

平成29年度 地域貢献活動支援報告書

地域イノベーション推進機構長 殿

所 属 生物資源学研究科  
氏 名 亀岡 孝治

活動テーマ	東紀州における ICT を援用した科学的柑橘栽培支援
実施期間	平成 29 年 6 月 20 日 ~ 平成 30 年 3 月 31 日
活動内容	<p><b>(1) 具体的な活動実施内容</b></p> <p>熊野農林事務所紀州地域農業改良普及センター普及1課の鈴木賢氏、長谷川弘樹氏と連携して、熊野市金山パイロットミカン園で常緑果樹である温州ミカンを対象に、樹勢の異なる樹体の葉を採取し、生育ステージに対応した栽培者がとらえる樹勢の経時的な計測モニタリング手法の確立とモニタリング項目と樹勢との関係の把握を目的に、ミカンが収穫されるまでの6月から10月まで毎月計測を行った。また、ミカン葉常緑樹であるので、2018年度収穫ミカンの解析のために引き続き11月から3月まで計測を続けた。モニタリング項目は、樹勢に関係すると考えられる色彩画像計測による葉面積と色彩情報、蛍光分光分析によるクロロフィル・フラボノール・アントシアニンと窒素バランス指標、蛍光X線分析による元素情報である。取得データは樹体が発現する発現情報(葉面積、色彩、色素)と樹体が吸収する植物栄養情報(元素)に分類し、主成分分析を用いて個々の情報の特徴と、それらの樹勢への関与について定性・定量的な整理を行った。3月27日には、熊野農林事務所会議室で、平成29年度の支援活動を総括すると共に、平成30年度の本格的な光センシングの普及活動について打合せを行った。</p> <div data-bbox="422 1332 1396 1646" style="text-align: center;"> <p>新葉の成長      結実      果実成熟      収穫</p> <p>開花      7月26日撮影      10月11日撮影</p> <p>5月    6月    7月    8月    9月    10月 ~</p> </div> <p>図1 ミカンの生育ステージ</p> <div data-bbox="414 1747 1412 2027" style="text-align: center;"> </div> <p>図2 葉の色素計測と元素計測</p>

表1 ミカン葉におけるサンプル採取日と計測項目の対応  
(2017年度収穫ミカンに関するデータ)

採取日	6月22日	7月26日	8月28日	9月25日	10月12日
重量(g)	○	○	○	○	○
厚さ(mm)	○	○	○	○	○
重量含水率(%)	○	○	○	○	○
葉面積(cm <sup>2</sup> )	○	○	○	○	○
色彩	○	○	○	○	○
元素(%)	○	○	○	○	○
色素	○	○	○	○	○

実証実験の結果、時系列ベースでの樹勢の差異が、ほとんどの計測項目において認められたため、これらの計測項目を用いた樹勢の診断の可能性が示唆された。また、ほとんど計測項目で栽培管理の初期ステージから最終ステージの全ステージで樹勢の差異が保持されていた。そのため、常緑果樹であるミカンは葉が栽培年度をまたがって越年することから、前年度の葉を通して前年度の樹体の状態が一部引き継がれ、一年間の生育ステージだけでは栽培管理によって樹勢を変化させることは困難である可能性が示唆された。併せて、光センシング結果を用いた月単位での最適な施肥設計が行える可能性も示唆された。

## (2) 地域への貢献（地域の発展・活性化への寄与、広がり）

熊野農林事務所紀州地域農業改良普及センター普及1課の鈴木賢氏、長谷川弘樹氏と連携して、ミカン栽培での樹体管理にの光計測を用いる効果を検証する実証実験を6月から3月まで行い、普及活動のための光センシングを用いた樹勢計測技術の確立に目処をつけると共に、10月12日には鳥羽商船高等専門学校の白石和章准教授、NTTドコモとローンを用いた広域のミカン栽培状況のモニタリング実験を行った。平成30年度からは、光センシングの本格的な普及体制の確立を目指す予定である。

## (3) 共同実施者との連携状況

熊野農林事務所紀州地域農業改良普及センター普及1課の鈴木賢氏、長谷川弘樹氏とは定期的に電子メールベースで細かい打合せを行いつつ、三重大学での打合せ、熊野市金山パイロットでの打合せなど密に連携し29年度成果の30年度計画への展開を図っている。また、鳥羽商船高等専門学校の白石和章准教授にはAI（人工知能）の光センシング戦略への導入を目的として、特別講義などをお願いし、連携を図っている。

## (4) 大学の教育・研究成果のかかわり

29年度は熊野市金山パイロットでの活動（7月、10月、3月）を研究室所属の4年生、博士前期課程1年生、博士後期課程3年生の現場実証実験の場として活用した。そこ結果、実証実験の一部は平成29年度の博士論文と卒業論文の一部となった。また、鳥羽商船高等専門学校の白石和章准教授には研究室の学生（学部学生3年生と4年生6名、博士前期課程学生2名、博士後期課程1名）へのAI（人工知能）に関する特別講義をお願いし、ミカン樹体の健康診断に用いる光センシングデータのAIを用いた解析に関する教育を行った。また、今回得られた成果は、一部が研究論文として有名国際誌（Sensors）と情報処理学会誌に発表されると共に、農業情報学会と作物学会の国際シンポジウム（招待講演）で口頭発表された。詳細は具体的な成果を参照されたい。

**(5) イベント等開催実績 (名称, 実施場所, 参加人数等)**

・名称: 気象ステーション、光センシングとドローンを援用した科学的柑橘栽培支援に関するワークショップ

・実施日: 10月12日、実施場所: 熊野市金山パイロット

・参加者:

**【三重大学】**

教授: 亀岡孝治、助教: 伊藤良栄

大学院博士前期課程1年学生: 礒田修平, 学部4年学生: 岡野隆志

**【鳥羽商船高等専門学校白石和章准教授】**

准教授: 白石和章

**【(NTT ドコモ)】**

2名

**【三重県熊野農林事務所】**

鈴木賢、長谷川弘樹

**(6) これまでの取組みによって得られた具体的な成果について**

1. ハンディータイプの蛍光 X 線分光分析装置を用いた葉のリアルタイム元素分析  
(金山パイロットのミカン樹体の葉の周年分析、収穫果実の分析)
2. ハンディータイプ蛍光分光装置を用いた葉のクロロフィル、フラボノイド、アントシアンのリアルタイム分析  
(金山パイロットのミカン樹体の葉の周年分析、収穫果実の分析)
3. 発表論文  
亀岡孝治: 高品質果樹生産のための IoT 利用技術, 情報処理, 58(9), 806-809 (2017).  
Shinichi Kameoka, Shuhei Isoda, Atsushi Hashimoto, Ryoei Ito, Satoru Miyamoto, Genki Wada, Naoki Watanabe, Takashi Yamakami, Ken Suzuki and Takaharu Kameoka: A Wireless Sensor Network for Growth Environment Measurement and Multi-Band Optical Sensing to Diagnose Tree Vigor, Sensors 17.5, 1-21, 966(2017).
4. 招待講演  
Takaharu Kameoka: Development of Sensors and Monitoring Tools. - Recent Progress in Optical Sensing for Field Phenomics: Theory and Practice -, ミニシンポジウム 1「フィールドにおける High-throughput Phenotyping に関する国際作物研究の潮流」, 第245回日本作物学会講演会, 日本作物学会 (2018年3月).
5. 口頭発表  
礒田修平、亀岡慎一、伊藤良栄、橋本篤、亀岡孝治: 二次栽培指標と樹勢の光診断による包括的栽培支援方法の確立, 農業情報学会2017年度年次大会 (2017年5月18日・東京)  
礒田修平, 岡野隆志, 亀岡慎一, 伊藤良栄, 橋本篤, 亀岡孝治: 光センシングを用いた果樹樹勢評価に関する基礎的研究, 農業×情報通信ワークショップ2017, 農業情報学会 (2017年11月16日-17日・鶴岡)