

# 果樹における省力樹形と機械化 に向けた研究開発

農研機構果樹茶業研究部門  
生産・流通研究領域長  
草場 新之助

# 背景（現状の問題点）

○ 主要果樹、水稲及びばれいしょの作業別部門労働時間(10a当たり)

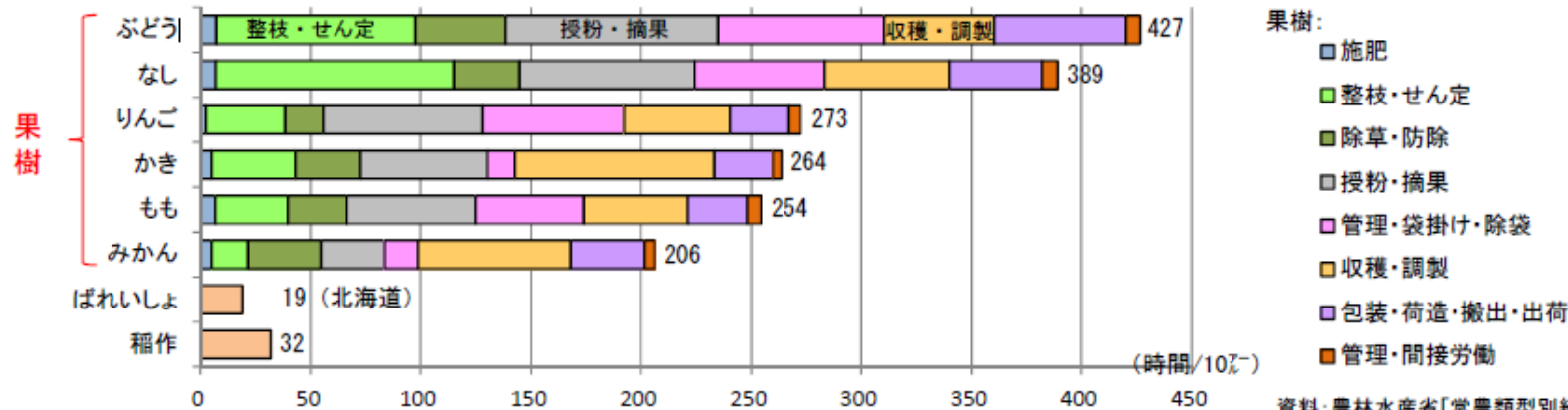
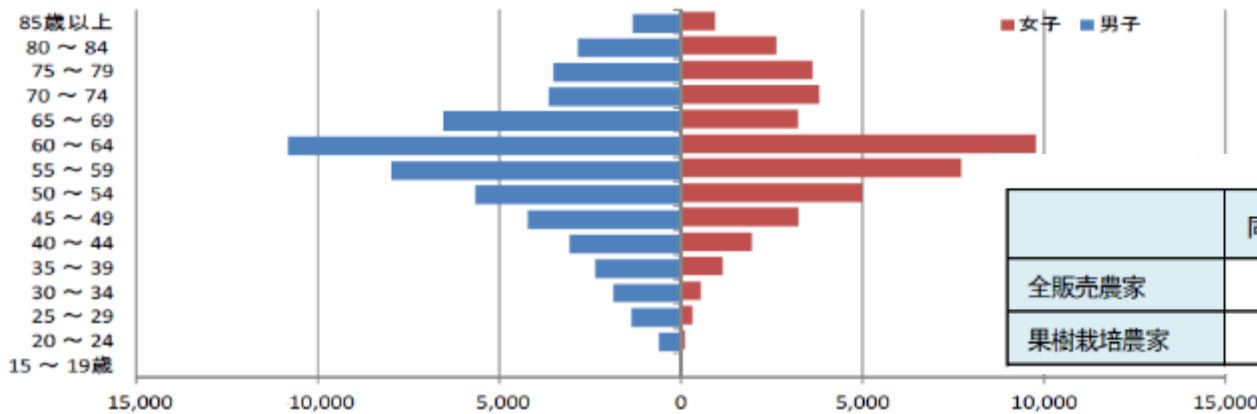


図2-5 基幹的農業従事者数(主業農家のうち果樹単一経営(2010年))



(平成23年度果樹生産構造分析調査報告書：中央果実基金)

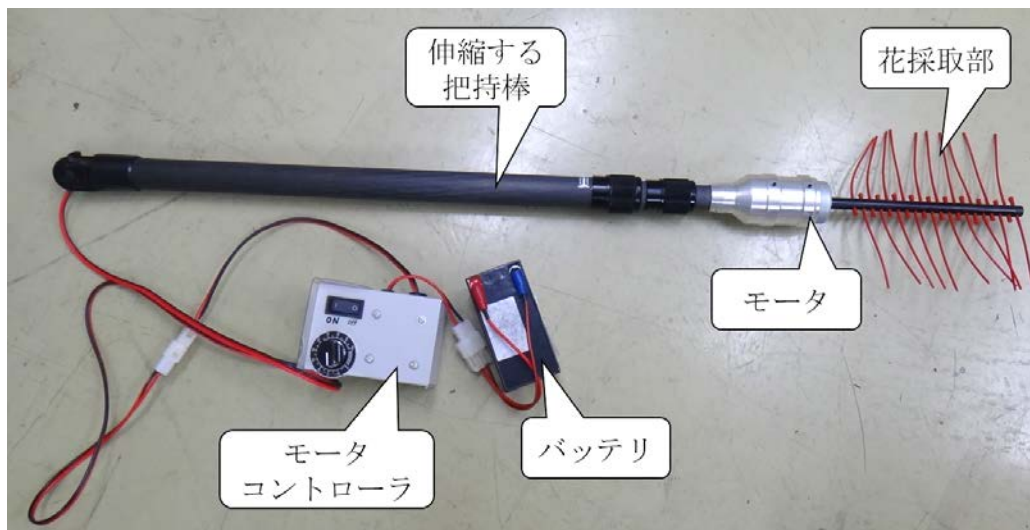
農業後継者の状況

|        | 同居農業後継者 | 農家数       | 後継者確保率 |
|--------|---------|-----------|--------|
| 全販売農家  | 675,345 | 1,631,206 | 41.4   |
| 果樹栽培農家 | 92,540  | 242,344   | 38.2   |

栽培に多くの人手を要するため労働時間が長い  
 担い手の高齢化、後継者不足により人手が不足  
 ➡ 少ない労力で生産可能な技術の開発が急務

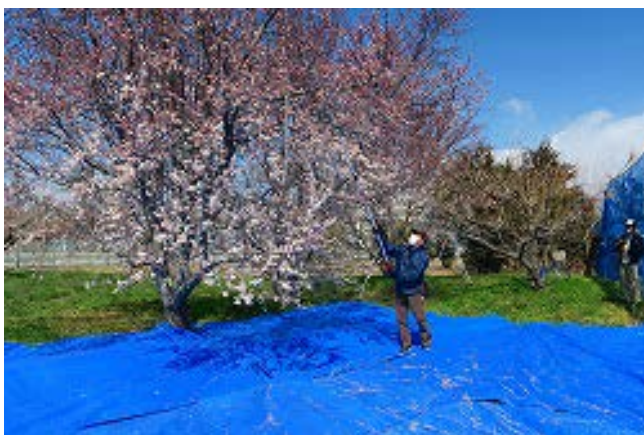
# 1. 省力化、自動化、ロボット化、について

農研機構農業技術革新工学研究センターの取組

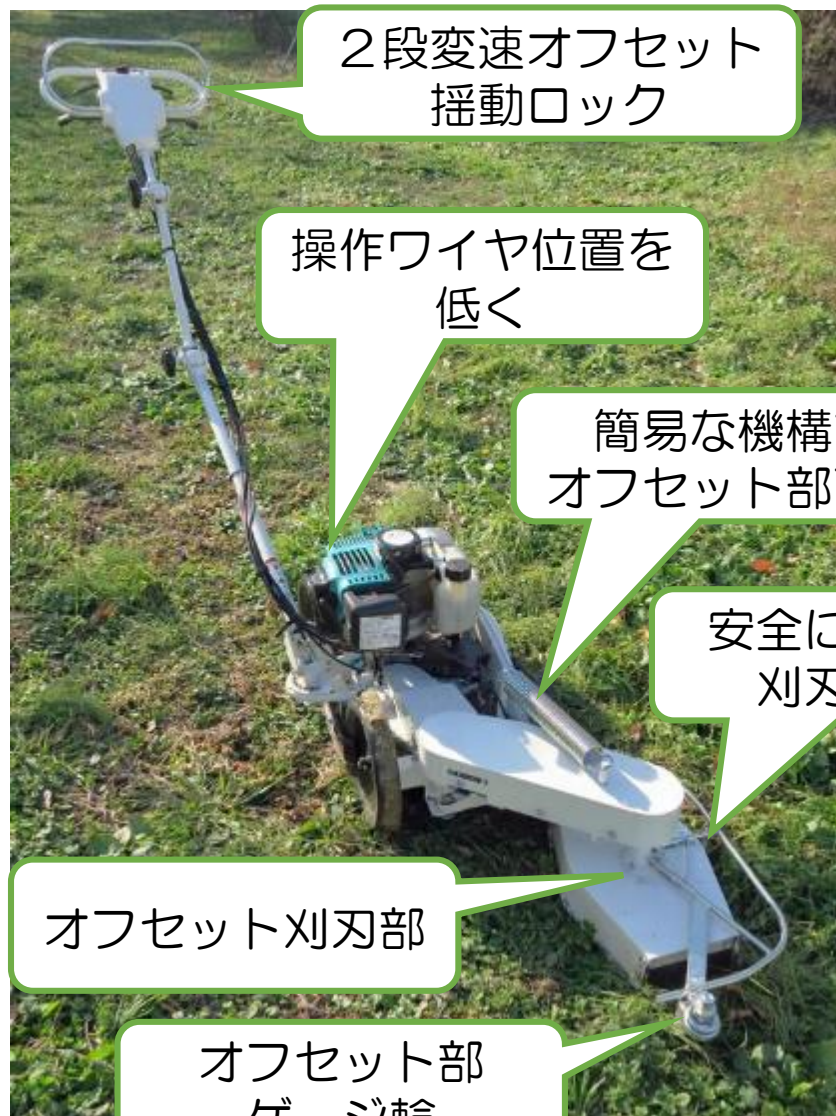


作業時間が限られる花粉採取作業の効率化

試作機



# 樹園地草刈機



|                   |    |                               |
|-------------------|----|-------------------------------|
| 機体質量              |    | 45kg                          |
| 操作ハンドルを<br>除く機体寸法 | 幅  | 560mm                         |
|                   | 長さ | 1140mm                        |
|                   | 高さ | 450mm                         |
| エンジン              | 種類 | 2サイクル<br>ガソリンエンジン             |
|                   | 出力 | 1.7kW                         |
| 刈幅                |    | 300mm + 210mm<br>総刈幅約460mm    |
| 作業速度              |    | 0.41m/s、0.31m/s<br>(前・後進2段変速) |

楽に早く幹周  
まで刈れる



## 草生管理・雑草防除

リモコン式草刈機による  
作業効率の向上



- 作業速度が慣行刈払機の約2倍に
- 除草による農作業事故を0に
- 遠隔操作により傾斜地での作業効率化、  
農作業事故の軽減

農研機構他で開発中の傾斜40度まで  
対応可能な小型リモコン式草刈機



実用水準となったりモコン式の  
草刈りロボット



農研機構とササキコーポレーションで  
共同開発中の高軌道畦畔草刈機

- 急傾斜面（傾斜40度）の草刈りを遠隔操作で行える小型草刈機が実用化。
- 軽トラックに積載可能。
- 走行部はクローラ式。
- 草刈部は、ロータリ式（ナイロンコード、金属刃）で対応。
- 駆動はエンジンまたは電動。
- 作業能率は人力の2倍程度で、精度（刈高さ等）も同等。
- 民間企業からは車輪式のタイプが市販化。



出典：三陽機器  
(株)Webサイトより

農研機構生研支援センター「革新的技術開発・緊急展開事業（うち人工知能未来農業創造プロジェクト（A1プロ））」

「果実生産の大幅な省力化に向けた作業用機械の自動化・ロボット化と機械化樹形の開発（H29-32）」の紹介

# 背景（現状の問題点）

立木栽培では樹形が樹種毎に大きく異なり、複雑な樹形



リンゴ



モモ



ニホンナシ



カンキツ

果樹栽培では、受粉・摘果、  
収穫・調整、整枝・せん定、  
その他管理で多くの時間を要  
している。

これら作業の多くは、現状  
では機械化が困難

樹形の違いが統一的な機械  
化を困難としている一因

機械化が進んでいる水田、畑作は生産方式が規格化されている

- 作業機械の特性
- 直線的な動作が得意
  - 3次元的な樹形への対応の困難性



## 機械化樹形に求められるもの

- 直線的な樹列
- 面的な結実層を持つ樹形  
加えて
- 早期多収のための密植栽培



Y字、V字、主幹形

〔平棚栽培も該当するが、リンゴ、カンキツへの適用が困難〕



結実層が平面的に配置できる列状密植機械化樹形を用いることで、**早期成園化**や**樹種共通機械の開発**が進み**省力化**、**大規模化**が達成できるとともに、空間利用の拡大等による**収量増**が可能となり、生産者の収益の向上、産地の維持発展が図られる。

# A I プロジェクトの概要

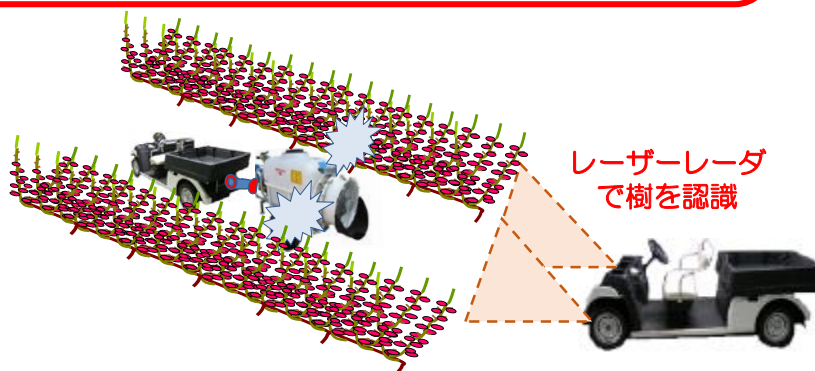
開発するロボット等と適応可能な機械化樹形・樹種



ロボットによる自動収穫（3品目）

低樹高V字 + 収穫にハサミ不要

**労働時間 50%削減**



自動走行防除・草刈機 自動走行車両(9品目)

平面的な結実層を持つ機械化樹形において性能を発揮  
薬剤散布・草刈りの無人化、運搬、管理作業の省力化

**労働時間 30%以上削減**



カンキツ双幹形、Y字形



モモJVTレリス栽培

樹形の統一化  
機械化促進



オウトウJVTレリス栽培

モモ・オウトウ  
V字ジョイント



ニホンナシ、カキV字  
ジョイント

ブドウV字形、モモ・オウトウV字形、  
リンゴ・カキ主幹形、クリ低樹高V字形

産官学20の研究機関  
メーカー、大学、公設試、  
農研機構

【アウトプット目標】平成32年度までに、収量・品質は低下させずに

- カンキツ類、リンゴ、ブドウ、カキ、核果類等において密植列状の主幹形、V字・Y字樹形、双幹形による栽培技術体系を開発し、自動走行台車の多目的利用等により労働時間を各樹種の慣行栽培より30%以上削減。
- 自動走行車は、0.5～3m/sの速度で自動走行可能であり、運搬のほか乗用しての作業や自動薬剤散布機、自動草刈り機の牽引が可能なものを開発。
- V字ジョイント樹形のニホンナシ、リンゴ、セイヨウナシ等を対象に、人間と同程度の速度で9割の果実の収穫が可能な収穫ロボットのプロトタイプを開発。

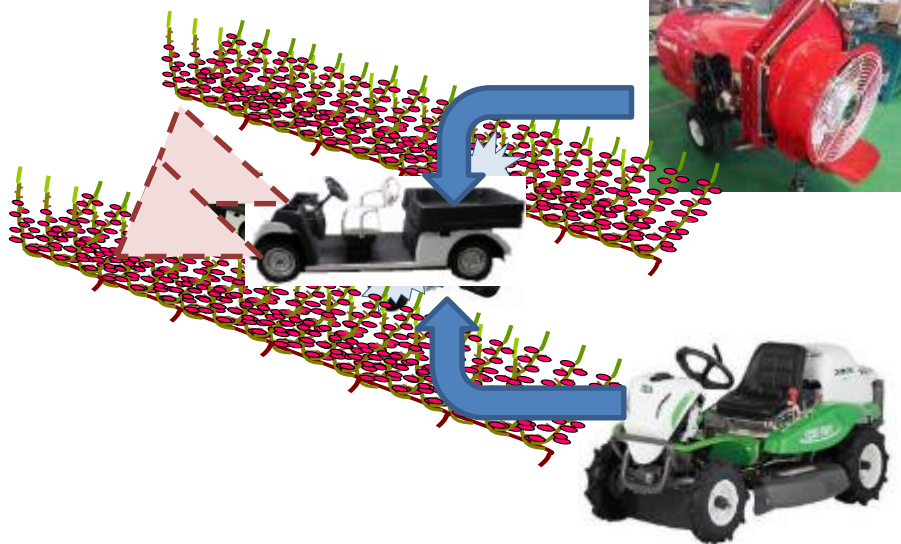
【アウトカム目標】平成37年頃までに

- 開発する自動走行車は、単独で250万円以下、自動薬剤散布機と自動草刈り機が各150万円で市販化。
- 開発する自動収穫ロボットは、自動走行車や自動収納コンテナシステムと合わせて合計600万円以下で市販化。
- 上記の機械・ロボット利用体系により、果樹生産経営体の収益性を大幅に向上できる技術体系を開発。

# 果樹園自動走行車両、散布機、草刈機の開発

【ヤマハ発動機株式、立命館大学、オーレック、他】

果樹園自動走行  
車両の開発



スプレーヤ部  
のみの牽引



草刈機を牽引



乗車・運搬作業支援



ラグタイヤ仕様  
(滑りやすいほ場向け)



ノーマル仕様

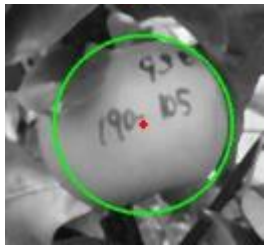
- ゴルフカートベースの自動走行車両
- レーザレーダ等により樹体を認識し、決められた経路を無人走行
- 薬剤散布機、草刈機を牽引し無人作業
- 乗用しての作業支援、運搬支援

# 収穫ロボットのプロトタイプ開発

【株式会社デンソー、立命館大学、神奈川県、他】

V字樹形

日本なし、りんご、  
西洋梨



近赤外カメラ画像  
による認識



収穫ロボット

○果実を傷つけずに把持出来るロボットハンドの開発

○V字樹形を想定した効率的な収穫システムの開発

○日中、夜間を問わない果実の認識

○果実の収穫適期を自動判断

開発中の収穫ロボット



ナシ



セイヨウナシ

りんご

# 1－（１） カンキツ生産システムの開発

## 研究内容



双幹形仕立てにおける自動走行車等の導入により、防除および除草作業の自動化、せん定・枝梢管理の作業時間の省力化を図る。

（福岡県）

極早生、早生

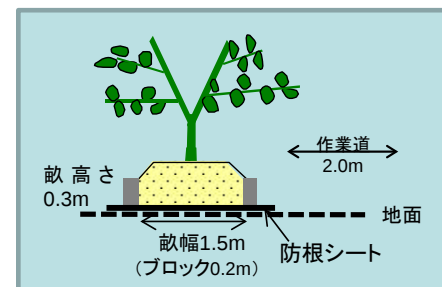
○双幹形仕立て（福岡県農林総試）

○根域制限栽培を基本とした大規模栽培システムの構築。  
（佐賀果樹試、農研機構西日本農研）

温州ミカンの  
根域制限栽培

省力機械

作業台車、防除機等

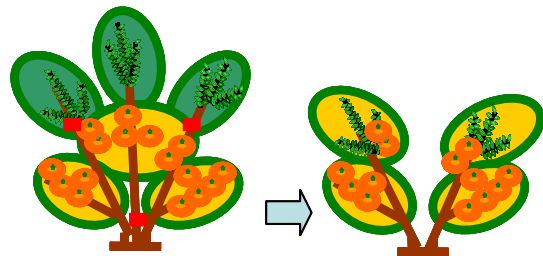


双幹形仕立て  
畝に対し垂直に配置



（佐賀県、農研機構西日本農研）

## 研究内容



中晩柑の既存樹主枝切りによる双幹形へ改造。主枝1/3切除での樹高切り下げで結実層を面的に配置（愛媛県）

### 中晩柑

○機械化樹形への樹形改造。  
（愛媛農水研）

### 高糖系温州

○機械化樹形の効率的維持管理法。  
（静岡県、農研機構果樹茶部門）

双幹形での列状密植樹列の維持と  
樹形改造時の長大枝の抑制

樹幅1.5m

結果層  
高さ0.5-2m

列間3.3-3.5m 樹間1.5m

（静岡県、農研機構果樹茶部門）

平成30年度戦略的プロジェクト研究推進事業

ドローンによる薬剤散布の取組

- 1 カンキツ、カキ果樹園地
  - ・・・傾斜地が多い
- 栽培管理・収穫作業
  - ・・・重労働



- 2 マルチローターの進歩
  - ・精密な空撮画像
  - ・農薬散布用機材の普及（水田）  
（価格200万円、無人ヘリは1000万円）



マルチローターの斜地農業への導入事例はほとんどない



傾斜地での使用に向け、機体の改良および使用方法の確立が必要

「ドローンやほ場設置型気象データセンサー等センシング技術を活用した栽培管理効率化・安定生産技術の開発」

(農研機構、ほか)

1. 傾斜地果樹園を自動航行するドローン機体の開発 ⇒ 「低高度立体飛行」技術の開発
2. 病害虫発生状況を把握するためにドローンが収集すべき情報の解明 ⇒ 病害虫の発生状況に係る画像を取得し機械学習により判定
3. ドローンからの濃厚少量散布用農薬散布機の開発 ⇒ 「高濃度少量散布」技術の開発

農研機構農業技術革新工学研究センターの取組

ドローンによる情報の取得と利用

ドローンによる鳥獣害対策

## 試験ほ場

滋賀県農業技術振興センター

20m x 80m x 2ほ場

## 測定時間

3分20秒

(生育情報測定装置のみの使用)

1 / 54

生育量測定  
(草丈・茎数・葉色)  
72箇所 ⇒ 180分



生育ドローンによる測定の様子

NDVI値(x100)



ドローンで NDVI値 を 測定 ⇒ Farms で 生育マップ作成

基肥にムラをつけたほ場  
⇒ 生育ムラが確認可能

可変施肥エリア内  
⇒ 生育の悪い  
⇒ 追肥量多め



生育ドローン



電動散粒機

手撒きでなく...



尿素利用



搭載重量 約1/3に

## 尿素による散布効果試験 (H29年度)

窒素含有率16%の肥料(NK化成C12号)から  
46%の尿素に変えたときの影響調査

⇒ 収量・品質に有意差無し

## 電動散粒機 改造 (H30年度以降)

- ①施肥から散播まで対応可能に改良
- ②遠隔操作可能に改造



- ・尿素(施肥)  
～Φ2.5mm
- ・そば種子(散播)
- ・緑肥スダックス(散播)  
Φ3.5～5.5mm

# 鳥追いドローン開発計画

開発Phase1 接近動作による鳥除効果(2017年度)

⇒ 試験装置はドローン本体のみ

開発Phase2 接近動作＋複合刺激による鳥除効果(2018年度)

## 聴覚刺激

- ・爆音(高音圧刺激)
- ・銃声(狩猟を連想させる)



## 視覚刺激

- ・フラッシュ(高輝度刺激)
- ・ドローンが迫ってくる動き(天敵を連想)

WiFiで遠隔操作



※許可をとってから試験を実施

## 触覚刺激

- ・プラスチックチェーンで体当たり



## 嗅覚刺激

- ・人間の臭い

様々な刺激の組み合わせを変化させ、鳥に慣れさせないようにする

## 作物生育センシングに関する研究

### ① 水稻の生育情報に基づく追肥技術

⇒ 電動散粒機の改造、空中可変施肥試験



### ② 大豆の生育情報に基づく倒伏診断技術

⇒ 画像からの立体化に必要な条件を調査、高さ精度調査



### ③ マルチスペクトル画像とAIによる農作物データの推定

⇒ AIを用いた農作物データの精度を検証



## 鳥害対策に関する研究

### ④ 直播栽培ほ場における鳥害軽減技術

⇒ 改造した鳥追いドローンの鳥除効果を検証



水田・畑作で確立された技術の果樹への展開を期待

ご静聴ありがとうございました



‘みはや’



‘シャインマスカット’



‘甘太’