

東北ハイテク研究会セミナー 2022年2月17日

AIで地域農業の将来動向を 予測する

本部企画戦略本部 農業経営戦略部 営農支援ユニット 兼 農業情報研究センター AI研究推進室 多変量解析ユニット

寺谷 諒

発表の流れ



1.AI(人工知能)とは何か?

2. AI農業経営体数予測モデルの紹介

3.2020年センサスによる各地域の概況

4. モデルによる将来予測結果(当日発表)

5. モデルの活用例

自己紹介



寺谷 諒 (てらたに りょう) 博士(情報学)

農研機構 企画戦略本部 **農業経営戦略部** (兼 基盤技術研究本部 **農業情報研究センター AI研究推進室**)

- 農業AI研究を推進

現在の研究テーマ

農業×AIに関する研究を色々と…

- AIによる地域農業の動向予測 (電本日の内容)
- ・AIによる遺伝情報からのイネの発育(出穂期等)の予測
- ・AIによる<u>土地利用変化予測+気象シミュレーション</u>による 将来的に農地が気温上昇に与える影響の予測

•



1. AIとは何か?

機械学習



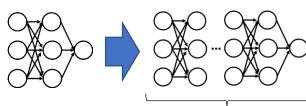
 近年の第3次AIブームを支えているのは、 機械学習(Machine Learning)である

機械学習とは…

コンピュータがデータから自動的に学習を行い、 パターンやルールを導出するとともに、 それらを用いて未知のデータの識別や予測を実施する技術

• 2010年代から、ディープラーニング(深層学習)が 注目され始め、ブームの火付け役に

> <u>ニューラルネットワーク</u> (人間の脳の仕組みを 参考にしたモデル)



用語の包含関係は…

多層(Deep)に

AI **D** 機械学習 **D** ディープラーニング

AI(人工知能)とは?



AI(Artificial Intelligence:人工知能)

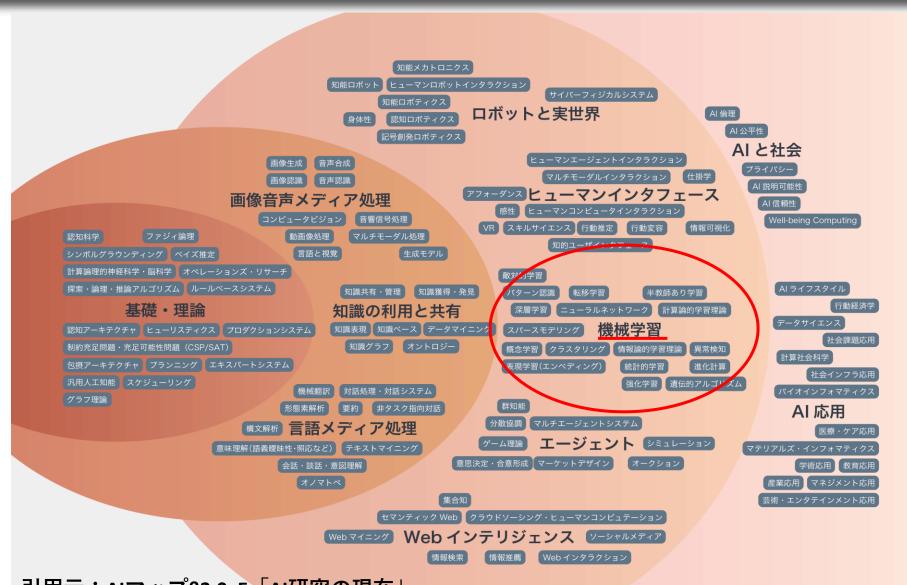


- 1957年アメリカのダートマス会議(研究発表会)でジョン・マッカーシーによって初めて使用される
 - ⇒それ以降AIに関する<u>明確な定義はなく</u>、 研究者によって<u>その定義は様々である</u>

 例えば、ジョンマッカーシーは、AIとは 「知的な機械、特に、知的なコンピュータプログラム を作る科学と技術」 と定義している(McCarthy 2007)

AIの多様な研究分野





引用元:AIマップβ2.0 E「AI研究の現在」 (人工知能学会HP, https://www.ai-gakkai.or.jp/resource/aimap/)

機械学習でできること(大きく分けて3つ)



1識別 入力データがどのカテゴリに所属するかを識別する

(例.病害虫診断)









〇〇病 △△病

その他の例

- ・スパムメール 判定
- 作物の 成熟度診断

②予測 入力データから何らかの数値(連続値)を予測する

(例. 株価予測)

数値データ 過去の株価 為替データ 経済指標



学習





予測



その他の例

- ・商品の売上 予測
- 作物の 収量予測

機械学習でできること



③クラスタリング

データをいくつかのグループ(クラスター)に 分ける

(例. 顧客分析)









顧客の類型化

来店頻度

その他の例

- ・農業の地域 特性の類型化
- ・遺伝子の グルーピング

▲┃ クラスタリング

※その他、<u>次元削減</u>(高次元データ→低次元データに写像)が 上記とあわせて挙げられる場合もある 上記を応用して、データ(画像等)を生成する研究もある AIが作ったセレブの顔画像



(Karras+ 2018)

上記のタスクに関して、機械学習は非常に高い性能を発揮。

一方で、それ以外のことはほぼできない

(決して万能ではない、人間の知能にはまだまだ及ばない) ← 将来は わからないが



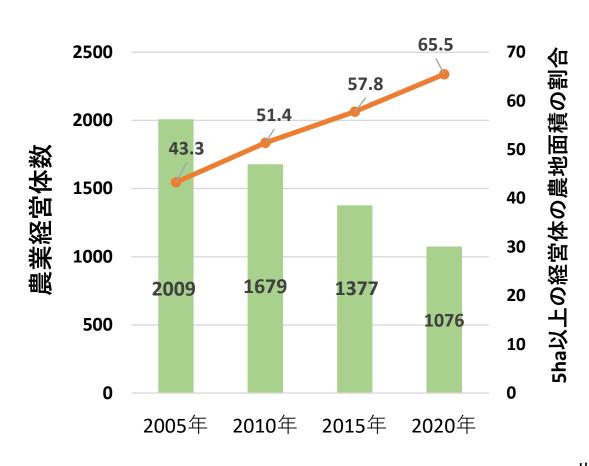
2. AI農業経営体数予測モデルの紹介

日本の農業の現状



年々、農業経営体が減少していくなかで、担い手経営体への

農地の集積・集約化をさらに加速化していくことが重要である



出典:農林水産省「農林業センサス」

農業経営体

- 経営耕地面積が30a以上
- 農作物の作付面積、家畜の 飼養頭数等が一定以上 (作物や家畜の種類で 基準が異なる)
- 農作物販売金額が 50万円以上(1年間)
- 農作業の受託事業を実施



本研究では農業経営体のうち 家族経営体を対象とする

世帯単位で事業を行う経営体(農家)

背景



担い手経営体へ農地を集め、地域農業の維持と生産性を向上させることが重要

担い手農業経営体

離農後の農地を引き受けて耕作するにあたって、 求められる規模拡大に応じた設備投資を計画的に実施

行政(市町村等)

地域農業の将来ビジョンを作成し、その達成に向けた施策の実施

農地中間管理機構

適切な計画のもとで、農地を効率的に担い手へ受け渡す

これらを適切に実施していくには、将来的な地域の農業経営体数や 離農に伴う供給農地面積を的確に把握(予測)することが必要 (従来は各経営体に営農意向を聞いて把握することが多い)

既存の動向予測手法



従来の地域農業の動向予測手法 (マルコフモデル)の課題

- 経営体(サンプルサイズ)の多い都道府県単位などでは、高い予測精度が得られるが、経営体が少ない市町村以下の狭い範囲では予測精度が低いケースがある
- ・モデルに導入できる変数の数が限られ(2~3個程度)、 農業経営体の多様な属性データを変数として考慮できない
- 地域全体の予測は可能であるが、経営体ごとの予測ができない



AI(人工知能)を用いた農業動向予測手法を開発

「AIによる農業経営体数予測モデル」

AIによる農業経営体数予測モデル



(農林業センサス個票)

(1)ニューラルネットワーク(機械学習の一手法)

入力データ

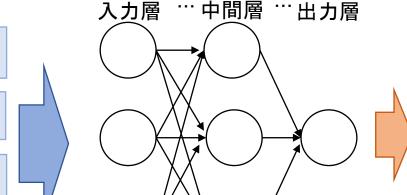
経営主の年齢

経営耕地面積

販売金額

後継者の有無

計20変数 etc.



出力データ

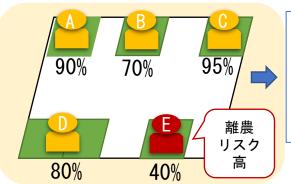


営農継続確率

 $(0\sim 100\%)$

反対は離農確率となる (100 % - 営農継続確率)

②マイクロシミュレーションによる 地域全体の予測 (各農業経営体の予測の積み上げ)



将来の 地域全体の 農業経営体数、 農地面積 を予測



人間の脳 (神経回路)の仕組み を模倣

営農継続確率

使用データとモデルの学習について



<u>農林業センサス個票(2010、2015年) (家族経営体</u>のみを対象)

経営体ごとの調査票の生データ

入力データ(説明変数)

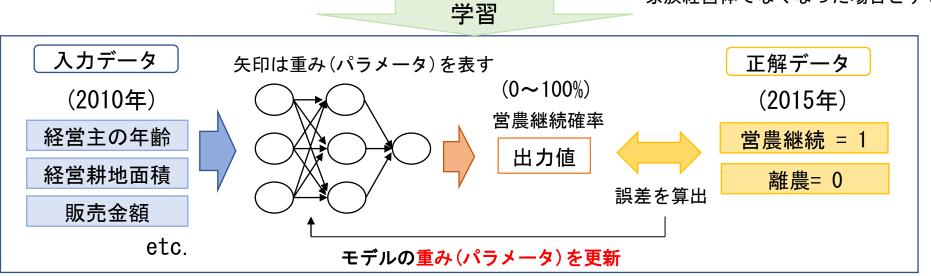
各家族経営体の<u>属性</u>データ(2010年)(例. 経営主の年齢、経営耕地面積、販売金額)



家族経営体でなくなった場合とする

教師データ(モデルに正解を与えるためのデータ)

各家族経営体の営農状況(2015年)(営農継続 or 離農)

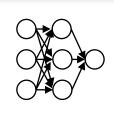


マイクロシミュレーションのアルゴリズム



(1)以下の処理を**各経営体分**実施

(1-1)農業経営体の属性データを学習済みニューラルネットワークに 入力し、営農継続確率*p* を算出



(1-2) - 様乱数 $r(0\sim100$ のランダムな値)を発生させる

営農継続

営農継続確率 $p \geq r \Rightarrow$ **営農継続**と判定

営農継続確率*p*

乱数r

90%

50

営農継続確率 $p < r \Rightarrow$ 離農と判定

離農

営農継続確率p

乱数r

30%

70

(2) 各経営体の結果を積み上げて、地域の経営体数や面積を算出

継続 継続 離農 離農



経営耕地

面積







1ha 0.5ha 0.3ha 3ha



経営体数:2経営体

離農に伴う

供給農地面積面積: 3.3ha

※実際は(1)~(3)の処理を10000回以上繰り返して平均をとる 15

モデルで使用している変数



以下の20変数をモデル(ニューラルネットワーク)に入力している

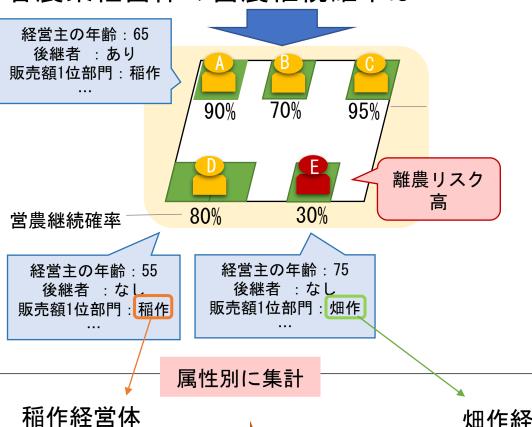
経営主の年齢	何も作らなかった農地面積割合
経営主の性別	農作物の販売金額
後継者の有無	販売金額が1位の部門
農業従事者数	農業機械の保有の有無
農外所得の状況	常雇いの有無
世帯員数	農作業委託の有無
経営耕地面積	環境保全型農業の取組の有無
貸付農地面積割合	農業生産関連事業の有無
耕作放棄地面積割合	営農類型(単一・準単一・複合)
借りている農地面積割合	旧市町村コード

※先行研究を参考にしながら、予備的分析により経営体の営農継続に 影響があることが確認されたものを使用

AI農業経営体数予測モデルの特徴



各農業経営体の営農継続確率は?



- ⇒個々の農業経営体ごとの 営農継続確率の把握が可能
- ⇒また各経営体の結果を 積み上げて地域全体を 予測することで、狭い地域 (市町村や旧市町村)でも 高精度な予測が可能 (平均4%程度の誤差)



営農継続 経営体数

: OO

畑作経営体



営農継続 経営体数

: 00

⇒農業経営体の任意の属性別(例. 部門別)に経営体数を予測可能

AI農業経営体数予測モデルの特徴



平地農業地域·A市 例

> 農作業委託の有無が 営農継続に影響している



中山間農業地域 · B市

耕作放棄地の有無が 営農継続に影響している



A市のデータを入力



B市のデータを入力



機械学習による 営農継続(離農)する 経営体の特徴の学習





農作業委託無し

農作業委託有り

耕作放棄地無し

耕作放棄地有り



確率



営農継続確率が 変わる





85%

70%

90%

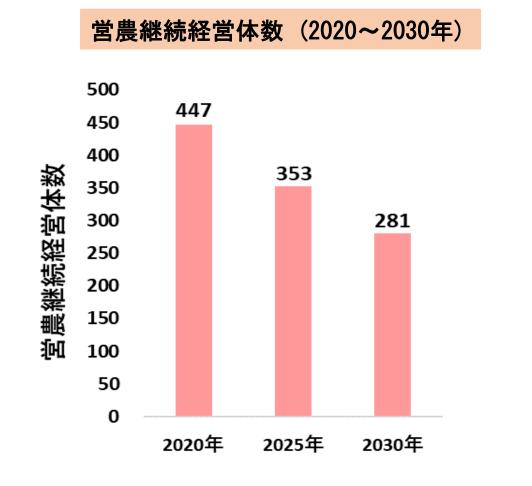
70%

営農継続(離農)に関する地域固有の特徴(要因)を学習し、予測

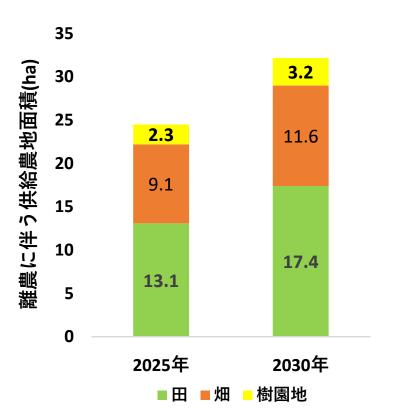
将来予測結果の例



ある地域における予測結果



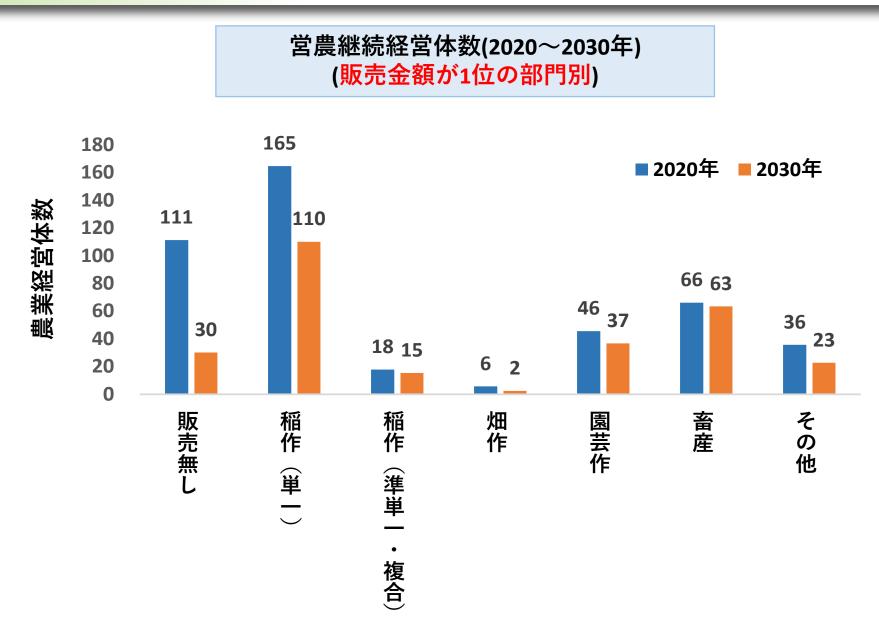
離農に伴う供給農地面積(地目別) (2020~2030年)



- 注1) <u>新規参入</u>する家族経営体は予測に<u>含まれていない</u>
- 注2) 離農に伴う供給農地面積は、離農経営体の農地面積の合計値。この農地のうち、 どの程度が営農を継続する経営体に集積されるかは予測には含まない

将来予測結果の例(部門別)

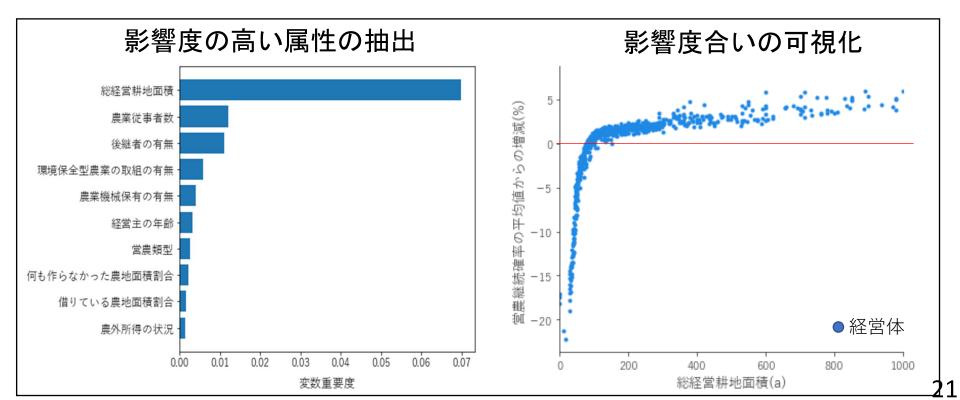




モデルの予測結果の根拠の提示



- ・モデルの説明性に関する技術 XAI(Explainable AI:説明可能なAI)
 - →構築したモデルの解釈や予測結果の根拠を可視化
 - 自治体担当者へのヒアリング(岩手県の例)
 - ▶ なぜそうなるのかの要因が分からないと使えない
 - ▶ 影響度ランキングが欲しい
 - ▶ どういう経営をしていると営農継続しているのかが知りたい



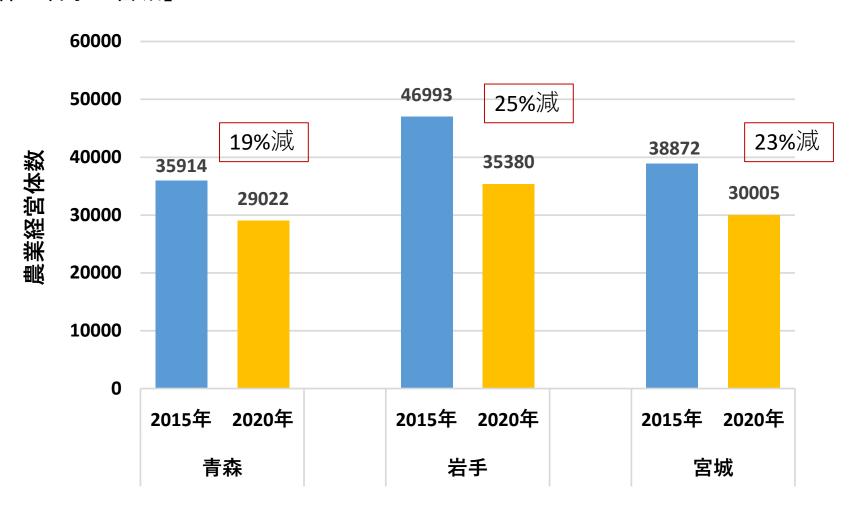


3.2020年センサスによる各地域の概況

農業経営体数



【青森・岩手・宮城】

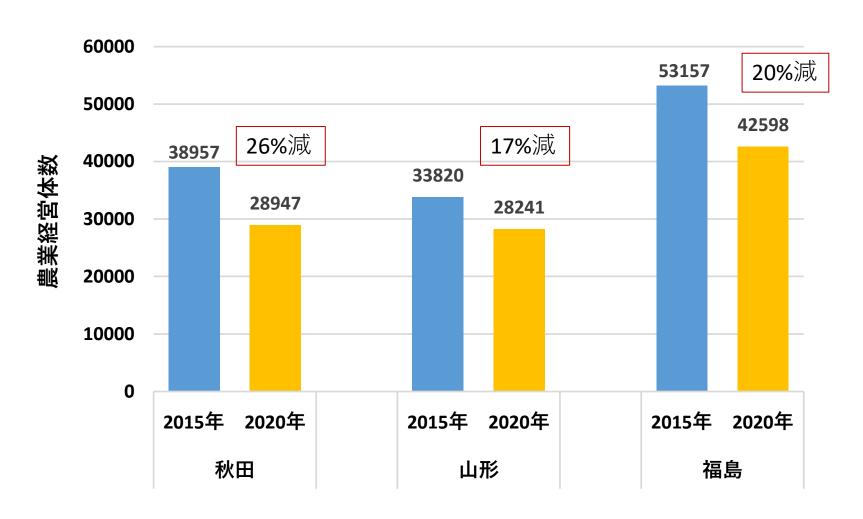


いずれの県も経営体数が大きく減少

農業経営体数



【秋田・山形・福島】

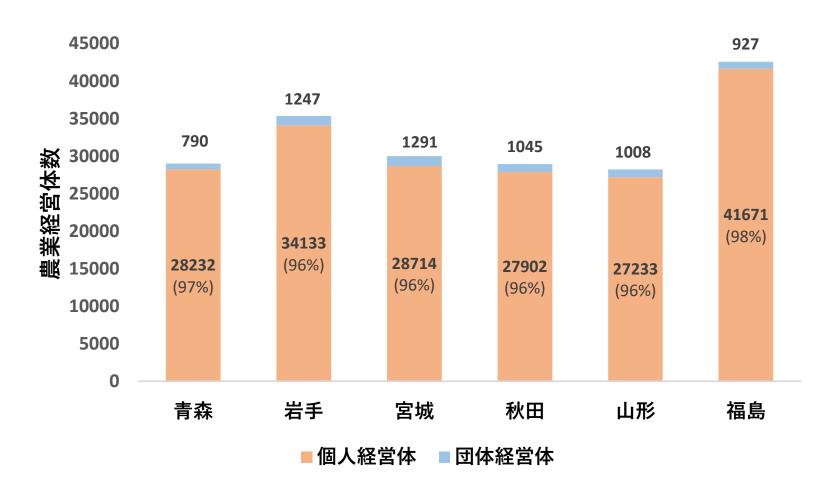


いずれの県も経営体数が大きく減少

個人経営体・団体経営体



2020年農業経営体における個人経営体・団体経営体数の内訳



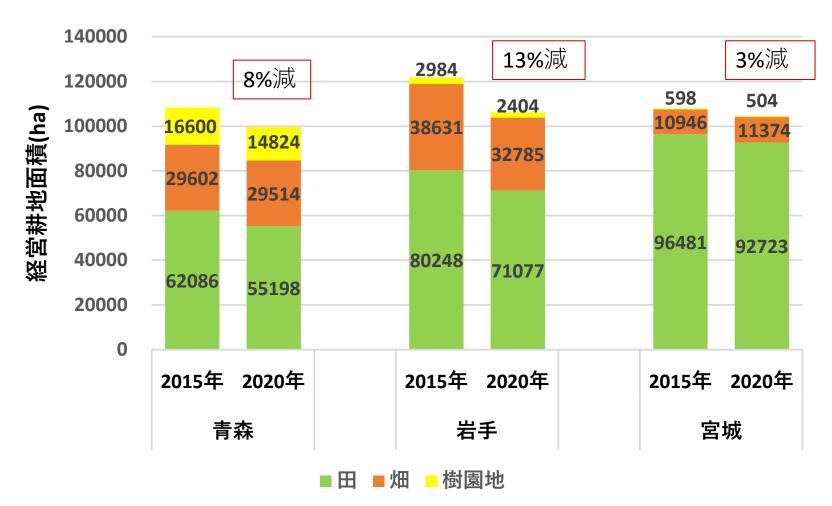
注:2020年センサスから定義が変更(2015年は、家族経営体と組織経営体で集計)

個人経営体…個人(世帯)で事業を行う経営体。<u>法人化して事業を行う経営体は含まない</u> 団体経営体…個人経営体以外の経営体(組織経営体や個人事業で法人化している経営体)

経営耕地面積



【青森・岩手・宮城】

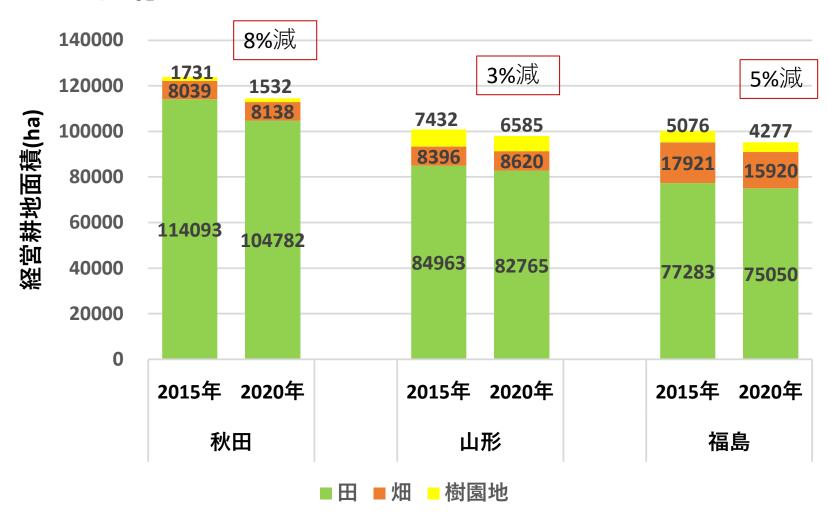


経営体ほどの減少率ではないが経営耕地面積もやや減少傾向にある (特に岩手の減少率が高い、一方で宮城の減少率は低め)

経営耕地面積



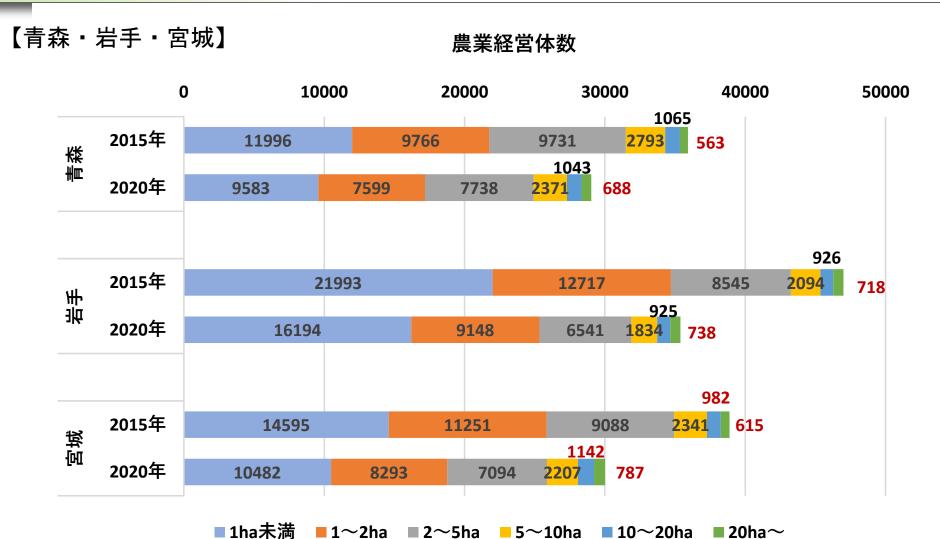
【秋田・山形・福島】



経営体ほどの減少率ではないが経営耕地面積もやや減少傾向にある (山形の減少率は低め)

経営耕地面積規模別の経営体数





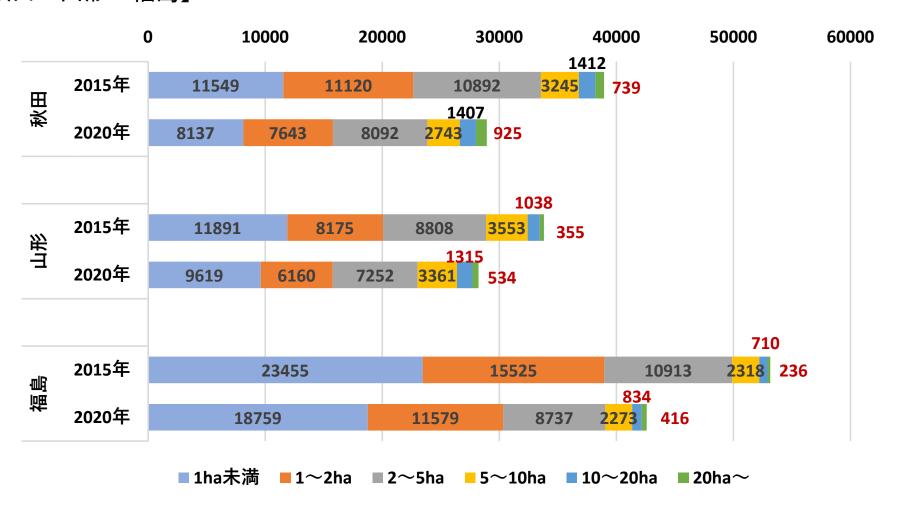
青森、岩手は、20ha未満の経営体が減少、一方で20ha以上の経営体は増加 宮城は、10ha未満の経営体が減少、一方で10ha以上の経営体は増加

経営耕地面積規模別の経営体数



【秋田・山形・福島】

農業経営体数

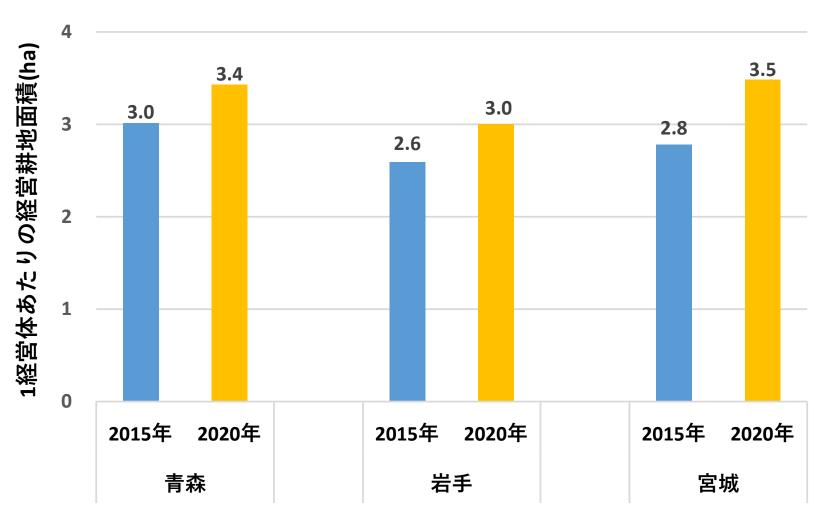


秋田は、20ha未満の経営体が大きく減少、一方で20ha以上の経営体は増加山形、福島では、10ha未満の経営体が減少、一方で10ha以上の経営体は増加

1経営体当たりの平均経営耕地面積



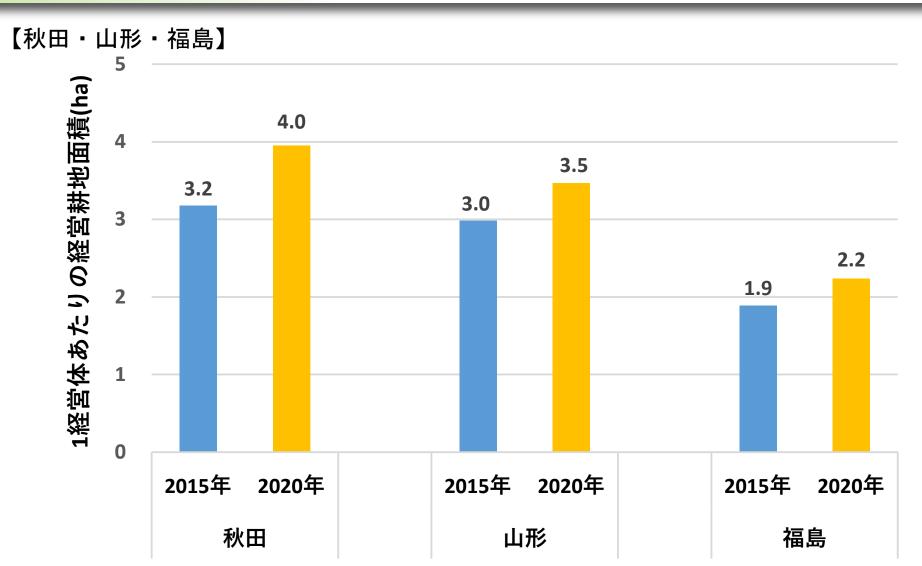
【青森・岩手・宮城】



経営体数が大きく減少していることから、1経営体当たりの平均経営耕地面積も増加

1経営体当たりの平均経営耕地面積

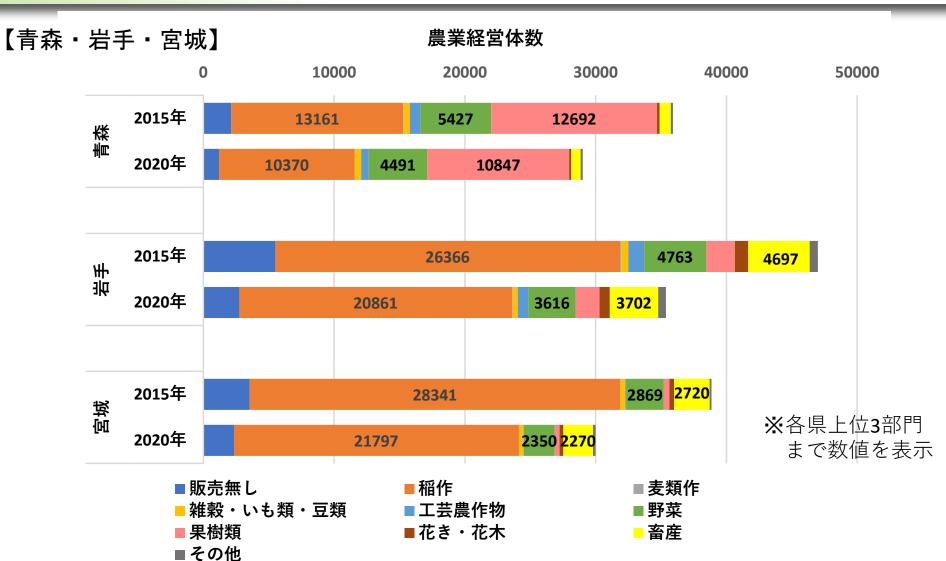




経営体数が大きく減少していることから、1経営体当たりの平均経営耕地面積も増加

販売金額が1位の部門別の経営体数

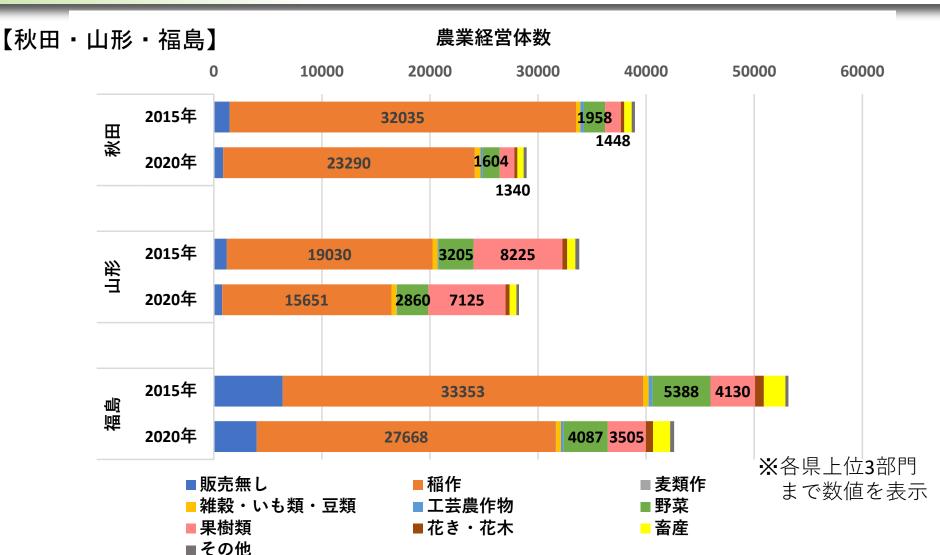




どの部門も経営体が減少、特に多くを占める稲作経営体の減少が目立つ (青森は果樹経営体の減少も多い)

販売金額が1位の部門別の経営体数

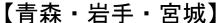


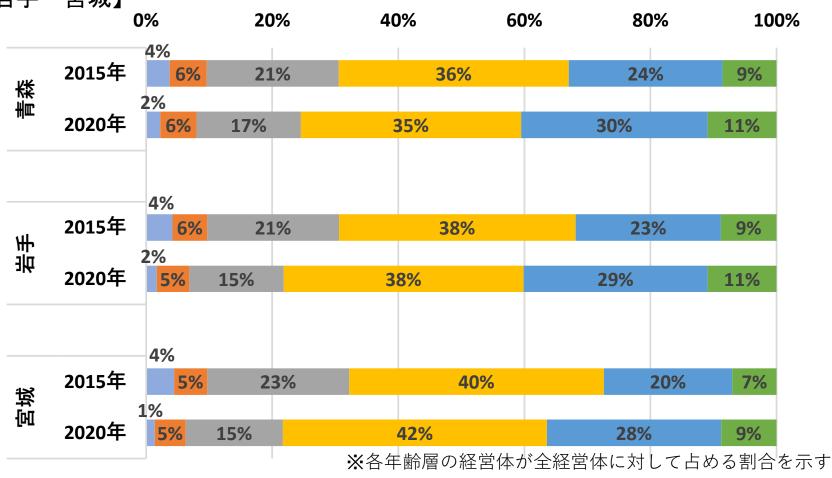


どの部門も経営体が減少、特に多くを占める稲作経営体の減少が目立つ

経営主の年齢(割合)







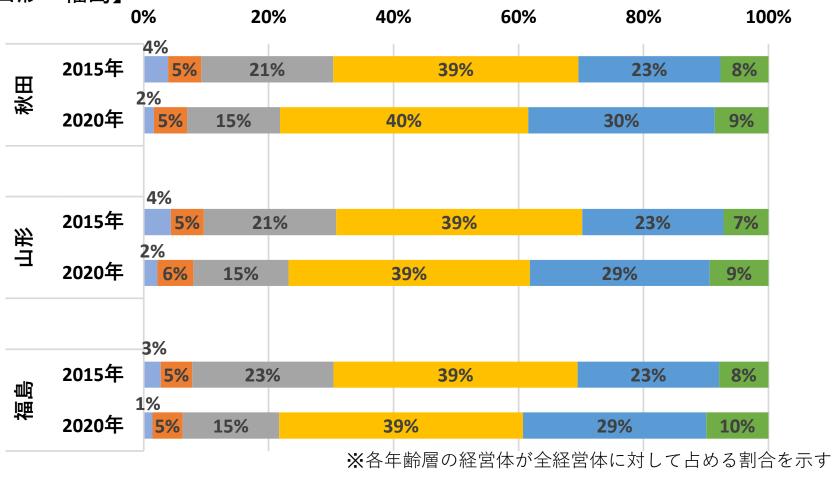
■~39歳 ■40~49歳 ■50~59歳 ■60~69歳 ■70~79歳 ■80歳~

各県とも、2020年は全体の8割弱が60歳以上に。 また70歳以上が占める割合が大きく増加し、高齢化が進む

経営主の年齢(割合)







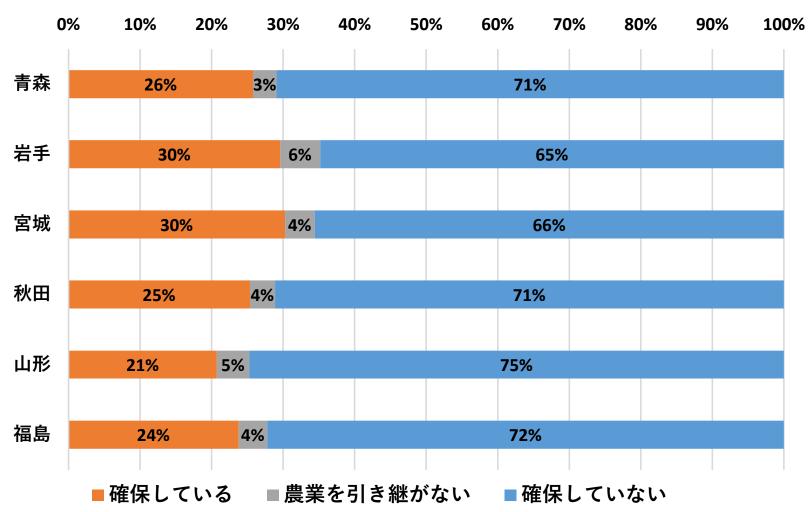
■ ~39歳 ■ 40~49歳 ■ 50~59歳 ■ 60~69歳 ■ 70~79歳 ■ 80歳~

各県とも、2020年は全体の8割弱が60歳以上に。 また70歳以上が占める割合が大きく増加し、高齢化が進む

後継者の確保の状況(割合)



2020年



後継者を確保している経営体は、全経営体のうち、2~3割程度にとどまる



4. モデルによる将来予測結果 (当日発表)

予測値提供Webアプリケーションの開発



予測値提供Webアプリケーションを開発 (公的機関向け、来年度公開予定)

都道府県、市町村、旧市町村の予測結果を ブラウザを通じて取得可能

※利用者ごとに 閲覧可能地域を設定



キャンセル

データ検索画面

農業経営体数予測結果アプリ・・・ 農業経営体数予測結果アプリケーション 予測値データ検索指示 利用者氏名 山田 太郎 屋 鹿児島県鹿児島市 データ種類 図営農継続経営体数 図総経営耕地面積 図 離農に伴う供給農地面積 ※家族経堂体のみの値となります。 予測値の種類 ▽全 体 ☑販売金額1位部門 ☑ 表示する □ 表示しない 2015 2030 レポート一覧 ₩ 都道府県 鹿児島県 市区町村 鹿児島市 旧市町村(単独の予測値) すべて選択 w 旧市町村(合質の予測値) ₩ ₩ ₩ ΨI \blacksquare ₩ ₩ ₩ ₩ 条件クリア キャンセル

データ結果画面(グラフ)





5. モデルの活用例

現場での活用例について



背景

現在、人・農地プランの実質化などを行い、 地域の将来ビジョンを明確化すること求められている。

⇒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の低下等により、 市町村の担当者などが地域農業の状況を詳しく 把握することは困難に



出典:農水省HP



そこで、AI農業経営体数予測モデルを活用して、 地域の将来ビジョン策定に向けた取り組みの支援を行う

<u>活用事例</u>

- 農地の需給状況の予測(岩手県紫波町)
- ・離農に伴い供給される見込みのある農地のマップ化 (岩手県3市町村)

農地の需給状況の予測



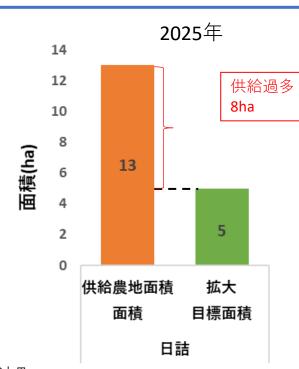
データの活用結果を**岩手県紫波町HPで公開**

「紫波町の農業経営体数の予測と農地の需給見通し

~AIを用いた農業経営体数予測モデルの活用に関する実証試験結果を踏まえ~」

農地の需給見通しを試算

地区名		① 離農に伴い出てくる供給農地面 積(全体)			② ③供給過剰農地面程 認定農業者 拡大目標面積 大目標面積			
		2020年	2025年	2030年	農地合計	2020年	2025年	2030年
B	詰	6.8	13.0	18.5	5.0	1.8	8.0	13.5
古	館	28.5	52.9	73.7	2.4	26.1	50.5	71.2
水	分	29.5	56.3	80.2	75.7	-46.3	-19.4	4.5
志	和	58.5	112.0	161.6	81.8	-23.3	30.2	79.8
赤	石	52.9	99.9	141.1	93.1	-40.3	6.8	48.0
彦	部	49.6	94.4	135.0	44.9	4.7	49.5	90.1



出典:岩手県紫波町HP

農地の有効活用のために

子実用トウモロコシ産地化、農地を一元管理する法人設立、 農業体験農園の設置などを目指す



離農に伴い供給される見込みのある農地のマップ化



①自治体独自のデータ

経営体 属性データ 経営体の属性と 耕作(保有)農地が 紐づいたデータを用意

農地データ (基本農地台帳、 農地区画情報等

	経営主 の年齢	後継者 の有無	面積
経営体A	65	有	0.5ha
経営体B	40	無	5ha
経営体C	75	無	1ha
		•	

	耕作者	地番
農地X	経営体A	$\times \times \times$
農地Y	経営体B	000
農地Z	経営体C	$\triangle\triangle\triangle$
	•	

入力

②AIモデルによる営農継続確率の予測

AIモデル

営農継続確率

経営体A 70%

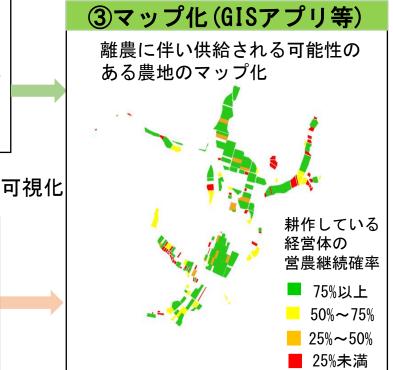
経営体B

90%

50% 経営体C

※センサス個票で学習済みのモデルによる予測 (独自データによるモデルの再学習も可能)

岩手県の市町村で 取り組みを実施



人・農地プラン策定時のマップ化、 農地の集積計画の策定等に活用

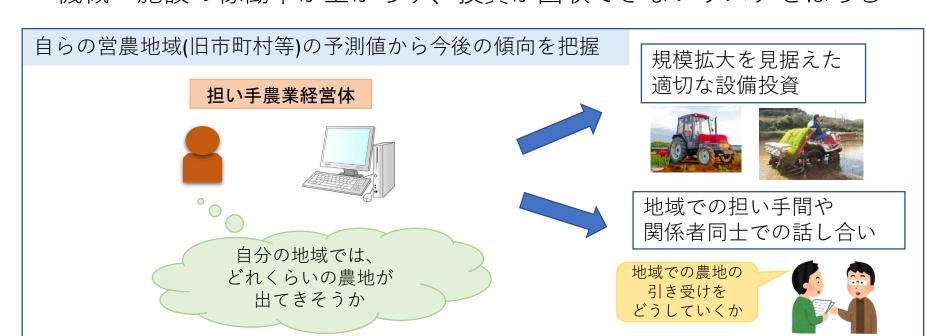
その他の活用方法(担い手経営体)



担い手が、規模拡大に伴う経営戦略を立てる際の参考情報として活用

担い手の規模拡大は急速に進展しているが、 規模拡大には多額の機械・設備投資を必要とすることが多い

⇒収益改善効果や規模拡大のテンポによっては、 規模拡大が収益向上につながらない事態も。 目標規模に対して農地集積が少なかったり、農地集積のテンポが遅れて、 機械・施設の稼働率が上がらず、投資が回収できないリスクをはらむ



今後の課題・展開



2020年センサスによる精度検証とモデルの改善 (外的要因の考慮など)

・営農計画モデルとの連携 (離農に伴い出てくる農地をどのように活用していくか)

Webアプリケーションの機能の拡張 (提供データの追加、 自治体保有のデータに対する予測とマップ化の機能)



