

令和元年6月13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：16K07918

研究課題名(和文) 農業経営ビッグデータの有効活用システムの開発による雇用型農業経営の支援

研究課題名(英文) Support of the employed type farm management by developing of the system which utilizes the big data of farm management

研究代表者

松本 浩一 (MATSUMOTO, Hirokazu)

国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構・中央農業研究センター・グループ長

研究者番号：10355472

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,600,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は、経営管理等の意思決定に寄与する情報を提供できる農業経営ビッグデータ解析・情報提供システムの開発を目的に、雇用型農業経営における情報に対する経営行動の特性の解明を踏まえて、農業経営ビッグデータ活用システムの開発を行った。その結果、圃場管理システムに収集・蓄積される情報を作付計画等で活用することで経営改善が図れる情報を提供することが可能な点を示すとともに、意思決定への利用を可能にするデータ連携ツールを開発した。また、APIで取得したデータを統合化した農業経営モデルを構築することで、農業経営ビッグデータの有効活用と経営の個別の分析ニーズに応えられるシステムを開発した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究では、経営者の意思決定における情報活用に焦点をあて、そこでの雇用型農業経営者の経営行動の解明を試みる点に特色がある。また、データの収集・蓄積環境が整備されつつある農業経営ビッグデータに対し、経営者の意思決定に資する有効な情報を提供するための農業経営ビッグデータの解析手法の解明を試みることも独創的な点である。本システムの開発によって、農業経営ビッグデータを経営管理・経営戦略の意思決定に有効な情報として農業経営者に提供できるようになり、科学的なデータに基づいた意思決定のもとで、雇用型農業経営の安定的・持続的な発展が期待でき、ひいては食料の安定供給に貢献できる。

研究成果の概要(英文)：A purpose of this study is to develop the system which can provide information to contribute to decision making of the management from the big data of the farming. Therefore, in this study, we performed two matters. First, we considered a characteristic about the correspondence for the information in the employed type farm management. Second, we developed of the system which utilizes the big data of farm management based on that. Then, we got the following result. First, we showed that it could give information to improve management from the system for farm field management. In addition, We developed a tool to cooperate with available data for decision making of the management. Second, we developed a system to build "whole-farm model" who integrated the data which acquired using API. This system can utilize the big data of farm management and can support the needs for the analysis of the management.

研究分野：農業経営

キーワード：農業情報システム 経営管理 農業経営モデル 経営シミュレーション データ連携 圃場管理システム

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

1. 研究開始当初の背景

土地利用型の雇用型農業経営では、経営規模の拡大の進展とともに、多数の圃場と雇用労働力を効率的に管理することが求められる。経営者は、管理すべき圃場や人が増える中で、効率的な農業生産を実現するために、それらの膨大な情報を処理しながら迅速かつ適切に意思決定を下すことに苦心している。これに対し、近年、地理情報システム(GIS;Geographic Information System)を活用した圃場管理システムを導入し、農作業管理に活用している雇用型農業経営が出現してきている。一方、そのような雇用型農業経営の要望に応える形で、公的研究機関である農研機構の「PMS」や「FARMS」を始め、日立の「GeoMation Farm」、富士通の「Akisai」、クボタの「KSAS」、トヨタの「豊作計画」など民間企業からも各種の圃場管理システムが提供され始めている。

これらの圃場管理システムには長所と短所があるが、圃場単位で作業等の情報をリアルタイムで集積できるという点に共通性がある。そのため圃場管理システムの利用は、主として農作業等の情報の集積、作業の進捗度合の確認などの日々の作業管理に用いられている。さらに圃場管理システムは、圃場単位で土壌状態、生育状態、資材投入量、投下労働時間、収穫量、品質などの情報も集積することが可能であり、作業管理だけでなく経営管理面での利用の潜在能力は高いものと考えられる。しかし現状では必ずしも経営の意思決定に有効利用されているとは言えない。

圃場管理システムによって集積されたデータが有効活用されていないのは、集積された大量のデータを経営の意思決定に活用できるように解析し、情報として提供するまでには至っていないからである。つまり、ビッグデータ(農業経営に役立つ知見を導出するためのデータ)を集積するシステムは構築できているものの、ビッグデータを有効に活用するための解析とそれを情報化する機能は不十分というのが現状である。雇用型農業経営では、このような情報システムを活用した経営管理の効率化を図っていくことが強く求められるが、そのために集積されたビッグデータから経営の意思決定に活用できる情報をいかに抽出するかが極めて重要な課題になっている。

この問題を解決するには、圃場管理システムの利用の有無にかかわらず、雇用型農業経営において経営者はどのような情報に基づいて意思決定を行っているのかの解明が重要な課題となる。これは言わば、雇用型農業経営における情報処理と意思決定にかかわるナレッジを解明することである。

農業経営のナレッジに関する既存研究では、暗黙知である技術や技能をどのように伝達しているのか実態整理とその理論化をナレッジマネジメントという視点から解明されてきた(日本農業経営学会編(2011))。また、暗黙知の形式知化を図ることで農業技術の伝承を支援するための研究も蓄積されてきた。南石ら(2015)は、これまで暗黙知として形成されてきた篤農技術を数値化・データベース化することで形式知化し、さらに可視化によって、技術を新規就農者や雇用型農業経営の従業員に継承するための手法を開発している。これらの研究による各種の技術や技能の形式知化によって、第三者がこれまで入手が困難であった生産技術や技能の情報を容易に入手できる環境が整備されつつある。しかし、農業経営者の意思決定に関わるナレッジマネジメントの研究蓄積は不十分である。

研究代表者らも農業経営の発展にPDCAサイクルによる経営管理によって数値化されたナレッジを活用することが重要であるとの認識のもとで、農業技術データや経営財務データを活用してPDCAサイクルにおける計画(P)や評価(C)の段階の意思決定を支援するシステムを開発してきた(松本ら(2015))。しかし、農業経営がどのような情報に基づいて意思決定が行われているのかという十分な知見がなかったために、開発したシステムから経営発展の意思決定に有効活用できる情報を提供するまでには至らなかった。

2. 研究の目的

本研究では、土地利用型の雇用型農業経営の経営管理において圃場管理システムで集積される農業経営ビッグデータを利用して、日常の経営管理や経営戦略策定の意思決定に寄与する情報を提供できる農業経営ビッグデータ解析・情報提供システムを開発することを目的とする。

そのために本研究では、第一に雇用型農業経営における農業経営者や従業員の意思決定行動の特性を明らかにする。雇用型農業経営では、圃場管理システムの利用の有無にかかわらず、従来から農作業日誌や圃場図などを活用して意思決定が行われてきた。そこで雇用型農業経営がどのような目的で農作業などの経営情報を記録し、それを日常の経営管理や経営戦略策定の意思決定に利活用しているのか、また、そこで不足している情報は何かという点を明らかにする。また第二に、明らかにした雇用型農業経営における農業経営者や従業員の意思決定行動の特性を踏まえた上で、農業経営ビッグデータの有効活用と経営の個別の分析ニーズに応える観点から、API(Application Programming Interface)で経営データへアクセスし取得する仕組みとそれらデータを統合化し農業経営モデル(whole-farm model)を構築し、雇用型農業経営における経営管理、経営戦略策定の意思決定で活用される情報を提供できるシステムを開発する。

なお、すでに農業経営ビッグデータを管理・集積するシステムがある中で、本研究では、集積された農業経営ビッグデータをどのように解析し、必要な情報を提供するかという点に焦点をあてて研究を実施する。

3. 研究の方法

(1) 雇用型農業経営における情報に対する経営行動の特性の解明

土地利用型の雇用型農業経営に対して、日常の経営管理場面や経営戦略策定場面で利用している農業経営データを収集するとともに、農業経営者等がそれらの農業経営データからどのような情報をどのように抽出し、意思決定に利用しているのかを把握する。

土地利用型の雇用型農業経営の経営管理支援ツールとして注目されている圃場管理システムに焦点をあて、圃場管理システム内に収集・蓄積された情報の内容を調査するとともに、その情報を意思決定へ活用する方策を解析する。

圃場管理システム内の情報を2次利用するためのデータ連携ツールを開発するとともに、そのツールを用いて、意思決定へ利用可能な情報提供の可能性を考察する。

(2) 農業経営ビッグデータ活用システムの開発

経営データへアクセスし取得する仕組み及び、取得したデータを経営分析に供することに適した形式に整理するための方法を同時に実現するソフトウェアのプロトタイプを実装し有効性を考察する。

ソフトウェア利用者が実行すると想定される主要な経営シミュレーションの種類等を既往研究に基づき整理する。その結果をふまえて分析のパラメータが構築した農業モデルの変数として含まれているかを確認する。

個別ニーズに応えうる経営分析では分析手法のカスタマイズ性、拡張性と操作性が同時に求められる。そこで本研究ではビジュアルプログラミングを適用し、本研究で開発したプロトタイプソフトウェアとR AnalyticFlowを用いて分析手順自体の可視化を試みる。そして生産履歴データの取得から経営分析結果の出力までの一連の過程をプロトタイプソフトウェア上でデータ連携し可視化する分析方法論の有効性を考察する。

4. 研究成果

(1) 雇用型農業経営における情報に対する経営行動の特性の解明

土地利用型の農業生産法人に対して、日常的な経営管理等の実態調査を実施し、経営者および作業責任者から作業者への指示状況や、作業スケジュールの意思決定過程における情報利用の実態を観察した。また、圃場管理システムを導入して作業管理を実施する農業生産法人に対して、利用している圃場管理システムに収集・蓄積される情報の内容を確認するとともに、その情報を作付計画等の経営戦略策定の意思決定で活用するための方策を試案した。その結果、圃場管理システムに収集・蓄積されたデータを表1に示したような解析を行い、それを用いた作付計画を検討することにより、経営改善が図れる情報を提供することが可能になる点を示せた(表2)。

圃場管理システムを導入して作業管理を実施する農業生産法人に対して、システムへのアクセス権を入手することによって、適宜、システム内に蓄積された情報を入手できる環境を整備した。これを利用して、システム内から入手可能なファイル形式とデータの項目、記録内容、データ形式を整理した上で、それらのデータを意思決定に必要な情報へ2次利用するための方策を検討した。その結果、作目別、圃場別、作業別にそれぞれ圃場内の機械作業時間が統一的に集計・解析できる可能性がある一方で、従来では作業時間に含まれる圃場までの移動時間や圃場外での機械調整時間等が欠落する可能性があることが明らかとなった。そのため、作業時間の2次利用では、作業記録の方法を踏まえた解析が必要になることが示唆された。

表 1. 圃場管理システムの情報を利用した解析結果

ほ場要素	区分条件	数値項目	平均値	補正係数
位置	近距離	作業時間		-0.06
	中距離			0.00
	遠距離			0.06
区画	大区画	作業時間	0.257	-0.25
	中小区画		0.343	0.00
	小区不整形		0.430	0.25
	[参考]全体		0.339	
排水性	不良以外	小麦の収量	264	0.00
	不良		218	-0.17
	[参考]全体		242	
水稻生産の地力	高位	水稻の収量	558	0.12
	高位以外		498	0.00
	[参考]全体		501	

資料：A経営のB社の圃場管理システム内の蓄積データ（2014年、2015年）

注：1) を付した区分が基準区分となる。

2) 数値項目の平均値の単位は、作業時間が時間/10a、収量がkg/10aである。

3) 補正係数は、B経営の平均的な作業時間や収量に対する増減率である。

表 2. 圃場管理システムの情報を利用した作付計画シミュレーション

分析シナリオ	経営面積の維持				経営面積が拡大可能					
	BR前提		BR制約なし		BR前提			BR制約なし		
	従来	ICT利用	従来	ICT利用	従来	ICT利用	+改善	従来	ICT利用	+改善
経営面積 ha	66.5	66.5	66.5	66.5	69.8	72.5	72.5	77.6	85.8	85.8
作付のべ面積	86.5	86.5	93.1	93.1	100.6	102.4	102.4	108.7	120.1	120.1
水稻	46.5	46.5	39.9	39.9	46.6	48.8	48.8	46.6	51.5	51.5
大豆	20.0	20.0	26.6	26.6	30.8	29.9	29.9	31.0	34.3	34.3
小麦	20.0	20.0	26.6	26.6	23.3	23.7	23.7	31.0	34.3	34.3
農業労働報酬	765	765	787	809	870	895	922	931	1,051	1,077

- 注：1) BRはブロックローテーションのことである。
 2) 従来とは「ほ場情報利用システム」の情報を利用しない作付計画であり、ICT利用がそれを利用した場合の作付計画である。
 3)+改善は、第2表の注2を参照。
 4) 農業労働報酬は粗収益から物財費、臨時雇用労働費、支払地代を控除した額に常従従事者数5人で除した1人当たりの金額であり、単位は万円である。

農業生産法人が農業経営管理業務で利用する圃場管理システムに蓄積された情報について、その情報を農業経営の意思決定に必要な情報へと連携を図るために、利用する圃場管理システムのエクスポート機能を前提として、データ連携を図りやすいデータセットへ変換するためのツールを開発した(図1)。この開発した変換ツールを、圃場管理システムからエクスポートされた情報に適用し、処理しやすいデータセットへ変換できることを実証した。また変換したデータセットを用いて、圃場内の機械作業時間に対して統計解析を行い、機械作業の種類及び圃場区画の大きさが機械作業時間へ与える影響を定量的に提示した。これにより、農業経営における区画整備や作業等に対する意思決定に資する情報につなげられる可能性を示した。

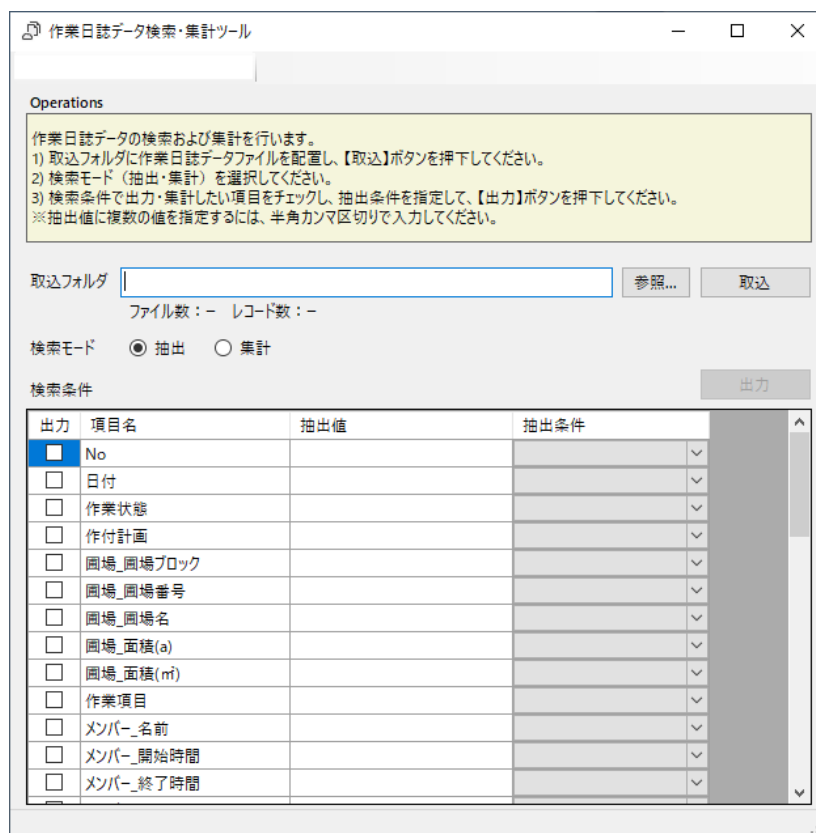


図 1. 圃場管理システム内の情報をデータ連携するツール

(2)農業経営ビッグデータ活用システムの開発

プログラミング言語 R によりソフトウェアプロトタイプを実装した。その結果、既存の R パッケージを利用した関数を構築することにより、CSV、MS-Excel、XML 等の多様な形式のデータを取得可能であること、Web サービスで提供される経営データについても API でアクセスし取得可能であることを確認した。次に R のリファレンスクラスを利用してオブジェクト指向の観点で各経営資源のクラス、それら経営資源をどのように組合せて生産するかを農作業クラスとし、それらを農業経営モデル(whole-farm model)へ統合化するプログラムを実装した(図2)。さらに、生産履歴ソフトウェアに蓄積された経営データを API で取得し、経営クラスを構築す

る一連のプロセスについて数値実験をおこないデータ連携が可能であることを確認した。データ取得と統合化を同一プログラムパッケージとして実装したことから効果的に経営分析を実行できると考えられた。

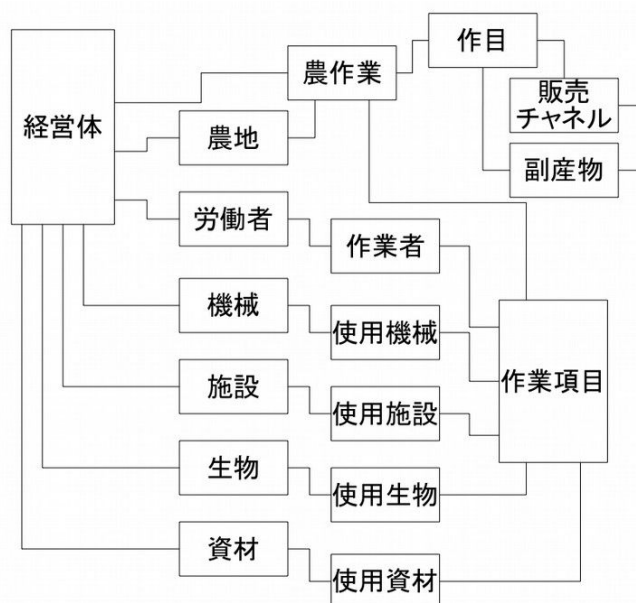


図 2. 農業経営クラスの概略

表 3 は、農業経営に影響する変化要因を経営の主体的行動による内生的要因と経営外部に起因する外生的要因とに分類し、具体例を示したものである。これらシミュレーションを実行するための各変数が農業経営クラス内の変数に含まれているかを確認した。その結果、病虫害等の発生や自然環境条件、政策の変化の影響を測るためには、そうした外生的要因が生産量、品質、経営の適応行動にどのように影響するかを別途モデル化し、経営クラスの属性値への影響を把握する必要があること、それ以外の変数については経営クラスの属性としてデータを直接に保持できることを確認した。

表 3. 変化要因別農業経営シミュレーションの分類

変化の要因 ^{注)}	具体例
I 内生的要因	
経営の主体的行動（生産物、生産要素（労働、土地、資本等）の量的質的、組合せ方法の変化）	<ul style="list-style-type: none"> 規模拡大（農地集積、新規雇用の効果） 設備（機械、施設）投資の効果 新技術（品種、作目）導入効果
II 外生的要因	
病虫害、鳥獣、家畜伝染病の発生	<ul style="list-style-type: none"> 病虫害、鳥獣害対策の効果
自然環境条件の変化	<ul style="list-style-type: none"> 気候：地球温暖化の影響と適応行動の効果 気象：作業可能日数変化の影響
市場価格変化	<ul style="list-style-type: none"> 生産物価格、要素価格、貸出金利、為替の影響
取引市場の変化	<ul style="list-style-type: none"> 販路変更の効果 取引契約の変更の影響 輸出の効果
政策の変化	<ul style="list-style-type: none"> 農業政策、制度の変化の影響 税制、補助金体系の変化の影響

注) 内生と外生に分類したが、それぞれが相互依存的関係の場合もある。

まず、経営分析の出力機能として経営収支算出や農業生産経済分析で利用頻度の高い線形計画法を実行する関数を定義した。ここで線形計画法実行関数では農業経営クラスオブジェクトに格納された技術体系情報から利益係数、制約資源・制約量および技術係数を抽出して単体表を構築し、生産管理ソフトウェアに蓄積した生産履歴等データを利用した単体表の自動生成が可能である。次に生産履歴等の入力データを統合化した農業経営クラスに対して分析関数を適用することにより経営収支、最適作付け計画の解の取得までの一連のプロセスについてデータ

連携と処理の自動化が可能であることを数値実験により確認した。そしてこの機能を R Analytic Flow を用いて分析手順自体を可視化した結果、多種多様なデータソースやその処理を複合的に組み合わせることによる複雑性を回避できること、個別ニーズに対応しうる経営意思決定支援システムの構築に応用可能であると推察された(図3)。

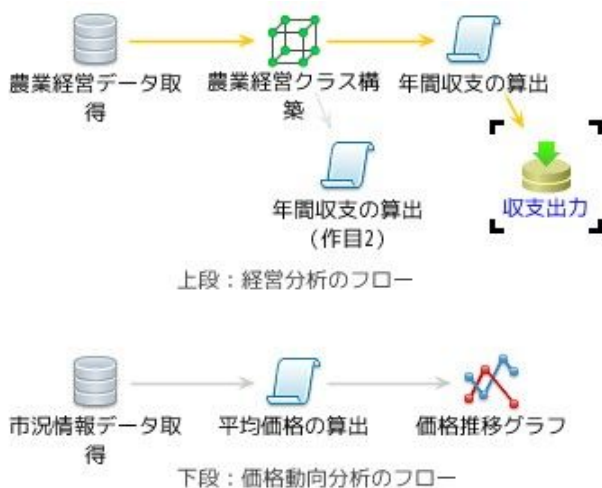


図 3. 分析フローの可視化の一例

<引用文献>

日本農業経営学会編(2011)、知識創造型農業経営組織のナレッジマネジメント、農林統計出版。

南石晃明、藤井吉隆編著(2015)、農業新時代の技術・技能伝承～ICTによる営農可視化と人材育成～、農林統計出版。

松本浩一、佐藤正衛、大室健治(2015)、新規就農者の経営診断から改善計画の策定を支援するシステム「CAPSS」の開発、関東東海農業経営研究、105:27-33。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計2件)

佐藤正衛(2019)、農業技術体系データベースを用いた意思決定支援システムの開発とデータ連携による経営支援サービス、関東東海北陸農業経営研究、109:15-22。(査読有)

松本浩一、関野幸二(2017)、水田作経営における「ほ場情報利用システム」の経営的評価方法と活用効果、関東東海北陸農業経営研究、107:63-68。(査読有)

〔学会発表〕(計2件)

佐藤正衛、松本浩一、吉田智一、延嶋聡(2017)、農業経営モデルによる経営シミュレーションとデータ連携、農業情報学会2017年度年次大会シンポジウム。

佐藤正衛(2017)、Rによる統合環境とビッグデータの分析：農業経営分析での取り組み、第11回日本統計学会春季集会(招待講演)。

6. 研究組織

(1)研究分担者

研究分担者氏名：佐藤 正衛

ローマ字氏名：SATO, Masaei

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：北海道農業研究センター

職名：上級研究員

研究者番号(8桁)：10355258

(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。