

【第一部】みどり技術ネットワーク地域会議

基調講演  
「環境負荷低減とスマート農業技術」

公立大学法人熊本県立大学  
環境共生学部 教授 松添 直隆 氏

## 環境負荷低減とスマート農業技術

公立大学法人熊本県立大学 教授 松添直隆

---

### 講演内容

- 自己紹介

スマート農業の実証事業、農業用ロボットの開発

- 九州の農業の特徴

- スマート農業

- スマート農業の現状と課題

- スマート農業技術による環境負荷低減

# 自己紹介

熊本県立大学環境共生学部 教授  
くまもと農業アカデミー校長（兼務）  
熊本高等専門学校 特命客員教授（兼務）

## スマート農業の実証事業、農業用ロボットの開発

### 申請代表者・研究統括者

- スマート農業を導入した国際水準の有機農業の実践による中山間地域と棚田の活性化モデルの構築（2年間）  
2020年度～2021年度
- 栗園における労働軽減のための収穫・運搬ロボットの開発（3年間）  
2022年度～2024年度
- 棚田・小水田の除草労働を省力化する球体ロボットの開発（3年間）  
2023年度～2025年度

国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構、スマート農業の推進等に関する研究開発の受託研究

## 研究紹介

スマート農業を導入した国際水準の有機農業の実践による  
中山間地域と棚田の活性化モデルの構築（2020年度～2021年度）

実装場所：有機農業が盛んな町、熊本県山都町

### 全国の山間・中山間地域×集落営農×棚田のお手本



実証水田がある棚田



山あいの棚田（犬飼）

### 中山間地域の課題

- 中山間地域、棚田では、特有の問題が山積
- コンソーシアムは、「地域コーディネータが農業をサポートする仕組み」作りの実証事業を展開

#### 中山間・棚田特有の問題が山積

- 労働力の不足
- 畦畔の除草作業
- 水管理管理
- 鳥獣害対策
- 上記を地域で支える仕組みが不十分

#### 地域コーディネータが農業をサポートする仕組み

- 作業の外部委託
- 作業軽労化の仕組み
- 鳥獣害対策（監視カメラ）
- 有利販売に向けた取組（有機農産物）
- 集落営農法人のマネージメント



農業者個人での解決は困難

地域の維持・発展のために新たな農業モデルを構築

## 実証概要

- 1 実証事業の概要
- 2 スマートトラップによる罫遠隔監視
- 3 水位センサーを利用した水管理
- 4 ドローンを活用した施肥・生育診断
- 5 傾斜角に応じた除草機材の組合せによる除草作業の効率化
- 6 中山間地域における農業支援サービスの提供

## 2. スマートトラップによる罠遠隔監視 (1/2)

- 毎日の罠の見回りは時間的負担が大きい。また罠の設置個所は山の中など危険な場所も多く、身体的負担も課題となっていた。
- スマートトラップの設置により、毎日の見回りが不要となり、負担が軽減された。
- 餌補給の見回りに対する対策が必要である。



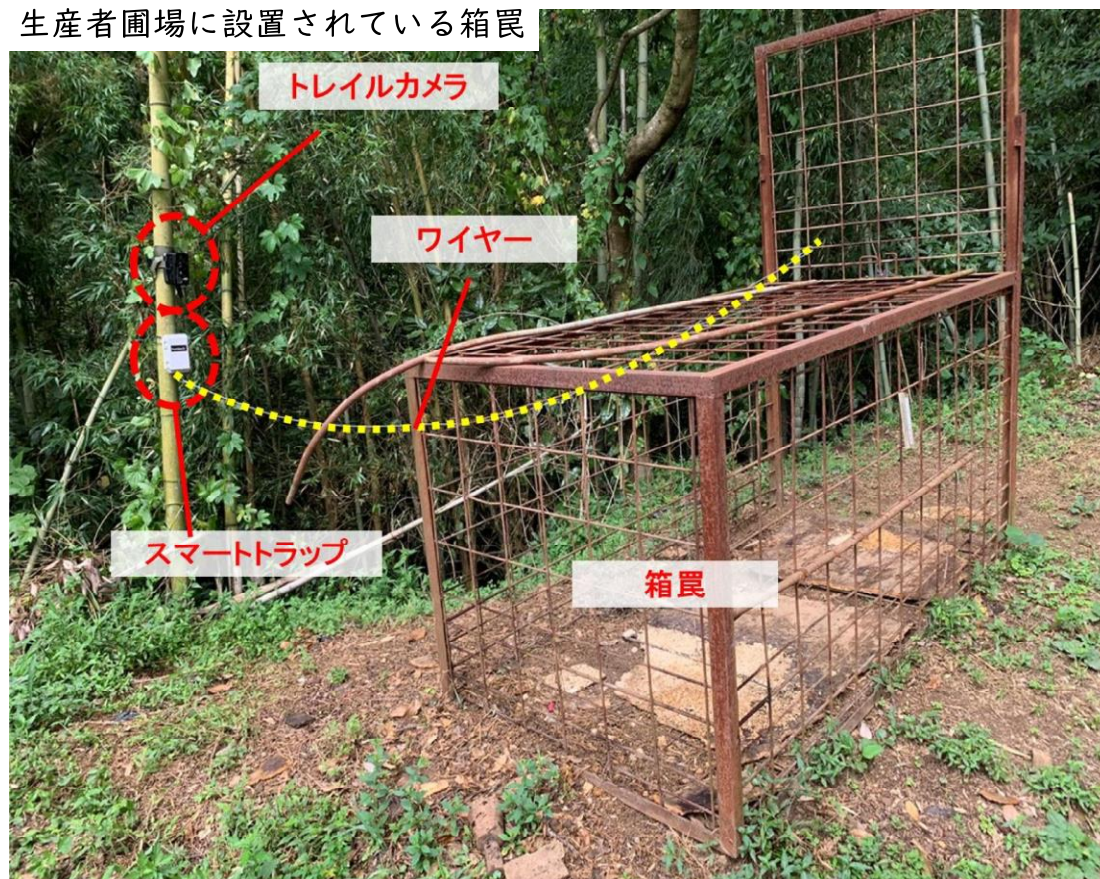
ワイヤー接続部がマグネットで本体とくっついている。罠作動時にはワイヤーで引っ張られてマグネットが外れ、携帯電話通信網を通して管理者にメールで通知する。



(株)huntech スマートトラップ <https://huntech.jp/>

## 2. スマートトラップによる罠遠隔監視 (2/2)

生産者圃場に設置されている箱罠



## 2. スマートトラップを利用した鳥獣害対策：成果

- 令和2年の実績として、慣行と比較して、見回り回数を平均60%削減できた。本システムにより見回り回数削減効果以外にも、捕獲後12時間以内に現地確認ができるようになり、捕獲から屠畜までの時間が短縮された。
- 同様に、餌の残量確認のための見回りの負担も大きいことから、遠隔で残量を確認できる仕組みが必要。
- 鳥獣害対策の罠とセンサー式をシェアリングし、設置・見回り・餌の補充・捕獲後の処理等を委託事業とすることで、効率よい鳥獣害対策の運用・管理ができる。

## 3. 水位センサーを活用した水管理 (1) 概要

農家自宅から離れた圃場の水管理を省力化することを目的に、水位センサー（自動給水装置や水位観測装置）を設置し、遠隔操作状況を調査した



### 3. 水位センサーを活用した水管理 (3) 水位センサー (水田ファーム)

- 水位センサー (株farmo製) により、圃場の水位がスマホの画面で確認できる
- 日々の見回り時間が削減できるだけでなく、大雨の際など見回りに危険が伴うタイミングでも、安全に水位の確認を行える

スマートフォン画面



水位計測装置  
(太陽光発電)



### 3. 水位センサーを活用した水管理 (3) 給水ゲート (水田ファーム)

- 給水ゲート (株farmo製) は、スマホと連動させることで、給水ゲートの開閉を遠隔で操作できる
- アプリで最高水位、最低水位を設定しておくことで、操作を行わずに自動でゲートの開閉が可能
- 見回りだけでなく、ゲートの開閉にかかる作業時間も削減できる



### 3. 水位センサーを活用した水管理（3）給水ゲート（水田ファーム）

#### 成果

- ▶ 中山間地域の水田は散在しており自宅から車で約30分を要する圃場もある。
- ▶ 自動給水栓・自動水位観測装置の効果（生産者の感想）として、水位の確認・見回り回数・移動等の時間短縮，手動によるバルブ操作がなくなることによる作業性の改善，水資源・電気代・自動車のガソリン代の節約等の経営改善
- ▶ 足元の悪い圃場や大雨時の水位確認等に対する危険回避につながっている。
- ▶ 圃場の水持ち（保水能力）がわかるようになり栽培管理の改善にも役立っている。

#### （2）山都町での農業支援サービス（コントラクター）の取組

##### 農業支援サービスが提供するサービス内容（例）

・水管理 ・生育診断 ・施肥・防除 ・畦畔除草 ・鳥獣害対策 ・土壌分析

##### 【畦畔除草 (before ⇒ after)】



【料金イメージ】  
30円/㎡×○㎡+オペレーター料金（2,000円/時間）

【肥料の散布（右：散布のルート）】



【料金イメージ】

3,000円/10a+オペレーター料金（2,000円/時間）  
（資材費は別途生産者負担）

山都町での農業支援サービスの取組（例）

生産者に実施したヒアリングを基に作業ごとの単価（案）を設定した

作業項目	1回当たりの料金	備考
土壌分析	8,000円/圃場	土壌分析・施肥設計 5,000円/圃場 BLOFware 3,000円/圃場 作業時間は1圃場当たり、30分とする。
水管理	一式レンタル料 17,000円/年	水位センサー: 5,000円/台 給水ゲート: 10,000円/台 設置撤去費用: 2,000円/台
スマートトラップ	レンタル料等 23,000円/年	機器代: 14,000円/台 管理費: 6,000円/台 設置撤去費用: 3,000円/台
除草機	30円/㎡	10a当たり、200㎡除草地があると設定 作業時間は1.0ha当たり、15時間とする。
ドローン	生育診断、緑肥、追肥、防除 各3,000円/10a	溶剤費等は別途委託者持ち 作業時間は1.0ha当たり、20分とする。 種子及び液肥は委託者負担
畝立(里芋)	10,000円/10a	施肥畝立マルチを同時に行う。内訳は以下の通り。 畝立: 7,000円 施肥: 3,000円 作業時間は10a当たり、2時間とする。
植付(里芋)	〃	種子は委託者負担 作業時間は10a当たり、6時間とする。
収穫(里芋)	〃	作業時間は10a当たり、5時間とする。
オペレーター料	2,000円/時間	

# 次世代へつなぐ農

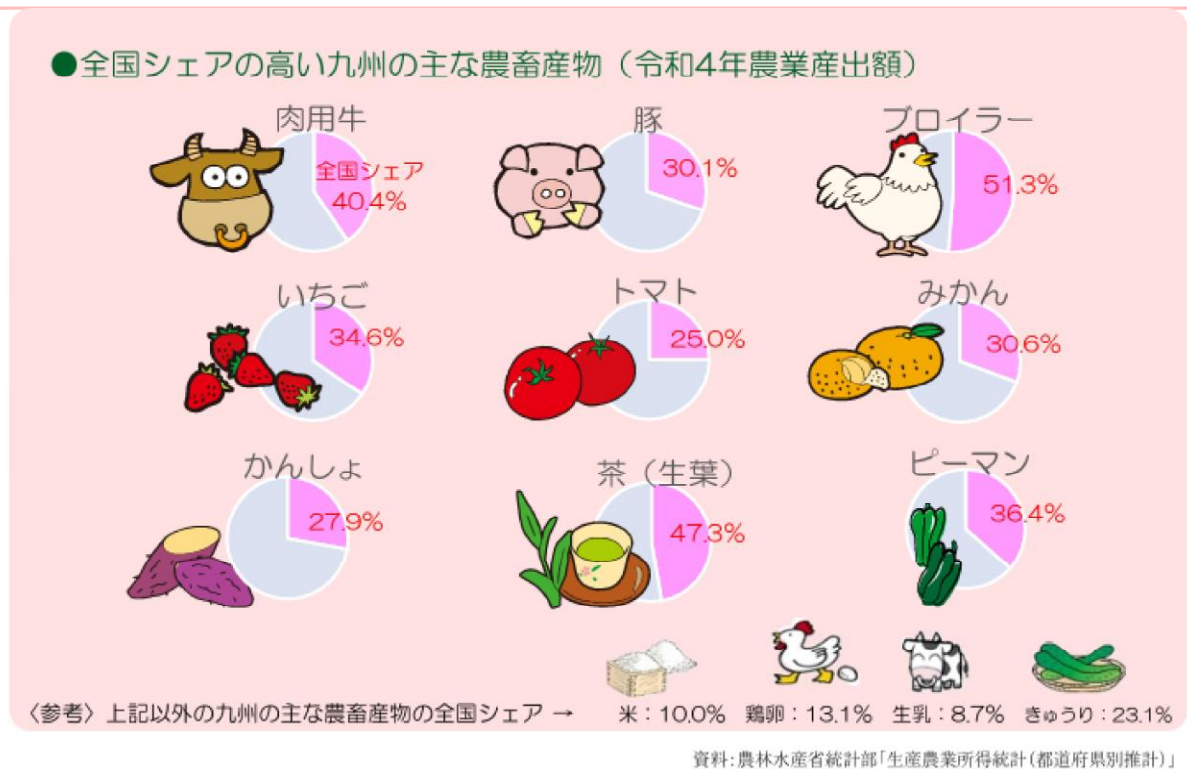
～熊本県上益城郡山都町～

スマート農業を導入した  
国際水準の有機農業の実践による  
中山間地域と棚田の活性化モデルの構築

## 九州の農業の特徴

# 1) 九州の農業の特徴

## 全国シェアの高い九州の主な農畜産物（令和4年農業産出額）



統計で見る九州農業の概要、九州農政局統計部令和6年6月

## 農業産出額の全国上位10道県（令和4年）

昭和40年では、農業産出額の全国上位10道県に九州は1県も入っていない。  
令和4年では、畜産や野菜の生産が盛んな鹿児島県、熊本県、宮崎県の3県が全国上位10道県に入る

全国順位	都道府県	農業産出額	(単位：億円)	
1位	北海道	12,919	(参考)	
2位	鹿児島県	5,114	九州他県の順位と農業産出額	
3位	茨城県	4,409	16位	福岡県 2,021
4位	千葉県	3,676	23位	長崎県 1,504
5位	熊本県	3,512	24位	佐賀県 1,307
6位	宮崎県	3,505	26位	大分県 1,245
7位	青森県	3,168		
8位	愛知県	3,114		
9位	栃木県	2,718		
10位	長野県	2,708		

統計で見る九州農業の概要、九州農政局統計部令和6年

# 農業経営体数の推移（九州）及び基幹的農業従事者の平均年齢

農業従事者の高齢化や農業経営体の減少は続いている

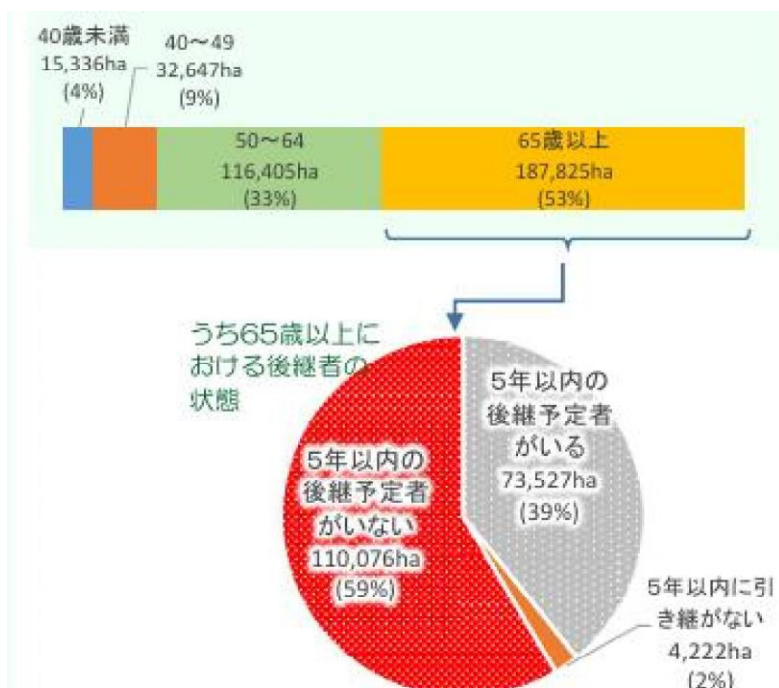


資料:農林水産省統計部「農林業センサス」(以下同じ)

統計で見る九州農業の概要、九州農政局統計部令和6年

## 農業経営者の年齢別経営耕地面積（九州）（令和2年）

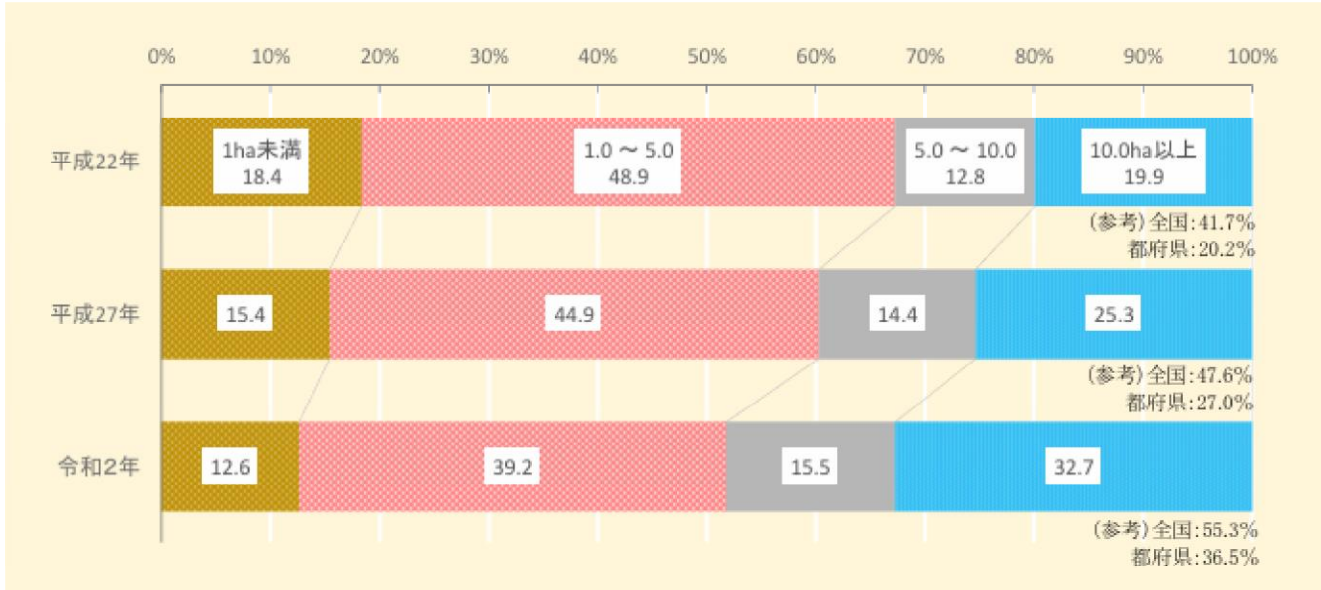
65歳以上の農業経営者の経営耕地面積が全体の半分以上を占め、  
そのうち後継者がいない経営者の面積割合が59%



統計で見る九州農業の概要、九州農政局統計部令和6年

# 経営耕地面積規模別にみた集積割合（九州）

10ha以上の経営耕地がある経営体が集積する面積の割合が増加

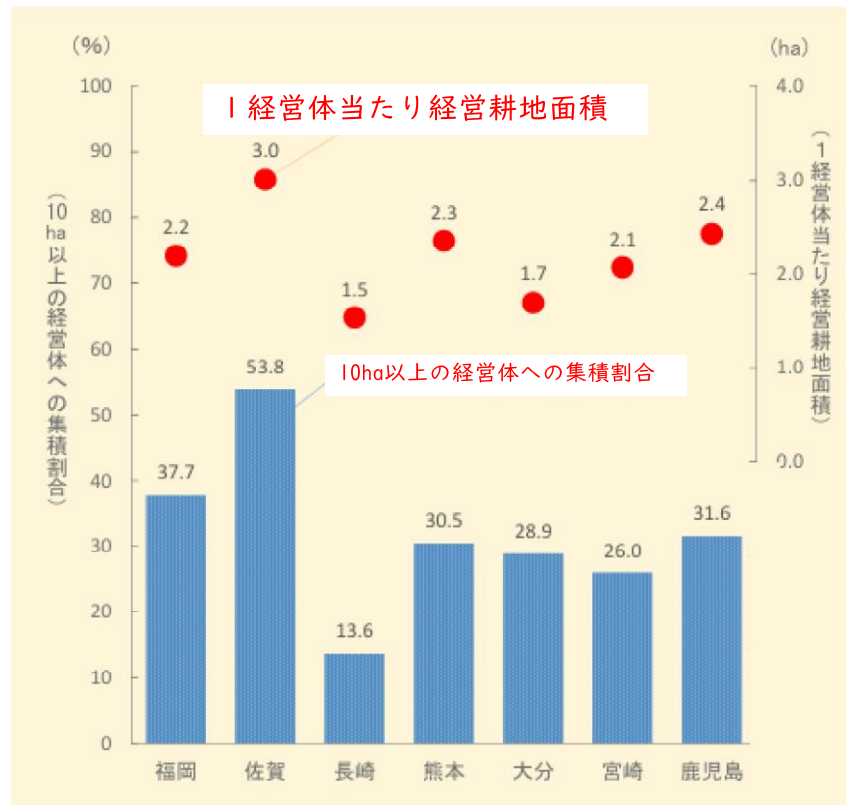


資料: 農林水産省統計部「農林業センサス」

統計で見る九州農業の概要、九州農政局統計部令和6年

## 10ha以上の経営体への集積割合と1経営体当たり経営耕地面積（令和2年）

集落営農組織等による農地集積が進んでいる佐賀県が最も高く、次いで福岡県、鹿児島県の順



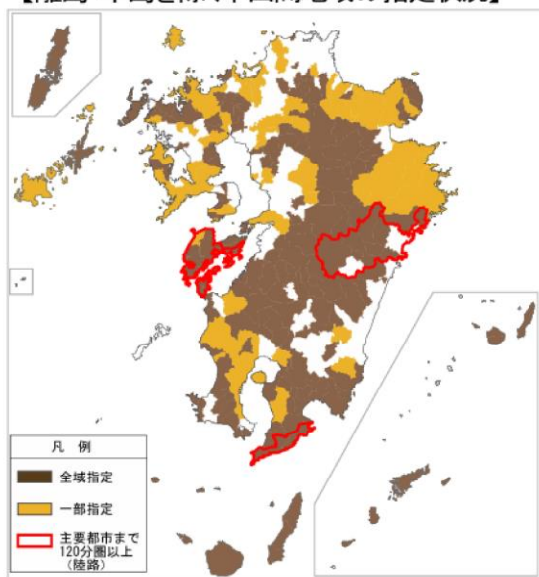
資料: 農林水産省統計部「農林業センサス」

統計で見る九州農業の概要、九州農政局統計部令和6年

# 九州は地理的制約が厳しい

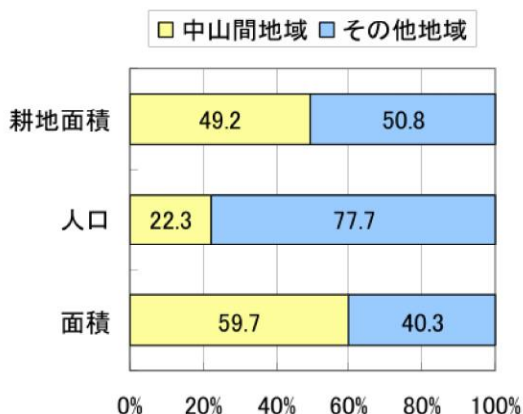
全国の約4割を占める有人離島、九州地方の面積の約6割を占める中山間地域

【離島・半島を除く中山間地域の指定状況】



※特定農山村法、過疎地域自立促進特別措置法、山村振興法指定地域(2008年現在)  
 ※全域指定: 市町村区域の全域が上記の法律のいずれかに指定されている自治体  
 一部指定: 市町村区域の一部が上記の法律のいずれかに指定されている自治体  
 ※主要都市とは高次都市機能や第三次医療施設を有する県庁所在都市、政令市のことをいう(P15参照)

【九州において中山間地域の占める割合】

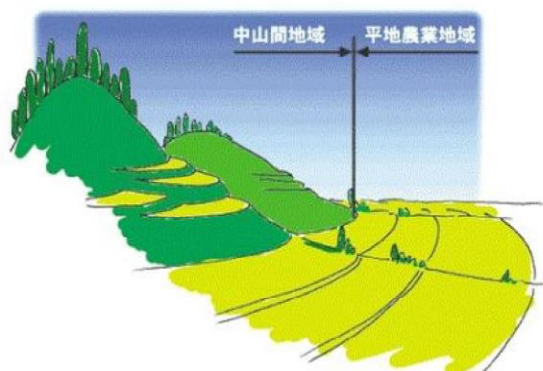


資料: 九州農政局  
 ※2008年現在  
 ※中山間地域: 農林水産省が農林統計作成のため、市町村を土地利用的な側面に着目した農業地域類型。

九州地方の現状と課題 (国土交通省九州地方整備局) <https://www.qsr.mlit.go.jp/vision/jyuuten/files/sankou/1.pdf>

## 中山間地域の農業

全国の耕地面積の約4割、総農家数の約4割、農業産出額の約4割を占めるなど、我が国の農業において重要な役割を担っている



中山間地域の主要指標(令和2年)

区分	全国 (A)	中山間地域 (B)	割合 (B/A)
(ア)人口	1億2,615万人	1,336万人	10.6%
(イ)総土地面積	3,780万ha	2,412万ha	63.8%
(ウ)耕地面積	437万ha	167万ha	38.1%
(エ)総農家数	175万戸	78万戸	44.7%
(オ)販売農家数	103万戸	44万戸	42.6%
(カ)農業産出額	8兆9,557億円	3兆5,856億円	40.0%

資料: 農林水産省統計部「2020年農林業センサス」((イ)総土地面積、(エ)総農家数、(オ)販売農家数)  
 農林水産省「令和2年耕地及び作付面積統計」((ウ)耕地面積)  
 農林水産省「令和2年生産農業所得統計」((カ)農業産出額)  
 総務省「令和2年国勢調査」((ア)人口)

- ※1 中山間地域(B)の値の集計に用いる農業地域類型区分は、農林統計に基づく区分(令和5年3月改定)。
- ※2 「(ウ)耕地面積」、「(カ)農業産出額」の中山間地域(B)の値は、農林水産省農村振興局地域振興課の推計値。
- ※3 「(ア)人口」の中山間地域(B)の値は、農林水産省「地域の農業を見て・知って・活かすDB」を基に、農林水産省農村振興局地域振興課が推計。
- ※4 「(イ)総土地面積」の中山間地域(B)の割合は、市区町村別の総土地面積を用いて算出しており、北方四島や境界未定の面積を含まない。
- ※5 全国(A)及び中山間地域(B)の値は四捨五入後の数値であり、割合(B/A)は四捨五入前の数値から算定しているため、表の数値で計算すると一致しない場合がある。

[https://www.maff.go.jp/j/nousin/tyusan/siharai\\_seido/s\\_about/cyusan/](https://www.maff.go.jp/j/nousin/tyusan/siharai_seido/s_about/cyusan/)

## 九州の農業の特徴（まとめ）

- 多彩な品目を有する
  - 日本の食料供給基地
  - 農業従事者の高齢化や農業経営体の減少
  - 10ha以上の経営耕地がある経営体が集積する面積の割合が増加
  - 地理的制約が厳しい、離島・半島、中山間地域等の地域が多い
- 

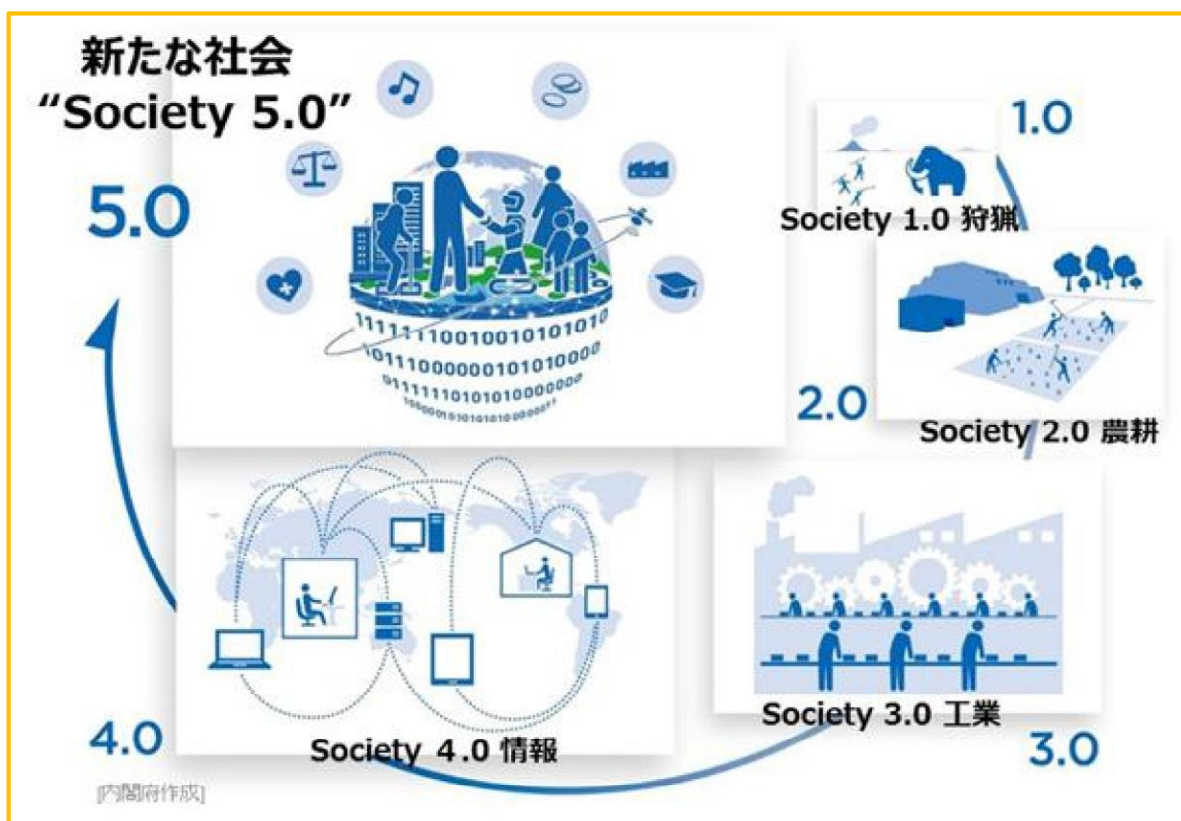
## スマート農業

# Society 5.0で実現する社会



<https://www.gov-online.go.jp/cam/s5/>

# Society 5.0で実現する社会



引用：内閣府 [https://www8.cao.go.jp/cstp/society5\\_0/index.html](https://www8.cao.go.jp/cstp/society5_0/index.html)

# Society 5.0で実現する社会

## サイバー空間とフィジカル空間の高度な融合

フィジカル（現実）空間から**センサー**と**IoT**を通じてあらゆる情報が集積（**ビッグデータ**）  
**人工知能（AI）**がビッグデータを解析し、高付加価値を**現実空間にフィードバック**

これまでの情報社会(4.0)

Society 5.0



引用：内閣府：[https://www8.cao.go.jp/cstp/society5\\_0/agriculture.html](https://www8.cao.go.jp/cstp/society5_0/agriculture.html)

# Society 5.0で実現する社会

## Society 5.0による人間中心の社会



〔内閣府作成〕

13

引用：内閣府：[https://www8.cao.go.jp/cstp/society5\\_0/agriculture.html](https://www8.cao.go.jp/cstp/society5_0/agriculture.html)

# Society 5.0で実現する社会

- 現在の社会システム（Society4.0）では、経済発展と社会的課題の解決を両立することは、極めて困難
- Society5.0を実現化するには、DX（デジタルトランスフォーメーション）とSDGs（持続可能な開発目標）が必要
- DX(デジタルトランスフォーメーション): デジタル技術とデータを活用し、既存のモノやコトを変革させ、新たな価値創出で人々の生活をより良くすること
- SDGs (持続可能な開発目標) : 地球環境へのダメージをなくし、全ての人が平等で安全な日常を送れる社会等

## Society 5.0で実現する社会

### 新たな価値の事例（農業）



引用: 内閣府: [https://www8.cao.go.jp/cstp/society5\\_0/agriculture.html](https://www8.cao.go.jp/cstp/society5_0/agriculture.html)

# スマート農業の推進によるSociety5.0の実現



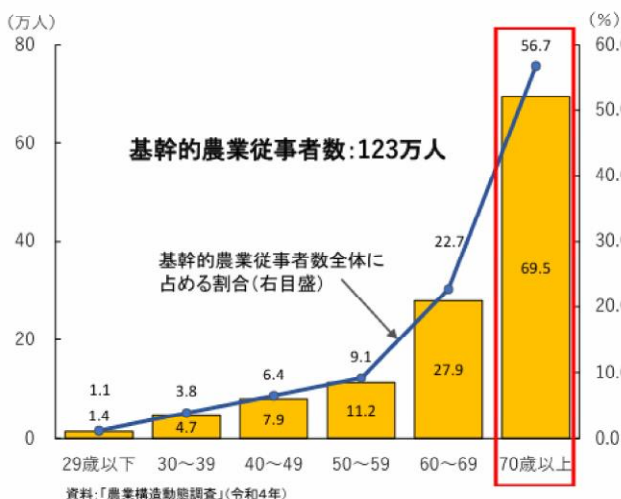
平成30年9月  
農林水産省

[https://www.ieice.org/jpn/kikakusenryaku/pdf/5\\_society5.0.pdf](https://www.ieice.org/jpn/kikakusenryaku/pdf/5_society5.0.pdf)

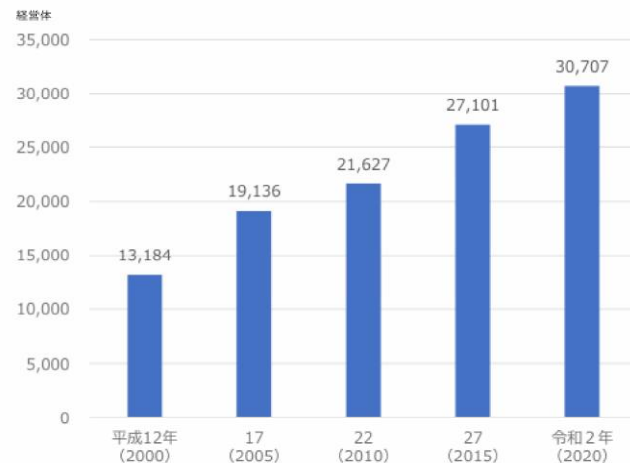
## スマート農業の必要性

我が国の基幹的農業従事者数は高齢者が多く、50代以下の層は全体の2割程度  
 法人経営体数は増加しているものの、3万経営体程度  
 今後担い手が極端に減少すること等も見込まれる  
**現状の農地を維持するためには、スマート技術の活用が不可欠**

○基幹的農業従事者の年齢構成（2022年）



○法人経営体数の推移



我が国の食料・農業をめぐる状況、令和4年 農林省

# スマート農業の必要性

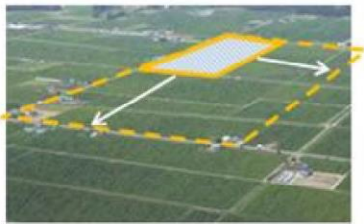
## 農林水産業・食品産業分野における課題



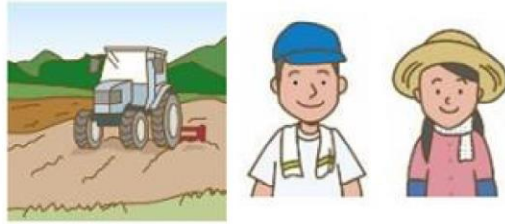
○ 農林水産業の現場には、機械化が難しく手作業に頼らざるを得ない危険な作業やきつい作業が多く残されている。



○ 選果や弁当の製造・盛付など多くの雇用労力に頼っているが、労働力の確保が困難になっている。



○ 農業者が減少する中、一人当たりの作業面積の限界を打破することが求められている。

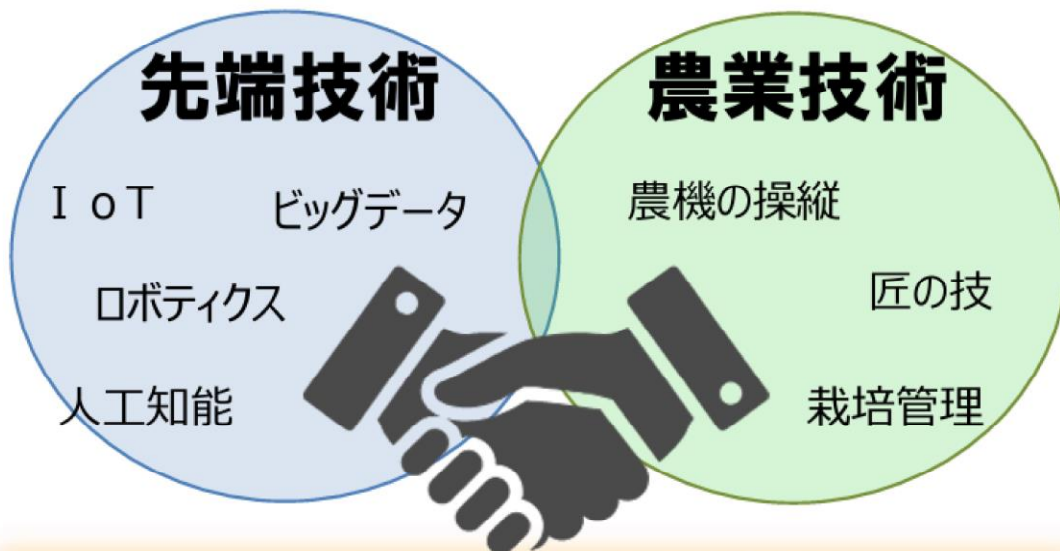


○ トラクターの操作などの熟練者でなければできない作業が多く、若者や女性の参入の妨げとなっている。

[https://www.ieice.org/jpn/kikakusenryaku/pdf/5\\_society5.0.pdf](https://www.ieice.org/jpn/kikakusenryaku/pdf/5_society5.0.pdf)

## スマート農業




**スマート農業 = 「先端技術」 × 「農業技術」**



スマート農業・・・ICT、ロボット技術を活用して、超省力・高品質生産を実現する新たな農業

[https://www.ieice.org/jpn/kikakusenryaku/pdf/5\\_society5.0.pdf](https://www.ieice.org/jpn/kikakusenryaku/pdf/5_society5.0.pdf)

# スマート農業技術

自動運転	作業軽減	センシング/モニタリング	環境制御	経営データ管理	生産データ管理
<p><b>ロボットトラクタ</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 有人-無人協調システムにより、作業時間の短縮や1人で複数の作業が可能 (例：無人機で耕耘・整地、有人機で施肥・播種)</li> <li>● 1人当たりの作業可能面積が拡大し、大規模化に貢献</li> </ul>	<p><b>自動操舵システム</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 自動で正確に作業できるため、大区画の長い直線操作などでも作業が楽になる。非熟練者でも熟練者と同等以上の精度、速度で作業が可能</li> <li>● 作業の重複幅が減少し、単位時間当たりの作業面積が約10～25%増加</li> </ul>	<p><b>収量センサ付きコンバイン</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 収穫と同時に収量・水分量等を測定し、ほ場ごとの収量・食味等のばらつきを把握</li> <li>● 翌年の施肥設計等に役立てることが可能</li> </ul>	<p><b>ハウス等の環境制御システム</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● データに基づきハウス内環境を最適に保ち、高品質化や収量の増加・安定化が可能</li> </ul>  <p>(技術イメージ) 設定や実測に基づき自動制御</p>	<p><b>経営・生産管理システム</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● ほ場や品目ごとの作業実績を見える化</li> <li>● 記録した情報をもとに、生産コストの見える化や栽培計画・方法の改善、収量予測等に活用可能</li> <li>● 機能を絞った安価な製品から、経営最適化に向けた分析機能等が充実した製品まで幅広く存在</li> </ul>	<p><b>水管理システム</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● ほ場の水位・水温等を各種センサーで自動測定し、スマートフォン等においていつでもどこでも確認が可能</li> </ul>
 <p>(技術イメージ) 人は斜面に立つことなく操作</p>	<p><b>リモコン草刈機</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 急傾斜地等での除草作業で使用可能な、リモコンにより遠隔操作する草刈機</li> </ul>	<p><b>ドローン/人工衛星</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● センシングによりほ場間のばらつきを把握し、適肥やばらつき解消により収量が増加</li> </ul>		<p><b>家畜の生体管理システム</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 牛の分娩兆候や反芻状況、生乳量などの情報を一元管理</li> </ul>  <p>(技術イメージ) 航空画像マップでは場見える化</p>	

スマート農業をめぐる情勢について(農水省) [https://www.ieice.org/jpn/kikakusenryaku/pdf/5\\_society5.0.pdf](https://www.ieice.org/jpn/kikakusenryaku/pdf/5_society5.0.pdf)

## スマート農業 (まとめ)

### Society5.0の時代に入る (一部入っている)

現在の社会システム (Society4.0) では、経済発展と社会的課題の解決を両立することは、極めて困難である

### 農業分野における課題とスマート農業

- 担い手の減少・高齢化の進行等により労働力不足が深刻な問題
- 平均経営耕地面積が拡大しており、1人当たりの作業面積の限界を打破する技術革新が必要
- 危険な作業やきつい作業が多く残されている
- 熟練者でなければできない作業が多い