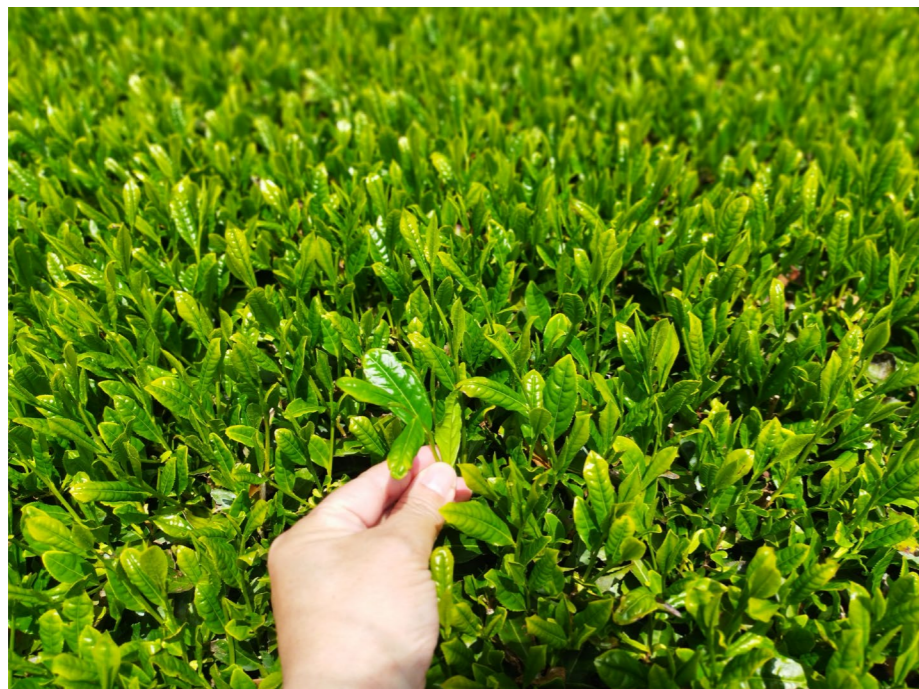


感覚的な茶園評価の見える化 と収量予測技術



山口 藤河内茶園（宇部市）2025.5.



山口 藤河内茶園（宇部市）2025.5.

山口大学 教育学部 理科教育講座
教授 柴田 勝

2025年12月4日（木）

プレゼンの概要

煎茶, 抹茶, 玉露の高品質/安定生産システムの構築

1. 技術開発の目的、提案技術の概要

秋季の茶園画像と数理モデルから翌春の収量を予測
茶園単位でのポテンシャル診断の実現

2. 従来技術とその問題点

茶の予測技術の比較, 収量予測・樹勢診断ができない原因

3. 新技術の特徴・従来技術との比較（具体的な比較）

茶の予測技術の比較 従来法 vs 新しい方法

4. 新技術の特徴・従来技術との比較（実装できない背景・技術的課題）

茶の予測技術は、なぜ他の作物に比べて難しいのか？

5. 新技術の特徴・従来技術との比較（拡張性）

実用可能性・評価・頑健性・柔軟性・自動化による比較

6. 想定される用途

社会的課題とその対応、実際の用途とメリット

7. 想定される用途（具体的に）

8. 実用化に向けた課題

現状・問題・課題

9. 社会実装への道筋

基礎研究～現在～数年後

10. 企業への期待

11. 企業への貢献、PRポイント

12. 産学連携の経歴,

本技術に関する知的財産権,
お問い合わせ先

1. 技術開発の目的、提案技術の概要

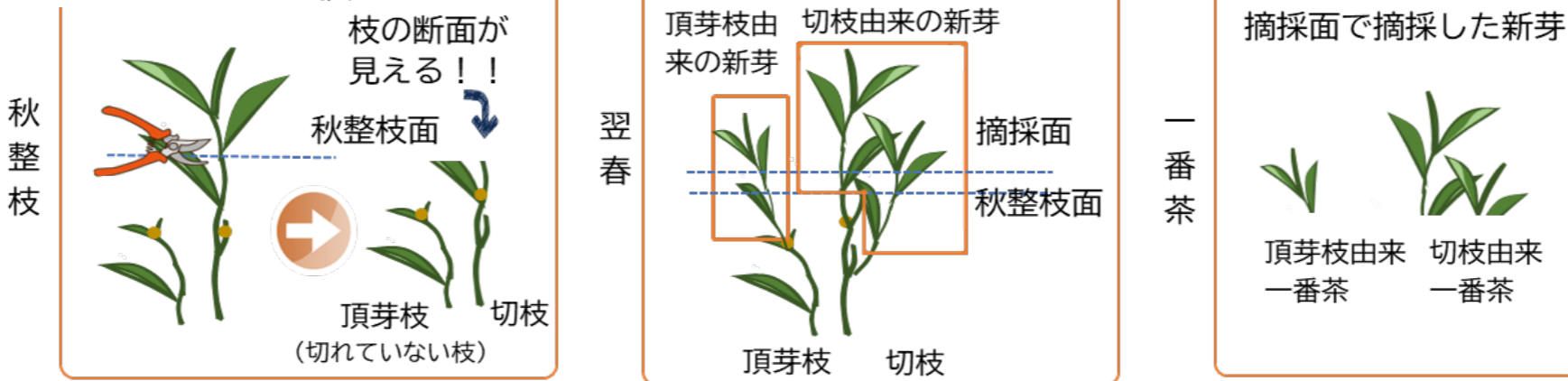
煎茶, 抹茶, 玉露の高品質/安定生産システムの構築

- ・ 秋季の茶園画像と数理モデルから翌春の収量を予測
- ・ 茶園単位でのポテンシャル診断の実現



山口 小野玉露
写真提供(山口茶業組合)

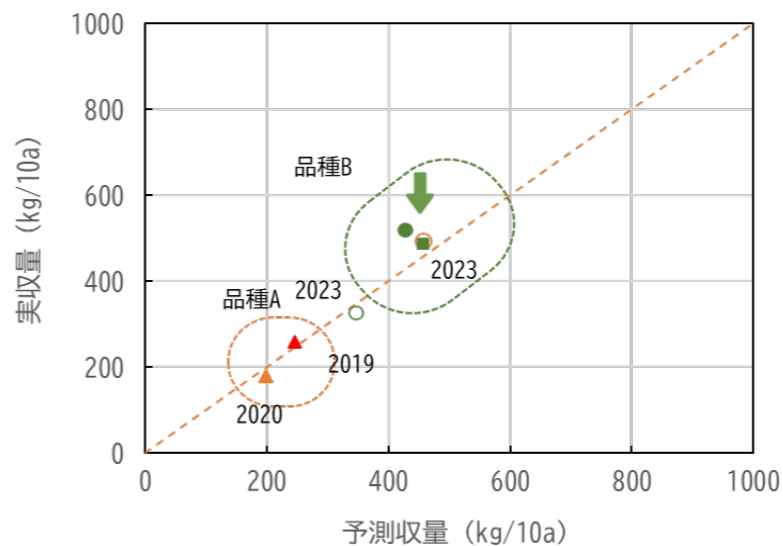
(A) 茶の摘採・収穫



(B) 秋整枝後の茶園の樹冠(秋季)



(C) 予測収量と実収量の比較

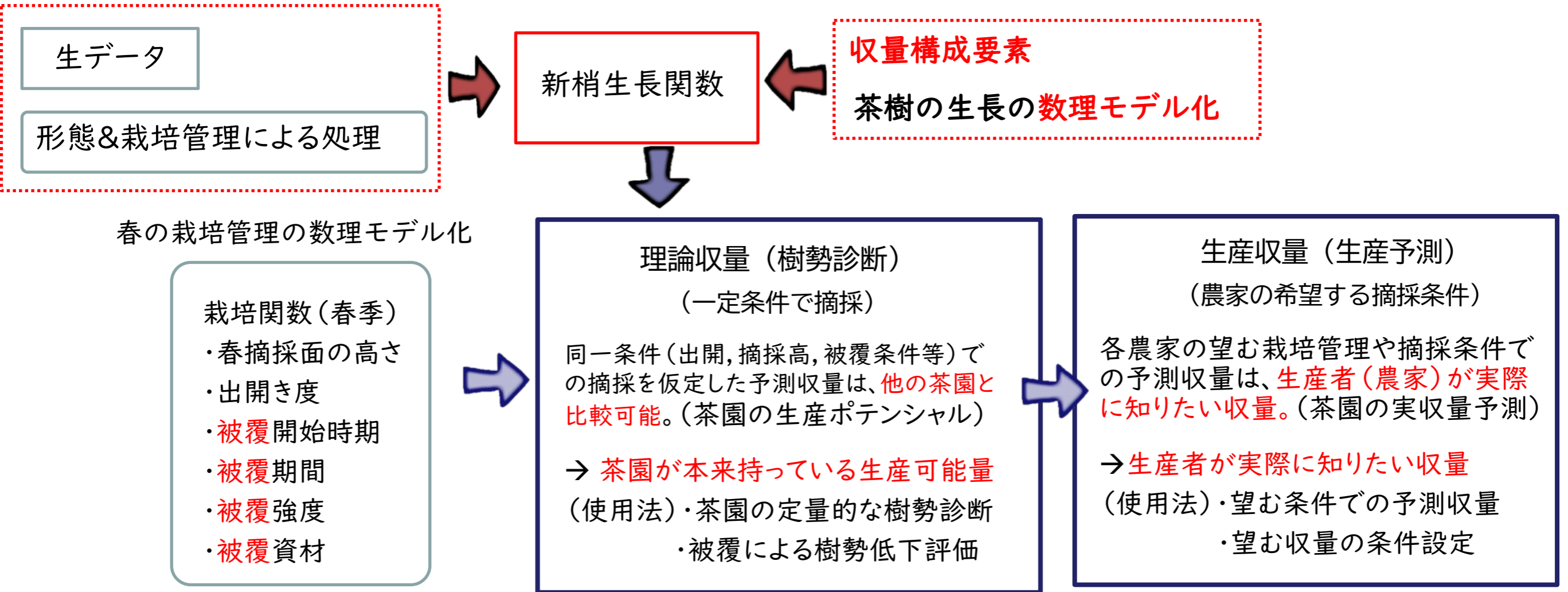


1. 技術開発の目的、提案技術の概要

煎茶, 抹茶, 玉露の高品質/安定生産システムの構築

収量構成要素とデータクリーニング

樹木生理生態学的な萌芽伸長の数理モデル



2. 従来技術とその問題点

茶の予測技術の比較

【現状】

- 優良な熟練農業者の経験的に依存
(定量性・継承性 低い)
- ・ 樹勢(?)が分からないと栽培管理がしにくい
- ・ 新規就農者はノウハウ修得に時間が必要
- ・ 常緑果樹は単年ではなく履歴が収量に影響するため生育判断が難しい

【収量予測・樹勢診断ができない原因】

- (葉が過密のため)
 - ・ **NDVI (正規化植生指数)** が利用できない (HSC etc.)
 - ・ **LAI (葉面積指数)** を光センサーで測定できない (PCA, 光強度センサー, etc.)
 - ・ **樹冠内部** を測定ができない
- (小さな茶園でも数万本の茶樹が定植のため)
 - ・ **成分評価** では茶園全体の評価がしにくい
 - ・ **蒸散測定** では各種気象条件等で安定しない

- ・ 茶や果樹などの永年性作物は、同じ気象条件でも「樹勢」の違いにより**収量・品質が大きく変動**
- ・ NDVIや熱画像、葉面積指数(LAI)等による非破壊的な樹勢評価が試みられてきたが、密植茶園では光飽和や地域差の影響により精度が低く、**実用的な評価法に至っていない**。
- ・ 樹体内成分分析などの破壊的測定もコスト・作業負担が大きく、**広域的な利用は困難**。
- ・ 茶の生産現場では、品質の急激な劣化を防ぐために摘採後すぐの加工が必須であるが、既存の方法では収穫量を事前に予測できず、工場処理能力との不均衡によるロスが発生。

(次ページ) 従来法での問題や課題を解決する提案技術の比較について

3. 新技術の特徴・従来技術との比較（具体的な比較）

技術の特徴：質的評価のみの「樹勢評価」すら**確立されていない現状**で、より高い精度が求められる「収量予測」（質的・量的評価）を可能とする技術

収量予測：農家の何気ない作業や栽培管理を茶樹の生長関数（数理モデル）に組み込み、秋の樹冠面から理論収量を求め、栽培関数で補正することより、春の一番茶の摘採量を**数か月前に予測**

茶の予測技術について比較

従来法

- ・ **相対評価**のみで絶対的な定量評価は難しい
- ・ 他地域との比較が**難しい**（八女と宇治の比較など）
- ・ 定量的な評価ができない
- ・ 特別な高価な装置が必要

UAV, 分光反射測定器, サーマルカメラ etc.

未来の予測なんて到底できない。

- ・ 目の前の茶園の**現状**を相対的に大雑把に評価のみ
- ・ 絶対的な樹勢評価、他地域の茶園との比較は難しい

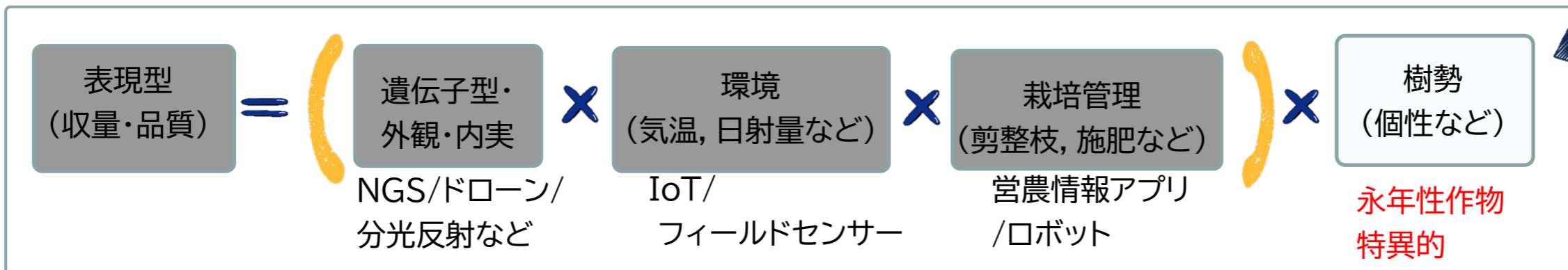
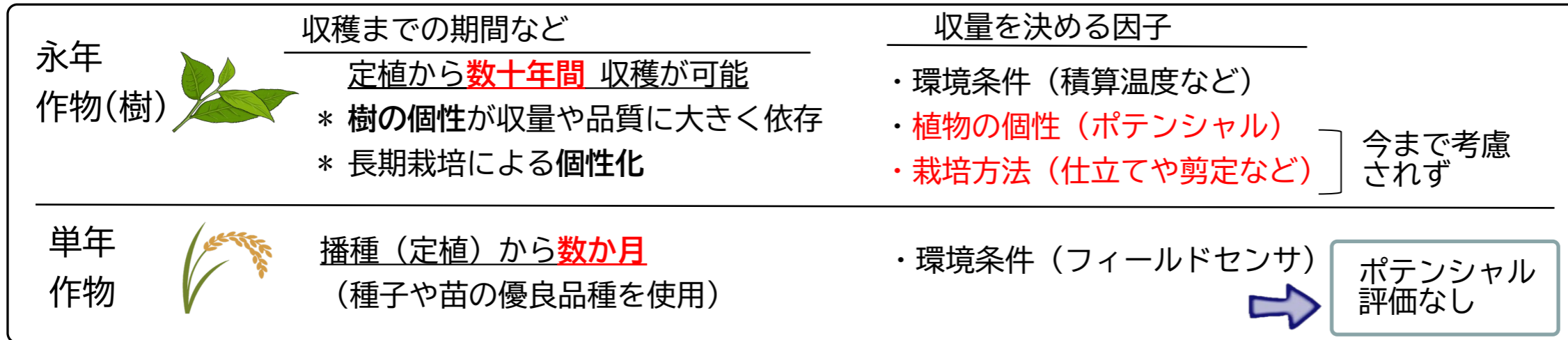
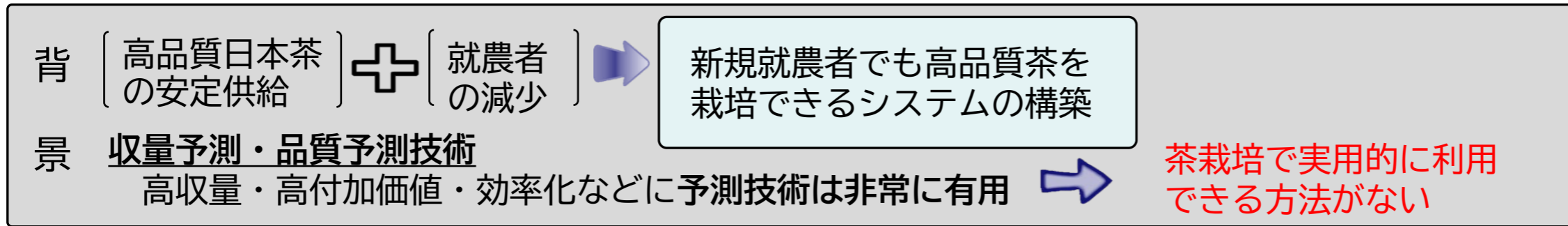
新しい方法

- ・ 標準化により、遠く離れた複数地域の茶園の**比較が可能**
- ・ 茶樹のポテンシャル評価のため、**地域、年次の比較が可能**
（例）八女と宇治の茶園の樹勢を比較可能
- ・ 茶園を定量的評価（収量評価）が可能
- ・ 半年後の収量予測が可能（茶園対処が可能）

- ・ 茶園の樹勢の定量的評価
- ・ 樹勢の標準化により、他地域との比較が可能!!
ついでに、半年後の収量も予測の可能

4. 新技術の特徴・従来技術との比較（社会実装が困難な背景・技術的課題）

茶の予測技術は、なぜ他の作物に比べて**難しい**のか？ → 永年作物・基礎がないことが理解されていない



（次ページ）従来の技術と提案技術の実用可能性・評価・頑健性・柔軟性・自動化による比較について

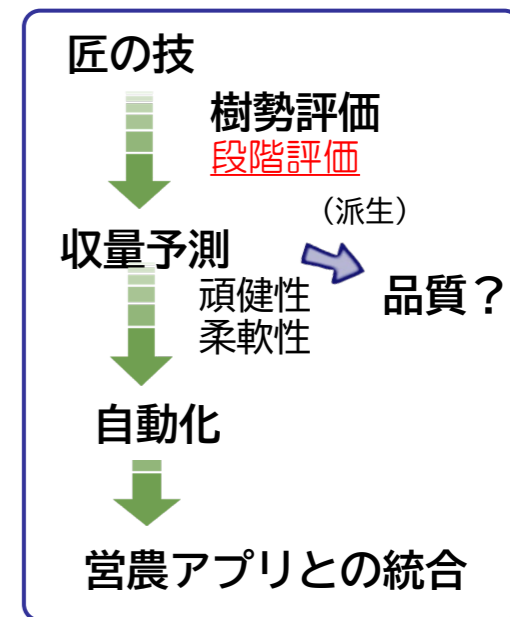
5. 新技術の特徴・従来技術との比較（拡張性）

現在、社会実装されている茶園評価システム・樹勢診断・収量予測法は**ない**

	樹勢評価 (質的評価)		収量予測 (質・量的評価)			
	評価	実用可能性	評価 収量/時期	頑健性 地域性/年次	柔軟性 露地/被覆	自動化 最適化
非破壊的測定						
柴田法 (手動測定) 特願2021-056367	◎	◎	◎/数か月前	◎/◎	◎/○	? ▲ ◎
NDVI (正規化植生指数)	△	—	×/数日前	— / —	— / —	○
熱画像	△	—	×/—	— / —	— / —	○
LAI (葉面積指数)	○	△	×/—	— / —	— / —	○
破壊的測定						
樹体内成分の分析	△	—	×/数日前	— / —	— / —	—

◎：実装の精度あり
○：報告あり、精度中
△：報告あり、精度低
×：報告あり、精度なし
—：報告なし

従来法



・収量：【理論収量】標準条件での収量
【生産収量】農家が指定した条件での収量
【収量】 = 【収量構成要素】 【樹木生態学】 x 【栽培関数】
*重要なのは【データの前処理（クリーニング）】

➡ 離れた地域の茶園の比較
➡ 農家が知りたい茶園の収量

予測の収量
の前提条件

(次ページ) 社会的課題とその対応、実際の用途とメリットについて

（農業が直面している社会課題）

- ・ 農業従事者の高齢化と担い手不足
- ・ 耕作放棄の増加や農地の荒廃の進行
- ・ 国際的な価格競争の激化

（原因）

- ・ 新規就農者の減少（不足）
- ・ 労働力不足によるほ場の耕作放棄
- ・ 農地の継承問題
- ・ 農産物のグローバル化
（国際的な貿易関係の変化）

（解決策）

- ・ 新規就農者の増加：
新規就農者の育成サポート
農業を続けられる環境の整備
- ・ 国内外の需要に応じた戦略的アプローチ：
日本の農産物は競争力の向上

煎茶, 抹茶, 玉露の高品質/安定生産システムの構築

暗黙知の形式知化・ノウハウの伝承・新規就農者支援など

○ポテンシャル評価（茶園の状態把握）

「持続的な安定生産」「連続栽培による樹勢低下の抑制」「優良品種への改植判断（茶園更新）」「管理作業の効率化」など

○適期での摘採計画（茶特有の事情・茶工場の有効利用）

「収穫ロスの低減」「品質管理」「廃棄茶葉の削減」「適期の延長」「加工流通計画」など

○収量・品質制御：

「（国際）市場に柔軟に対応した収量・品質管理」など

○非農家への技術支援

「農家の経験の形式知化」「技術の伝承」「新規就農者支援」「扱いやすい技術」など

7. 想定される用途（具体的に）

収益の増加

収量増大, 品質向上, 品質低下防止など

適期での摘採および加工場の効率的な運用が、**茶の価格を決める**

茶の品質はどのように決まるのか？
栽培法, **適期摘採**, 摘採後の**処理**

茶加工場の処理能力により、**一日の摘採可能な量**が決定

摘採**適期**（品質の維持・**低下の防止**）

適期を過ぎた茶の**品質は低く**、
商品としての**価値が大きく低下**

効率的な工場運営が
茶の価格に強い影響

摘採後の**処理**（品質の**低下の防止**）

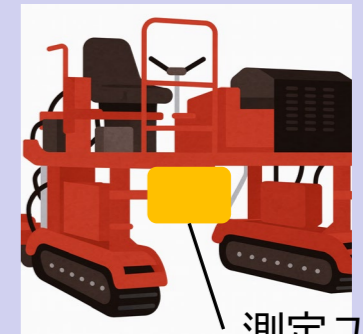
摘採後に急激に品質低下が起
き、商品価値が**大きく低下**

茶園には茶の加工場が併設
（**摘採日に加工**）

他の作物に比べて、「**樹勢**」を含む**収量予測技術**が重要

技術移転先（ユーザ：農家）

乗用型 茶摘採機



測定ユニット

全国に**10,000台以上**稼働

※ 山口小野茶園の摘採機
を基にしたイメージ図

解説

- ・ 摘採後に急激に**品質低下が起こる**ため、茶園には茶の加工場が併設され、加工場の処理能力が周辺茶園の品質に影響。
- ・ チャノキは70%は同一品種であり、適切な時期での摘採期間が短い。
- ・ 適期を過ぎた茶の品質は低く、商品としての価値は大きく低下する。
- ・ 茶業では他の作物に比べて適期での摘採や加工場の効率的な利用が、茶の価格を決める上で非常に重要である。

（次ページ） 実用化に向けた課題（現状・問題・課題等）

8. 実用化に向けた課題

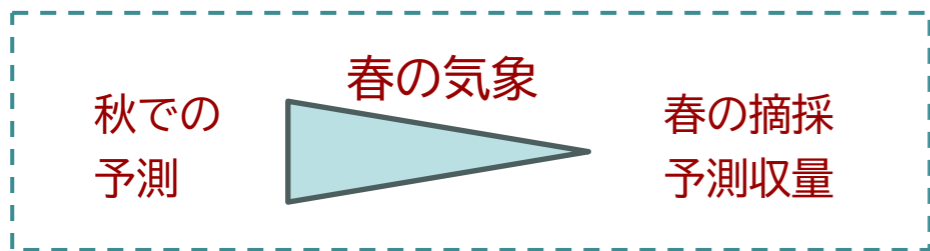
現状： 手動による茶園のポテンシャル評価及び「収量予測は可能

問題： 手間がかかるための自動化および様々な栽培管理に適応させるためのパラメータが求められていない。

課題：

- (1) 画像による特徴量の抽出精度の向上
- (2) そのシステム化(ユニット化)
- (3) 表の栽培管理などへの対応
- (4) 気象条件への対応(メッシュ気候への対応)

(1), (2)解決後に、茶園での大規模な実証試験に移行が可能であり、各圃場で条件設定により、(3), (4)は比較的短期間でデータを取得可能。



年間を通じた、様々な計測により精密農業が可能

- ・品種 : 葉のつき方などの生態的な特徴が変化するために、誤差を生みやすい。
- ・秋整枝高 : 秋整枝を高くすれば予測収率よりも低く出やすい。
- ・深耕 : 断根による枝数の減少により、正常な樹形での予測収量よりも大幅に減少
- ・中切り : 中切りによる枝数の減少により、正常な樹形での予測収量よりも減少

品種ごとに係数
を取得

枝条数を含めた
理論式で対応

農家が知りたい内容

- ・品種
- ・樹勢(達観判断)
- ・栽培管理
 - 被覆(郷土, 葉期, 期間)
 - 秋整枝(高さ・時期)
 - 夏の整剪枝
 - 窒素施肥量, 病虫害
 - 更新(中切り等), 深耕(断根)
 - 樹形(弧状, 水平), 樹齡
 - 灌水(降水), 土壤, 排水性
- ・地域
 - 地形(東西向き等)
 - 日照
- ・その他
 - 越冬中の着葉量

(次ページ) 社会的課題とその対応、実際の用途とメリット

時期	取り組む課題や明らかにしたい原理等	社会実装へ取り組みについて記載
基礎研究	<ul style="list-style-type: none"> ・ 茶樹の生長の数理モデル・収量構成式の設計 (A-STEP) ・ 収量予測の圃場実験による実証 (農水省 戦略プロ) ・ 品質予測の基礎的なモデルの設計開始 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 特許 (特願2021-056367) ・ 永年作物 (常緑果樹) への予測アルゴリズムの確立 ・ 被覆茶への応用 (より高品質/安定生産)
現在	<ul style="list-style-type: none"> ・ 茶園画像と数理モデルを組み合わせた収量・品質予測の実証 ・ AI画像認識による特徴量抽出、パラメータの最適化 ・ 品質予測のモデルの精緻化 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 画像AI (U-Net) による予測 ・ 複数府県と連携し、現場での実証可能性の模索
2年後 (2027)	<ul style="list-style-type: none"> ・ 収量予測モデルの露地および被覆栽培、栽培管理への適用 ・ 自動計測アルゴリズムの確立 ・ 品質予測モデルの圃場での試験 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 摘採機にカメラユニット搭載 ・ JST成果展開プログラムまたは自治体スマート農業事業へ応募 ・ 知財化
3年後 (2028)	<ul style="list-style-type: none"> ・ 多様な茶種に対する茶園画像による収量・品質の自動予測の検証 ・ AI予測モデルのUI/UX最適化および他営農システムとの連携設計 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 多様な栽培管理の茶園へのユニット提供による評価データの取得 ・ 茶園管理支援ツール (茶園管理・加工計画アシスト等) との部分統合、試験運用
4年後 (2029)	<ul style="list-style-type: none"> ・ メッシュ気候データを統合した茶園収量予測 ・ 地域間補正機能の実装 ・ 収量品質予測と茶園経営支援システム (データ統合型) の統合 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 農家, 茶業組合, 農機メーカーへの試験導入β版提供 ・ 試験サービス提供 ・ フィールドセンサー情報を統合管理する茶園経営支援システムとして社会実装 ・ クラウド統合による茶業DXモデルの提供

被覆茶: 抹茶、玉露などの茶を含む被覆栽培による茶の総称

10. 企業への期待

【機械分野の企業さま】

摘採機・ドローン・自走ロボット等への画像認識ユニット搭載を進めており、農業機械・カメラユニット技術を持つ企業との共同開発を希望します。

【IT・AI・環境制御分野の企業さま】

茶園画像からの収量・品質予測モデルのAI精度向上が課題です。画像解析AI・クラウド技術を持つ企業と連携し、自動計測ユニットの組込み技術としての導入を提案、現場データの解析の自動化・予測精度の向上を共に進めたいと考えています。

【みなさまへ】

本技術の導入により、省力化・品質安定化・収益向上が可能になります。AI+数理モデル+現場データを融合した「茶園ポテンシャルの見える化技術」として、茶業のDX化・スマート化の中核技術へ発展させたいと考えています。

11. 企業への貢献、PRポイント

- ・本技術は、栽培管理に重要でありながら経験に大きく依存していた質的な判断である「樹勢」を定量的に示すことができない現状において、茶園のポテンシャルと収量予測を茶園画像から行う新システムです。経験に頼っていた栽培管理を定量的に管理でき、かつ、他の管理システムに組み込むことができるようになることから、省力化・加工計画の最適化・利益向上を目指すことができます。
- ・**抹茶, 玉露**などの高需要茶の効率的栽培や品質向上、**被覆茶の連続栽培による樹勢低下対策**にも有効です。
- ・この技術は茶以外にも**果樹など永年性作物への応用**が可能で、一部は【カンキツの樹勢・摘果評価システム開発】（大学発新産業創出基金事業 2024-25）に展開しています。
- ・AI画像解析と数理モデルを融合した高精度予測技術は、**特許第7713165号**として確立され、安心して導入いただけます。
- ・農機メーカーには摘採機・ドローンへのユニット搭載、IT企業には画像解析AIやクラウド連携による新サービス開発、農業資材・環境制御関連企業には被覆・施肥条件の最適化提案を期待しています。

本技術を通じ、日本茶業のスマート化と地域農業のDX化を共に推進したいと考えています。

12. 産学連携の経歴

2020年-2021年 JST研究成果最適展開支援プログラム(A-STEP) トライアウト 採択
2019年-2023年 農水省戦略的プロジェクト研究推進事業

13. 本技術に関する知的財産権

発明の名称 : 茶葉収量予測装置と茶葉収量予測プログラムと茶葉収量予測方法
出願番号 : 特願2021-056367
特許番号 : 特許第7713165号
出願人 : 国立大学法人 山口大学
発明者 : 柴田 勝

14. お問い合わせ先

山口大学 大学研究推進機構
産学公連携・研究推進センター

TEL:0836-85-9961

E-mail:yuic@yamaguchi-u.ac.jp



山口 藤河内茶園（宇部市）