

令和 5 年 6 月 19 日現在

機関番号：82111

研究種目：若手研究

研究期間：2018～2022

課題番号：18K14534

研究課題名（和文）機械学習とMASを活用したAIによるオーダーメイド型地域農業動向予測モデルの構築

研究課題名（英文）Developing tailor-made regional agricultural trend prediction model using machine learning and multi-agent simulation of artificial intelligence

研究代表者

寺谷 諒（Teratani, Ryo）

国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構・本部・主任研究員

研究者番号：60781698

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,200,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、AI技術のひとつである機械学習等を用いて、経営体数や農地面積といった地域農業動向を高精度に予測可能なモデルを構築した。また、XAI(Explainable AI：説明可能なAI)の手法により、経営耕地面積などの離農に影響している経営体の属性について明らかにした。さらに、社会実装に向けて、ユーザが予測値を閲覧・利用できるようなWAGRI向けのAPIやWebアプリケーションを開発した。加えて、国内のいくつかの市町村と連携して、農業振興計画や農地利用計画の検討の際にモデルや予測値の活用を行い、現場での成果の活用可能性について検証した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究では、AI技術を用いて、経営体数や農地面積を予測する高精度なモデルを構築し、地域農業動向予測へのAIの適用の有効性を明らかにし、農業情報学や農業経済・経営学における新たな研究の方向性を提示した。また、モデルによる地域農業動向予測の結果は、市町村等の行政における地域計画や営農支援施策の策定時などに活用することが可能である。また、担い手経営体における設備投資等の規模拡大に向けた戦略を立案する際にも活用が期待される。このように本研究の成果は、地域農業の維持・発展に資することができると思われる。

研究成果の概要（英文）：In this study, we constructed a model that can predict regional agricultural trends, such as the number of management entities and the area of farmland, with high accuracy using machine learning, one of the Artificial Intelligence (AI). In addition, the attributes of management entities that influence farmer exit, such as the area of cultivated land were clarified using the XAI (Explainable AI) method. Furthermore, for social implementation, we developed an API for WAGRI and web application that allows users to view and use the prediction results. In addition, we collaborated with several municipalities to use the models and prediction results in the development of agricultural promotion plans and verified the feasibility of using the prediction results in the agricultural region.

研究分野：情報学

キーワード：機械学習 人工知能 ニューラルネットワーク マイクロシミュレーション 農業経営体 地域農業
農林業センサス データ駆動型科学

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、研究者個人に帰属します。

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

近年、農業経営体数の減少や農地の耕作放棄地化が進んでおり、担い手経営体への農地の集積・集約化を加速化し、地域農業の維持や生産性の向上を図ることが大きな課題である。また、それに伴い、地域における担い手や、担い手への農地集積・集約化の将来方針等を明確化する「人・農地プラン」の実質化を図ることが求められている。

これらの実現に向けて有効な施策を講じるためには、将来的な農業経営体数や農地等の動向を適確に把握することが求められる。しかし、耕作者の高齢化や地権者の地域外への他出、営農意向調査の回収率低下などにより、人・農地プランの実質化等に携わる当事者が、地域農業の状況を詳しく把握することは困難になっている。そこで、地域農業の動向を詳細かつ高精度に予測できる手法が必要となってきている。

2. 研究の目的

本研究の目的は、地域農業における将来的な農業経営体数や農地利用状況の変化を高精度に予測できるような地域農業動向予測モデルを開発することを目的としている。特に、AI(人工知能)技術を活用することで、各地域の実情をふまえた、データ駆動型かつオーダーメイドなモデルの構築を行うことを目的とする。また、現場の担当者が予測結果を入手可能なアプリケーションを開発するとともに、現場での予測結果の活用可能性について検証する。

3. 研究の方法

まず、農林業センサス個票や対象地域の自治体が保有しているデータなどを収集し整理する。次に、収集したデータとAIの手法を用いて、農業経営体数や農地面積等を予測するモデルを構築する。構築したモデルについては、過去から現在を予測した場合の精度を検証し、検証結果をふまえてモデルの改善を図る。さらに、モデルにXAI(Explainable AI:説明可能なAI)の手法を適用し、経営体の離農要因等を分析するとともに、モデルによる将来予測を実施し、農地保全に向けた有効な方策を明らかにする。最後に、社会実装に向けて、構築したモデルや予測結果を提供するためのアプリケーションを開発し、現場での実証を通じて、成果の活用方法やその効果について分析する。

4. 研究成果

(1) 農業経営体数予測モデルの開発

AI技術のひとつである機械学習と社会シミュレーション手法のひとつであるマイクロシミュレーションを利用したAI農業経営体数予測モデルを開発した(図1)。モデルでは、まず、農林業センサス個票データとニューラルネットワークをもとに、営農継続あるいは離農する農業経営体の特徴を学習したモデルを構築する。次に、モデルによって、個々の農業経営体の将来的な営農継続確率を予測する。最後に、マイクロシミュレーションの手法により、それら個々の農業経営体の予測結果を積み上げて、地域全体の将来的な農業経営体数や、離農に伴う供給農地面積を推計する。

このモデルにより、市町村や旧市町村といった狭い地域においても農業経営体数を高精度に予測できることが確認できた。また、予測精度は、都市的地域、平地農業地域、中山間農業地域といった農業地域類型区分が異なる各市町村でも大きな相違がみられなかった。このことから、機械学習を活用することで、データに基づいて各地域それぞれの離農の特徴を学習したオーダーメイドなモデルの構築が可能であることが示唆された。また、本モデルは、各経営体の予測結果を積み上げていく手法であるため、農業経営体の任意の属性(販売金額が1位の部門等)ならびに任意の地域別に農業経営体数を予測することができる点も特徴であるといえる。

また、最新の農林業センサス個票を用いた予測精度の検証結果をふまえたうえで、モデルの改善を実施した。具体的には、ニューラルネットワークを用いて従来の経営体の属性(内的要因)に加えて、組織経営体への農地の集積状況といった地域に関する要因(外的要因)を考慮できるような新たな構造のモデルを開発した。改善したモデルにより、さらなる予測精度の向上がみられた。

(2) 経営体の離農に影響する要因の抽出

構築したモデルにXAIの手法であるPermutation Importance、PDP(Partial Dependence Plot)、SHAP(SHapley Additive exPlanations)を適用することで、離農に影響している重要な変数(経営体の属性)や、その変数が実際にどのような影響を与えているかを分析した。具体的には、経営耕地面積や経営主の年齢、後継者の有無などが重要な要因であることが明らかになった。また、経営主年齢の離農への影響は経営面積の大小により変化する(要因間の交互作用がある)ことも確認でき、既存研究でよく利用されている線形モデルではなく、ニューラルネットワーク等の変数の交互作用を十分に考慮できるモデルが離農予測に有効であることが示唆された。

(3) 社会実装に向けたAPI やアプリケーションの開発

予測結果の公開に向けて、全国の都道府県、市町村、旧市町村別の予測値データベースを構築した。また、WAGRI (農業データ連携基盤) 向けの予測値取得用APIを作成するとともに、公的機関の担当者がブラウザ経由で予測結果を閲覧・取得可能なWebアプリケーションを開発した。Webアプリケーションでは、指定した市町村や旧市町村の予測値を表やグラフ形式で表示する機能や、データをダウンロードできる機能を実装した。さらに、予測モデルの概要や上記アプリケーションの活用方法、現場での活用事例等をまとめた利用者向けのマニュアルを作成した。

(4) 成果の現場への普及活動

岩手県や茨城県のいくつかの市町村で本成果の活用を進めた。例えば、岩手県紫波町では、担い手が規模拡大したい面積と将来の供給農地面積を比較する「農地需給の分析」を実施した。具体的には、地域(旧市町村など)における担い手が規模拡大したい面積(認定農業者の経営改善計画の拡大目標面積等)を積算することで農地の需要量を算出、AI農業経営体数予測モデルにより地域の離農に伴う供給農地面積を予測、の農地の需要との供給面積を比較、という手順を経ることで将来の農地需給状況を分析した。この結果は、紫波町において、農地の有効活用に向けた農業振興地域整備計画の見直し等の際に活用された。

また、岩手県のいくつかの市町村では、市町村が保有する独自のデータを用いて、「離農に伴い供給される可能性のある農地のマップ化」の取り組みを実施した(図2)。具体的には、農地利用に関するアンケート結果や農地基本台帳から、経営体の属性(経営主の年齢、経営耕地面積、後継者の有無など)と各経営体が耕作している農地の地番、それら地番が紐づいた農地の区画情報(筆ポリゴン)等を収集、経営体の属性データをAI農業経営体数予測モデルに入力して各経営体の営農継続確率を算出、各経営体の営農継続確率を各々が耕作している農地と紐づけることで圃場単位での営農継続確率を地図上で可視化する、という作業を実施し、今後離農により供給される可能性が高い農地を面的に把握した。作成したマップは、農地パトロール(農地の見回り)や今後の農地利用計画を検討する際に活用された。その他、茨城県では、かんしょ経営体の将来動向の予測を実施した。

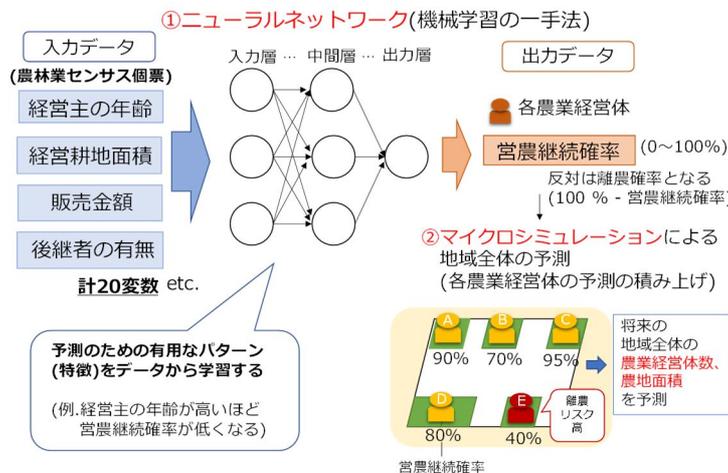


図1 AI農業経営体数予測モデルの概要

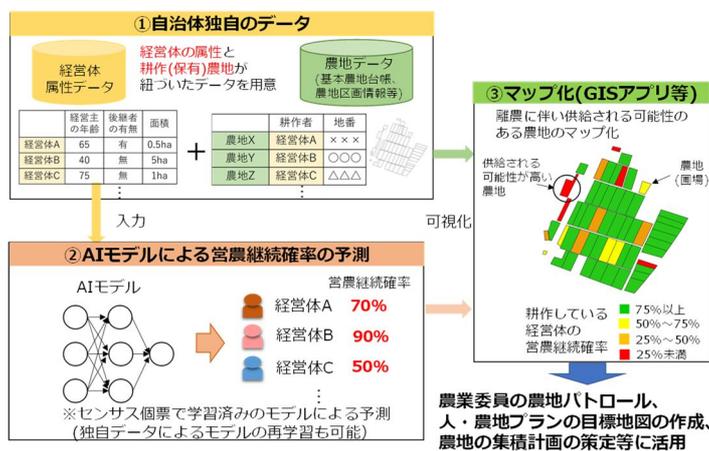


図2 離農に伴い供給される可能性のある農地のマップ化

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計6件（うち査読付論文 3件／うち国際共著 0件／うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 寺谷諒	4. 巻 9(8)
2. 論文標題 社会科学研究へのAIの応用について：農業経営体数予測を例に	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 JATAFFジャーナル	6. 最初と最後の頁 29-35
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 寺谷諒	4. 巻 82(3)
2. 論文標題 AIによる農業経営体数予測モデル	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 農業食料工学会誌	6. 最初と最後の頁 204-208
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 寺谷諒	4. 巻 1
2. 論文標題 社会モデリング・シミュレーションと離農予測モデル	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 農研機構研究報告	6. 最初と最後の頁 3-11
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 寺谷諒・守屋 和幸	4. 巻 33(4)
2. 論文標題 機械学習の手法を用いた自己保全管理農地の発生に関する要因分析と予測モデルの構築 - 京都府綾部市を対象地域として -	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 システム農学	6. 最初と最後の頁 137-147
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 小向昌啓・寺谷諒・安江紘幸	4. 巻 41(2)
2. 論文標題 機械学習による農地単位の離農予測モデル 岩手県八幡平市の農地情報を用いた分析	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 農村経済研究	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 和泉敦也・寺谷諒・西方圭	4. 巻 113
2. 論文標題 クラスター分析とマルコフモデルを用いた小地域におけるサツマイモ経営体数の予測モデルの構築	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 関東東海北陸農業経営研究	6. 最初と最後の頁 5-13
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計6件 (うち招待講演 3件 / うち国際学会 0件)

1. 発表者名 寺谷 諒
2. 発表標題 AIを用いた農業経営体数予測モデル
3. 学会等名 農業情報学会年次大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 寺谷諒
2. 発表標題 マイクロシミュレーションを用いた離農予測モデルの構築
3. 学会等名 農業農村工学会大会講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 寺谷諒
2. 発表標題 AI で地域農業の将来動向を予測する
3. 学会等名 東北ハイテク研究会セミナー（招待講演）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 寺谷諒
2. 発表標題 AIによる地域農業動向予測システムに関する研究
3. 学会等名 食料生産技術研究会（招待講演）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 寺谷諒
2. 発表標題 AI農業経営体数予測モデルの予測結果とその活用について
3. 学会等名 関東東海北陸農業経営研究会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 寺谷諒
2. 発表標題 機械学習等を活用した農地変化の要因分析と予測モデルの構築
3. 学会等名 システム農学会（招待講演）
4. 発表年 2022年

〔図書〕 計0件

〔出願〕 計2件

産業財産権の名称 情報処理装置、情報処理システム、情報処理プログラムおよび経営計画方法	発明者 寺谷諒・松本浩一・ 宮武恭一	権利者 同左
産業財産権の種類、番号 特許、特願2022-060212	出願年 2022年	国内・外国の別 国内

産業財産権の名称 情報処理装置、情報処理システム、情報処理プログラムおよび経営計画方法	発明者 寺谷諒・松本浩一・ 宮武恭一	権利者 同左
産業財産権の種類、番号 特許、特願2023-030450	出願年 2023年	国内・外国の別 国内

〔取得〕 計0件

〔その他〕

-

6. 研究組織

氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------