科学技術
イノベーション政策の
ための科学 研究開発プログラム

[2023]

「農林業生産と環境保全を両立する政策の推進に向けた合意形成手法の開発と実践」

[時代に適応した持続可能な農林業と環境保全を目指して]

香坂　玲

東京大学大学院　農学生命科学研究科　教授

科学技術イノベーション政策のための科学 研究開発プログラム

農林業生産と環境保全を両立する政策の推進に向けた合意形成手法の開発と実践

香坂玲
RYO KOHSAKA
東京大学大学院 農学生命科学研究科 教授

高取千佳
CHIKA TAKATORI
九州大学大学院 准教授

農林業においては、担い手の減少・高齢化、気候や環境の変化により、管理の放棄、獣害、災害が多発し、多くの現場で生産と環境保全の両立が「待ったなし」の課題である。他方、土地は制度、近隣や祖先への感情が絡み、課題が先送りされがちだ。課題解決に向けて重要となる住民の合意形成にはデータなどの科学に基づいた判断基準が支援となる。本プロジェクトでは、現地の労働量や多様な将来像に関する調査、人口などの統計データ、衛星画像などを用いて、農地・林地の将来の枝分かれシナリオを作成、可視化した。結果、人手をかけて維持する場、再生可能エネルギーなどの新たな活用の場、最低限の管理をする場、自然に還すべき場への類型化を試み、その基準について地域住民にフィードバックした。対象地（松阪市飯高地域）をモデルとしたマニュアルを書籍化し、他地域での横展開の枠組みを作成した。

1. はじめに

人口減少、少子高齢化が進む中で、地域社会では農林業の生産活動と環境保全の両立、あるいは農地・林地の防災や減災の機能の維持が喫緊の課題となっている。2014 年に公表された「増田レポート」では、日本の約半分の自治体が 2040 年までに消滅する可能性が指摘され、人口減少の影響は深刻である。

本プロジェクトでは三重県松阪市飯高地域を対象として、その地域特性を鑑みた課題解決の手法に取組む。松阪市は東部が平野、西部が山間部となっており、櫛田川流域に沿って農地から林地が広がり、多様な生産活動が行われている地域である。しかし、行政では農地と林地を異なる部局が担当しており、統合的な管理が難しい状況となっている。これらの土地の有効な活用や持続可能な管理方法は、住民にとって重要な課題である。

農林業における土地利用の課題解決には、国のレベルの構想や法律に加え、個々の地域の取り組みやスケール間の調整が必要である。農業や林業は環境保全と結びつく多面的な機能を持っていることから、政策的な支援が行われてきたが、人口減少の影響が深刻化する現在、多くの課題が存在する。最も大きな課題の一つは、土地利用の使い分けである。生産に適した場所は従来通りに活用する一方、新たな使い方や再生エネルギーへの転換、自然に還すべき場所の検討が必要とされている。これらの判断には、感情論でなく、データと科学に基づいた議論が不可欠である。

農業や林業に関連する土地の課題において、科学者が住民の話し合いや合意形成にどのような役割を果たせるかをプロジェクトでは検討しつつ、地域課題の「見える化」を促進し、ICT を活用した合意形成システムを開発した。具体的には、農地と林地の情報を統合した地図を作成し、生産に適した土地と、自然に委ねるべき土地について、地域住民と議論を行った。同時に気候変動による影響や獣害、災害のリスクも考慮し、農地と林地の境界領域についても検討した。

本プロジェクトは、住民の土地に関する感情や伝統を尊重しつつ、科学的知見に基づいた判断基準を

提供し、地域住民や専門家との連携の下で、新たな地域資源の創出と土地の持続可能な活用と管理に向けた方針・政策の立案に貢献することを目的としている。そうした EBPM（Evidence Based Policy Making）の観点から、他地域・他領域への展開へ繋げていくことが最終的なゴールである。

本プロジェクトの取り組みは政策科学グループと農林業グループの二つのグループにて行われた。政策科学グループでは、現地におけるミーティングやワークショップを開催し、政策と科学の成果としての地図を地域住民と共有、発信を行い、議論を通じて合意形成の枠組みを構築した。また農林業グループは、土地・資源班と獣害班から構成されており、農地・林地ならびに獣害のデータの収集、解析を行い、その結果から、農地、林地の将来の枝分かれシナリオを作成、意思決定の判断基準を構築した。

2. 政策プロセスにおける科学的情報の活用

2.1. フューチャーデザインの方法論と結果

土地の課題は所有、制度、近隣や祖先への感情が絡み、先送りされがちである。土地には「ひと様の土地だから」「先祖代々の土地を自分の代では何とかしたい」といった強い思いが住民にあり、合理的、戦略的に検討するのが難しいことが多い。プロジェクト開始当初は土地利用を直接話し合う場やセミナーを想定していたが、祭事や里山保全といった年度単位の活動はあっても、土地利用を総合的かつ長期に議論するとか、農地や林地を横断的に話し合う場がそもそも存在していないということが判明した。更に地域の課題を話し合う場の維持が難しいといった課題も明らかとなった。そこで、まずは土地利用だけを取り出すのではなく、住民が望む福祉や暮らしなどを含めた幅広い将来像についても議論をしてもらうこととした。同時に、その難しい土地の話をしていくための契機としなるよう、フューチャーデザインのワークショップを開催した。

具体的には、2050 年の未来人になりきって将来世代の観点から議論を二地区の住民（合計 4 グループ）にしてもらった。そのような設定により、直近の利害から一旦離れて、長期の視点に立脚した望むべき未来像を探った。そうしたフューチャーデザインワークショップを 2021 年 4 月と 10 月の 2 回にわたって開催した。開催時は新型コロナウィルス感染拡大の時期であったことから、ハイブリッド形式で行われた。第 1 回目の 2021 年 4 月は波瀬地区で、『皆様がしあわせに生きている 2050 年の飯高地域（及び波瀬地区）の姿を描いてください。』という題目で開催した。第 2 回目は 2021 年 10 月に宮前地区で行った。題目は『皆様が地域の農林産品を消費し、販売してしあわせに生きている 2050 年の飯高地域（及び宮前地区）の姿を描いてください。』とした。これらのワークショップによって、土地は独立した単独の問題ではなく、働き方、暮らし方などとも関係しているという気付きが生まれ、直近の利害から離れた広い視点から、地域住民が想像する農林業及び自然環境保全の未来像について議論が行なわれた。詳しい結果は後述するが、自らの地域ではない場でのアイディア、道の駅をコアとした課題、広葉樹・針葉樹についてのバランスと流域管理など幅広い話題が出た。フューチャーデザインワークショップの結果を踏まえつつ、次項で述べるアンケートのデザインを行なった。

2.2. 多世代アンケートの方法論と結果

フューチャーデザインワークショップの結果を踏まえたアンケート調査を目的としたワークショップを開催し、農地・林地の土地利用、両者の境界の獣害の管理に向けた土地利用についての志向を調査した。なお、フューチャーデザインとは異なり、あくまで現時点での視点とした。具体的には、まずは土地利用の未来像について選択肢を提示し、住民個人に選択をしてもらった。その後、3 名（原則 4 名）以上のグループでの熟議をしてもらってから、各グループで選択をしてもらった。次に、改めて個人としての最終選択を行なってもらい、熟議を通じて他者の視点を取り入れて変化があったかを確認した。

2021 年 12 月と 2022 年 5 月にそのワークショップを、松阪市飯高地域にて宮前、川俣、森、波瀬の 4 地区と連携して総計 5 回にわたって開催し、多世代の参加を得た。総回答者数は 101 名、男女比は男性が 69 名、女性が 28 名、4 名が無回答であった。手順としては、ランダムに 3～5 人（原則 4 名）でテーブルに座ってもらい、調査について説明した後、飯高

地域の農林業の現状、農地・林地、そして、農地と林地の境界域のあり方の選択肢を物語で伝える冊子を参加者に渡し、内容について読上げた動画も見てもらった。冊子は、物語形式で土地利用の選択肢について背景からを説明する内容となっている。その後、土地利用の選択肢について考えてもらい、①個人の選択(1 回目)、②テーブルごとに話し合ってから選択、③個人の選択（2 回目）の順で調査を実施した。

農地の未来像について、まず全般的な傾向として、個人の意見が集団での議論を経て変化している点が確認された。この点は、1 回目と 2 回目の総数における選択肢の割合が類似した結果であっても、内訳の個人の選択は集団での議論を経て変化している傾向が特定された。また異なる論点であっても、同一の傾向を示す選択肢は存在し、類似した志向を示す集団を特定することによりアプローチの省力化の可能性が示唆された（スマート農業、再生可能エネルギーが類似した傾向を示す場合など）。

個別の論点についてみていくこととする。まず農地では、利用する農地の使い方(論点 1)、利用しない農地の使い方(論点 2)を取り上げ、各論点について、想像する将来像を 4 つの選択肢から選択してもらった。選択肢はそれぞれ、①自然に還す、②スマート農業の導入、③地域合意に基づく再生エネルギーへの転換、④スマート農業と再生エネルギーの組み合わせである。ここでは、ディスカッションを通じて選択肢②のスマート農業の導入が増加した(図 2(a))。

林地の未来像については、利用する林地の使い方(論点 3)を考えてもらった。この論点に対しては選択肢を 2 つ設定した。①現状の林業のやり方を継続する、②スマート林業を積極的に導入していくという選択肢である。グループディスカッションを通じて、①の現状の林業のやり方の継続が増加した(図 2(b))。

農地と林地の境界域の未来像については、利用する境界線の使い方(論点 4)を取り上げ、2 つの選択肢を設定した。選択肢①は自律参加型による境界域の管理・獣害の削減、選択肢②は専門家や情報技術を用いた境界域の管理・獣害の防御である。ここではグループディスカッションを通じて②の専門家や情報技術を用いた境界域の管理・獣害の防御が増加した(図 2(c))。

以上の結果をまとめると、すべての論点においてグループディスカッションを通じて変化があったことが示された。これは、ディスカッションを通じて他人の意見を聞き、それを踏まえて、各論点を精査したことで意見に変化が生じたことが考えられる。選択の内容に注目すると、例えば農地では、個人 1 回目の選択で、自然へ還す、再生エネルギーの導入が多かったのに対し、個人 2 回目の選択では、スマート農業の選択が増加した。

2.3 施策の認知度について

また、別途、農地と林地に関する言葉の認知度を調査した。参加者に対して、「森林環境譲与税」や「人・農地プラン」という言葉を知っているかどうか尋ねたところ、「森林環境譲与税」については、意味まで知っていると答えた人と聞いたことがあったと答えた人がそれぞれ 21%、聞いたこともなかったと答えた人は 42%であった(図 3)。一方、「人・農地プラン」については、意味を知っていると答えた人は 7%に止まり、聞いたことがあったと答えた人は 20%、聞いたこともなかったと答えた人は 48%であった(図 4)。どちらの用語も半数近くの人が聞いたこともなかったと答えた。

土地利用の政策について知らない住民が多いことが判明し、ワークショップを開催したことにより、住民の意向を把握するとともに、分かりやすい地元の事例で政策的な視点から土地利用を話し合う場を住民に提供できたことが示唆された。

3. 農林業における地域の土地利用・管理のあり方

3.1. 農地の管理労働力とコストの調査分析

高齢化に伴う耕作放棄地や管理不足森林の増加、また災害や獣害の頻発・拡大が大きな問題となっている。そこで農地管理にどのくらいの作業量が求められているかを分析した。まず管理作業量[h]や管理作業密度[h/a]を算出し、農地における管理作業量に影響を与える要因を分析した。要因として着目したのは、農地から水路までの距離と標高差、農地の傾斜方向、農地から道路までの距離、農地の傾斜角である。その結果、農地と最寄りの川との標高差による影響と労働量の相関が最も高かった。この背景を明らか

にするため、現地における聞き取り調査を実施し、上流域は下流域に比べ、水の管理費（人件費）と草刈りの労働量が負担になっていることに加え、高齢化による担い手不足が深刻な問題となっていた。

このような管理作業量に見合う農家の担い手が不足していることにより、耕作放棄地が発生、増加傾向にある。耕作放棄地とは、農林水産省が実施している農林業センサスでは、「以前耕作をしていた土地で，過去 1 年以上作物を作付け（栽培）せず、この数年間に再び作付け（栽培）する意思のない土地」と定義づけている。また、1 年以上放棄されると、耕作地に戻すのは困難となることが示されており、①1 年以内に、貸出などで労働力を確保し再生へ向けた取り組みを行う、②1 年以上が経過した農地に関しては、ビオトープ化などによる自然回帰を行う、といった対応策が必要である。そこで本プロジェクトでは、衛星画像を活用した 1 年以内の耕作放棄地の抽出を行う方法を確立した。農林水産省が運用している農地一筆ごとがポリゴン化されている筆ポリゴンデータと ESA（欧州宇宙機関）から取得した衛星画像データを併用した抽出方法を開発し、松阪市に適用した(図 5)。

続いて、この結果を用いてどういった立地・作物の農地が太陽光パネルへ転用されやすいのかについて調査・分析を行った。まず深層学習を用いて、2016 年から 2021 年にかけて太陽光パネルに転用された農地を特定した。転用枚数を分析した場合、都市周辺部と中山間部の両方が高い密度で推定された。一方、面積が集中していたのは都市周辺部のみであった。さらに、衛星画像データから緑地、水域などを示す指数を算出し、それらの変化パターンより、松阪市の畑を同市の主な農産物である麦、茶、豆類の三種類に分類した。また、調査地域の 2017 年 2 月～6 月（水田灌漑期間）の衛星画像から、水田の面積と枚数を計算した。これらの結果を使用して、太陽光パネルに転用された農地の種類の分類を行った。その結果、約 11 万ヶ所の農地のうち、1050 ヶ所が太陽光パネルに転用され、全体の 0.91%を占めていた。農地の種類から見ると、転用面積が最も多いのは麦畑の 0.93%（1019ha のうち 20ha）で、が、茶畑は 0.47%、水田は 0.54%が太陽光パネル転用されていた。これらの転用された農地の地理的特徴を比較したところ、水路までの距離は、水田では全体平均より 20%遠く、転用の影響要因の一つとなっている可能性が示唆された。また、道路までの距離は、太陽光パネルへの転用面積が最も多い麦畑以外、転用された農地は概ね道路から近い場所に位置していた。また、標高は豆・茶畑に影響することが分かった。特に茶畑は、転用地が標高・傾斜が大きい中山間部に集中していた。傾斜方向は特に関係性が見られないが、全体的に東南方向きの農地が転用されやすい傾向にあることが明らかになった。

一方、将来の農業の担い手となる可能性について、三重県松阪市・愛知県名古屋市・福岡県福岡市の 300 名を対象にアンケートを行い、どういった要因・立地条件があれば関与しようと思うのか、また半農半 X 等をはじめとする、段階的な関与に至る条件の抽出を行った。結果、就農型に至るまでに、準就農型として、地縁・血縁タイプ、小さな農タイプ等が、それぞれ条件・きっかけは異なるものの、担い手となりうることが明らかとなった（図 6)。

3.2. 市民科学を通じた獣害対策に向けた調査

Biome アプリを活用した市民参加型の獣害痕跡調査を行った。対象とした種は獣害の被害額が大きいアライグマ、イノシシ、二ホンザル、二ホンジカであり、一般市民に足跡や毛、糞などの痕跡を撮影・投稿してもらい、個体の分布のデータを収集した。アプリ活用の利点を生かし、全国幅広く参加、投稿してもらった。この結果を基に、分析を行った結果、アライグマは都市域で多く観測され、イノシシは他の種より竹林付近で見かけられることが多く、ニホンザルは里山林等にみられる落葉広葉樹付近で見かけられ、二ホンジカはスギ林等の常緑針葉樹付近で観測されている傾向が分かった。これらの要因としては、餌の分布が影響していると考えられ、既存の生態学的調査とも合わせて考察を進めることで、獣害対策に向け種の分布や獣害リスクの高い場所の推定等を市民参加型で実行できる可能性が把握された。

4. マッピング合意形成システムのプロトタイプの開発と活用

以上の知見を元に、将来の人口予測および集落単位でのインフラ整備状況を踏まえた多段階の拠点設定シナリオを設定した上で、①農地の生産性、②再生可能エネルギーへの転換（太陽光パネル：営農型含む）、③環境面への影響（獣害、土砂災害）の枝分かれの判断基準の設定を行い、人手をかけて維持する場、再生可能エネルギーなどの新たな活用の場、最低限の管理、自然に還すべき場への類型化を試み（図 7）、マッピング合意形成システムのプロトタイプを開発した。

さらに、それぞれのシナリオにおける農地および将来 2050 年の農地管理可能面積の予測を行い、その結果を飯高地域の波瀬・宮前地区の地域住民に提示・フィードバックし、より望ましいシナリオ、判断基準の善し悪しなどについての議論を行った(図 8)。

5. 結論と今後の展望

本研究では、データと科学的見地に基づいた判断基準を基に、土地利用についての合意形成を行うことを目指し、マッピング合意形成システムのプロトタイプを開発した。具体的には、農地と林地の情報を統合した地図を作成し、自治体などを含めた行政および地域住民と意見交換を重ね、議論を行った。併せて、気候変動による影響や獣害・災害のリスクを考慮した農地と森林との境界領域の問題を検討した。本研究で活用した衛星画像や統計情報、市民参加型アプリを用いて得られたデータの分析結果は、農地・林地の将来シナリオに向けた判断基準となり、人口減少が進む中、今後の農地管理の効率化につながるものと期待される。

以下に今後の展望について記した。

・利害や住民感情の対立を喚起しやすい土地利用に関して直接議論をする場を設ける前に、スケールや時間軸をずらした議論の場を設定することが有効である。特に、スケールの拡大、長期の時間軸における評価、即ち、現時点ではなく将来世代の視点となって議論をするといった設定が有効である

・多世代、多様な視点を交えた議論により個人の意見は変容し、影響を受ける

・異なる論点であっても、同一の傾向を示す選択肢は存在し、類似した志向を示す集団を特定することなどによるアプローチの省力化の可能性が示唆された（スマート農業、再生可能エネルギーが類似した傾向を示す場合など）

・担い手、人口動態については比較的正確な予測が可能であり、それを提示することは住民・行政に（「健全な」）危機感やリアリティを喚起するうえで有効となる

・複数のシナリオにおいて、現在の土地利用を維持するには、どの程度の移住や担い手の確保が必要となるのかという点について、年間に必要となる移住や担い手の確保に関する具体的な数値を示すことも有効となる

・衛星画像をベースとした自動判定を通じた省力化の可能性が示唆された。特に、耕作地として再生可能かの判定基準として重要な 1 年以内の耕作放棄地を抽出するのに衛生画像を活用した方法が有用である。また、衛星画像により再生可能エネルギー（太陽光パネル）の拡大状況を把握し、さらにその環境影響に関する知見を得た。

・同時にその限界と課題も明らかとなり、衛星写真での推定と現地確認（グランド トゥルース）など複数の手法が現段階では必要なことも確認された

・市民科学の手法を活用した獣害の特定に関する方法論的な有効性が確認され、全国的な展開の可能性が示唆された。

・自治体の失敗や課題を含めた経験の共有こそが横展開に必要とされる

（電子カルテのように、全国区で情報共有できる基盤が望ましい）

・将来の人口予測および農地の生産性、環境影響、再生可能エネルギーポテンシャルを合わせた枝分かれの判断シナリオを提示し、地域での合意形成につなげるための知見を得た。

・日本の多くの地域社会は、人口減少・高齢化による担い手不足といった本対象地と同様の課題を抱えている。本システムは、飯高地域に限らず他地域にも応用することが可能である。本プロジェクトでは、発信手段の一つとして、対象地（松阪市飯高地域）をモデルとしたマニュアルを作成した。このマニュアルの普及を促進し、全国的に発信することで、システムの

横展開につなげる。

・以上、本研究で開発された合意形成システムは、プロジェクト終了後にもこれまで協力体制を構築してきた各行政機関、自治体に継承され、各地区で活用されることが期待される。

参考文献

香坂玲（2021）科学技術・イノベーション政策と合意形成のための総合知: そもそも社会はバージョンアップするのか 水野勝之・土居拓務(編)「イノベーションの未来予想図 —専門家 40 名が考察する 20 年後—」pp.65-72 創成社

キーワード

農林業，マッピング，合意形成

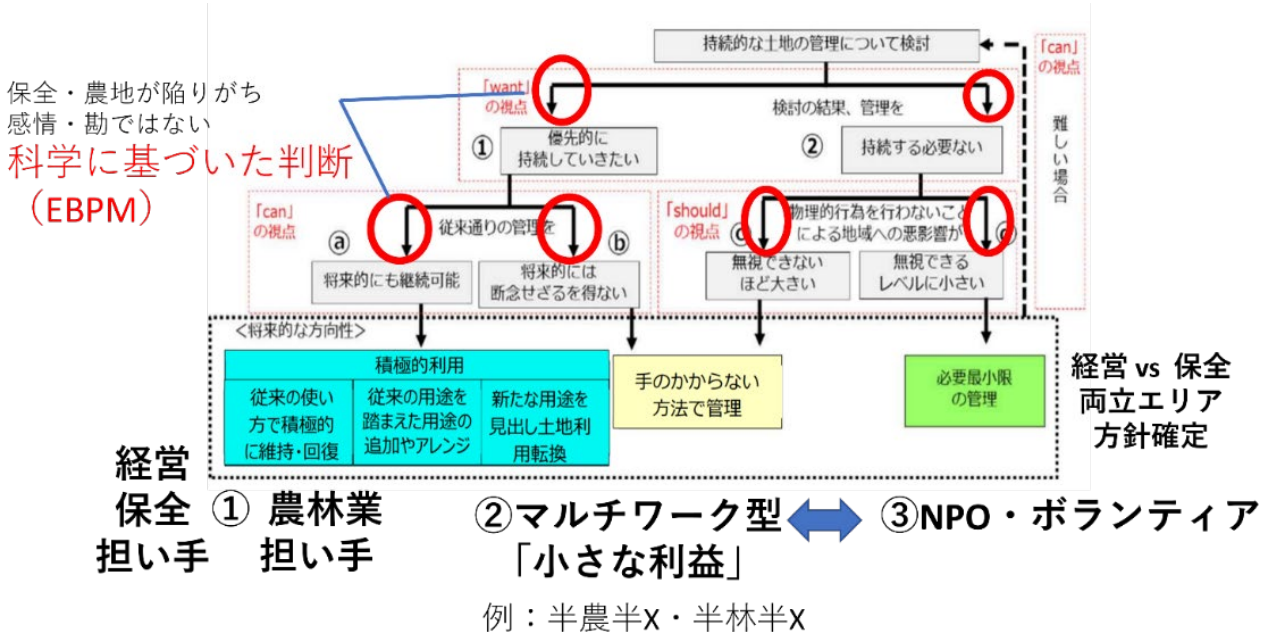


図１．本プロジェクトにおけるアウトプットのプロセス

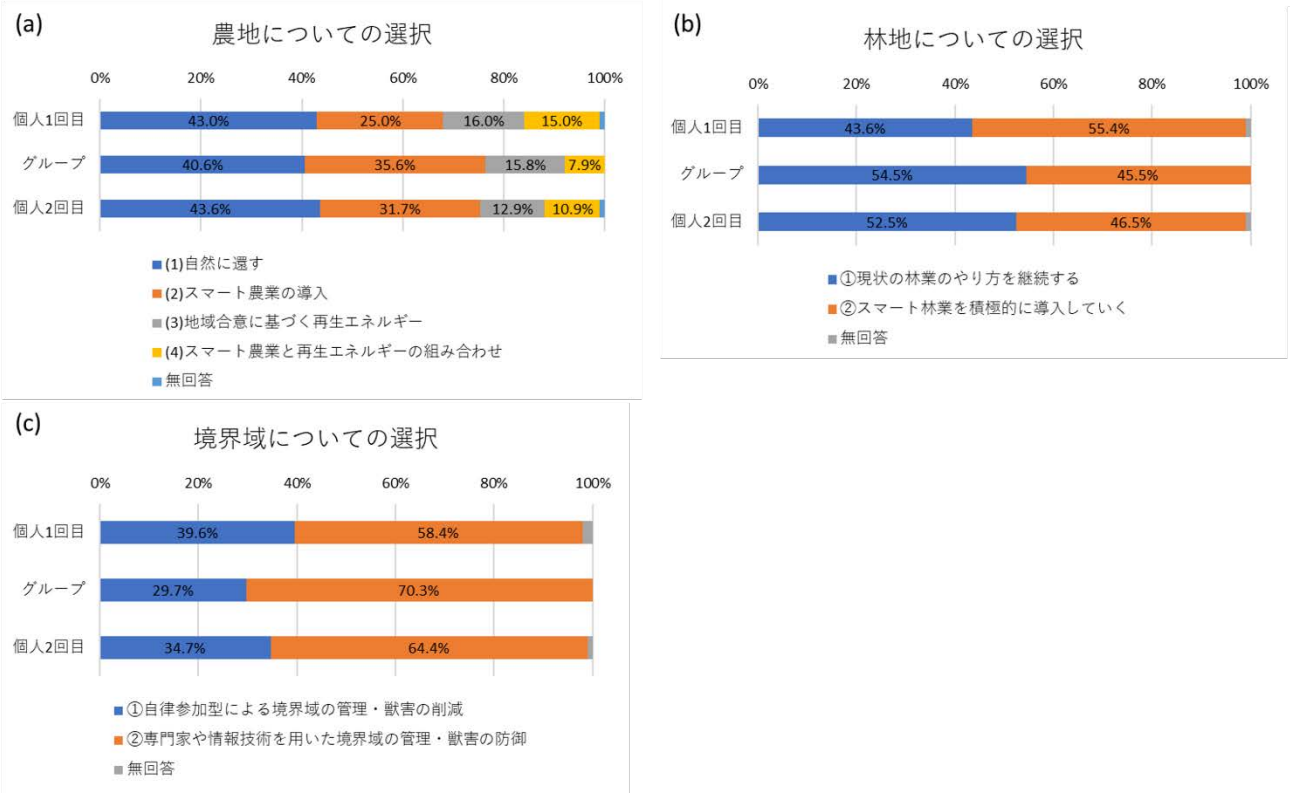


図 2. アンケート結果.

(a)：農地についての選択結果、(b)：林地についての選択結果、(c)：農地と林地の境界域についての選択結果

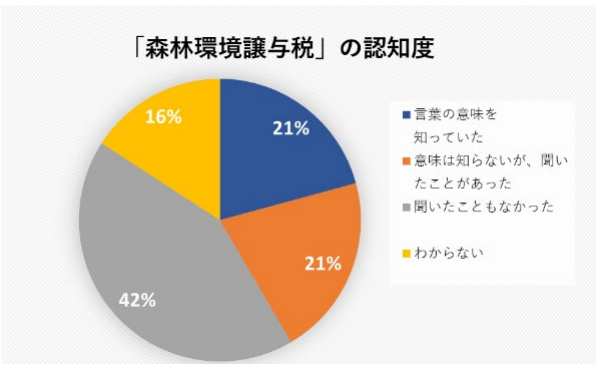


図 3.「森林環境譲与税」という言葉に関する認知度

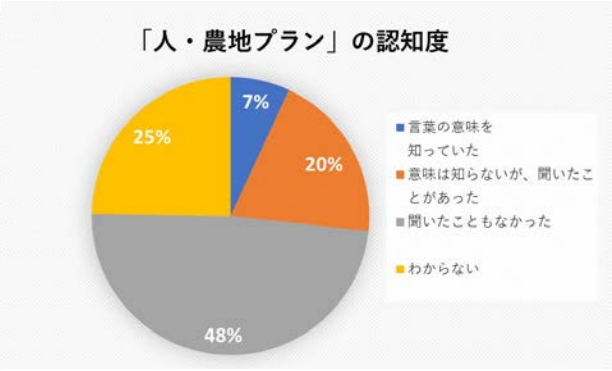


図 4.「人・農地プラン」という言葉に関する認知度

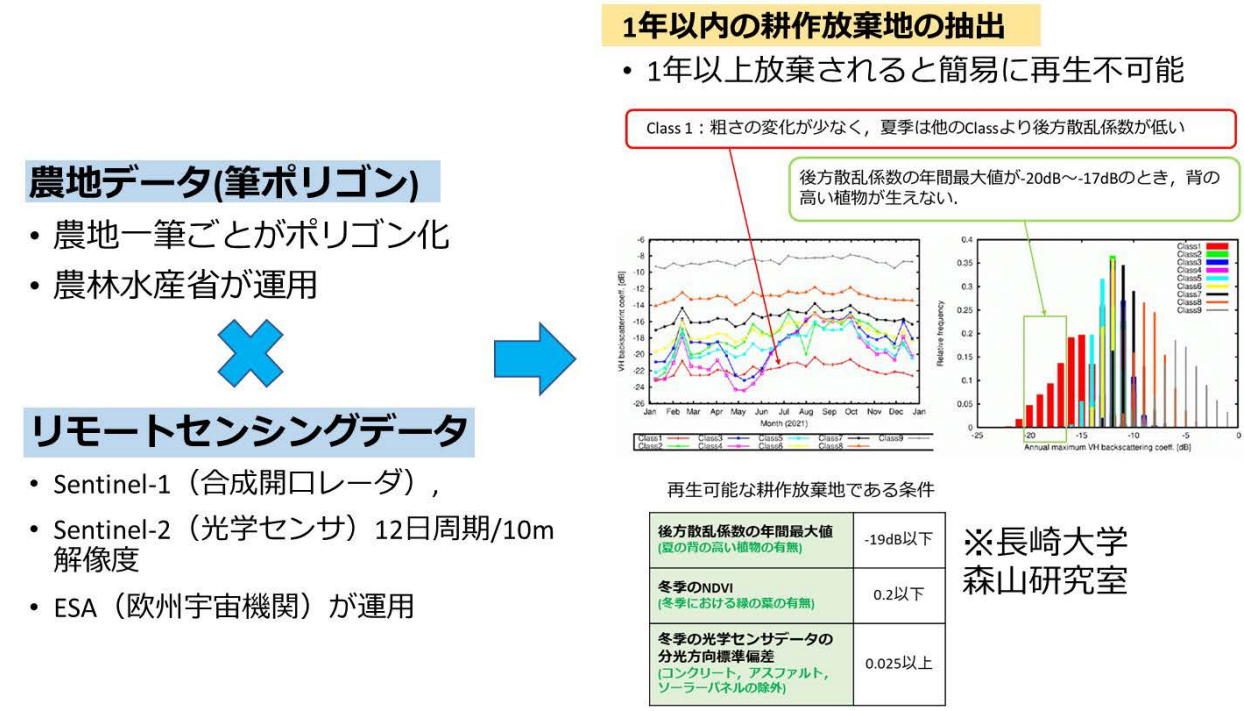


図 5. 衛星画像を活用した 1 年以内の耕作放棄地の抽出

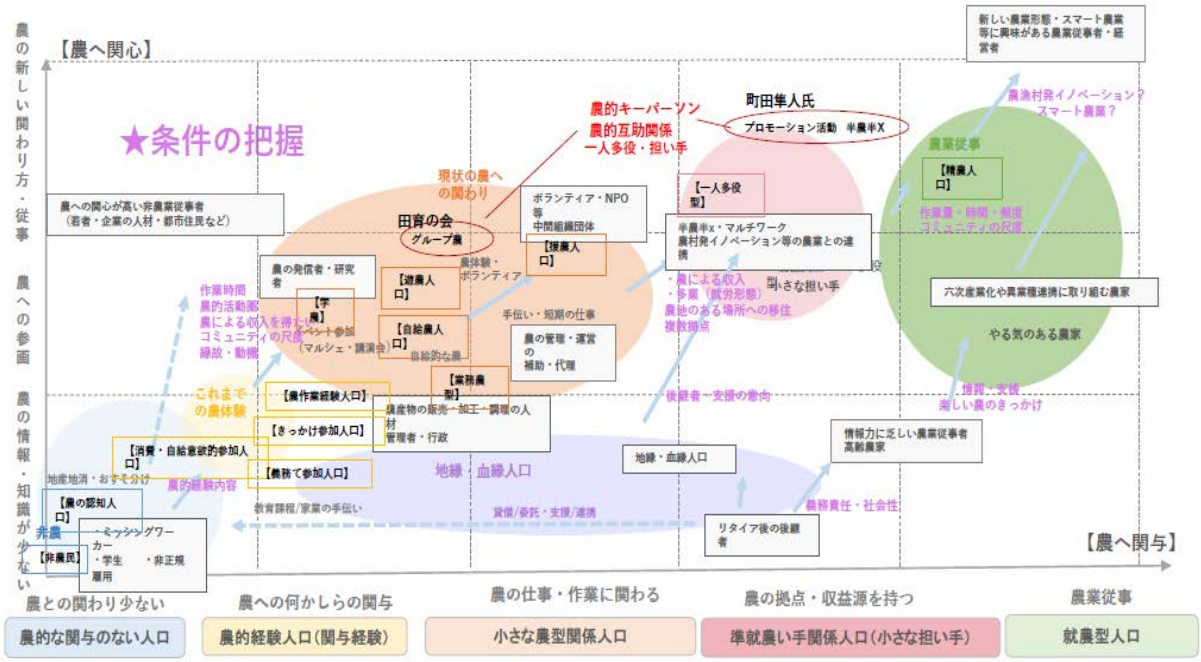
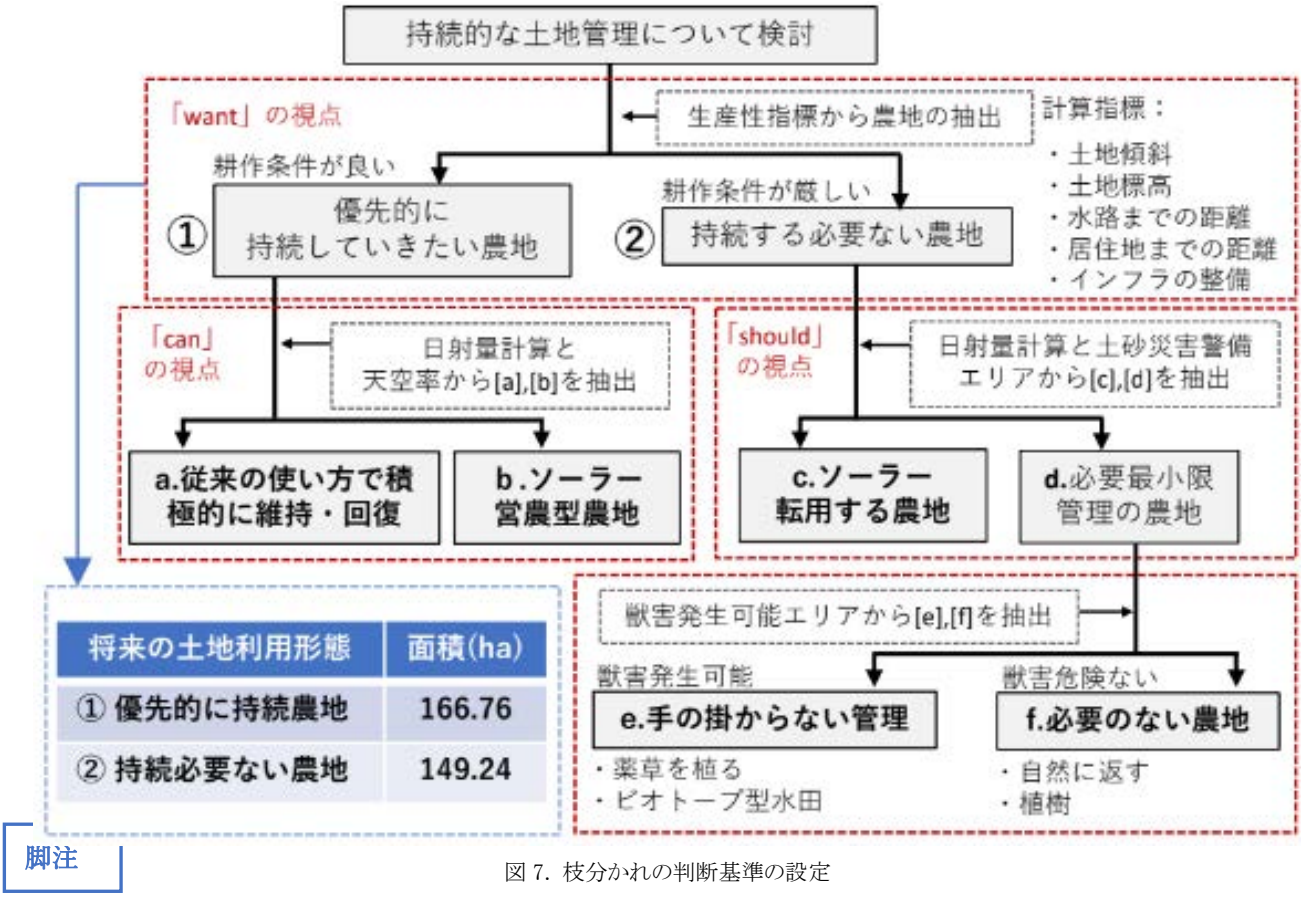


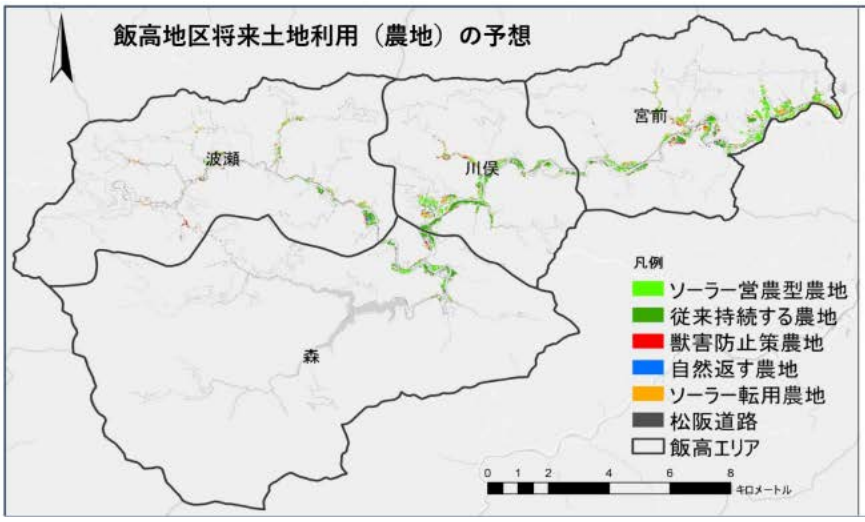
図 6. 移住者アンケート(2021 年 12 月　300 名：松阪市・名古屋市・福岡市)の結果による段階的な農への関与



将来の土地利用形態	面積(ha)
① 優先的に持続農地	166.76
② 持続必要ない農地	149.24

脚注

図 7. 枝分かれの判断基準の設定



管理優先度 高 ↑ 低

将来の土地利用形態	面積(ha)
a. 従来持続・維持回復農地	94.68
b. ソーラー営農型農地	72.07
c.ソーラー転用農地	73.3
e.手の掛からない（獣害防止）農地	19.84
f. 必要のない（自然返す）農地	56.1

図 8. 飯高地域将来土地利用（農地）の予測