

令和元年6月17日現在

機関番号：82111

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2016～2018

課題番号：16K07917

研究課題名(和文)カウファマンのNKモデル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)The Model for Construction of being Linked Agriculture to Secondary and Tertiary Sectors by Stuart Kauffman's NK Model

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・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) 3,100,000円

研究成果の概要(和文)：カウファマンのNKモデルと本研究で策定するモデルの違いは、NKモデルのパラメーターが任意に決定されているのに対し、本モデルのパラメーターは現実の経済活動に基づいて決定される点にある。農業の連携相手/部門について、業種、商品名、単価とその単位、販売数量、期間売上、その商品を作るのに関わった連携相手/部門からプレミアム P_i を求めると(論文投稿中につき P_i の計算式は非公開)、連携相手の数が n の時、 $P_i \times (n-1)$ が6次産業化の相乗効果であることを明らかにした。さらに、連携関係が x の時のすべての連携相手の P_i から求めた総合利得 G_x は、連携関係が x の時の売上額 S_x とべき乗の関係であることを明らかにした。

研究成果の学術的意義や社会的意義

研究成果をもとに、6次産業化の経済効果を評価・シミュレーションできる「6次産業化シミュレーター・LASTS(著作権者：国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構。ソフト情報センタープログラム登録番号：P第10824-1号。プログラム開発者：大西千絵)を策定し、農業者等6次産業化のステークホルダー、行政機関、研究機関等の希望者との間で利用許諾契約を結んでいる。

研究成果の概要(英文)：Difference between Kauffman's NK Model and our model is a setting method of parameter. The former sets parameter at will. The latter, we set it by analysis of actual economic activities. At first, we calculate that Premium P_i from stakeholders products' unit price, quantities, sales. Then, we clarified that synergistic effect is $P_i \times (n-1)$ when the number of stakeholders is n . Moreover, the sales amount S_x produced by Group x and Total Gain that is calculated from P_i is under an exponentiation relationship. From the results of the study, we developed The simulator to be Linked Agriculture to Secondary and Tertiary Sectors (LASTS). We have provided LASTS for producers, stakeholders, administrative offices, and researchers.

研究分野：農業経済学

キーワード：農商工連携 6次産業化 シミュレーター 経済効果

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

本研究では、農商工の連携関係の構築を研究対象とする。連携の相乗効果に着目し、農商工連携の取組みの継続性と発展性に寄与しうる農商工連携関係構築モデルを策定する。

農・商・工に関わる主体がそれぞれの経営資源を持ち寄って新商品・サービスや新技術を開発する農商工連携は、事業参加者にとって何らかの経済的なメリットをもたらすことが目的の1つである。しかし、中小企業庁の調査(2011)によると、新事業展開支援の対象となった農商工連携の取組みのうち、売上増となったのは56.0%であった。このように、農商工連携の取組みが必ずしも売上増に結びつくわけではなく、事業期間終了後の継続性と発展性に課題が残る。農商工連携では、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。そのためには、連携の相乗効果を明らかにし、より効果的な連携関係を構築する必要がある。

農林水産省・経済産業省ともに、「農商工連携には相乗効果がある」としている。しかし、先行研究では、具体的にどのような相乗効果があるか、どの程度の相乗効果があるのかは明らかにされていない。申請者らの調査によると、継続性に欠ける取組みの多くが農業と食品加工業の二者間連携であった。また、申請者らは、一次加工業者との連携の有無が、取組みの継続性と経済効果に大きな影響を与えていることを明らかにした。これらのことから、企業・団体の組み合わせ、または経営資源の組み合わせにより、連携の相乗効果は異なると考えられる。

これについて、S.カウフマン(1995)は、「生命の進化において、遺伝子の組み合わせにより個体の適応度が変化する」と考え、NKモデルを用いて遺伝子の組み合わせの相乗効果を「適応度への貢献度」と定義し、生命進化モデルを策定した。さらに、カウフマンは、NKモデルの経済成長モデルへの適用も試みている(P.クルーグマン(1996))は、経済成長へのNKモデルの導入には、経済学的知見が必要であると指摘している。これを受けて、申請者らは、カウフマンのNKモデルを用いることで、農商工連携の相乗効果や連携の発展方向を説明できるのではないかと考えた。

カウフマンは、遺伝子のつながりをネットワークとみなしてカウフマン・ネットワークと呼び、ネットワーク分析を通じて生命の進化にアプローチしている。申請者らは、農商工連携における参画主体のつながりをネットワークとみなし、ネットワーク分析や遺伝的アルゴリズムを用いて、農商工連携関係構築過程の解明に取り組んでいる。さらに、森嶋(2009)は、企業の属性から算出した「適応度」をシミュレーション・モデルに導入している。以上のことから、カウフマン・ネットワークにおける遺伝子を、農商工連携の参画主体に置き換えることで、NKモデルを適用することができると考えられる。

そこで、本研究では、ネットワーク分析にカウフマンのNKモデルを取り入れ、農商工連携の相乗効果を解明し、取組みの継続性と発展性に寄与しうる農商工連携関係構築モデルの策定を目指す。ネットワーク分析を行うことにより、連携関係を定量的・視覚的に分析することができる。そして、これにNKモデルを取り入れることにより、連携の相乗効果を加味したモデルを策定することができる。

2. 研究の目的

農商工連携の取組みは、その継続性と発展性に課題が残る。連携の相乗効果を明らかにし、より相乗効果の大きくなるような連携関係を構築する必要がある。これを解決するために、以下について明らかにすることを、本研究の目的とする。

第一の目的は、農商工連携のネットワークを構成する主体の経営資源に着目し、カウフマンのNKモデルを用いて、経営資源の組み合わせの相乗効果を明らかにすることである。

申請者らは、遺伝的アルゴリズムを用いて独自に評価法を策定し、農商工連携の経済効果を数値化した。しかし、この方法では、連携の相乗効果を説明できなかった。この評価法を改良し、NKモデルを導入すると、「適応度への貢献度」と呼ばれる数値で連携の相乗効果を説明できると考えられる。

第二の目的は、連携の相乗効果を考慮したモデルを策定するために、カウフマンのNKモデルから明らかにした相乗効果(=「適応度への貢献度」)を加味した農商工連携関係構築モデルを策定することである。

森嶋のシミュレーション・モデルでは、企業・団体の属性からそれぞれの「適応度」を求め、モデルに導入した。本研究では、さらに、森嶋の「適応度」にNKモデルの「適応度への貢献度」を導入する。NKモデルを用いて相乗効果を加味することで、最適解が複数になることが知られている。従って、NKモデルを導入してシミュレーションを行うことで、農商工連携の多様な発展方向を提示できると考えられる(実際に、農商工連携では、スタート時点では似たような取組みであっても、ある取組みは開発商品を海外輸出して利益を求め、ある取組みは観光に特化して行く等、展開にバリエーションが見られる)。

そして、策定したモデルを他の後発事例に適用し、実際の取組み支援に活用することをめざす。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、「カウフマンの超立方体」を用いて明らかにする。

3. 研究の方法

本研究では、既に申請者らによる調査・分析に基づくデータの蓄積のある4事例をもとに、連携の相乗効果を解明し、モデルを策定する(熊本県「農畜産物直販ネットワーク」、長野県「市

田柿ブランド推進協議会」、北海道「ばれいしょ加工適正研究会」、フランス・コロブリエール村の農商工連携)。経営資源の組み合わせの相乗効果を明らかにするために、カウフマン(1995)のNKモデルを用いる。

NKモデルとは、N個の遺伝子がK個の対立遺伝子から影響を受けると考え、ある遺伝子と対立遺伝子との相乗効果(「適応度への寄与度」)をもとに、遺伝子ネットワーク全体のパフォーマンスを解明するものである。本研究では、N種類の経営資源がK種類の経営資源との間に相乗効果を生み出すものとして、農商工連携ネットワーク全体のパフォーマンスを解明する。申請者らがこれまでに策定していたモデルは、K=0の場合である。本研究では、K=1として、相乗効果を明らかにする。

そして、NKモデルにより求めた相乗効果(「適応度への寄与度」)を、森嶋(2009)が策定した「適応度を導入したシミュレーション・モデル」に組み込んだ農商工連携関係構築モデルを策定する。

最後に、策定したモデルを他の後発事例に適用し、取組みの継続・発展を図るためのネットワークング方策を検討する。取組みの発展方向の提示については、カウフマンの超立方体を用いる。超立方体を用いることで、現状をもとにした次の展開方向、その次の展開方向を、具体的に提示することができる。

4. 研究成果

カウフマンのNKモデルと本研究で策定するモデルの違いは、NKモデルのパラメーターが任意(恣意的)に決定されているのに対し、本モデルのパラメーターは現実の経済活動に基づいて決定される点にある。本研究では、研究成果をもとに「6次産業化シミュレーター(通称:LASTS: The simulator to be Linked Agriculture to Secondary and Tertiary Sectors)」(Copyright © 2018 国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構。ソフト情報センタープログラム登録番号:P第10824-1号。プログラム開発者:大西千絵)を策定した。

(1) LASTSの概要

6次産業化シミュレーター・LASTSは、6次産業化・農商工連携の取組みの売上予測、課題の掘り起こし、解決策の提示を行うことを目的に作成された、Windows, MacOS, Android, iOS上のMicrosoft Excelで動く、評価分析ツール兼シミュレーターである。LASTSは、6次産業化・農商工連携による新商品開発の取組みを、シミュレーション対象としている。

LASTSは、図1のようなネットワーク型のモデルに基づいている。農業が一次加工や製品加工、販売にも取り組む場合は、生産部門と一次加工部門の連携、生産部門と製品加工部門の連携、生産部門と販売部門の連携と捉えて、評価・シミュレーションを行う。

(2) LASTSの評価方法

LASTSでは、農業/生産部門:p、連携相手/部門A:a、連携相手/部門B:b、連携相手/部門C:c、連携相手/部門D:dの合計5主体のプレミアムと、5主体のうち農業/生産部門を除いた4主体の連携関係が変化した場合の売上シミュレーションを行う。プレミアムは、農業/生産部門が6次産業化に取り組んでいない時の利得を1.00とした場合の、連携相手/部門iが農業/生産部門にもたらす付加価値である。

表1の表頭に示すように、LASTSによる分析に必要なデータは、連携相手/部門の業種、商品名、単価とその単位、販売数量、期間売上、その商品を作るのに関わった連携相手/部門である。期間売上とは、年間売上、月間売上、ある商品を1回製造した時の1サイクル分の売上など、ある一定期間の売上を示す。

そして、その商品を作るのに関わった連携相手/部門をGTYPEで表す。GTYPE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。LASTSでは、連携関係がある場合を1、連携関係がない場合を0として、連携関係を整理する。

LASTSに基礎データとGTYPEを入力すると、連携相手/部門A~Dのプレミアムが計算される(論文投稿中につき、計算式は省略する)。プレミアムの数値が大きいほど、農業/生産部門にもたらす付加価値は大きい。一方、プレミアムが0以下である場合は、負の経済効果が生じている。

そして、表1のようにLASTSにデータを入力すると、総合利得と、総合利得ごとの売上予測値が示される。総合利得の計算方法は、後記(1)式の通りである。後記(1)式では、 P_p が連携相手の数だけ加算される。分析の結果、連携相手の数がnの時、 $P_p \times (n-1)$ が6次産業化の相乗効果であるこ

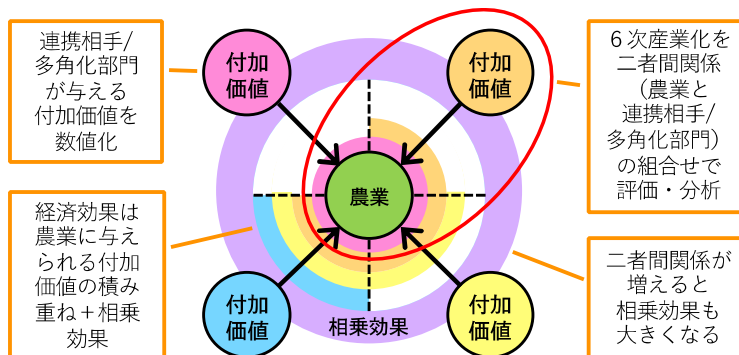


図1 6次産業化シミュレーターLASTSの評価モデル

とを明らかにした。

$$G_x = \sum[(P_{i,j} + P_p) \times T_{i,j}] \dots (1)$$

G_x : 連携関係が x の時の総合利得 P_i, P_j : 連携相手 i, j のプレミアム

S_i : 連携相手 i を含む時の売上 T_j : 連携相手 j のGTYPE (0 or 1)

$$i \neq j \quad i = b, c, d \quad j = a, b, c$$

実際の事例について厳密に分析すると、総合利得と売上間にべき乗近似の関係がみられた。そこで、LASTSでは、売上予測値を(2)式および(3)式に基づいて求めている。複数の事例で分析した結果、総合利得 $G_{all,x}$ と売上 $S_{fc,x}$ の相関関係は1または1に近い値となり、売上予測の決定係数は概ね $0.7 \leq r^2 \leq 1.00$ となった。

$$G_{all} > 0 \text{ の時} \quad S_{fc,x} = aG_{all,x}^b \dots (2)$$

$$G_{all} \leq 0 \text{ の時} \quad S_{fc,x} = G_{all,x} S_p \dots (3)$$

S_{fc} : 売上予測値

表1の通りLASTSにデータ入力を行った場合のシミュレーション結果を、表2に示す。GTYPEの列には、連携の有無が[1,0]で示されている。たとえば、no.1の連携関係の組み合わせはGTYPE={1,1,1,1,1}、農業・自社一次加工、複次加工業者、販売業者、自社販売のすべてが連携していることを表す。

総合利得の列には、それぞれのGTYPEで得られる総合利得が自動計算される。既存の売上の列には、表1の期間売上の列に入力した金額が、表1のGTYPEと一致する行に自動入力される。売上予測(連携グループ全体)の列には、総合利得と既存の売上から予測された売上予測値が自動計算される。なお、表の下部にある決定係数は、推計式の当てはまりの良さを示す。売上予測の予測区間(80%)の列は、6次産業化・農商工連携の取組みにおいて、80%の確率で上限値から下限値までの売上があるだろう、と予測される値の範囲を示す。ここでは、決定係数が1.00であるため、予測区間(80%)のあたいは売上予測値とイコールとなっている。

売上が十分に得られていない事例では、取組みを終わらせてしまうことがある。しかし、表2に示す通り、取組みの連携関係を変えることで、売上を増加させることができる。例えば、no.12

表1 LASTSのデータ入力画面

データ入力		連携相手名	業種(選択)	商品名	単価	単位	販売数量	期間売上	GTYPE					プレミアム
									中核	A	B	C	D	
川上	中核主体	X農協	農業/生産部門	生の栗	4.30	kg	120kg	516	1	0	0	0	0	1.00
↓	A	X農協	一次加工業者	栗ペースト	12.00	kg	40kg	480	1	1	0	0	0	-0.07
↓	B	B食品	複次加工業者	栗クリーム加工	8.00	500g	100kg	1,600	1	1	1	0	0	1.17
↓	C	C商店	販売業者	栗クリーム小売用	12.00	500g	100kg	2,400	1	1	1	1	0	0.55
川下	D	D直売所	自社販売	生の栗	8.17	kg	120kg	980	1	0	0	0	1	0.90

表2 シミュレーションの結果

シミュレーション結果		GTYPE					総合利得	既存の売上	売上予測(連携グループ全体)		
		農業/生産部門	一次加工業者	複次加工業者	販売業者	自社販売			売上予測値	予測区間(80%)	
		X農協	X農協	B食品	C商店	D直売所				上限	下限
no.1	1	1	1	1	1	6.55		3,380	3,380	3,380	
no.2	1	1	1	1	0	4.65	2,400	2,400	2,400	2,400	
no.3	1	1	1	0	1	5.00		2,580	2,580	2,580	
no.4	1	1	0	1	1	4.38		2,260	2,260	2,260	
no.5	1	0	1	1	1	5.62		2,900	2,900	2,900	
no.6	1	1	1	0	0	3.10	1,600	1,600	1,600	1,600	
no.7	1	1	0	1	0	2.48		1,280	1,280	1,280	
no.8	1	0	1	1	0	3.72		1,920	1,920	1,920	
no.9	1	1	0	0	1	2.83		1,460	1,460	1,460	
no.10	1	0	1	0	1	4.07		2,100	2,100	2,100	
no.11	1	0	0	1	1	3.45		1,780	1,780	1,780	
no.12	1	1	0	0	0	0.93	480	480	480	480	
no.13	1	0	1	0	0	2.17		1,120	1,120	1,120	
no.14	1	0	0	1	0	1.55		800	800	800	
no.15	1	0	0	0	1	1.90	980	980	980	980	
決定係数								1.00000			

の取組み(GTYPE={1,1,0,0,0})の既存の売上は480千円となっている。この取組みに加え、一次加工品を直売所でも販売することによってno.9の取組み(GTYPE={1,1,0,0,1})となり、売上が増加すると予想できる。このように、LASTSを用いて取組みの改善策を考えることができる。

(3)超立方体による整理

図2は、表2のシミュレーション結果を、超立方体上に整理したものである。図2のno.1~no.15のGTYPEと総合利得は、表2のno.1~15のものとも一致している。図2の下の超立方体では、最適解と別解、連携により負の効果を生じる解を示している。

表2の取組みをゼロから始める場合の最適解、つまり最適な展開過程について、図2の太線でも示す通り、最適解は、で示した始点からno.13(農業と複次加工業者が連携)no.10(no.13の連携関係に自社販売部門が連携)no.5(no.10の取組みに販売業者が連携)、no.1(no.5の取組みに自社一次加工部門が連携)の順で、取組みを展開する場合である。

一方、で示した始点からno.12のように最初に自社一次加工部門が連携した場合は、総合利得は0.93となり、連携することによってマイナスの経済効果が生じる。しかし、その場合であっても、no.12の取組みからno.6(複次加工業者と連携)no.7(販売業者と連携)no.9(自社販売部門と連携)と連携関係を拡大することによって、総合利得を増大(=売上を増大)することが可能となる。

また、LASTSの分析結果から、図2に緑色の線で示す通り、最適解ではなくても別の解を示すこともできる。LASTSを利用することにより、6次産業化・農商工連携の取組みの評価だけでなく、どのような展開過程でどのくらいの経済効果があるか、シミュレーションができるのである。

今後は、LASTSの社会実装ならびに改良に取り組み予定である。

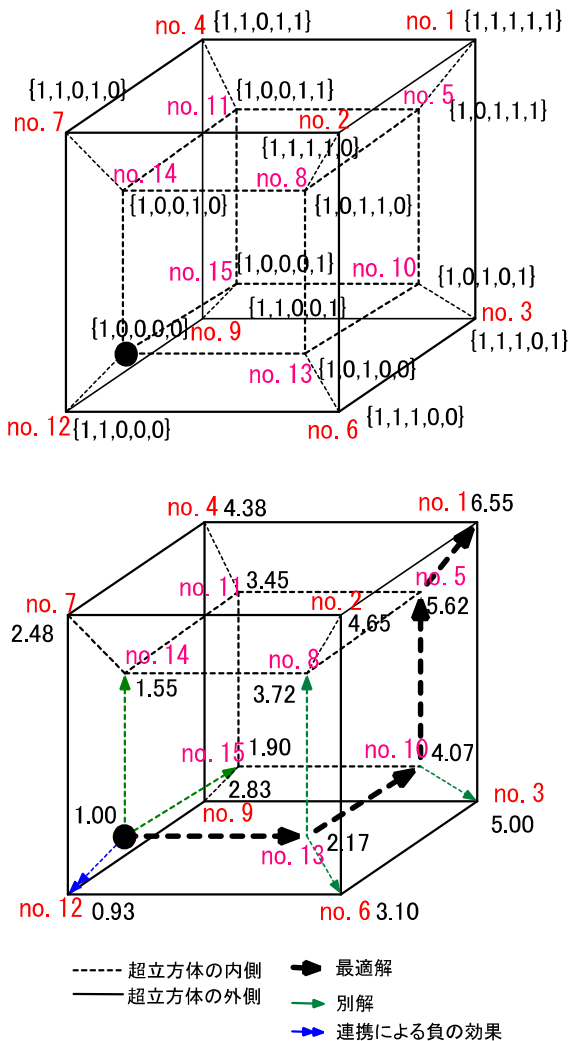


図2 超立方体による整理

5. 主な発表論文等

[雑誌論文](計5件)

- 森嶋輝也、プレミアム価格法に基づく地域ブランドの価値推計、技術の窓、査読無、no.2146、2016
- 大西千絵、森嶋輝也、河野恵伸、農商工連携の経済的パフォーマンス評価、農業経営研究、査読有、55(2)、pp.1-12、2017
- 大西千絵、安江紘幸、田口光弘、農商工連携における一次加工の取組みによる効果 -A 農協を核とした熊本県南部地域のタマネギを事例として-、農業経営研究、査読有、55(4)、pp.27-32、2018
- 森嶋輝也、パレイショに関する消費者のブランド認知構造 - ネットワーク分析からの接近 -、フードシステム研究、査読有、25(4)、pp.221-226、2019
- 大西千絵、フランス クルール・ペイザンヌ直売組合の取組み、九州沖縄農研農業経営研究資料、査読無、17、pp.54-63、2019

[学会発表](計8件)

- 大西千絵、安江紘幸、田口光弘、農商工連携における一次加工の取組みによる効果、平成28年度日本農業経営学会、2016
- 大西千絵、6次産業化を通じた農産物の産地化の展開要因、一熊本県水俣・芦北・津奈木地域のサラダたまねぎの取組みを事例として、九州農業研究会、2016
- 大西千絵、森嶋輝也、テキストマイニングと自己組織化マップを用いた国産マンゴーの反復購入理由の解明 -沖縄産・宮古島産・宮崎産の比較-、九州農業研究会、2017
- 森嶋輝也、北海道のパレイショ需給動向、日本育種学会・日本作物学会北海道談話会シンポジウム、2017

大西千絵、宮崎産・沖縄産・宮古島産マンゴーのリピート購入利用の解明、2018 年度農業市場学会、2018

大西千絵、6次産業化シミュレーターLASTS を用いた6次産業化・農商工連携の評価と予測、九州農業研究発表会、2018

森嶋輝也、加藤弘祐、地理的表示保護産品に関する消費者の認知状況、九州農業研究会、2018

大西千絵、6次産業化シミュレーターLASTS を用いた6次産業化の課題の解明 フランス・モール山塊の栗とモンフユロンの小麦を用いた6次産業化を事例として、日本農業経済学会、2019

〔図書〕(計0件)

〔産業財産権〕

出願状況(計0件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年：
国内外の別：

取得状況(計1件)

名称：6次産業化シミュレーターLASTS

発明者：大西千絵

権利者：国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構

種類：プログラム(著作権登録)

番号：P第10824号-1

取得年：2018年

国内外の別：国内

〔その他〕

6次産業化シミュレーターLASTS パンフレット

https://www.naro.affrc.go.jp/publicity_report/publication/pamphlet/tech-pamph/130090.html

新聞記事「6次化商品「付加価値」を数値化 エクセルでシミュレーション 売り上げ予測も農研機構が開発」日本農業新聞、1面、2019年4月28日

インターネットニュースサイト「農研機構、Microsoft Excel で使える「6次産業化シミュレーター」を公開」SMART AGR1、2019年5月5日、<https://smartagri-jp.com/smartagri/244/>

6. 研究組織

(1) 研究分担者

研究分担者氏名：森嶋輝也

ローマ字氏名：MORISHIMA Teruya

所属研究機関名：国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構

部局名：九州沖縄農業研究センター

職名：グループ長

研究者番号(8桁)：30391486

(2) 研究協力者

研究協力者氏名：

ローマ字氏名：

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。