

岐阜大学
気象データアナリスト養成講座

気象データ応用 PBL実習まとめ
温暖化で「みかん前線」北上中？

グループ名 : Group4

氏名 : 佐々木信雄 柴田正登志

早川朋宏 豊田理帆 山田晋太郎 渡邊陽世



背景と分析の目的



温暖化とともに**農作物の産地が変化**することが予想されている。

農家は「作るべきか・やめるべきか」の判断に迫られている



国内の代表的な農作物「**みかん**」にスポットを当て、
温暖化に伴う産地変化の実態把握と、農家の意思決定に対する
データ活用の有効性を検証する。

本発表で答える3つの問い

問い① みかん産地は本当に北上しているか？

問い② 北国の農家はみかん栽培をいつ始めるべきか？

問い③ 南国の農家はみかん栽培をいつやめるべきか？



問い① みかん産地は本当に北上しているか？

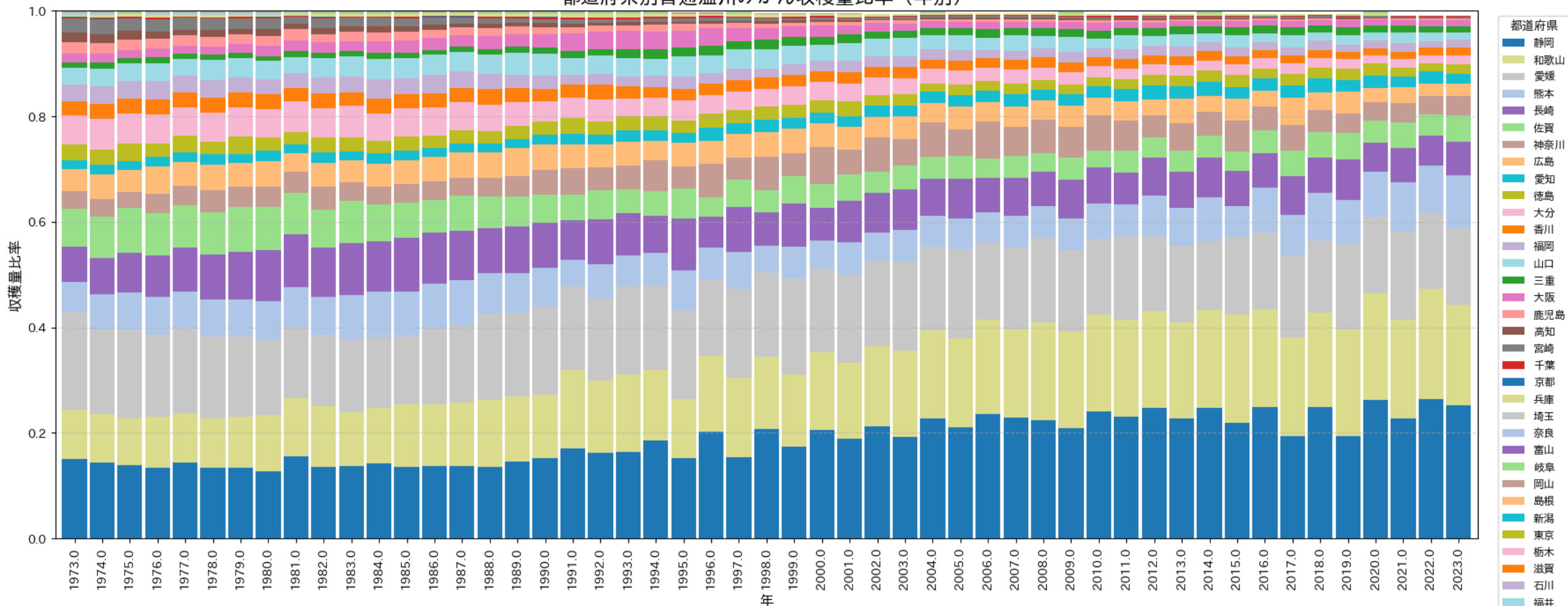
結論

産地の重心は
1975年から2023年にかけて
北上している



産地の割合

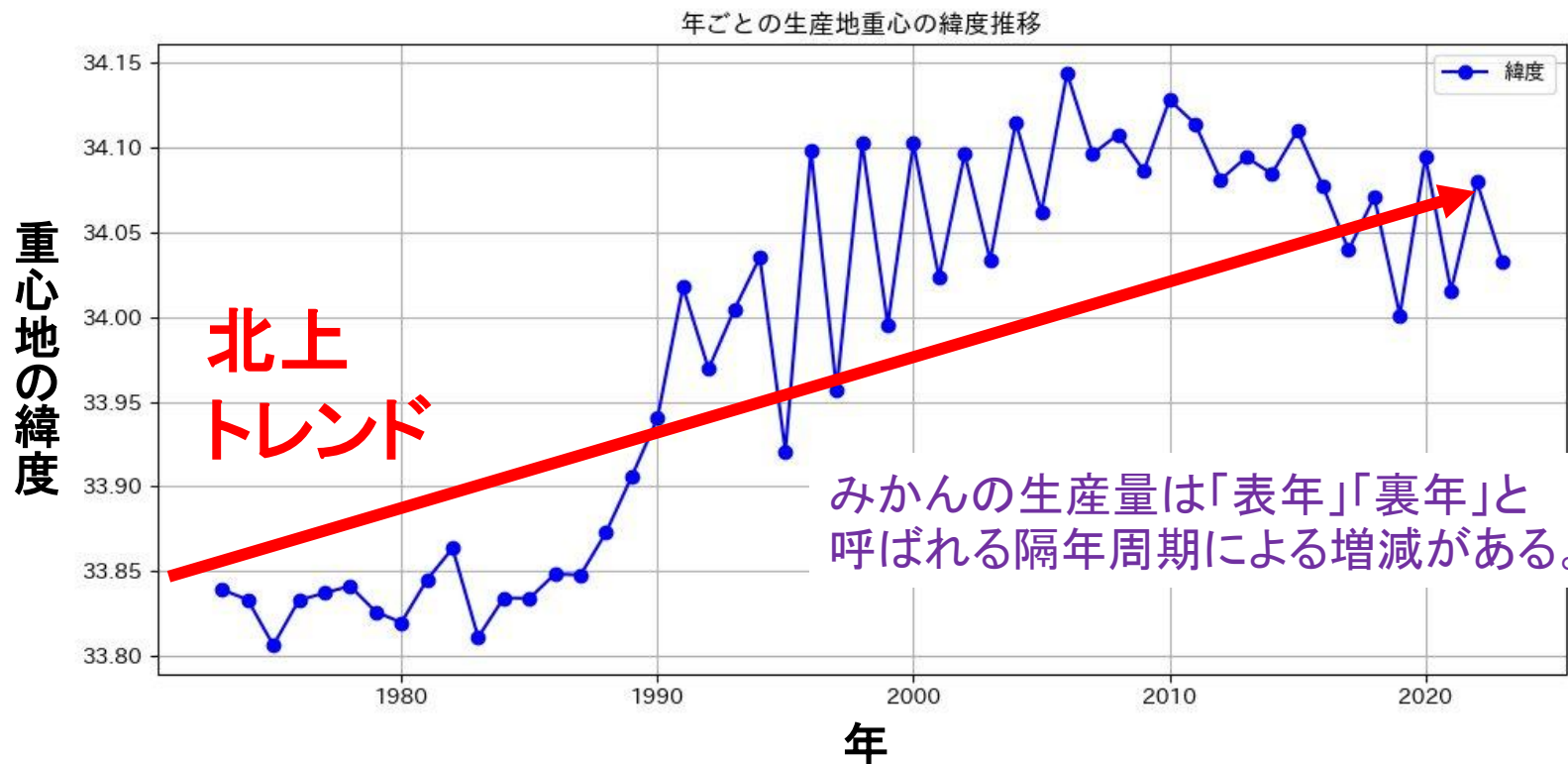
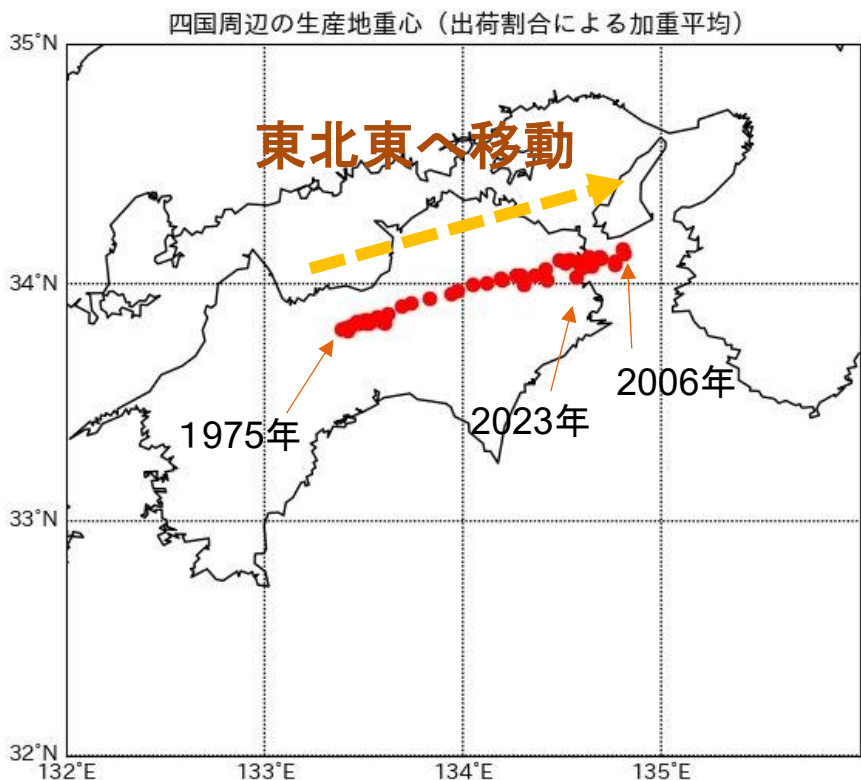
都道府県別普通温州みかん収穫量比率（年別）



**生産地比率で確認すると、静岡、和歌山が増加傾向
九州地区は全般的に減少傾向**

分析結果(前処理)

みかんの生産地の重心の移動



みかん生産地の重心地点を地図上にプロットすると、年々**東北東へ移動**していた
緯度と年の折れ線グラフを作成すると、**トレンドとして北上**していた

気温と産地の移動に相関はあるか？

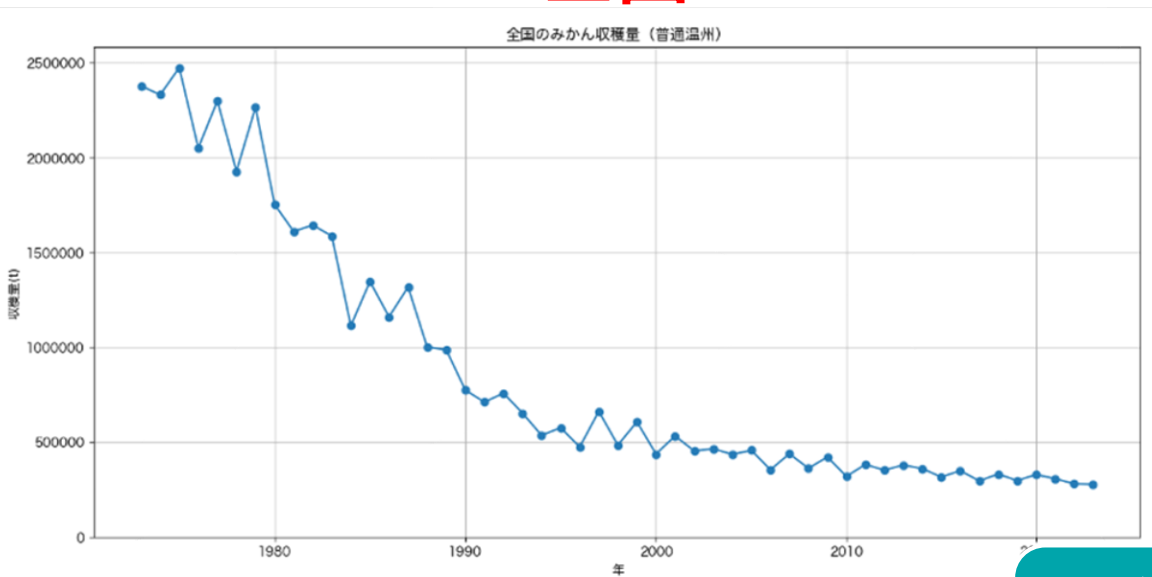
相関分析結果

	日平均気温	中央の緯度	中央の経度
日平均気温	1	0.715338	0.738712
中央の緯度	0.715338	1	0.983981
中央の経度	0.738712	0.983981	1

日平均気温と、中央の緯度または経度の相関係数は、**約0.7**で相関がみられた。

※平均気温・・・静岡、和歌山、熊本の年平均をさらに平均したもの

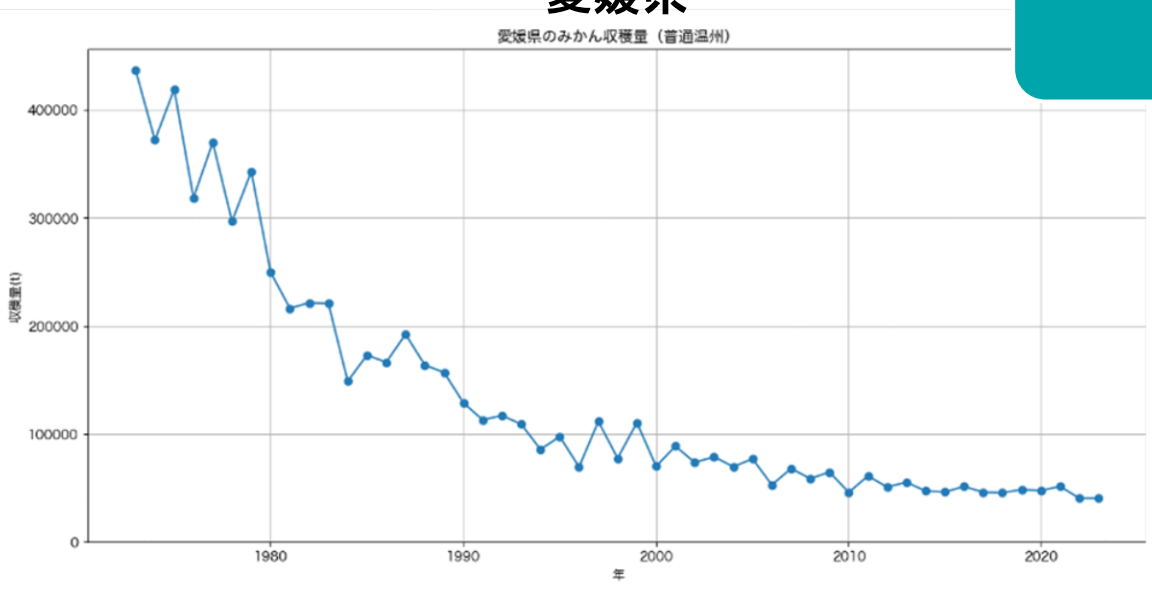
全国



静岡県

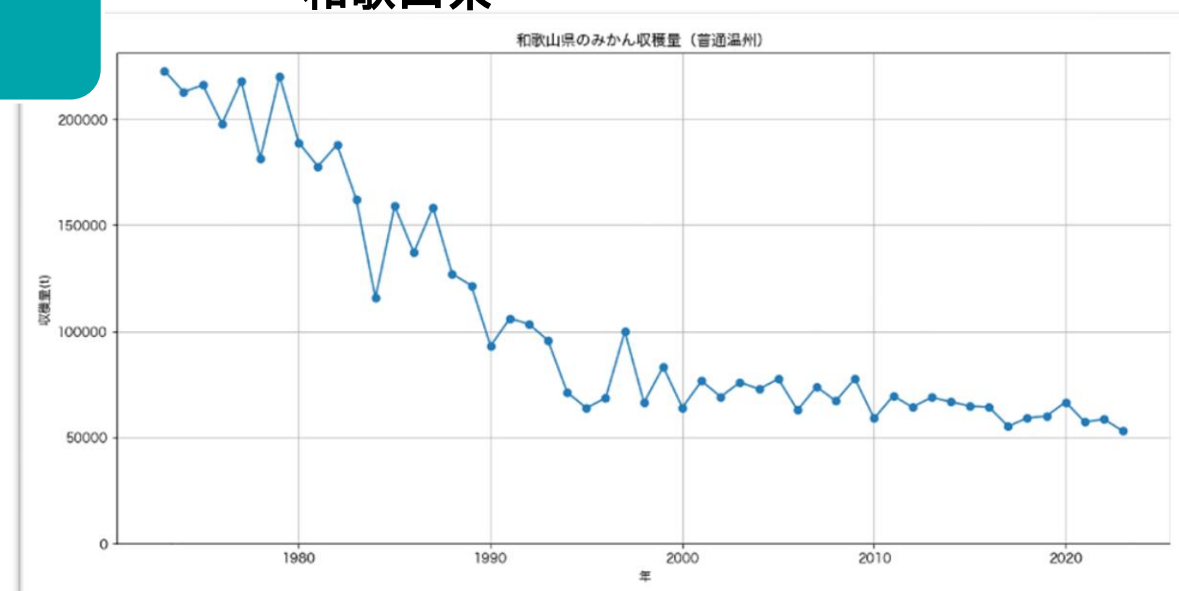


愛媛県



みかん生産の現状

和歌山県



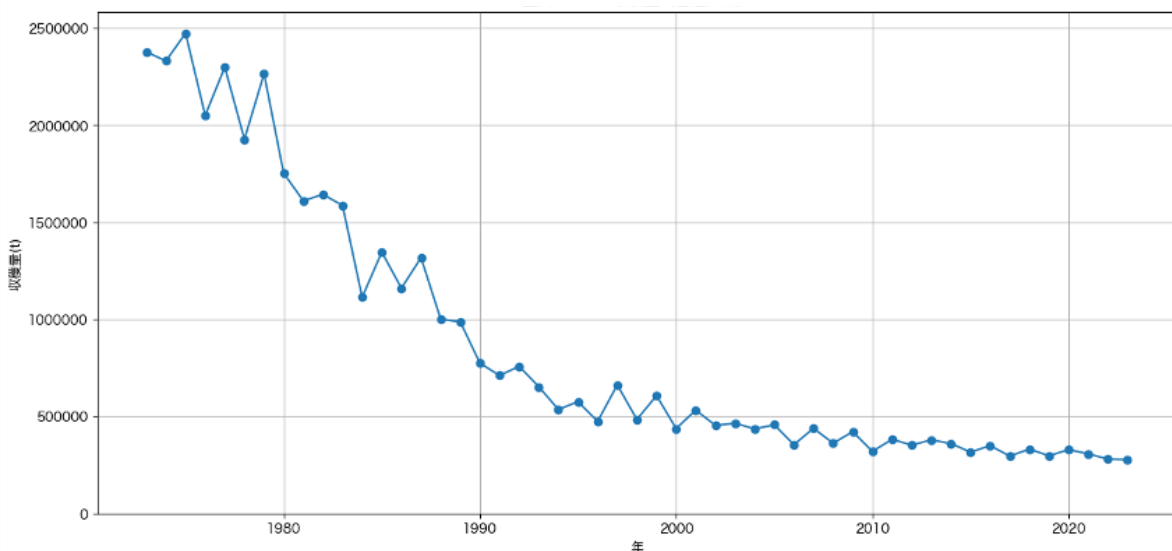
生産量は全国的に減少しており、気候要因だけでなく社会的要因の影響も大きい。

単収を用いて分析

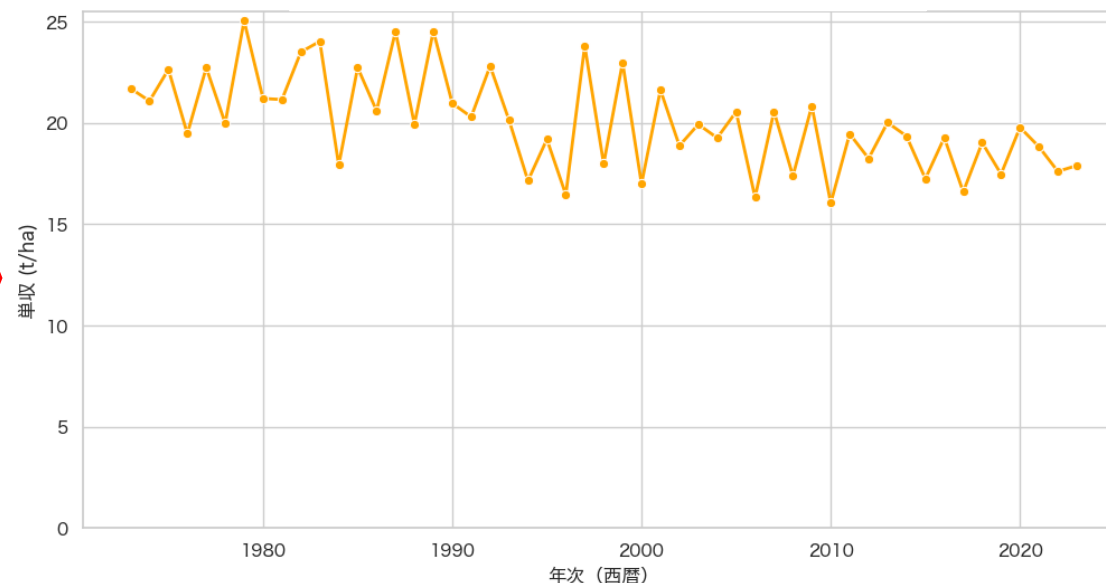
生産量割合で見た重心移動が温暖化の影響か、大消費地に近い地点での生産量割合増加か、その他要因か判断するのは難しい

→ **単収 (ha 当たり収量)** に着目

全国の収穫量の推移

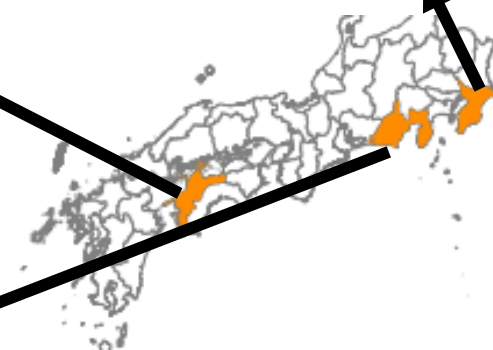
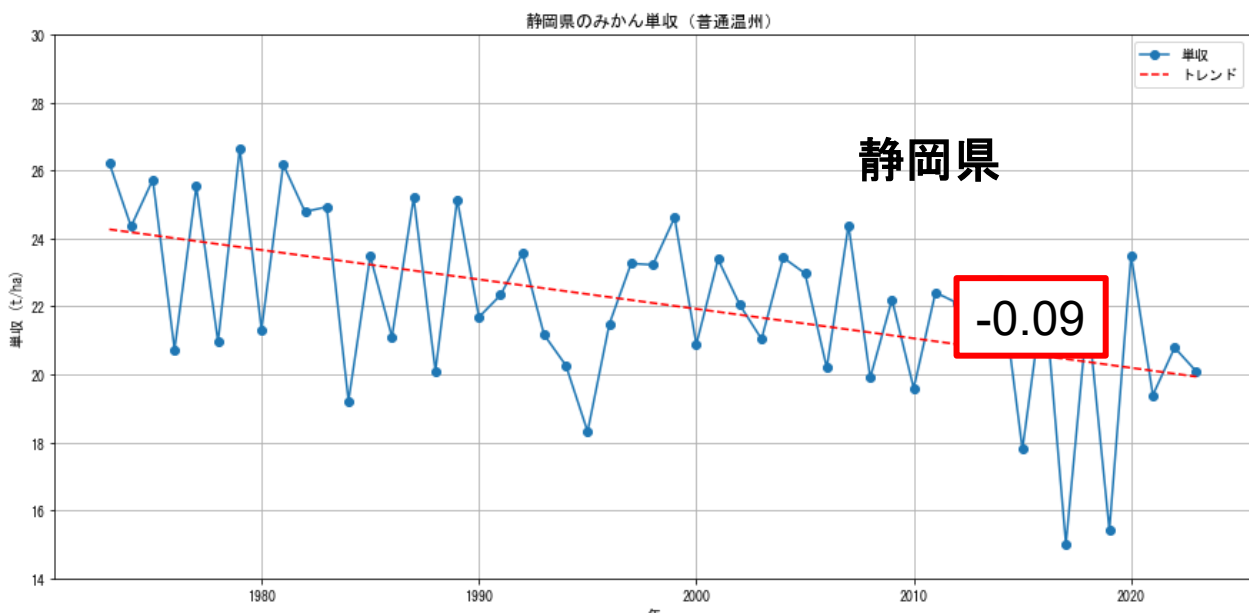
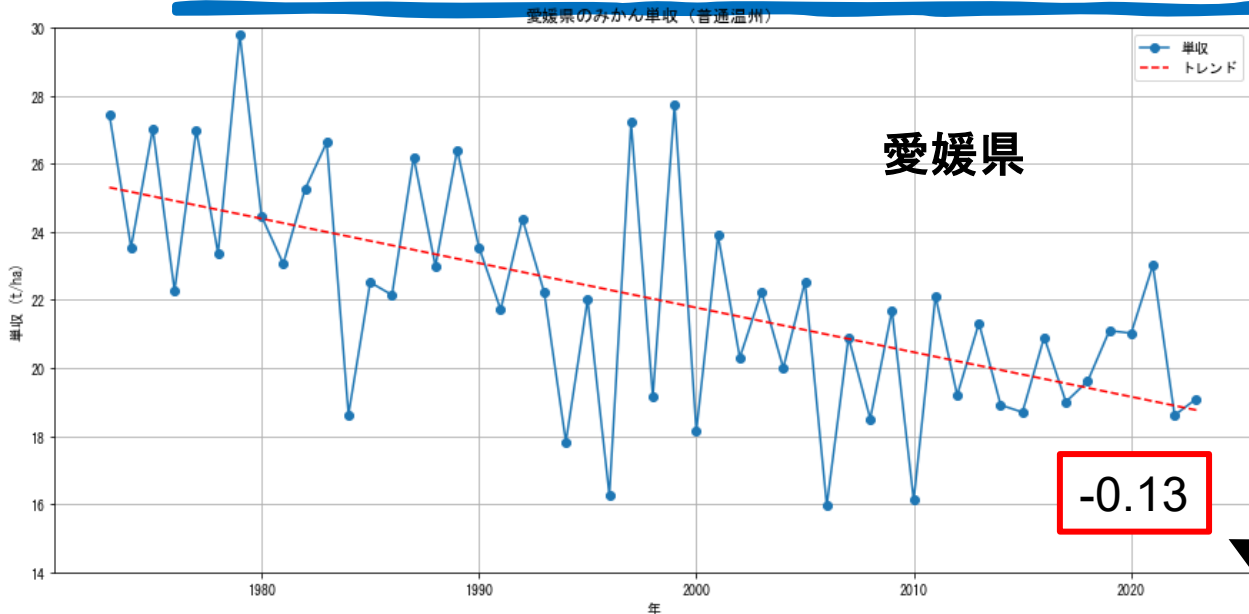


全国の単収の推移



単位面積あたりで得られる収量を見ることで、人手不足などに起因する農地減少の影響を減らし、より気候の影響を反映しやすいのではないかな？

単収で北上を示す



愛媛→和歌山→千葉の順で傾きが小さい
南に向かうほど単収の減少が大きく、
気候の変化が関係していると考えられる。

問い①まとめ ~みかん産地は北上しているか?~

結論

みかん生産地重心は1975→2023年にかけて「東北東」へ移動
生産地重心と気温の間に一定の相関($r=0.7$)を確認し、みかん前線は北上しつつあると推察される

示唆

気温上昇が続けば...

愛媛など現主力産地(南)→栽培に適した条件が変化しつつある

北方の県→栽培に適した条件に近づく可能性

課題

重心移動の要因が気候的要因か経済的要因か切り分けできていない

問い②みかん栽培「いつ始める？」 ～北国での生産戦略の提案～



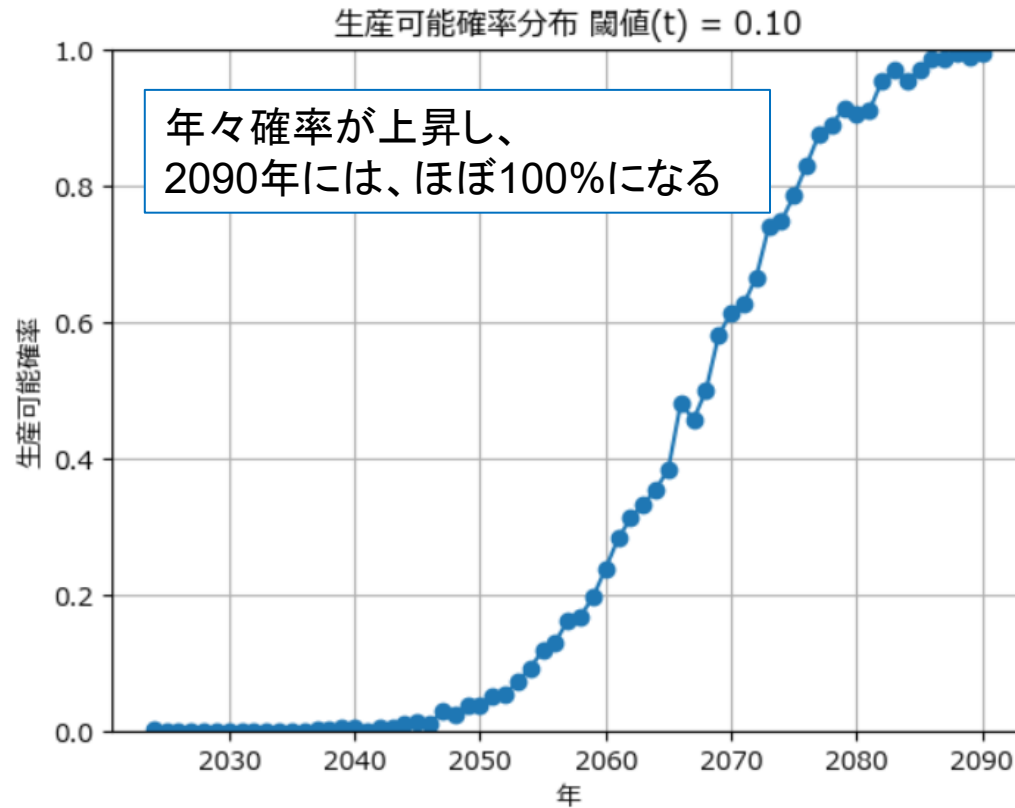
温暖化の進行に伴い、北方地域（宮城県等）が、みかんの栽培に適した気候へ変化すると予想。

そこで、生産可能確率の推移と栽培コスト（ハウス投資・暖房費等）を照らし合わせ、収益が最大化するタイミングを予測。

前提

①みかん栽培「いつ始める？」～北国での生産戦略の提案～

生産確率グラフ



図：宮城県における年毎の温州みかん生産確率

生産確率の求め方

- A-PLATに掲載されている SSP5-8.5 (2050年にCO₂濃度が約2倍となる想定) のシナリオデータを使用。このシナリオが発生すると仮定し、温暖化が進行する前提 (温暖化する確率は100%) で生産確率を算出。
- 手順
 1. A-PLATに掲載されている気温などの気候データを、分散係数0.5の正規分布でばらつかせ、年ごとに500個のデータセットを生成
 2. 生成したデータを、PBL実習3で作成した みかん生産量算出モデル に入力し、各データの生産量を算出
 3. 生産量が 100kg以上 の場合を「生産可能」と判定し、各年における生産可能データの割合を その年の生産確率

前提

①みかん栽培「いつ始める？」～北国での生産戦略の提案～

・ 仮定した費用について

■ 10aの農地でみかんをハウス栽培して15年間の利益を比較する

ハウス費用：初期費用1000万円(15年間利用)

+ 暖房費用 年間50万円 = 117万円/年

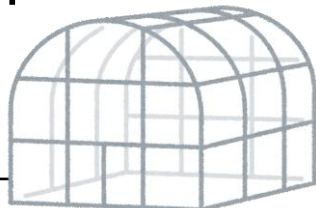
収穫量：5,015kg/年

※令和5年の全国ハウスみかん収穫量から算出

みかん単価：350円/kg

※令和5年の温州みかん価格の平均値とした

収入 - ハウス費用：58.86万円/年



■ 10aの農地でみかんを露地栽培する場合

ハウス費用：0円/年

収穫量：1,789kg/年

※令和5年の全国普通温州みかん収穫量から算出

みかん単価：500円/kg

※「北限みかん」としてブランド化し、

ハウスみかんより+150円/kgで販売する想定

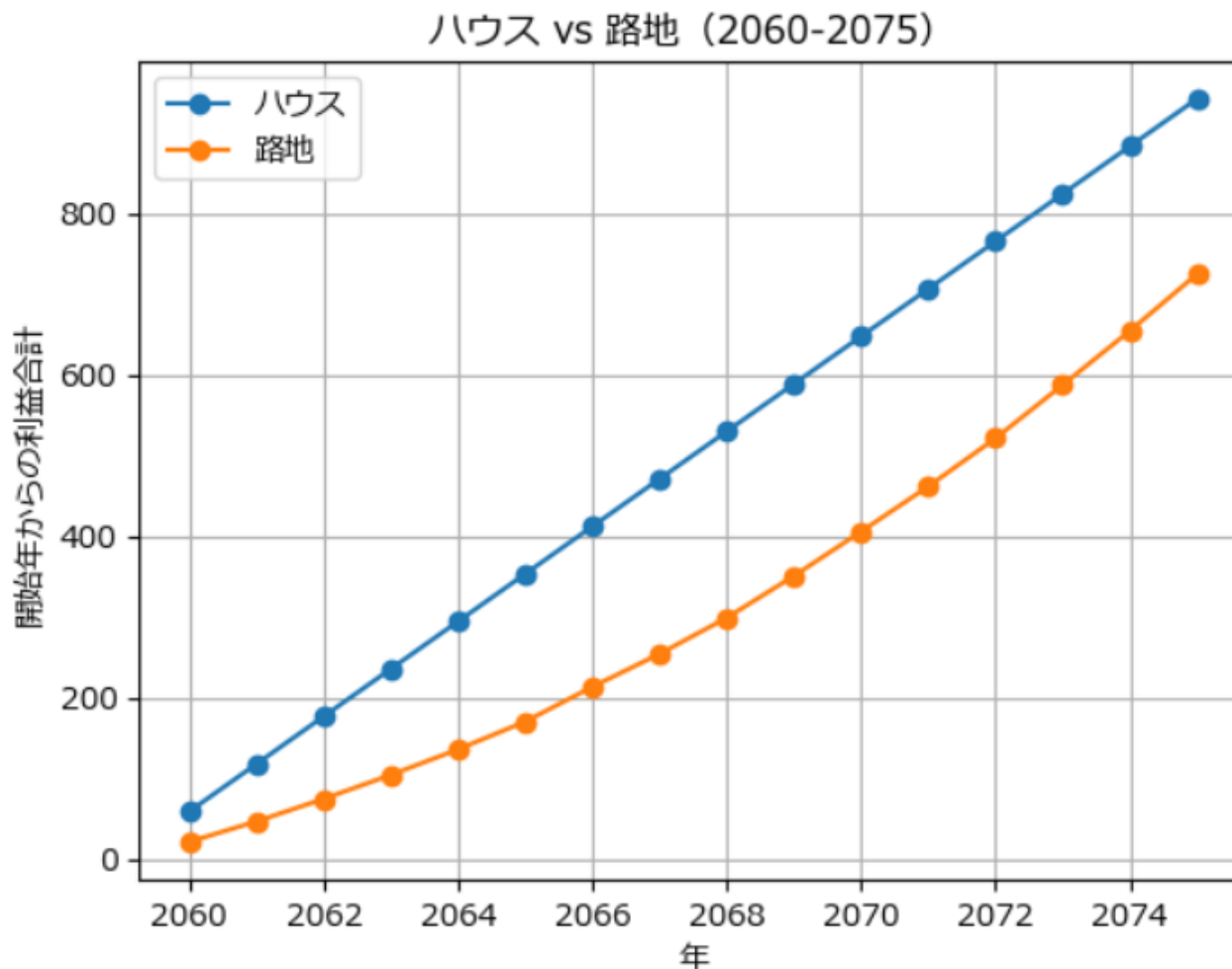
収入 - ハウス費用：89.45万円/年



※ここでは収入-ハウス費用を利益と呼んでいます。

分析結果

①みかん栽培「いつ始める？」～北国での生産戦略の提案～



WIN!

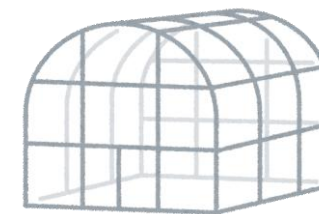
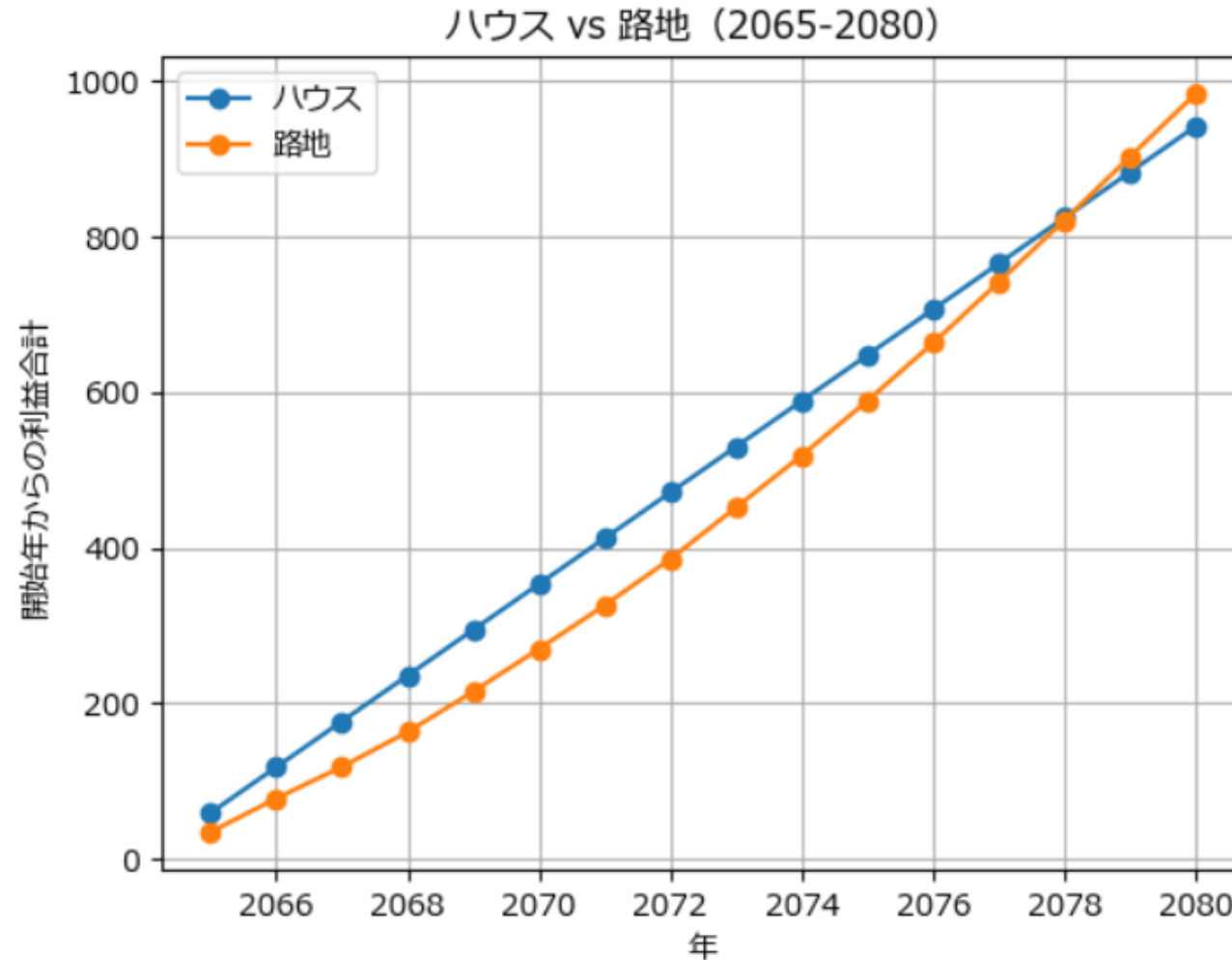


図: 2060年生産開始時の利益合計

2060年に始めると、ハウスの方が15年間の累積利益が高くなる

分析結果

①みかん栽培「いつ始める？」～北国での生産戦略の提案～



WIN!



図:2065年生産開始時の利益合計

2065年に始めると、露地栽培がハウス栽培を逆転する

問い②まとめ～みかん栽培はいつ始めるべきか？～

結論

2060年頃開始ではハウス栽培が高収益、2065年以降は露地栽培が上回る
温暖化進行後は「高リスク・高収益」な露地栽培が合理的となる可能性

ハウス栽培と比べて
気候の影響により安定して生産
できないリスク

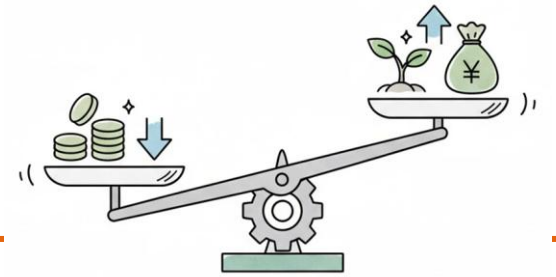
示唆

将来気候データと生産確率を組み合わせることで、北方地域におけるみかん生産の開始時期や栽培方式の検討に活用可能

課題

- 機械学習モデルやSSP5-8.5シナリオなど複数の仮定に依存
- 実務活用には前提の精緻化と不確実性を考慮した検証が必要

問い③みかん栽培「いつやめる？」 ～南国での作物乗換の提案～



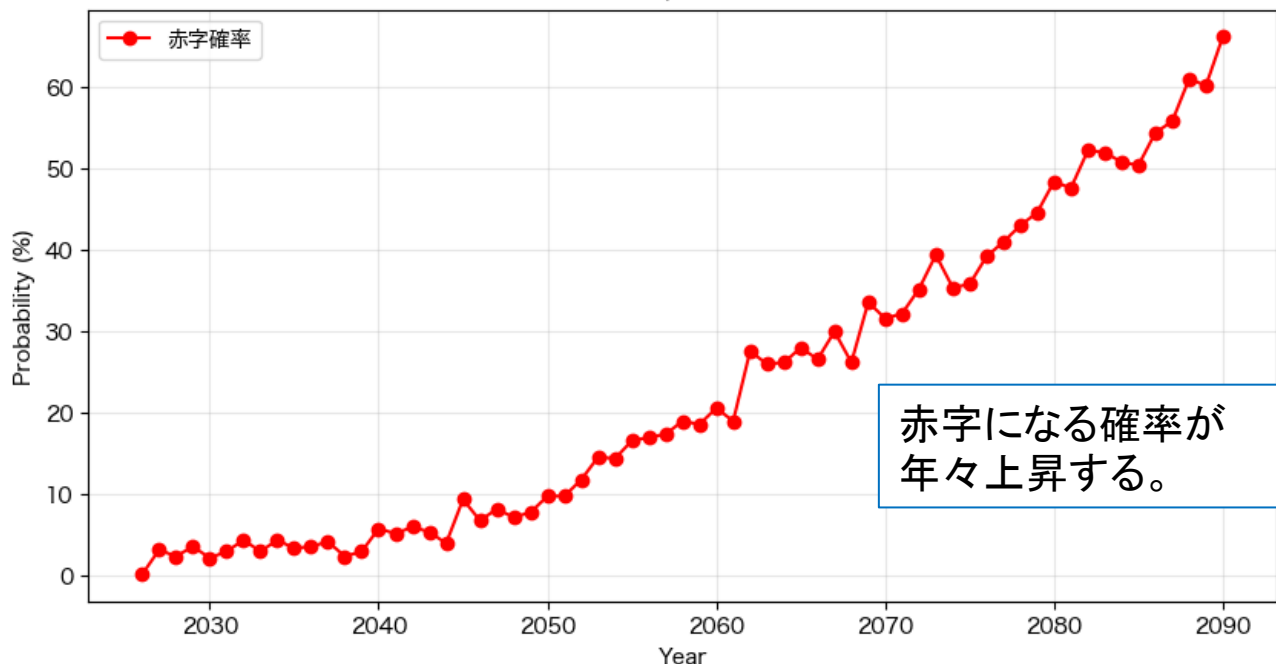
温暖化の進行に伴い、現在のみかん主産地(愛媛等)が、みかんの栽培に適さない気候になると予想。

そこで、みかん生産の利益とコストの採算が合わなくなるタイミングを予想し、みかん生産の辞め時/他作物への乗換タイミングを提案する。

前提 ②みかん栽培「いつやめる？」～南国での作物乗換の提案～

みかん単収が赤字になる確率の推移

単収が15.19t/haを下回る確率



赤字になる確率が
年々上昇する。

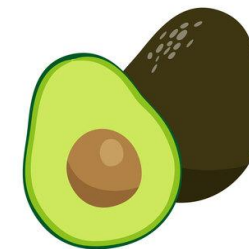
この確率が上がるにつれて、みかんを続けること
のリスクが高まる。では何に乗り換えるべきか？

赤字確率の求め方

- A-PLATに掲載されている SSP5-8.5 (2050年に CO₂濃度が約2倍となる想定) のシナリオデータを使用。
このシナリオが発生すると仮定し、温暖化が進行する前提で赤字確率を算出。
- 手順
 1. A-PLATに掲載されている気温などの気候データを、分散係数0.5の正規分布でばらつかせ、年ごとに500個のデータセットを生成する。
 2. 生成したデータを、PBL実習3で作成した みかん単収予測モデル に入力し、各データの単収予測を算出する。
 3. 各年の単収と、生産コスト(農業経営費+労働コスト)、卸売価格から利益(赤字になるか否か)を求める。

前提(補足) ②みかん栽培「いつやめる？」～南国での作物乗換の提案～

みかんに代わる農作物として「アボカド」と「ブラッドオレンジ」を切替作物として比較



利益マトリクス作成に用いた前提条件

■ 愛媛県のみかん生産について

農業経営費: 227 (千円/10a)

労働コスト: 254 (時間/10a) × 時給1,200円

売上: 卸売価格350 (円/kg) × 単収 (t/ha)

売上 - 農業経営費 - 労働コスト
を利益とする。

赤字になる閾値は15.19 (t/ha)

■ 乗換作物: アボカドの場合

農業経営費: 385,435 (円/10a)

労働コスト: 182 (時間/10a) × 時給1,200円

売上: 卸売価格1,000 (円/kg) × 単収600 (kg/10a)

■ 乗換作物: ブラッドオレンジの場合

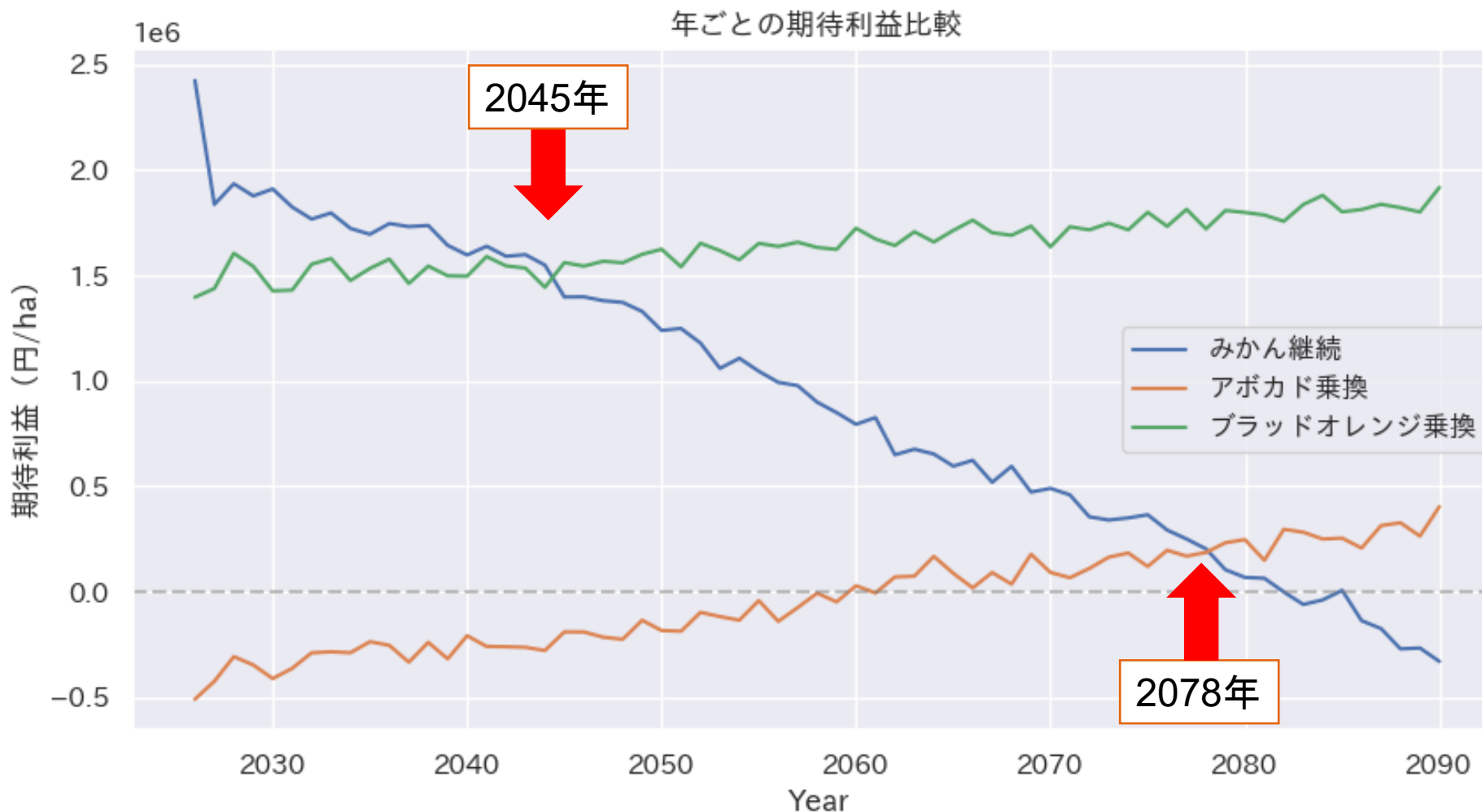
農業経営費: 227 (千円/10a)

労働コスト: 300 (時間/10a) × 時給1,200円

売上: 卸売価格800 (円/kg) × 単収9.4 (t/ha)

分析結果

②みかん栽培「いつやめる？」～南国での作物乗換の提案～



青：みかん
緑：ブラッドオレンジ
橙：アボカド



2045年に、ブラッドオレンジ生産による利益が、みかん生産による利益を上回ることが分かった。

問い③まとめ ~みかん栽培はいつやめるべきか?~

結論

2045年頃にブラッドオレンジへの乗換が、みかん継続より期待利益が上回ると推計

アボカドは現時点では採算が合いにくい

示唆

収益性が低下する前に代替作物の比較・検討を始めることが重要

課題

乗換作物の予測モデルが簡易的

将来気温の分布仮定の精度

結論

3つの問いから得られた結論

問い	結論
産地は北上しているか？	重心の北上と気温の相関($r=0.7$)を確認
北方農家はいつ始める？	2060年頃はハウス、2065年以降は露地が有利
南方農家はいつやめる？	2045年頃にブラッドオレンジへの乗換が有利

→ **みかん前線の北上を一定程度把握でき、農家の意思決定に対する気象データ活用の有効性を示せた**

発展可能性

- みかん以外の作物にも同様のアプローチが適用可能
- 前提条件の精緻化で農家の実務的意思決定ツールへ発展できる

分析の課題と今後

課題	今後
シナリオがSSP5-8.5の1つだけ	複数シナリオで転換点の幅を示す 「2065年±5年」のような不確実性の範囲を提示
気象変数のみの予測モデル	土壌データや標高、海岸との距離など非気象要因を追加
農家の高齢化や後継者不足といった社会的要因への考慮不足	農業従事者数・耕作放棄地データと統合

これらを精緻化することで、農家が実際の意思決定に使えるツールへと発展できる

終わりに

将来、私たちはどこの県のみかんを
食べているだろうか。
産地は未来の気候変動の結果そのものである。



ご清聴ありがとうございました
Group4