格などが原因で、生産者と栗菓子メーカーとの間にコンフリクトが発生していた。そこで、生産者の有志が出資し、栗の乾燥・粉末化の一次加工工場を設立した。一次加工工場は複数の複次加工メーカーと連携し、多様な商品開発に取り組んだ。村のワイン直売所と連携することで、売上也向上した。

これら2事例については、図1に示すように、共通の成功要因が見られる。2事例とも、農業と複次加工業者との二者間連携では、開発商品に限りがある。しかし、一次加工業者と連携す

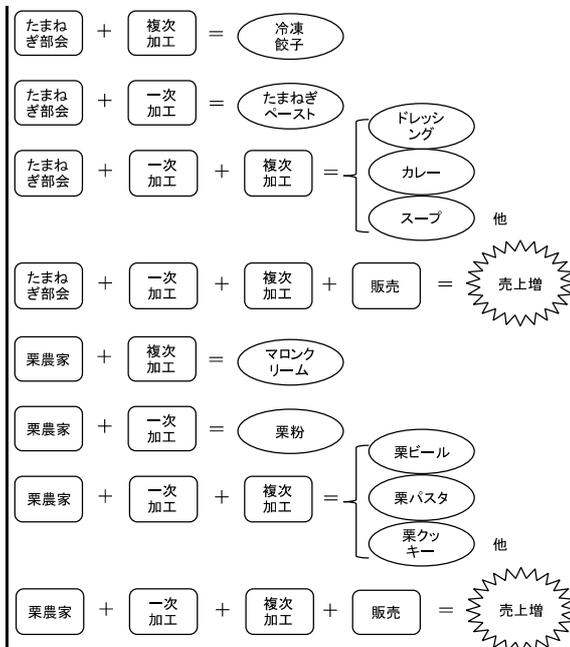


図1 連携関係と経済効果の模式図

ることにより、開発商品数が大幅に増加している。そして、販売業者と連携することにより、売上が増加した。

以上のことから、連携関係の組み合わせや、連携主体の数により、経済効果が変わってくると考えられる。そこで、どの連携関係の組み合わせが、どの程度の経済効果を発揮可能であるか、数値化する。

##### (2) 連携相手ごとの経済効果の数値化

農商工連携の中心となる企業・団体(以下中核主体)の視点から、農・商・工との二者間連携によりプラスアルファで得られる経済的メリットをプレミアムと定義し、事例のデータを用いて数値化する。プレミアムは連携相手ごとに、(1)式の通り求める。連携により商品価格や売上が減少した場合は、プレミアムは負の値を取る。

$$\text{プレミアム} = \frac{\text{連携開発商品の売上}}{\text{単独開発商品の売上}} - 1 \dots (1)$$

ただし、農業との連携によって得られる原料プレミアムについては、単独開発の場合も別の原料を使って商品開発していることから、香月ら(2009)を参考に一般市価を用いる方法を採用し、連携開発商品の価格と単独開発商品の価格を比較して求めた。つまり、原料プレミアムは他の類似原料から連携相手の農産物に原料を変えた場合の経済的メリットを示しているのに対し、他のプレミアムの値は、全く連携関係がなかったところに、新たな連携関係が生じることによって得られる経済的メリットを示している。そのため、原料プレミアムは他のプレミアムより数値が小さくなる傾向があるが、原料プレミ

表1 事例におけるプレミアムの値

	連携相手	プレミアム
原料プレミアム1	柑橘部会	0.82
原料プレミアム2	たまねぎ部会	0.14
販売プレミアム	直売所	1.91
一次加工プレミアム	H社	2.00

資料:分析結果より作成

プレミアムの数値が低いことは、農業サイドの重要性が低いことを意味しない。

本研究では、熊本県の調味料メーカーA社、B農協、一次加工メーカーC社による農商工連携の取組みを事例とし、A社を中核主体とみなして分析した。B農協柑橘部会・たまねぎ部会との連携により農産物原料から得られる経済的メリットを原料プレミアムとし、B農協直売所との連携では販売プレミアム、C社との連携では一次加工プレミアムを求めた。結果は表1の通りである。表1は、いずれもA社が各連携相手と連携した場合に得られるプレミアムを示している。

原料プレミアムの値を比較すると、たまねぎより柑橘のほうが大きい。これは、知名度とブランド力の差が要因である。B農協では、柑橘類に関して長年ブランド力強化の取組みを実施してきた。一方、たまねぎに関するブランド育成に取り組んでいるが、たまねぎのブランド化はまだ途上にある。このことから、知名度が高くブランド価値の高い農産物を使用した方が、原料プレミアムは大きくなると考えられる。ただし、たまねぎは農商工連携によるブランド化にも取り組んでおり、今後、ブランド力は高まると考えられる。

販売プレミアムの値は大きい値となっており、直売所と連携することで中核主体A社に加算される経済的メリットは大きいと言える。事例では、直売所が農商工連携で開発した商品の重点販売先として位置付けられており、直売所と連携してから、開発商品の売上が大幅に増加している。

また、一次加工プレミアムの値が大きいことから、C社と連携することで中核主体A社に加算される経済的メリットは大きいと言える。これは、一次加工によって、通年で商品加工ができるようになったため、そして複次加工に利用しやすい形態になったためであると考えられる。事例の場合、青果のままでは旬の時期にしか商品製造ができないが、一次加工して冷凍保存することで、通年で商品製造ができるようになった。

(3)GTTYPE を用いた総合評価とシミュレーション

二者間連携によって得られるプレミアムをもとに、中核主体と農・商・工の連携グループ全

表2 事例のGTTYPEと利得

	GTTYPE					総合利得	事業参加者平均利得
	中核企業	原料1	原料2	販売業者	一次加工		
連携1	1	1	1	1	1	8.87	1.77
連携2	1	1	0	1	1	7.73	1.93
連携3	1	0	1	1	1	7.05	1.76
連携4	1	1	1	0	1	5.96	1.49
連携5	1	1	1	1	0	5.87	1.47
連携6	1	1	0	0	1	4.82	1.61
連携7	1	1	0	1	0	4.73	1.58
連携8	1	0	1	0	1	4.14	1.38
連携9	1	0	1	1	0	4.05	1.35
連携10	1	1	1	0	0	2.96	0.99
連携11	1	1	0	0	0	1.82	0.91
連携12	1	0	1	0	0	1.14	0.57

資料:分析結果より作成

体と各構成メンバーの利得を求める。そして、利得をもとに、連携グループ全体の経済効果を評価する。利得とは、ゲーム理論の用語で、アクターがある行動を選択した場合の効用の値である。この場合の効用は、フォン・ノイマン＝モルゲンシュテルン効用関数で示される期待効用である。

本評価法は、将来的には主体間の組み合わせ最適化に使用することを目的としたものである。「連携する・連携しない」という戦略をとった場合に総合利得がどのように変化するか、という視点から評価法を策定している。その際、囚人のジレンマの「協調・非協調行動」を「連携する・連携しない」という戦略に置き換え、アクセルロード(1998)の繰り返し囚人のジレンマゲームや梅原(2007)の繰り返し囚人のジレンマ・シミュレーションを参考にした。

まず、農商工連携における連携関係を GTTYPE (遺伝子コード:生物の遺伝子型に相当)で整理する。GTTYPE とは遺伝的アルゴリズムの用語で、遺伝子に見立てた 1 と 0 の組み合わせを用いて分析を行うものである。連携関係がある場合を 1、連携関係がない場合を 0 とし、連携関係を整理する。

次に、プレミアムの数値を用いて、連携グループ全体の総合利得と、事業参加者 1 件あたりの平均利得を求める。総合利得の求め方は(2)式、事業参加者 1 件あたりの平均利得の求め方は(3)式の通りである。

$$G_{ALL} = \sum\{(1 + P_k)T_k\} \quad \dots (2)$$

$G_{ALL}$  : 総合利得

$P_k$  : 事業参加者kとの連携によって得られるプレミアム

$T_k$  : 事業参加者kのGTTYPE

$$G_{AVE} = G_{ALL} / \sum T_k \quad \dots (3)$$

$G_{AVE}$  : 事業参加者平均利得

表 2 に、連携関係ごとの総合利得と事業参加者平均利得を示す。総合利得は連携 1、連携 2、連携 3 の順で、事業参加者平均利得は連携 2、連携 1、連携 3 の順で大きな値となっている。したがって、この事例の農商工連携の取組みにおいて大きな経済的パフォーマンスを発揮する連携関係は、中核主体である F 社、農業者である A 農協（デコボンとサラダたまねぎの両方またはどちらか）販売業者である直売所、一次加工業者である H 社のすべてが参画する場合である。

表 3 は総合利得と実際の売上との関係、事業参加者平均利得と売上の関係を示したものである。表 3 に示す通り、連携 3、連携 7、連携 11、連携 12 については、実際に連携して商品開発を行っている。なお、表 3 に示す売上は、ひと月あたりの売上の平均である。これらの取組みの実際の売上と総合利得について相関係数をみると 0.99、線形近似の決定係数は 0.998、ベキ乗近似の決定係数は 0.956 であった。同様に売上と事業参加者平均利得について見ると、相関係数は 0.99、線形近似の決定係数は 0.998、ベキ乗近似の決定係数は 0.964 であった。実際の売上と売上予測を比較すると、多少の誤差は認められるものの、大きな乖離は見られない。したがって、本評価法で得られた総合利得・事業参加者平均利得は農商工連携の経済効果を評価する上で目安となる値になりうるだろう。

さらに、別の事例についても本評価法を用いてプレミアム・総合利得・事業参加者平均利得を求めた。事業参加者数が増加した場合や、厳密な売上データが得られない場合であっても、実際の売上と総合利得・事業参加者平均利得との相乗効果は 0.74~0.85、線形近似の決定係数は 0.580~0.724、ベキ乗近似の決定係数は 0.845~0.865 となった。A 社・B 農協・C 社の事例 A 社・B 農協・C 社の事例では、線形近似、ベキ乗近似ともに当てはまりが良かったが、データの精度がやや落ちる事例については線形近似の決定係数が低く、ベキ乗近似のほうが当てはまりが良かったため、利得と実際の売上の間にはベキ乗の関係があると考えられる。以上から、本評価法は、事業参加者が増加した場合や、厳密なデータが得られない場合であっても、農商工連携の経済効果を評価できると言える。

#### (4) 農商工連携の取組みの継続性と発展性を高めるためのネットワーキング方策

本評価法を用いることによって、現状の連携関係について評価できるとともに、連携関係を見直す、つまり GTYPE を変化させると総合利得・事業参加者平均利得がどの程度変化するか、シミュレーションすることができる。

表 2 について、連携 10、連携 11、連携 12 で

表 3 利得と実際の売上

	総合利得	実際の売上 (千円/月)	事業参加者 平均利得	実際の 事業参加者 平均売上 (千円/月)
商品3	7.05	768	1.76	192
商品7	4.73	503	1.58	168
商品11	1.82	151	0.91	76
商品12	1.14	38	0.57	19

資料:分析結果より作成

は、総合利得が小さく、事業参加者平均利得は 1 以下となっている。これらの GTYPE の組み合わせは、複次加工業者である中核主体と農業のみの連携である。中核企業が単独で商品開発を行った場合の経済効果を 1 としているため、仮に農業と中核企業が利益を折半すると仮定すると、事業参加者平均利得が 1 以下となっていることから、中核企業にとっては従来の取組みと比べて経済効果が減少することになる。先に述べた通り、農商工連携による新商品開発では、農業と複次加工業者との二者間連携が多く、良いものを作っても売れないという事例はめずらしくない。分析の結果から、農業と複次加工業者の二者間連携だけでは、経済効果は限定的であることが分かる。

これについて、連携 12 の取組みでは十分な売上が得られなかったために、2012 年 11 月で販売が終了している。一方、連携 11 の取組みの GTYPE は {1,1,0,0,0} で、総合利得が 1.82、事業参加者平均利得が 0.91 であったが、直売所と連携して連携 7 の連携関係となり GTYPE が {1,1,0,1,0} となったことで、総合利得が 4.73、事業参加者平均利得が 1.58 と増加している。これについて、表 3 に示す通り、連携 11 の連携関係での取組みでは事業参加者 1 件あたりの売上は約 76 千円/月であったが、連携 7 の連携関係となってからは、約 168 千円/月に増加している。このように、連携関係を見直し GTYPE に変化をもたらすことで、総合利得だけではなく事業参加者平均利得も向上させることができ、農商工連携に参加している個々の主体の利益を向上させることができると考えられる。

さらに、得られたベキ乗近似曲線と総合利得・事業参加者平均利得から、売上予測を行うことも可能である。総合利得と実際の売上の関係、ならびに事業参加者平均利得と実際の売上の関係から得られたベキ乗近似曲線を用いて計算すると、連携 1 の場合、連携グループ全体では 1,270 千円/月、事業参加者 1 件あたりでは 216 千円/月の売上が得られると予測できる。

このように、本評価法を用いることにより、既存の連携グループに新たな事業参加者が加わった場合や、連携グループから一部の事業参加者が離脱した場合の売上の変化を予測することができる。本評価法を現状ではうまくいって

ない事例に適用することで、連携関係をどう改善すれば、どの程度の経済効果が得られるか、具体的に提示することができ、農商工連携の取組みの継続性と発展性を高めることができると考えらえる。

#### <引用文献>

- Porter, M.E., 竹内 弘高訳、競争戦略、ダイヤモンド社、1999
- 大西 千絵、ネットワーク構造からみた農商工連携の展開要因 - 動的な視点からのネットワーク分析を通じて -、フードシステム研究、18(2)、2011、307-312
- 森嶋 輝也、斎藤 修、食料産業クラスター形成に関わる企業間のネットワーク成長シミュレーション・モデル、農業経営研究、47(2)、2009、157-162
- 日本政策金融公庫、6次産業化(農商工連携の効果等)に関する調査結果、2014
- 三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング株式会社、中小企業と農林漁業者との連携による事業活動の促進に関する法律における施策の活用状況および効果に関する調査報告書、2014
- 杉田 直樹、中嶋 晋作、河野 恵伸、農商工連携、6次産業化の類型的特性把握、2012年度日本農業経済学会論文集、2012、122-129
- 香月 敏孝、小林 茂典、佐藤 孝一、大橋 めぐみ、農産物直売所の経済分析、農林水産政策研究、16、2009、21-63
- Axelrod, Robert、松田 裕之(訳)、つきあい方の科学、ミネルバ書房、1998
- 梅原 嘉介、小川 敬治、進化ゲーム理論と遺伝的アルゴリズム、工学社、2007

#### 5. 主な発表論文等

##### [雑誌論文](計2件)

- Chie Onishi, Izumi Yamada, Junko Yamamoto, Yuji Oura, Seiichi Sakurai, Bastiste Fricau, Anne-Laure Lobbet, Taeko Perrin, Development of local revitalization activities using agricultural products: Focusing on the mediator's roles for improving "attractiveness", フードシステム研究, 22(3)、2015、341-346、査読有
- 大西 千絵、森嶋 輝也、ネットワーク分析を用いた農商工連携関係構築モデル、平成25年度日本農業経済学会論文集、2013、149-156、査読有

##### [学会発表](計5件)

- 大西 千絵、安江 紘幸、田口 光弘、農産物のブランド化における一次加工の取組みの効果、九州農業研究発表会、2015年8月27日、鹿児島大学(鹿児島県鹿児島市)
- Chie Onishi, Izumi Yamada, Junko Yamamoto, Yuji Oura, Seiichi Sakurai, Bastiste Fricau, Anne-Laure Lobbet, Taeko Perrin, Local Revitalization Using Local Agricultural

Products: A Case Study on Agriculture-Commerce-Industry Cooperation in Collobrieres, France, 2015年度日本フードシステム学会、2015年5月30-31日、東京農業大学(東京都世田谷区)

大西 千絵、農商工連携の経済的パフォーマンス評価法、食品総合研究所研究成果展示会、2014年11月7日、食品総合研究所(茨城県つくば市)

大西 千絵、森嶋 輝也、農商工連携の経済的パフォーマンス評価手法の開発、九州農業研究発表会、2014年9月4日、九州大学(福岡県福岡市)

大西 千絵、地域活性化におけるキーパーソンの仲介役割ーフランス・コロブリエール村を事例としてー、日本農業経済学会要旨集、2014年3月29-30日、神戸大学(兵庫県神戸市)

##### [図書](計1件)

大西 千絵、JA あしきたにおける農商工連携と製品開発、JAのフードシステム戦略、農山漁村文化協会、2013、pp.222-235

#### 6. 研究組織

##### (1)研究代表者

大西 千絵 (ONISHI CHIE)  
国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構・九州沖縄農業研究センター・作物開発利用研究領域 主任研究員  
研究者番号：60466638