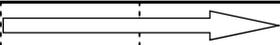
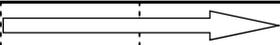
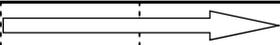


委託プロジェクト研究課題評価個票（終了時評価）

研究課題名	【市場開拓に向けた取組を支える研究開発】国産農産物の多様な品質の非破壊評価技術の開発	担当開発官等名	研究開発官(基礎・基盤、環境)						
		連携する行政部局	大臣官房政策課技術政策室 生産局農産部園芸作物課 生産局農産部技術普及課						
研究期間	H25～H29（5年間）	総事業費（億円）	5.5億円（見込）						
研究開発の段階	<table style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">基礎</td> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">応用</td> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">開発</td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="text-align: center;">  </td> </tr> </table>	基礎	応用	開発				関連する研究基本計画の重点目標	重点目標 17
	基礎	応用	開発						
									

研究課題の概要

<委託プロジェクト研究課題全体>

農産物の価値を高めるには、これまで市場評価されてこなかった新たな強みとなり得る品質を見出すことが重要となる。国内農産物が有する新たな品質を特定することによって、国内においては地域産物の高付加価値化、また国外に向けては日本産ブランドの品質保証が可能となる。そのため、農産物の機能性や食味バランス等を新たな訴求点として明確化し、それらの品質を評価する技術を開発するとともに、拡大が見込まれる世界の食市場に向けて、輸出先の嗜好性に関するデータベース・予測技術を構築・開発する。

<課題①：国産農産物の多様な品質の評価技術の開発（継続：平成25～29年度）>

農産物を非破壊評価する上で定量可能な指標は、これまで糖度、酸度等に限られていた。そのため、それらと異なる訴求可能な品質を非破壊的に迅速、簡便に捉え得る技術を開発する。具体的には、リンゴとトマトを対象品目として、①官能評価（※1）による食味や食感等の品質や機能性、加工特性等の「品質情報」、②質量分析装置（※2）等を用いた成分分析結果を統合した「成分情報」、さらに③分光学的手法によって取得した「光学特性情報」を相関付けることによって、非破壊評価可能な品質指標を特定し、また、その品質を非破壊的に迅速・簡便に評価できる技術を開発する。

<課題②：国産農産物の嗜好性に関するデータベースの構築及び嗜好性の予測技術の開発（継続：平成26～29年度）>

輸出重点品目であり、海外消費者ニーズの高いモモを対象品目として、輸出先の嗜好に合わせた品種の特定に資する技術を開発する。そのため、モモの輸出先として期待される東南アジア・ヨーロッパ等の消費者を対象として、味、香り、食感、色、大きさなどについての官能評価や嗜好評価試験（※3）を実施し、モモの輸出先における嗜好性に関するデータベースを構築する。また、輸出先の嗜好性に関わる主要成分を特定し、当該成分を非破壊的に迅速に計測する技術を開発するとともに、この技術から得られる情報に基づき当該品種の輸出先の嗜好への適合度を非破壊的且つ迅速に予測する技術を開発する。

1. 委託プロジェクト研究課題の主な目標

- ① リンゴ、トマト2品目について、多様な品質の評価技術を実証。
- ② モモにおいて輸出先の嗜好性に関わる主要成分を非破壊的に迅速に計測する技術を開発するとともに、モモの輸出先における嗜好性に関するデータベースを構築する。[終了時目標変更：変更理由は「2. 研究目標（アウトプット目標）の達成度及び今後の達成可能性」を参照]

2. 事後に測定可能な委託プロジェクト研究課題としてのアウトカム目標（H32年）

本プロジェクト研究で開発された技術を普及し、農業、食料関連産業等に年間15億円の新たな需要を創出

【項目別評価】**1. 研究成果の意義****ランク：A****① 研究成果の科学的・技術的な意義、社会・経済等に及ぼす効果の面での重要性**

- 本プロジェクトで開発する技術は、①官能評価に基づく食味等や機能性などの品質情報、②成分情報、③非破壊手法により得られる光学特性情報の3つの情報を、データマイニングにより関連づけることで、これまで定量化できなかった品質を非破壊検査により測定・評価することを可能とするもので、世界的にも例のない先端的技術開発であり、独創性、革新性が高い。当該技術は、他の農産物や品質にも応用可能で汎用性があり、研究成果の科学的・技術的な意義は高い。また、非破壊評価には、市販の選果機等に用いられているシステムを活用し、当該技術を新たな機能として搭載することから実用性は高い。当該技術により消費者に対して新たな品質指標を提示することで、個々のニーズに応じて選択が可能となる。さらに、本プロジェクトで構築するモモの海外嗜好性データベースにより、輸出相手国、嗜好性に合ったモモ品種を戦略的に生産することが可能となり、輸出重点品目であるモモの輸出拡大に繋がる。以上の研究成果によって数十億円程度の経済効果が見込まれるため、我が国経済・社会に及ぼす効果も大きい。
- 平成26年6月に改訂された「農林水産業・地域の活力創造プラン」では、今後10年間で農業・農村の所得を倍増させることを目指して4つの戦略目標を掲げている。本プロジェクトでは、①これまで市場評価されていなかった品質を評価する技術を開発することによって、国産農産物の新たな価値を生み出すこと、また、②海外の嗜好性を的確に把握することによって、相手国に適した品種選定を容易にするなど、輸出促進を下支えする技術や情報を提供するため、上記活力創造プランの4つの戦略目標のうち「需要フロンティアの拡大」を主として「バリューチェーンの構築」、「生産現場の強化」などにも資する研究開発を実施している。
- 課題①の「国産農産物の多様な品質の評価技術の開発」では、食品の三次機能（※4）としての生体調節機能に関与するカロテノイド（※5）やフラボノイド（※6）等の機能性成分も対象品質としている。平成27年4月から開始された機能性表示食品制度では、事業者の責任において科学的根拠に基づき機能性を表示することが可能となり、加工食品はもとより農産生鮮物も対象である。そのため、機能性野菜等の開発を強化するなど、消費者ニーズを見込んだ企業活動が活発化しつつあり、機能性表示による農産物の高付加価値化、さらに海外向けには日本産ブランドの品質保証の裏付けとなり得る。
- 平成25年8月に策定された「農林水産物・食品の国別・品目別輸出戦略」のもと、国産の農林水産物・食品の輸出額は着実に伸びている。それら我が国の輸出動向の現状を踏まえ、平成28年5月にとりまとめられた「農林水産業の輸出力強化戦略」では、本プロジェクトで対象品目となるリンゴは平成27年までに140億円（平成27年輸出額：134億円）、モモは22億円（平成27年輸出額：11億円）に拡大することを目指している。

以上のように、国産農産物の輸出力強化や機能性表示制度の開始など施策の動向を鑑みると、当初より一層プロジェクト成果の重要度が高まっており、国が先導して研究を推進する意義は非常に高い。

2. 研究目標（アウトプット目標）の達成度及び今後の達成可能性**ランク：A****① 最終の到達目標に対する達成度**

<課題①：国産農産物の多様な品質の評価技術の開発>

アウトプット目標①「リンゴ、トマト2品目について、多様な品質の評価技術を実証」の達成に向けて、技術開発を実施。対象2品目に関して、品質情報、成分情報、分光特性情報等の膨大な情報を収集し、それらビッグデータの関連を明らかにすることによって、これまで評価が困難であった品質を客観的かつ迅速に評価する解析フローを構築した。リンゴについてはスキャナ画像を用いて内部褐変度を客観的に定量化する技術や、内部褐変の発生を1ヶ月前の段階で予見できる技術を開発した。さらに、開発された技術の実用化を見据えて、選果機メーカーと連携を開始し、内部褐変予測の精度向上を図るため実証試験を実施している。また、トマトについては、非破壊評価により、食味や機能性成分を客観的かつ迅速に数値化して、消費者に理解しやすい食品表示作成に役立てられる可能性が示された。

<課題②：国産農産物の嗜好性に関するデータベースの構築及び嗜好性の予測技術の開発>

プロジェクト当初、アウトプット目標②を「対象品目の励起蛍光マトリックスと各種成分の含有量等の関連づけを終了し、輸出先の嗜好に合わせた品種の選定及び栽培法の改善のための解析プログラムを構築」と設定していた。運営委員会においてプロジェクトの進捗と目標の実現性について議論し、①果実表面のみを観測対象とする励起蛍光マトリックス法（※7）では果実全体の評価が難しい、②栽培法

の改善について本課題の実施期間内に実施するのは困難であると判断し、非破壊評価法としては、近赤外分光法（※8）やラマン分光法（※9）などにも対象技術を広げ、栽培法の改善については研究を中止することとした。さらに、中間評価時に「目標にどのように到達するかを見据え、必要に応じた見直しが必要」との指摘を受けて、より具体的で明確なアウトプット目標とするため、目標②を「モモにおいて輸出先の嗜好性に関わる主要成分を非破壊的に迅速に計測する技術を開発するとともに、モモの輸出先における嗜好性に関するデータベースを構築する。」と設定変更した。目標変更にともない、これまでに以下の研究成果を得た。

8カ国（ヨーロッパ3ヶ国（イギリス、ドイツ、フランス）、東南アジア3ヶ国（タイ、シンガポール、インドネシア）、アメリカ、インド）の在日外国人（各国30名以上）及び日本人（30名）を対象としてモモ6品種の嗜好性調査を実施するとともに、味覚・香りセンサーなどを用いて国内多品種多産地の桃の味や香りの違いを調べ、品種毎に嗜好性に関わる特徴を定量的に比較した。現在、データベースのドラフト版は完成しており、記載する情報を分析・整理中である。また、モモ果実の軟化の指標としてペクチン（※10）加水分解を指標することの有用性を明らかにし、これを指標として近赤外分光スペクトル（※11）を用いたモモの熟度を数値化する方法を開発した。現在、この手法をもとに嗜好性において重要な指標となる「熟度」を非破壊的に評価する技術の実用化に向けて実証試験を実施している。

② 最終の到達目標に対する今後の達成可能性とその具体的な根拠

アウトプット目標①「リンゴ、トマト2品目について、多様な品質の評価技術を実証」については、3つの情報（品質、成分、光学特性）を相関付ける解析フローを構築し、その解析フローを用いて官能評価指標や機能性などの品質が非破壊的に評価できることを明らかにした。また、開発技術の社会実装を見据えた上で、生産現場ニーズが高い開発要素として、リンゴでは経済損失の大きい“内部褐変”を、また、トマトでは食味に関する成分やカロテノイド類などの機能性成分を、近赤外分光法によって簡便に定量する技術開発を順調に進めている。今後、「リンゴの内部褐変予測技術」及び「トマトの食味および機能性評価技術」を実証することによって、アウトプット目標①を達成できる見込みである。

アウトプット目標②「モモにおいて輸出先の嗜好性に関わる主要成分を非破壊的に迅速に計測する技術を開発するとともに、モモの輸出先における嗜好性に関するデータベースを構築する。」については、対象国に適合した品種の選定技術を開発するとともに、国別に好まれる品種やサイズなどの嗜好性情報を整理し、プロジェクト終了までにデータベースとして公開予定である。現在データベースのドラフト版の構築は終了し、記載データを分析・整理している。これまでに実施してきた嗜好性調査結果と、生果の近赤外スペクトルデータを相関付けることにより、輸出先の嗜好に合わせた品種選定のため判別プログラムを構築しており、データベースに収録予定である。また、モモの熟度を数値化する簡便な手法を開発し、嗜好の重要な指標である「熟度」について、品種の選定のみならず、輸出先のニーズに合わせた出荷時期の調整など、精密出荷のツールとして利用できる可能性が示された。以上のことから、「海外嗜好性データベース」を完成させ、また「モモ熟度が判別可能な非破壊評価技術」を実証することによって、アウトプット目標②を達成できる見込みである。

3. 研究が社会・経済等に及ぼす効果（アウトカム）の目標の今後の達成可能性とその実現に向けた研究成果の普及・実用化の道筋（ロードマップ）の妥当性

ランク：A

① アウトカム目標の今後の達成の可能性とその具体的な根拠

本課題では「本プロジェクト研究で開発された技術の普及により、農業、食料関連産業等に年間15億円の新たな需要を創出」することをアウトカム目標としている。本プロジェクトで開発した非破壊評価技術について、残されたプロジェクト期間中及びその終了後に、機器開発メーカー等との共同研究を通じて実証試験を実施し、県や生協など関連業界を通じて全国に技術を移転する。なお、開発した非破壊評価技術のうち「モモ熟度が判別可能な非破壊評価技術」については特許出願中であり、技術を知財化することによって民間への技術移転を速やかに実施できるよう配慮している。

こうした取組により、本プロジェクトで開発した技術が社会実装されることで、以下の通り 20 億円程度の需要創出の経済効果が見込まれる。

【試算】

(1) リンゴの輸出拡大（10 億円程度）

国産リンゴは、貯蔵技術の進歩によって、8 月頃からの収穫以降、通年で出荷が可能である。このうち、CA 貯蔵庫で長期保管された後、翌年の 4 月以降に販売される長期貯蔵リンゴは、貯蔵の長期化に伴って内部褐変の発生による品質低下リスクが高くなっている。

財務省「貿易統計」によれば、平成 27 年度のリンゴの輸出総額は 134 億円であるが、長期貯蔵リンゴが輸出される 4 月から 8 月までの輸出額は 5 ヶ月間の総額で 10 億円程度と低迷している。

本プロジェクトで開発した「リンゴの内部褐変予測技術」を活用することによって、内部が褐変しない正常果を選抜し、長期貯蔵リンゴの品質低下を低減することができる。これにより、通年で品質の高

い国産リンゴの安定輸出が可能となり、4月から8月までの輸出先国の需要を新たに取り込んで、この期間の輸出額の大幅増加が期待できる。例えば、この期間の輸出額が倍増することで、10億円程度の経済効果が期待できる。

(2) モモの輸出拡大 (10億円程度)

農林水産省「作物統計」及び財務省「貿易統計」によれば、モモの出荷量は111,400トン、そのうち、輸出量は1,150トンである。モモの総生産量のうち輸出向けのモモは1%程度で、その輸出額は約11億円である。

本プロジェクトで開発するモモの「海外嗜好性データベース」と「嗜好性予測技術」により、国内のモモ品種と輸出先国の嗜好性の適合度を評価することが可能となる。これにより、輸出に取り組んでいる生産者・流通業者がその品種に適した輸出先国を選定・拡大することや、これまで売れるかどうかの不安から輸出を躊躇していた生産者・流通業者・産地が輸出に取り組むことが可能となり、出荷量の1%に留まっているモモの輸出を大幅に拡大できる。例えば、モモの輸出額がほぼ倍増することで、10億円程度の経済効果が期待できる。

以上のように、アウトカム目標とその実現に向けた成果の普及・実用化の道筋は明確であり、当プロジェクトで得られた成果によって試算の通りアウトカム目標は達成できる見込みである。

② アウトカム目標達成に向け研究成果の活用のために実施した具体的な取組内容の妥当性

○本プロジェクトでは、当初から流通業者や食品メーカーを参画機関に含めることによって、生産者や消費者のニーズを吸い上げられる体制とした。中間評価を踏まえプロジェクトにおける開発要素を具体的に以て降、非破壊評価技術の実用化に向けて選果機メーカーと、また、海外嗜好性データベースの活用に向けて広告代理店やマーケティングリサーチ企業と連携を開始し、開発技術の実用化・製品化に向けて研究推進体制の強化を図った。また、モモの熟度判定技術については、特許出願することによって民間への技術移転を速やかに実施できる体制とした。

○プロジェクトで得られた成果については、アカデミアを対象に関連学会、研究会主催のシンポジウム等で成果報告したのみならず、プロジェクトの対象品目であるリンゴやモモの産地での成果報告会等において成果、開発技術などを積極的に広報しつつ、生産者や企業等、研究成果の実需者との意見交換を実施した。そこで得た提言を踏まえて、プロジェクトの方向性を適宜見直した。主なアウトリーチ活動及び今後予定しているアウトリーチ活動は、別添資料「論文数等共通事項調査票」に記載の通りである。

以上のように、実需者の意見をくみ上げ、実用化・製品化に向けた取り組みを実施している。

③ 他の研究や他分野の技術の確立への具体的貢献度

本プロジェクトで、分光学的手法を用いた非破壊評価法によって、内部の品質状態（リンゴの内部褐変やモモの熟度など）はもとより一部の機能性成分なども、対象産物を壊すことなく評価できることが明らかとなった。本課題で構築した「品質情報と分光学的特徴を相関付ける解析フロー」は他品目にも展開可能である。

4. 研究推進方法の妥当性

ランク：A

① 研究計画（的確な見直しが行われてきたか等）の妥当性

外部有識者4名及び関係する行政部局で構成した「委託プロジェクト研究運営委員会」を設置、年3回程度の運営委員会を実施。委員会では、プロジェクトの進捗状況を把握しつつ、有識者、関係部局の提言を踏まえ、プロジェクトの研究計画や方向性を逐次見直した。これまでの主な見直しは以下の通り。

課題①（国産農産物の多様な品質の評価技術の開発）においては、プロジェクト成果の最大化に資する課題に重点化した。具体的には、リンゴを対象品目とした研究について、プロジェクトの進捗状況及び運営委員会の議論を踏まえて経済損失の大きい“内部褐変”を予測するための非破壊評価技術の開発に集中した。また、トマトを対象品目とした研究については、食味に関する成分を対象に研究を開始したが、機能性表示食品制度の開始にともなって、カロテノイド類などの抗酸化性を有する機能性成分の評価技術の開発も対象とした。以上の経緯を踏まえ、平成28年度から18の小課題を14に集約した。

課題②（国産農産物の嗜好性に関するデータベースの構築及び嗜好性の予測技術の開発）では、プロジェクト当初、データベース構築のコンソーシアムと予測技術開発のコンソーシアムが別々に研究を実施していたが、①対象品目がモモであること、②技術開発要素が異なるもののモモの輸出促進に向けた技術開発を目標と掲げていることなど共通点があるため、コンソーシアム間で情報を共有しつつ、連携してプロジェクトを進めていくこととした。具体的には、海外嗜好性データベースから得られる情報をより充実したものとするため、「嗜好性の予測技術の開発」の課題で得られた成分情報等を海外嗜好性

データベースに収載するなど、成果の最大化・効率化をはかった。これに伴い、平成28年度から12の小課題を10に集約した。

以上のように、運営委員会や中間評価時の議論を中心として課題の選択と集中を実施。研究開発要素が明確になってきた段階で、重点課題を設定してそこに資金、予算を重点配分するなど、逐次研究推進体制や研究計画を見直してきた。

② 研究推進体制の妥当性

プロジェクト開始以降これまでに運営委員会を12回開催し、課題の見直しや推進方針を以下のように検討した。

- 中間評価時に「目標にどのように到達するかを見据え、必要に応じた見直しが必要」との指摘を踏まえ、平成27年度末の運営委員会では、全課題について目標達成度や今後の方針を改めて整理し「①研究計画の妥当性」に記載した課題の廃止・集約化や配分予算の重点化等を行い、研究推進体制の効率化を図った。
- 「開発技術の社会実装」をコンソーシアム内で強く意識共有し、プロジェクト当初から民間企業をコンソーシアム内に参画させ、また、開発要素を明確化して以降、技術の製品化の実現に向けて選果メーカーや広告代理店・マーケティングリサーチ企業との連携を開始するなど、成果の活用を見据えた研究開発を実施した。

以上のように、推進委員会での指摘や運営委員会の議論、提言を踏まえて、また、プロジェクト成果が、“使える技術”になるよう、研究計画や課題構成等の見直しを実施してきており、研究推進・管理体制の妥当性は高い。

③ 研究の進捗状況を踏まえた重点配分等、予算配分の妥当性

「①研究計画（的確な見直しが行われてきたか等）の妥当性」や「②研究推進体制の妥当性」に記載の通り、中間評価を踏まえプロジェクトの進捗状況に合わせて、実行課題を集約する等、課題の選択と集中を実施している。それにともない、小課題を計30から24に集約し、注力すべき課題に対して予算や人員を重点的に配分・配置した。

プロジェクト最終年度である29年度においては、本プロジェクトの大きな開発要素である非破壊評価技術を選果機等、既存機器に落とし込んで実証試験を実施する担当課題に対して予算を重点配分することで、成果の活用を見据えた予算配分を実施する。具体的には、課題②においてデータベースのドラフト版は既に完成しているため、本年度はデータベースに収載する情報の整理が主たる課題となるため、配分額を減額予定。

以上のように、実行課題の進捗に合わせてプロジェクトの推進体制を見直しつつ、それに応じて予算を適正に配分しており、予算配分は妥当と考える。

【総括評価】

ランク：A

1. 委託プロジェクト研究課題全体の実績に関する所見

モモの熟度判定技術について、特許出願することにより民間への技術移転の体制を構築したことを評価する。

2. 今後検討を要する事項に関する所見

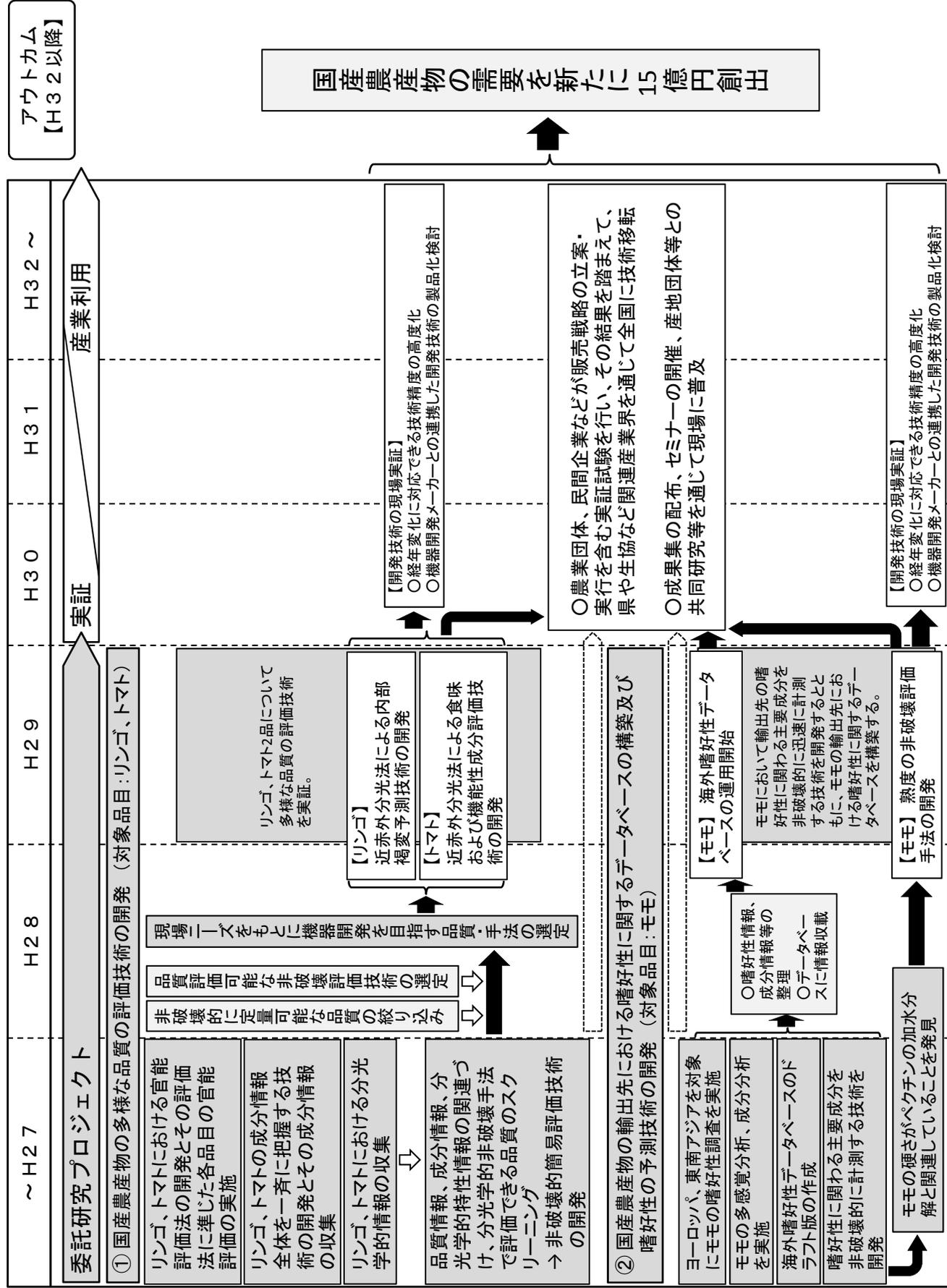
今回、開発しているモモとリンゴの研究成果について、他の果実に応用するなどの展開を期待する。

[研究課題名] 「市場開拓に向けた取組を支える研究開発」のうち
「国産農産物の多様な品質の非破壊評価技術の開発」

用語	用語の意味	※番号
官能評価	訓練された人間の感覚器官によって対象物の品質を分析的に測定、解析、解釈する方法。	1
質量分析装置	ガスクロマトグラフ質量分析装置 (GC-MS) *1、キャピラリー電気泳動質量分析装置 (CE-MS) *2、液体クロマトグラフ質量分析装置 (LC-MS) *3などを活用した成分分析装置のこと。 ----- *1 ガスクロマトグラフ質量分析装置 (GC-MS) 試料を気化し、カラムに通過させて、試料中の各種成分とカラムとの相互作用の差を利用して成分に分離し、それぞれの質量を測定する装置。香りなど揮発しやすい成分の分析に適する。 ----- *2 キャピラリー電気泳動質量分析装置 (CE-MS) 試料中の各成分をその電気的な性質に応じて分離し、それぞれの質量を測定する装置。糖・アミノ酸・有機酸などイオン性が高い (水溶性が高い) 成分の分析に適する。 ----- *3 液体クロマトグラフ質量分析装置 (LC-MS) 試料をカラムに通過させて、試料中の各種成分とカラムとの相互作用の差を利用して成分を分離し、それぞれの質量を測定する装置。揮発しやすい成分や水溶性が高い成分の分析に関する精度はGCやCEに劣るが、幅広い成分の分析が可能であり、ポリフェノールなど、GCやCEでの分析に適さない成分の分析に用いる。	2
嗜好評価試験	試験対象食品について、グループインタビューや製品テスト等のマーケティングリサーチ手法によってあらかじめ作成した評価基準 (色、味、香り、大きさ、食感、イメージなど) を用いて、消費者の嗜好を評価する方法。	3
食品の三次機能	生体調節機能であり、具体的にはポリフェノールやカテキン、食物繊維等の機能性成分のことを指す。機能性成分の食品表示が可能となったことから、一次機能 (栄養機能)、二次機能 (感覚・嗜好機能) に次いで注目が集まっている。	4
カロテノイド	βカロテンやリコペンなど、黄、橙、赤色などを示す天然色素の総称であり、いずれも高い抗酸化作用を示す代表的な機能性成分である。緑黄色野菜や果物に多く含まれる。	5
フラボノイド	カテキンやアントシアニン、イソフラボンなどの植物二次代謝物の総称で、ポリフェノールの一種。多くが抗酸化作用を有し、様々な健康効果が認められている。	6
励起蛍光マトリックス法	測定対象に照射する励起光の波長、励起光の照射を受けて測定対象が発する蛍光の波長と強度という3つのデータを三次元グラフで表現したもの (「蛍光指紋」ともいう。) 。測定対象 (品種、産地など) ごとに特有のパターンを示す。	7
近赤外分光法	波長700~2500nmの目に見えない光を用いて主に有機物の定量、判別等を行う事のできる分析手法。物体を透過しやすい光であるため果物の糖度選果など迅速・非破壊評価に用いられる。	8
ラマン分光法	振動分光法の一つで、対象に照射したレーザーの反射 (散乱) 光から分子固有の振動スペクトルが得られる。一般的に物質の選択性は近赤外分光法や蛍光指紋に勝るが、感度が低く、成分の定量には向かない。	9
ペクチン	植物の細胞壁や中葉に含まれる複合多糖類であり、植物細胞をつなぎ合わせるセメントのような働きをする。果物の軟化のマーカー成分であり、成熟の指標のひとつである。	10
分光スペクトル	光をプリズムや回折格子といった分光器を通すことにより得られる、波長ごとの光強度の分布。分光スペクトルは非破壊的に得られ、かつ対象物に含まれる成分によって固有の波形が観測されるため、これを解析することで成分分析が可能である。	11

【ロードマップ（終了時評価段階）】

国産農産物の多様な品質の非破壊評価技術の開発



国産農産物の多様な品質の評価技術の開発

りんごの内部褐変を発生前に検知する光センシング技術

研究概要

ガス濃度を調整したCA貯蔵によって、収穫翌年の春以降もりんごを供給することが可能となる。しかし、その後は内部褐変を生じやすく大きな損失が生じている。CA貯蔵庫から出庫後、内部褐変が生じる可能性のある個体を検出する技術を開発した。

主要成果

近赤外分光方式の糖度選果機による内部褐変予測法を開発

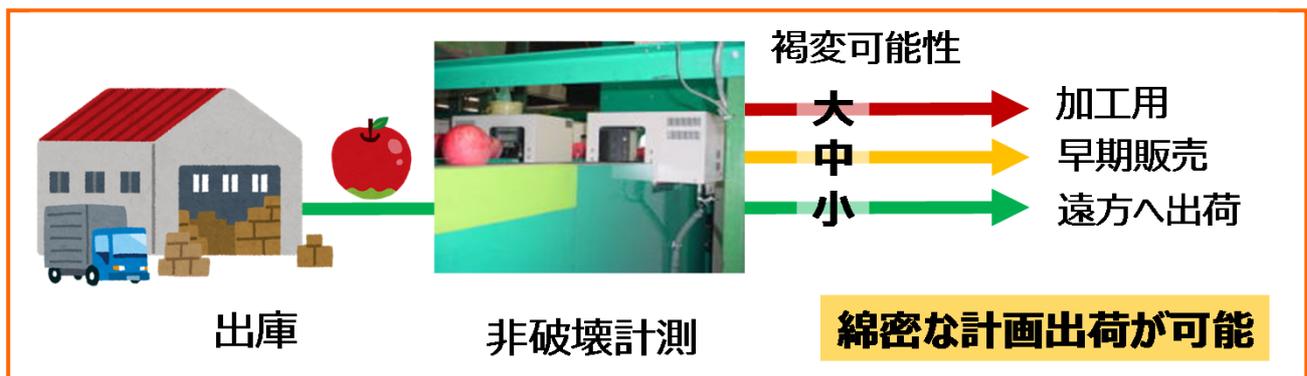
現在内部褐変しているかだけでなく、向こう1ヶ月の間に褐変するか否か(褐変可能性)を非破壊的に予測できる技術を開発する。



内部褐変の例

既存の選果システム搭載の近赤外センサーのデータを用い、データマイニング手法によって褐変可能性が判定できるモデル式を構築。

既存選果システムに搭載モデル式を用いて、1ヶ月後の褐変可能性を評価する技術を開発。(現行システムでは平均誤判別率9%)



今後の方針

- ① 選果システムへの実装と、歩留まりを考慮した判定モデルの調整。
- ② 褐変が発生しやすいマイナー品種の貯蔵・精密出荷への応用と展開。

国産農産物の多様な品質の評価技術の開発

農産物の品質(機能性成分・嗜好性指標)を迅速定量する技術

研究概要

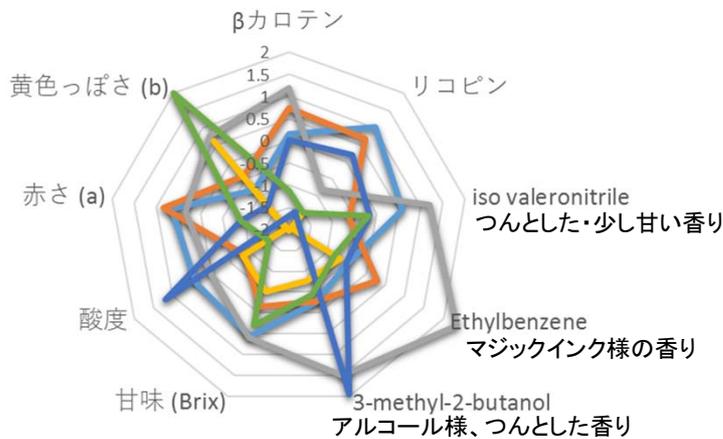
機能性表示食品制度導入後、加工食品のみならず、農産生鮮物でも機能性成分を表示したいというニーズが高い。そこで、品種によって食味、食感に多様性があるトマトを例に、消費者にとって品質がひと目で分かる表示が可能となるよう、官能評価指標や機能性成分等が非破壊的且つ迅速に評価できる手法を確立した。

主要成果

分光スペクトルにより非破壊的に品質を数値化する技術を開発



近赤外分光法等の分光スペクトルから抗酸化能、機能性成分、呈味成分、香気成分、さらに人による官能評価値を推定する検量モデルを多変量解析・データマイニングにて構築。



非破壊分光技術のサポートにより、品種ごとの特徴を示すレーダーチャートを容易に作成できる。

品種ごとの特徴がひと目で分かる食品品質表示作成をサポート。収穫時期や生産者による違いなども迅速に対応できる。

今後の方針

- ①推定可能な項目、成分の拡大とマーカー成分との相関を利用した精度の向上。
- ②品種の特徴表示を添付したトマトの試験販売と消費者の反応調査を実施。

国産農産物の輸出先における嗜好性に関するデータベースの構築 及び国産農産物の輸出先における嗜好性の予測技術の開発

国産農産物の輸出先における嗜好性に関するデータベースの構築

研究概要

強い農業を実現する上で輸出の促進は非常に重要であり、輸出を考える上で重要なのは、輸出相手国の嗜好やニーズである。輸出相手国の嗜好やニーズを的確に且つ科学的に把握し、嗜好にあった国産農産物の輸出を促進するための支援ツールとして、輸出重点品目であるモモの海外嗜好性データベースを構築した。

主要成果

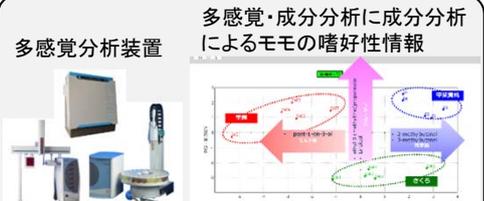
輸出相手国の嗜好が分かるモモのデータベースを作成

【嗜好性調査】



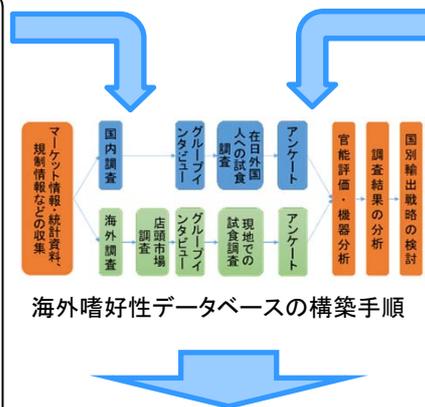
在日外国人9カ国(ヨーロッパ3ヶ国、東南アジア3ヶ国、アメリカ、インド、日本)を対象としてモモ6品種の嗜好性調査を実施。甘さ、香り、食感等の嗜好性尺度を9段階に設定し数値化して嗜好性調査情報を収集した。

【客観的な嗜好性情報の整理】



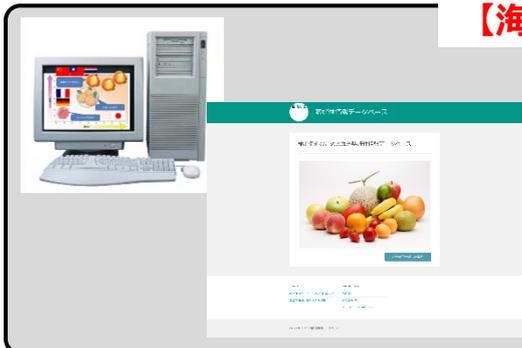
多感覚・成分分析によるモモの嗜好性情報
多感覚分析装置

- 味覚・香りセンサーなどを用いて国内多品種多産地の桃の違いを調査。品種毎の特徴を定量的に比較。
- 分光学的非破壊手法によって、硬さ、香り、ジューシー感等の官能評価値を非破壊推定できる評価系を開発。今後客観的に品種別・熟度別の特徴を数値化することが可能。



海外嗜好性データベースの構築手順

【海外嗜好性データベース】



出力コード	品種別・国別嗜好性
品目:モモ	嗜好性MAP
品種	<input checked="" type="checkbox"/> 白桃 <input checked="" type="checkbox"/> 白桃 <input checked="" type="checkbox"/> 黄桃 <input type="checkbox"/> 中華桃 <input type="checkbox"/> 罐桃
国選択	<input checked="" type="checkbox"/> 日本 <input checked="" type="checkbox"/> 中国 <input checked="" type="checkbox"/> タイ <input checked="" type="checkbox"/> ドイツ <input checked="" type="checkbox"/> フランス <input type="checkbox"/> ロシア

品種ごとに...
その品種が好まれる国を表示

出力コード	国別嗜好性
品目:モモ	嗜好性MAP フランス
品種	<input checked="" type="checkbox"/> 白桃 <input checked="" type="checkbox"/> 白桃 <input checked="" type="checkbox"/> 黄桃 <input checked="" type="checkbox"/> 中華桃 <input type="checkbox"/> 罐桃
国選択	<input type="checkbox"/> 日本 <input type="checkbox"/> 中国 <input type="checkbox"/> タイ <input checked="" type="checkbox"/> フランス <input type="checkbox"/> ロシア

国ごとに...
好みの品種のランキングを表示

データベースに収載される情報をもとに、国ごとの嗜好性を判断。産地での輸出品種の選定や輸出産地育成などの経営判断が可能。

今後の方針

- ①本システムは当面、代表機関が運用。時機を見て民間企業などでの運用へと移行。
- ②嗜好性データベースは汎用性のある設計とするため、今後他品目にも展開。

国産農産物の輸出先における嗜好性に関するデータベースの構築 及び国産農産物の輸出先における嗜好性の予測技術の開発

モモの熟度(食べごろ)を光で非破壊的に評価する技術

研究概要

日本のモモは海外で評価がきわめて高く、国によって嗜好や消費時期が多様なため、様々な品種に輸出のチャンスがある。しかし外見上わからない食感・熟度のバラツキが原因で、流通～消費段階で多くの問題が発生している。そこで、最も現場ニーズの高い熟度を、近赤外法を用いて非破壊的に評価する方法を開発した。

主要成果

非破壊的にモモの熟度(食べごろ)を数値化する手法を開発

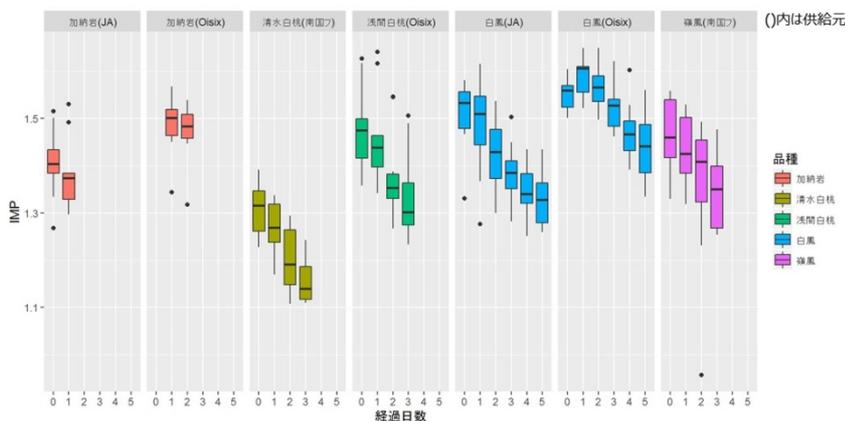
【アイデア】 モモの追熟に伴うペクチンの加水分解を指標とする



*In vitro*実験から960 nmの波長に変化の極大を発見
960nm、810nm*の2波長のみでモモ熟度をセンシング

モモ熟度指標 (Index of maturity for peaches; IMP)

$$IMP = A_{960\text{nm}} - A_{810\text{nm}} \quad * \text{ベースライン波長}$$



クロロフィルの変化(670nm)を使う既存法では未熟→可食状態の変化を評価できるのに対し、本方法では多くの品種のモモについて可食状態以降の追熟(食べごろ)を数値化できる。

可食状態になってからの追熟(食べごろ)を明確に数値化。
→ 精密出荷や熟度を揃えた提供が可能。

今後の方針

- ①選果システムへの実装
- ②モモ以外の追熟系果実への応用

論文数等共通事項調査票

(平成28年12月31日調査時点)

事業名	国産農産物の多様な品質の非破壊評価技術の開発					
実施期間	平成25～29年度			評価段階	終了時	
予算額 (百万円)	初年度 (25年度)	2年度目 (26年度)	3年度目 (27年度)	4年度目 (28年度)	5年度目 (29年度)	総合計
	111	148	118	101	75	553

項目	① 査読論文	②国内 特許権等 出願	③海外 特許権等 出願	④国内 品種登録 出願	⑤ プレス リリース	⑥ アウトリーチ 活動
実績件数	18	1	0	0	1	23

具体的な実績(件数の多いものについては、代表的なもの(10件程度)を記載。)

①査読論文

- 1) Trivittayasil V, Tsuta M, Imamura Y, Sato T, Otagiri Y, Obata A, Otomo H, Kokawa M, Sugiyama J, Fujita K, Yoshimura M (2016), Fluorescence fingerprint as an instrumental assessment of the sensory quality of tomato juices. J. Sci. Food Agric., 96, 1167-74
- 2) 田中 福代, 岡崎 圭毅, 櫻村 友子, 大脇 良成, 立木 美保, 澤田 歩, 伊藤 伝, 宮澤 利男 (2016), リンゴにおけるみつ入り果の特徴的香気成分の生成メカニズム, 食品科学工学会誌, 101-116
- 3) Trivittayasil V, Tsuta M, Imamura Y, Sato T, Otagiri Y, Obata A, Otomo H, Kokawa M, Sugiyama J, Fujita K, Yoshimura M (2016), Fluorescence fingerprint as an instrumental assessment of the sensory quality of tomato juices, Journal of the science of food and agriculture, 96, 1167-1174
- 4) Iijima Y, Iwasaki Y, Otagiri Y, Tsugawa H, Sato T, Otomo H, Sekine Y, Obata A (2016), Flavor characteristics of the juices from fresh market tomatoes differentiated from those from processing tomatoes by combined analysis of volatile profiles with sensory evaluation. Biosci Biotechnol Biochem, 80, 2401-2411
- 5) Iijima Y, Iwasaki Y, Otagiri Y, Tsugawa H, Sato T, Otomo H, Sekine Y, Obata A (2016), Flavor characteristics of the juices from fresh market tomatoes differentiated from those from processing tomatoes by combined analysis of volatile profiles with sensory evaluation. Biosci. Biotech. Biochem., 80, 2401-2411
- 6) Trivittayasil V, Tsuta M, Kokawa M, Yoshimura M, Sugiyama J, Fujita K, Shibata M (2015), Method of determining the optimal dilution ratio for fluorescence fingerprint of food constituents, Bioscience, biotechnology, and biochemistry, 79, 652-657
- 7) Tomita S, Nemoto T, Matsuo Y, Shoji T, Tanaka F, Nakagawa H, Ono H, Kikuchi J, Ohnishi-Kameyama M, Sekiyama Y (2015), A NMR-based, non-targeted multistep metabolic profiling revealed L-rhamnitol as a metabolite that characterised apples from different geographic origins, Food Chemistry, 174, 163-172
- 8) Tanaka F, Miyazawa T, Okazaki K, Tatsuki M, Ito T (2015), Sensory and metabolic profiles of "Fuji" apples grown without synthetic agrochemicals: the role of ethylene production, Bioscience, Biotechnology, Biochemistry, 2034-2043
- 9) 安藤聡、中野明正、金子壮、坂口林香、東出忠桐、畠中誠、木村哲 (2015), 日蘭トマト品種の果実成分と収量性、野菜茶業研究所研究報告, 14: 32-38
- 10) 安藤聡、坂口(横山)林香 (2015), トマトの加熱調理によるグアニル酸生成およびその品種間差, 日本食品科学工学会誌, 62: 417-421

(他8編)

②③④(国内外)特許権等出願・品種登録

- 1) 果実の食べ頃評価方法及び評価装置 出願番号 特願2016-226485

⑤プレスリリース

- 1) 「蜜入りリンゴのおいしさは香りであり -リンゴのおいしさの秘密に迫る-」(平成28年3月17日、農研機構中央農研)

⑥アウトリーチ活動(研究活動の内容や成果を社会・国民に対して分かりやすく説明する等の双方向コミュニケーション活動)

- 1) アグリビジネス創出フェア2016「国産農産物の輸出拡大を目指した非破壊評価技術の開発」(平成28年12月14日、東京ビッグサイト)
- 2) 野菜のおいしさ講習会「野菜の品質評価技術」(平成28年6月21日、日比谷記念ホール)
- 3) 農業食料工学会2015年度シンポジウム「農業・食品研究におけるNMRメタボロミクスの利用」(平成28年2月22日、東京都中小企業振興公社)
- 4) 大地を守る会講演会「農産物の風味」(平成28年1月29日、成田市さわらや)
- 5) アジレントテクノロジー社主催メタボロミクスセミナー「食品分析とメタボローム:その活用と課題」(平成27年11月12日、東京コンファレンスセンター品川)
- 6) JASIS2015ブース展示「蛍光指紋によるトマトジュースの官能特性評価」(平成27年9月2-4日、幕張メッセ)
- 7) 「食品開発展2014」食(おいしさ)の視知覚と消費者行動(平成26年10月9日、東京ビッグサイト)
- 8) 石川県次世代産業育成講座新技術セミナー「食品の官能評価」(平成26年8月21日、石川県トライアルセンター)
- 9) 日本分析化学会表示・起源分析技術研究懇談会「メタボローム解析事例からみた有機農産物の特徴」(平成26年7月25日、キリンビール生麦工場)
- 10) 食と錯覚公開シンポジウム・基礎心理学の展開シリーズ「錯視の科学」(平成25年11月16日、主婦会館プラザエフ)

(他13件)

その他(行政施策等に貢献した事例)

- 1) 中央果実協会主催の果樹農業研究会に情報提供。果樹輸出促進マニュアル作成の参考資料として報告書に記載。

今後予定しているアウトリーチ活動等

- 1) 山梨県学校給食大会「食べ物のおいしさ表現(仮)」(平成29年1月14日、桃源文化ホール)
- 2) 青森県リンゴ研究所 平成28年度(第37回)試験成果・情報発表会(平成29年2月14日、青森県)
- 3) 全野研修会(平成29年2月16日、船の科学館)
- 4) 第71回 日本栄養・食糧学会大会(平成29年5月20日、沖縄県)
- 5) 農研機構植物工場研修会(平成29年6月、つくば市)
- 6) 日本食品科学工学会主催シンポジウム(平成29年8月、場所未定)
- 7) 次世代施設園芸シンポジウム(平成29年10月28日、高知県)
- 8) 農産物流通技術研究会主催シンポジウム(日時、場所未定)