

【研究グループ(又は研究機関)名】：食品メタボロプラットフォームコンソーシアム  
【研究代表機関】：国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構  
【参画研究機関】：理化学研究所、新潟国際情報大学、大阪大学大学院、九州大学、神奈川工科大学、アサヒ醸造、キッコーマン、マルハニチロ、産業技術総合研究所、バイオジェット

【研究期間】  
平成26年度～平成27年度

## 1 研究の背景・課題

メタボローム解析は、多数の成分を同時に検出・比較し、試料間の差異と関連する成分を見いだす手法である。本手法は、新しい食品の開発に向けて、材料や加工プロセスを効率的に選定するのに極めて有効な技術であるが、食品分野にはほとんど普及していない。食品のプロファイル解析技術が、新たな商品開発や評価等に活用されるよう、持続的に共同研究や研修、技術移転が行える場が必要である。

## 2 研究目標

食品のプロファイル解析プラットフォームを構築する。

## 3 研究内容

中核機関の高分解能NMR装置の改修を実施するとともに、拠点機関へ特徴の異なる質量分析装置を整備する。さらに、食品製造現場への実装を視野に発酵食品や新規加工法を適用した食品を題材とした食品のプロファイル解析を実施し、プラットフォームの稼働性を検証する。

## 4 研究成果

### ○プラットフォームの構築

(1) NMRプロファイル解析研究の基盤となる最新装置を整備し、多検体試料受け入れ可能な状態とした。また、企業・大学から解析希望者を受け入れ、発酵食品等のNMRによるメタボローム解析を支援した。598化合物について2次元NMRデータベースを整備するとともに、Webツールの開発と公開を行った。

(2) 質量分析については、装置取扱やデータ解析手法に関する講習会開催や研究員受け入れ等により、試料提供者自身でメタボローム解析が実施できるよう支援した。

### ○食品試料によるプラットフォームの利用

(3) 味噌、野菜ジュースの乳酸菌発酵物および発酵工程中のパン生地等を用いてNMR法によるメタボローム解析を実施した。加工食品の成分変動解析では、加工方法や保存条件の違いにより、香気成分のプロファイルが特異的な変移が明らかになった。泡盛醸造を実機規模で実施し、発酵過程でのもろみのメタボローム情報を取得する試料を採取し、酵母種の相違に起因する特徴的な香気成分を確認した。2次元GC分析のデータを解析し酵母や熟成期間の違いにより変化する泡盛香気成分を明らかにした。

## 5 今後の展開方向、見込まれる波及効果

中立性・公益性の高い食品プロファイル解析プラットフォーム構築により、

- (1) NMR/MSメタボローム研究のプラットフォームとして新たな解析手法の開発が加速化
- (2) NMR/MSメタボローム研究プラットフォームとして機能性成分データ等の情報収集が加速化
- (3) 普及装置によるNMR/MSメタボローム研究のプラットフォームとして民間・公設試への普及技術の開発が加速化
- (4) 上記(1)～(3)のプラットフォームの維持コストを低減し、「使える技術」としての運用が可能
- (5) 上記(2)～(2)のプラットフォームについて、データの品質化と長期間の安定運用が可能となる。

「農林水産業の革新的技術緊急展開事業（技術革新を加速化する最先端分析技術の応用）  
問合せ先：農研機構 食品研究部門（TEL：029-838-7980）」

## メタボローム解析を通じて食品開発関連技術の高度化・高品質化を検討できる持続的な研究PFの構築

### (1) NMRメタボローム解析研究の基盤となる最新システムを整備



### (2) MSメタボローム解析研究の基盤となる最新装置を整備

Phase diagram

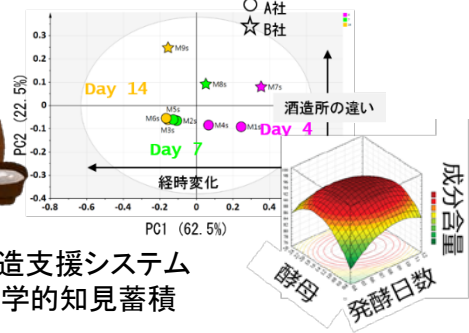
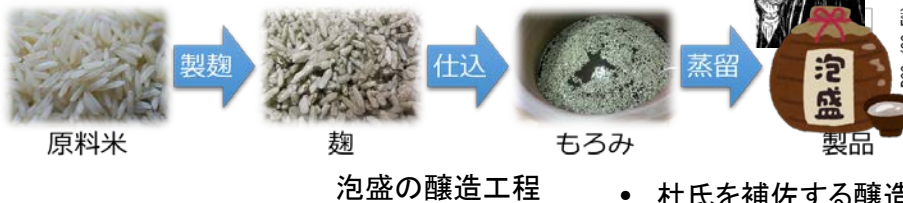
超臨界クロマトグラフ 三連四重極型質量分析計

Shimadzu SFC UC/QqMS (ShimadzuCo.)

Triple-quadrupole (Qq) mass spectrometer

- ・低粘性、高拡散性というクロマトグラフィーの移動相として好ましい性質
- ・高流速分析においても高い分離能を保ち、極性溶媒 (モディファイアー) の添加や温度、背圧を変化させることで幅広い分離モードを選択可能
- ・高速走査速度  
⇒ 多成分の脂質分子をモニタリング可能
- ・高感度、高選択性 (MRMモード)  
⇒ 微量の脂質分子の同定・定量

### (3) 食品試料解析と技術適用・普及イメージ



- ・ 杜氏を補佐する醸造支援システム
- ・ 商品化に有用な科学的知見蓄積



#### 農林水産業・食品関連産業

- ・ 商品化・商品開発等への応用
- ・ 事業者主体で解析実施可能
- ・ 専門家の下での人材育成
- ・ 大学等からの人材確保
- ・ 新しい情報入手

- ・ 事業者の発案
- ・ 互いに利益のある課題設定



#### 食品のプロファイル解析プラットフォーム

- ・ 技術移転の機会
  - ・ 多様な情報の共有
  - ・ 研究テーマの発掘
  - ・ 学生のインセンティブ向上
  - ・ PF稼働人材の確保
  - ・ 装置類の維持費の確保
- メリット  
役割



- ・ 大学等からの人材確保
  - ・ メタボローム解析への距離感縮小による依頼増大
- メリット

# メタボローム解析を活用した 農作物同等性の包括的・客観的評価システム基盤の開発

【研究グループ名】：農作物同等性メタボローム評価コンソーシアム  
 【研究代表機関】：国立大学法人筑波大学  
 【参画研究機関】：国立研究開発法人理化学研究所、(株)常盤植物化学研究所、  
 国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構食品総合研究所  
 国立研究開発法人国際農林水産業研究センター、  
 (株)キーストーンテクノロジー

【研究期間】  
平成26年度～平成27年度

## 1 研究の背景・課題

【背景】環太平洋戦略的経済連携協定（TPP）の導入による海外からの輸入作物・食品の増加により、残留農薬基準緩和や産地偽装等、我が国の食料安全は未経験の危機に曝されることになる。一方、TPP対策の一つとして農作物の高付加価値化を目指した実用作物開発が進んでいる。

【課題】産地・品種の差異に由来する農作物同等性を評価する新たな技術法が求められる中で、取得データに基づいて精度よく同等性を評価する手法開発が急務である。

## 2 研究目標

【研究目標】農作物同等性の包括的・客観的評価システム基盤開発のために、メタボローム解析技術を導入する。本技術によって、差異を生み出すカギとなるメタボリックインデックスとなり得る代謝物候補を絞り込む。

## 3 研究内容

1. 定量分析法とメタボローム解析の融合による農作物・食品の同等性評価法の開発
2. メタボローム解析による世界流通コメ品種の同等性評価
3. メタボローム解析を活用した栽培環境差由来の代謝物群量的変動解析

## 4 研究成果

○ メタボローム解析技術を基盤とした農作物の同等性評価法の確立およびデータベース構築による社会への情報発信を研究開発の推進を行った

- (1) 定量分析法とメタボローム解析の融合による農作物・食品の同等性評価法の開発  
 →メタボローム解析による同等性評価基盤の確立および情報発信サーバーの整備（筑波大）  
 →機能性成分の定量分析法とメタボローム解析の融合に成功（筑波大、理研、常盤）
- (2) メタボローム解析による世界流通コメ品種の同等性評価（筑波大、理研、JIRCAS、食総研）  
 →食味・品質に影響する物性データおよびメタボローム解析による食味に関わる代謝物群の統合解析を実施
- (3) メタボローム解析を活用した栽培環境差由来の代謝物群量的変動解析（筑波大、理研、キーストーン）  
 →畑での栽培条件（土耕）および植物工場での栽培条件（水耕）のメタボローム解析データの比較・評価

## 5 今後の展開方向、見込まれる波及効果

- 今後の研究展開：メタボリックインデックスの開発による分析技術の簡略化および技術提供  
 産地や環境の違いに起因する代謝物群の量的変動の観点から解析することで、同等性評価技術法の簡略化を行い、その技術を企業等に提供することが可能である（メタボリックインデックス）。
- 見込まれる波及効果：メタボリックインデックスによる情報発信  
 本成果をデータベースとして公開することにより、代謝物群の量的変化と重要形質との相関性を公表できる。さらに開発予定のメタボリックインデックスを用いたデータベースの開発による情報発信を行う。

# メタボローム解析を活用した 農作物同等性の包括的・客観的評価システム基盤の開発

IMAGINE THE FUTURE.

## 研究のゴール

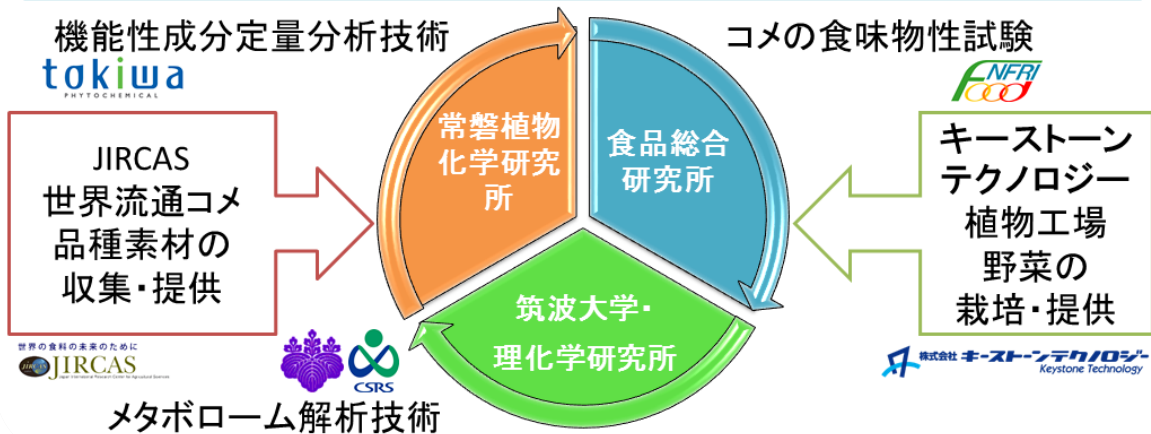
定量分析とメタボローム解析の融合による「**メタボリックインデックス**」の選抜

「推進方針」④「食品材料加工・保存・流通技術の高度化」

メタボリックプロファイリングによる農林水産物・食品の同等性評価技術の開発に資する

### メタボリックインデックスとは？

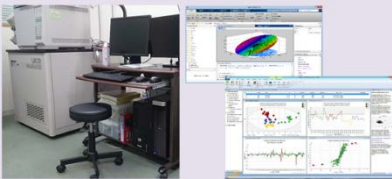
メタボロームの変化を半定量的に追跡すること(メタボリックプロファイリング)で、農作物や食品に含まれる代謝物群の量的差異に基づく同等性評価を可能とする指標代謝物群



## (1) 定量分析法とメタボローム解析の融合による農作物・食品の同等性評価法の開発

品種間差を  
メタボローム解析で比較

多変量データ解析サーバー (化学分析室)  
CPU: Xeon E3-1241V3, 8 thread  
RAM: 16 GB, SSD: 480 GB  
OS: Windows 8.1 64bit  
MATLAB, SIMCA14による1次データ評価・処理専用



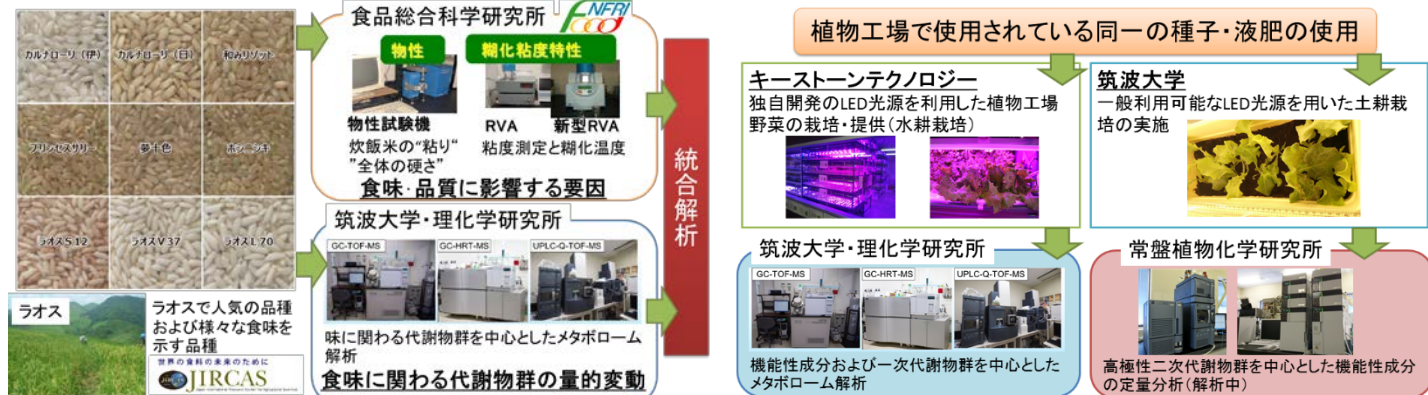
大規模データ蓄積サーバー  
CPU: Xeon E5-2690V3 ×2, 48 thread  
RAM: 192 GB, SSD: 480 GB  
HDD: total 30 TB (RAID-5)  
OS: Ubuntu 64bit ver. 14.04  
Web server: apache2.4  
Database: MySQL  
CGI/perl等によるインタラクティブな情報発信を実施



環境要因の差を  
メタボローム解析で比較

## (2) 世界流通コメ品種の同等性評価

## (3) 栽培環境差由来の代謝物群量的変動解析



- 今後の研究展開:メタボリックインデックスの開発による分析技術の簡略化および技術提供
- 見込まれる波及効果:メタボリックインデックスによる情報発信

「農林水産業の革新的技術緊急展開事業」(技術革新を加速化する最先端分析技術の応用)  
問合せ先: 国立大学法人筑波大学 (TEL: 029-853-4809)

## 〔研究グループ名〕

「メタボローム解析を活用したセイヨウナシの加工・保存技術の高度化」

研究開発コンソーシアム

〔研究代表機関〕：学校法人慶應義塾 慶應義塾大学先端生命科学研究所

〔参画研究機関〕：山形大学農学部、山形県農業総合研究センター、  
山形県工業技術センター、日東ベスト株式会社

## 〔研究期間〕

平成26年度～平成27年度

## 1 研究の背景・課題

〔研究の背景〕山形県はラ・フランスは全国生産量の約80%を占めるが、消費・価格が低迷している。

〔目的〕セイヨウナシの追熟過程、および「美味しさ」を保つ加工・保存方法の最適化を図る。

〔課題〕セイヨウナシの評価はこれまで官能試験で行われてきており、追熟の進行過程、加工による詳細な変化が捉えられず、科学的裏付けによる追熟・保蔵、また、最適な加工条件等の検討が必要である。

## 2 研究目標

本研究課題の研究目標は、適切なメタボローム解析を用いて、ラ・フランスはじめとするセイヨウナシの各種加工、保存条件下での代謝物質の変化、特に香氣成分と呈味成分について明らかにし、官能評価と合わせ、加工・保存方法の最適化を図り、従来品を凌駕する関連製品の製造を目標とする。

## 3 研究内容

ラ・フランスをはじめとするセイヨウナシにおける1)メタボローム解析のための前処理方法を最適化させ、セイヨウナシの加工・保存技術の高度化を試みた。項目別には2)追熟条件と保蔵法を検討し、その成果を含めて3)生食加工、保存技術の構築としてピールカット技術の最適化を図った。加熱・破碎を伴う加工法については、品質に影響する香氣成分を同定し4)最適加工法の開発を行った。これらの研究成果をもとに5)加工品の製品化検討と品質評価として試作品の製造を行い、官能試験、味覚センサー、メタボローム解析を実施した。

## 4 研究成果

○セイヨウナシについて以下の研究成果を得た。

(1) **サンプリング、前処理、分析方法の構築** 実際の加工過程を踏まえた前処理方法を比較・検討し、呈味・香氣成分の分析系の最適化ができた。(2) **追熟条件と保蔵法の検討** 1-メチルシクロプロペン(1-MCP)処理して保蔵期間を延長したセイヨウナシおよび追熟過程の果肉・皮の代謝物変化を明らかにした。(3) **生食加工、保存技術の構築** ピールカット流通技術の開発として、剥皮・カット後の果実の酸化防止処理、包装や保存条件等の違いによる品質変化を官能試験、代謝物測定等により明らかにした。(4) **最適加工法の開発** ピューレ加工に伴う味、香り、色等の変化を防止する加工法を開発した。破碎・加熱条件を変えた際の成分変化を匂い嗅ぎGC/MSにより同定した。(5) **加工品の製品化検討と品質評価の実施** ピューレ等の官能試験、味覚センサー、メタボローム解析を同時に行い特徴づけた。他の研究成果をもとに改良した加工法での試作品(1-MCP処理原料を利用したシロップ漬け等)を製造し、新たな製品展開に役立てた。

## 5 今後の展開方向、見込まれる波及効果

## ○今後の展開方向

- (1) セイヨウナシ生産における供給時期の分散化および加工品の多様化と高品質化に関連する実用化が期待される。
- (2) セイヨウナシの更なる供給期間の長期化および販路の拡大を考慮して、本研究をベースとした研究の継続が見込まれる。

## ○見込まれる波及効果

本研究において従来からある官能試験などの品質評価に加えてメタボローム解析をあわせた形での加工製造が実施できたことは、更なる品質向上や新商品の開発につながるものと考えられる。

# メタボローム解析を活用したセイヨウナシの加工・保存法技術の高度化



## ○研究の背景と課題

・山形県は高いセイヨウナシ生産シェアを占める。

・消費の低迷  
・単価の低下

・官能試験にあわせてメタボロミクスを活用して、従来品を凌駕するセイヨウナシ関連製品の製造を試みる。

## メタボロミクスでの課題

・比較する各工程をとらえたサンプリング方法の確立が必要である。

## 生食での課題

・食べごろの判別をしたい。  
・風味を保つ生食加工技術をつくりたい。

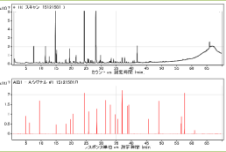
## 加工品での課題

・風味・美味しさが伝わる加工品をつくりたい。

## ○研究内容と実施体制

### 加工法

山形県工業技術センター  
最適加工法の開発  
加熱処理技術の検討  
粉碎処理技術の検討



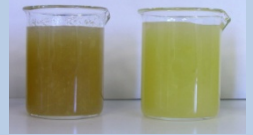
加熱加工に伴いエステル類の減少とアルデヒド類の増加が確認され、加工条件の提案を行った。

### 産官学連携体制構築

ラ・フランスの加工品の実現

### 製品化

日東ベスト株式会社  
加工品の製品化検討と品質評価  
各加工条件での試作品製造  
試作品の品質評価



品質の評価系を確立するとともに、新規加工法に基づく試作品を作成した。ピューレでは色調などの改善が確認された。

### メタボロミクスでの評価

慶應義塾大学先端生命科学研究所  
メタボローム解析の実施と評価系構築  
サンプリング手法の最適化  
呈味成分分析の最適化と実施  
香気成分分析の最適化と実施  
加工等過程を踏まえた評価系を確立し、メタボロミクスでの評価を行った。



### 追熟・保蔵

山形大学農学部  
追熟・保蔵条件の検討  
追熟条件の検討  
保蔵条件の検討



1-MCPIによる保蔵期間の延長を行い、その特徴が明らかになった。

### 生食加工

山形県農業総合研究センター  
生食加工、保存技術の構築  
ピールカット果実加工と保存条件検討



ピールカット加工品の保存温度により品質の維持に効果があることが確認された。

## ○研究の成果

- (1) サンプルング、前処理、分析方法の構築 実際の加工過程を踏まえた前処理方法を比較・検討し、呈味・香気成分の分析系の最適化ができた。
- (2) 追熟条件と保蔵法の検討 1-メチルシクロプロペン(1-MCP)処理して保蔵期間を延長したセイヨウナシおよび追熟過程の果肉・皮の代謝物変化を明らかにした。
- (3) 生食加工、保存技術の構築 ピールカット流通技術の開発として、剥皮・カット後の果実の酸化防止処理、包装や保存条件等の違いによる品質変化を官能試験、代謝物測定等により明らかにした。
- (4) 最適加工法の開発 ピューレ加工に伴う味、香り、色等の変化を防止する加工法を開発した。破碎・加熱条件を変えた際の成分変化を匂い嗅ぎGC/MSIにより同定した。
- (5) 加工品の製品化検討と品質評価の実施 ピューレ等の官能試験、味覚センサー、メタボローム解析を同時に行い特徴づけた。他の研究成果をもとに改良した加工法での試作品(1-MCP処理原料を利用したシロップ漬け等)を作り新たな製品展開に役立てた。

## ○今後の展開方向

- (1) セイヨウナシ生産における供給時期の分散化、加工品の多様化と高品質化に関連する実用化が期待される。
- (2) 更なる供給期間の長期化および販路の拡大を考慮して、本研究をベースとした研究の継続が望まれる。

## ○見込まれる波及効果

本研究において従来からある官能試験などの品質評価に加えてメタボローム解析をあわせた形での加工製造が実施できたことは、更なる品質向上や新商品の開発につながるものと考えられる。

# メタボロミックプロファイリングを活用した清酒の品質向上と原料米のブランド力強化

【研究グループ(又は研究機関)名】：清酒メタボロコンソーシアム

【研究代表機関】：京都府公立大学法人京都府立大学大学院生命環境科学研究科  
【参画研究機関】：黄桜株式会社、信和化工株式会社、  
地方独立行政法人 京都市産業技術研究所

【研究期間】  
平成26年度～平成27年度

## 1 研究の背景・課題

清酒製造現場の品質評価法は簡易分析と官能評価（きき酒）であり、各酒造原料米の特性については外観形質やタンパク質含量、消化性試験などが実施されているのが現状である。品種と品質の関連については、数種の分析項目と官能評価で一定区別は可能であるが、原料米品質と清酒品質を関連付ける化合物についての知見はほとんどなかった。このことは、山田錦の清酒であれ、品質的な保証を裏付ける化合物が見つかっていないといえる。

## 2 研究目標

品種・産地の異なる原料米を用いた試験製造を行い、製造された清酒成分の解析を進めメタボロミックプロファイリングを実施し、原料米の違いによる清酒の差を科学的に分析する。これらの結果を用いて発酵食品の高品質化＝ブランド化を図る技術を開発することにより、地域産酒米に対応するブランド清酒確立のための知見を得ることを目的とする。

## 3 研究内容

原料米のプロテオーム解析により品種特性を把握し、その原料米を用いて清酒を試験製造した。製造した清酒中の不揮発成分及び揮発成分について高分離能カラムを用いたGC/MSIによるメタボロミックプロファイリングを行い原料米品種間差を調べ、清酒品質評価と原料米特性を結びつけた。

## 4 研究成果

（1）原料米のプロテオーム解析 京都府大では品種・産地の異なる11種類の原料米について、プロテオーム解析を行い、酒質に影響が大きいグルテリンについて9種類の分子種を同定し、品種により量が異なる分子種を決定した。

（2）清酒製造試験 黄桜では、精米歩合60%の米で清酒製造試験を実施した。成分データを主成分分析し、官能評価と溶解性（第一主成分）、弾性率と吟醸香（第二主成分）、消化性窒素成分（第三主成分）で分類されることを確認した。

（3）清酒のメタボロミックプロファイル 京都市産技研、信和化工では、清酒のメタボロミックプロファイルにより原料米特性を表す成分（不揮発成分：一部の遊離アミノ酸、揮発成分：一部の高級アルコール類、エステル類、遊離脂肪酸）を特定した。

## 5 今後の展開方向、見込まれる波及効果

### （1）今後の展開方向

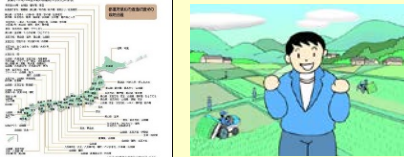
清酒成分のメタボローム解析による詳細なカタログ化が進むことにより、地域特産米のブランド力の強化、そして海外への輸出拡大戦略に特化した清酒醸造に結びつく可能性が高い。酒造原料米側からの品質保証・管理のための情報蓄積が期待される。

### （2）見込まれる波及効果

本課題で得られた研究成果は、地域ブランドの酒造原料米の特性、酒質に関わる米成分の同定、地域ブランド米の特徴を活かした醸造技術の構築へ繋がると考えられた。

# メタボロミックプロファイリングを活用した清酒の品質向上と原料米のブランド力強化

## 1. 研究の背景・課題



原料米生産地  
兵庫県, 新潟県, 京都府, など  
酒造好適米  
山田錦, 五百万石, 祝, など



酒蔵と清酒の関係性が密

〇〇酒造の大吟醸酒, など

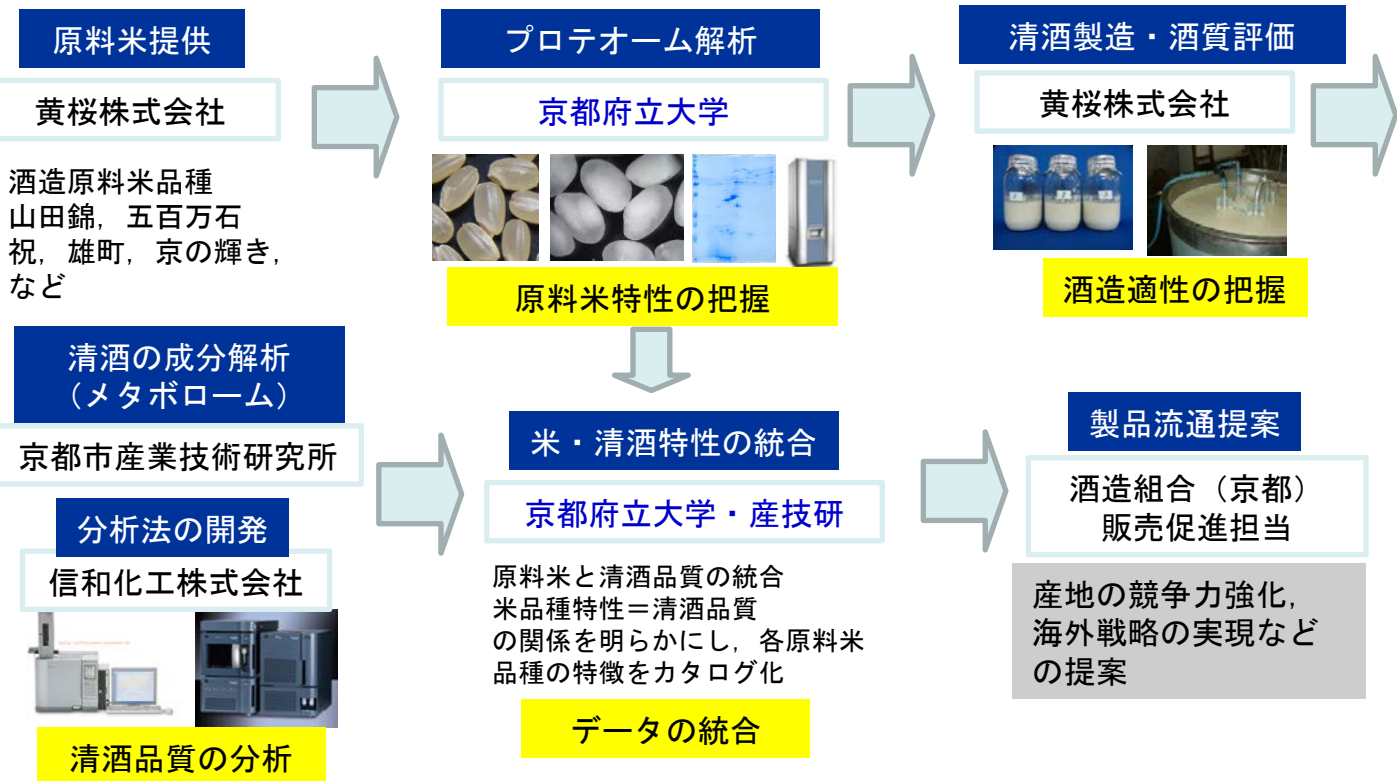
酒蔵と米生産地域の関係が薄い(山田錦が主)

地域ブランド清酒が少ない

原料米の地域性が未確立

2. 研究の目標 原料米の違いによる清酒の差を科学的に分析し、地域産酒米に対応するブランド清酒確立のための知見を得ること。

## 3. 研究の内容



## 4. 研究の成果

- (1) 原料米のプロテオーム解析 酒質に影響が大きいグルテリンについて9種類の分子種を同定し、品種により量が異なる分子種を決定した。
- (2) 清酒製造試験 清酒製造試験を実施し、成分データを主成分分析し、官能評価と溶解性(第一主成分), 弾性率と吟醸香(第二主成分), 消化性窒素成分(第三主成分)で分類されることを確認した。
- (3) 清酒のメタボロミックプロファイル 原料米特性を表す成分(不揮発成分:一部の遊離アミノ酸, 揮発成分:一部の高級アルコール類, エステル類, 遊離脂肪酸)を特定した。

5. 今後の展開方向、見込まれる波及効果 清酒成分のメタボローム解析による詳細なカタログ化が進むことにより、地域特産米のブランド力の強化、海外への輸出拡大、酒造原料米側からの品質保証・管理のための情報蓄積、地域ブランド米の特徴を活かした醸造技術の構築へ繋がると考えられる。



【研究グループ(又は研究機関)名】：野菜メタボローム解析研究コンソーシアム  
【研究代表機関】：カゴメ(株)イノベーション本部  
【参画研究機関】：公益財団法人 かずさDNA研究所  
国立大学法人 京都大学大学院農学研究科  
国立大学法人 山口大学大学研究推進機構

【研究期間】  
平成26年度～平成27年度

## 1 研究の背景・課題

健康寿命を延ばすためには野菜の摂取が重要だと考えられるが、野菜の機能性に関してはまだ未解明の部分が多い。そのため野菜に含まれる機能性成分の解明は重要であり、最先端のメタボローム解析技術、インフォマティクス技術がそれを可能とする。また、糖尿病や肥満に伴う疾病の主要因となる脂質アルデヒドが注目されており、野菜にもその抑制効果が期待されているが、野菜の脂質アルデヒドの抑制作用の有無やその成分は解明されていない。

## 2 研究目標

平成25年度家計調査等を参考に、我が国においてよく食される約30種類の代表的な野菜やその加工品に関してメタボローム解析を行い、そのプロファイル情報に基づいて脂質アルデヒドと反応して消去する野菜成分を同定すると共に、脂質アルデヒドの動物での作用点を解析する。

## 3 研究内容

よく食されている野菜・果実のメタボローム解析を行い、機能性成分のプロファイル情報を得る。同時に、野菜・果実の脂質アルデヒド消去効果を確認し、どのような成分がその作用に寄与するか把握する。

## 4 研究成果

### (1) 野菜・果実の選抜と研究試料の調整・提供

メタボローム解析を行う15種の野菜・果実を決定し、抗酸化性(SOAC、ORAC)を評価した。

### (2) 野菜・果実のメタボローム解析

全サンプルのノンターゲットメタボローム解析を行い、それぞれのサンプルに含まれる特長を把握した。メタボローム解析を活用することで、アルデヒドと反応する成分探索が可能であることが示唆された。

### (3) 野菜・果実の脂質アルデヒド解毒能の計測

簡便なアルデヒド消去能のアッセイ系を確立し、全サンプルのアルデヒド消去作用を評価し、活性が高い野菜・果実を選抜した。それらの活性を生体(動物)で検証する評価系を決定した。

### (4) 野菜の新しい加工技術の検証

新規野菜加工技術を用いて野菜の微細化処理を行い、物性が顕著に異なる加工品を作成した。

## 5 今後の展開方向、見込まれる波及効果

### (1) 今後の展開

動物・ヒトでの効果の確認を行うことができれば、本研究成果を機能性表示食品等に应用することが考えられる。

### (2) 見込まれる波及効果

メタボローム解析による野菜・果実の成分の把握は、野菜や果実の特長付けや品種改良・ブランド化に繋がる可能性がある。また今回の結果は、研究を重ねることで機能性表示食品等の機能性食品の開発等に活用可能であり、今回、確立した技術はそれらを加速化するものである。

# メタボローム解析による野菜・果実中の脂質アルデヒド消去成分の把握

— 野菜のメタボローム解析による健康機能性成分の同定 —

## 【研究の背景・目的】

健康のために  
野菜や果物を  
食べましょう！



野菜・果実の機能や  
野菜・果実に含まれる成分は  
まだ十分に解明されていない！

どんな野菜や果物を  
食べたなら  
良いのだろうか？



## 本研究の目的

- ・我が国において食される野菜・果実のメタボローム解析を行い、機能性成分のプロファイル情報を得る。
- ・野菜・果実の脂質アルデヒド消去効果を確認し、その関与成分に関する情報を得る。

## 【研究の成果】

### (1) 野菜・果実の選抜と研究試料の調整・提供

- ・家計調査等から、解析を行う15種類の野菜・果実（+15種の加工品）を選抜
- ・評価用のサンプルを作成し研究機関に配布
- ・各サンプルの抗酸化能（SOAC、ORAC）を評価

### (2) 野菜・果実のメタボローム解析

- ・全サンプルのノンターゲットメタボローム解析を実施、サンプルに含まれる成分の特長を把握
- ・アルデヒドと反応する成分探索の可能性の把握

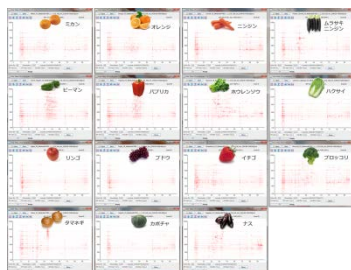


図1. 野菜・果実（15種）のメタボローム解析.

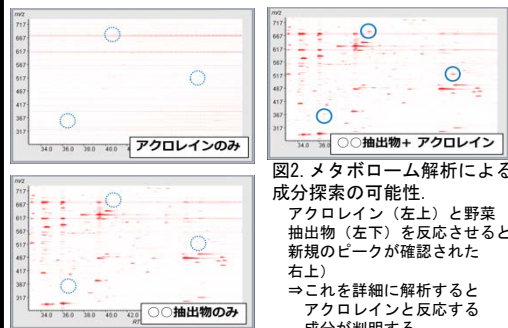


図2. メタボローム解析による成分探索の可能性。  
アクロレイン（左上）と野菜抽出物（左下）を反応させると新規のピークが確認された（右上）  
⇒これを詳細に解析するとアクロレインと反応する成分が判明する。

### (3) 野菜・果実の脂質アルデヒド解毒能の計測

- ・簡易な評価系の確立
- ・全サンプルの脂質アルデヒド消去作用の評価、活性の高い野菜・果実の選抜
- ・生体（動物）で検証する系の決定

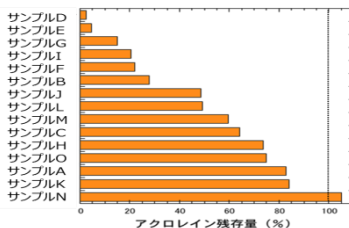


図3. 野菜・果実（15種）のアクロレイン消去作用.

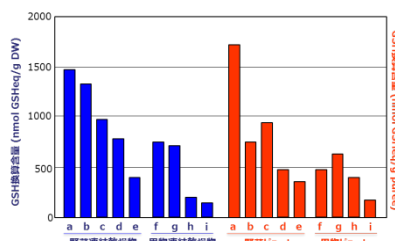


図4. 野菜・果実の乾燥物と加工品のアクロレイン消去作用の比較.

### (4) 野菜の新しい加工技術の検証

- ・新規野菜加工技術（超微細化）による物性の顕著な変化を確認

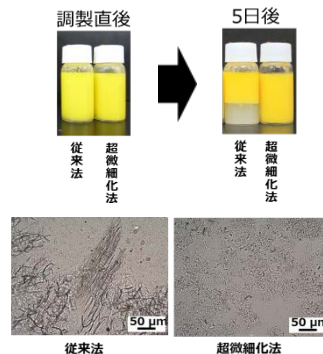


図5. 従来法と超微細化による野菜の物性と粒子の違い.

### 検討の結果、以下のことが示唆された。

- ・野菜、果実によって、含まれている成分が大きく異なっている可能性。
- ・メタボローム解析を応用することで、アクロレインと反応する成分探索ができる可能性。
- ・アルデヒド消去作用が強い野菜・果実があり、新規成分の存在する可能性。
- ・加工によってアクロレイン消去作用が変化する可能性。
- ・新たな加工技術により物性が顕著に変化する可能性。

## 【今後の展開、見込まれる波及効果】

- ・メタボローム解析による野菜・果実の成分の把握は、野菜や果実の特長付けや品種改良・ブランド化に繋がる可能性がある。
- ・今回の結果は、研究を重ねることで機能性表示食品等の機能性食品の開発等に活用可能であり、今回、確立した技術はそれらを加速化するものである。

「農林水産業の革新的技術緊急展開事業」（技術革新を加速化する最先端分析技術の応用）  
問合せ先：カゴメ（株）イノベーション本部（TEL：0287-36-2935）

# キラルアミノ酸メタボロミクスプラットフォーム

—食品のキラルアミノ酸メタボリックプロファイリング技術の開発—

【事業実施機関】：キラルアミノ酸メタボロミクスプラットフォーム  
【研究代表機関】：株式会社資生堂 フロンティアサイエンス事業部  
【共同研究機関】：九州大学大学院薬学研究院 創薬育薬産学官連携分野

【研究期間】  
平成26年度～平成27年度

## 1 研究の背景・課題

事業実施機関は、アミノ酸光学異性体を識別して網羅的に解析する「キラルアミノ酸メタボロミクス技術」の開発に成功し独自のメタボリックプロファイリングの可能性を見出したため、本事業において「キラルアミノ酸メタボロミクスプラットフォーム」を構築し「発酵食品の高品質化」をはじめとした農林水産・食品分野の新たな課題の創出とその解決、価値開発における拠点としての有用性を検証した。

## 2 研究目標

- ①キラルアミノ酸の検出限界1fmol以上
- ②複数キラルアミノ酸の同時分析アルゴリズムの確定
- ③発酵産物のキラルメタボローム解析

## 3 研究内容

- ①ワイドレンジLED蛍光検出器の実用化
- ②アミノ酸光学異性体を識別するハイスループット2D-HPLC-MSの導入
- ③食品・原料試料のキラルアミノ酸メタボリックプロファイリング

## 4 研究成果

- ① ワイドレンジLED型蛍光検出器の実用化
  - 3チャンネルプロトタイプ試作・評価・検証、キラルメタボロミクスシステム組込
- ② アミノ酸光学異性体を識別するハイスループット2D-HPLC-MS導入
  - フラグメンテーション条件最適化・システム組込、標準作業手順書（SOP）の作成
- ③ 食品・原料試料のキラルアミノ酸プロファイリング
  - 試料の選定・収集、キラルメタボローム分析
  - 機能性・品質関連解析、データベース化

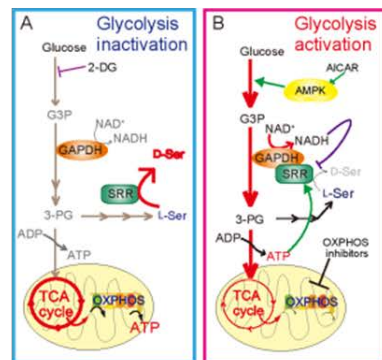
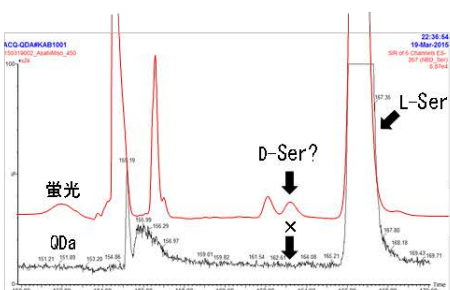
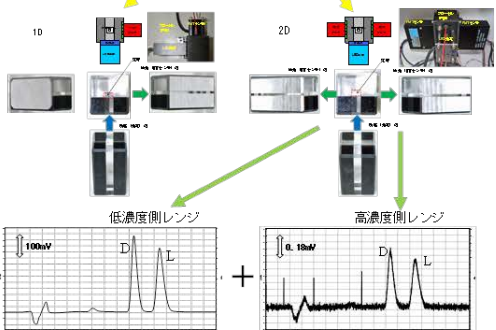
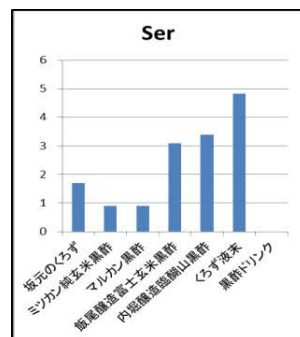
## 5 今後の展開方向、見込まれる波及効果

誰もが参加できるプラットフォームを提供することにより、現在のホモキラルワールドをキラルアミノ酸ワールドに転換し、イノベティブな基礎科学領域の創出と社会的課題の解決を実現する応用産業化を推進する。

- (1) 分析領域…キラルアミノ酸メタボロミクスプラットフォームの普及により新たな課題を設定する
- (2) タンパク質領域…アミノ酸残基のキラル分析により構造や機能変化を生理学的に解析する
- (3) 医療領域…バイオマーカーの探索・同定、病理機構の解明により診断・治療・創薬へ応用する
- (4) 食品・化粧品領域…機能性成分の探索・同定により特定保健用食品や機能性化粧品を開発する

# キラルアミノ酸メタボロミクスプラットフォーム —食品のキラルアミノ酸メタボリックプロファイリング技術の開発—

## キラルアミノ酸メタボロミクス技術の開発



- ①ワイドレンジLED型蛍光検出器の実用化
- ②ハイスループット2D-HPLC-MS導入と運用
- ③キラルアミノ酸メタボリックプロファイリング

## 研究プラットフォームの構築

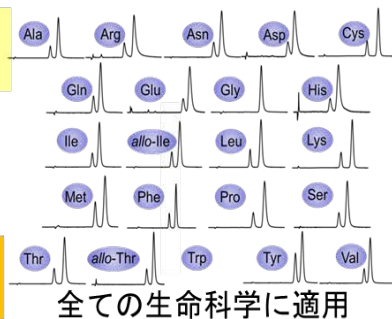


資生堂・九大プラットフォーム

ホモキラルワールド (現在)

破壊的イノベーション

2020年代 キラルアミノ酸ワールド

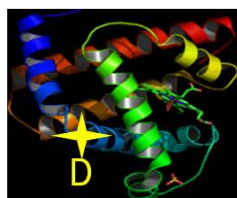


基礎科学

応用産業



分析産業  
(プラットフォーム)



蛋白質産業  
(酵素等)



医療産業  
(診断・創薬等)



食品産業  
(保健用等)



化粧品産業  
(機能性等)

様々な領域で人類社会に貢献するソリューション

「農林水産業の革新的技術緊急展開事業 (技術革新を加速化する最先端分析技術の応用)  
問合せ先: 株式会社資生堂フロンティアサイエンス事業部 (TEL: 03-6253-1411 <http://daa.shiseido.co.jp>)

【研究グループ(又は研究機関)名】：星薬科大学  
【研究代表機関】：星薬科大学

【研究期間】  
平成26年度～平成27年度

## 1 研究の背景・課題

微生物醗酵処理した素材を多用している日本食は機能性成分が凝縮しており、脳機能に良い効果を与えることが知られているが、その作用機序ははっきりしない。脳は多種類の細胞からなり各々反応性が異なるので、真に食成分が脳機能に与える影響を評価するためには、特定の細胞のみを単離してシングルセル解析を行う必要がある。

## 2 研究目標

機能性食品成分が影響を与える脳細胞の特性をシングルセルトランスオミクス解析によって明らかにすると共に、疾患脳細胞改善効果の分子機構を明確にする。またこのような革新的評価系を用いて、新規機能性食品成分を同定する。

## 3 研究内容

大豆および魚肉のメタボローム解析によって新規機能性食品成分を探索した。機能性食品成分の新規評価系としてシングルセル解析の確立を目指した。疾患をコントロールする疾患脳細胞を見出し、機能性食品成分の標的細胞の同定を試みた。

## 4 研究成果

新規機能性食品成分の同定および食品成分の中枢性神経系における新規評価系であるシングルセル解析の確立

- (1) 大豆中及び魚肉中に強い抗酸化作用を示すジペプチドが含有されていることがわかった。
- (2) シングルセルの電気生理学的特性および形態学的特性の測定法を確立した。
- (3) 生理学的特性を明確にしたシングルセルの遺伝子発現解析を確立した。
- (4) 感染によって脳内の特定細胞（疾患脳細胞）で免疫障害が引き起こされることを見出した。
- (5) 大豆を摂取したマウスにおいて記憶が増強していることを明らかにした。

## 5 今後の展開方向、見込まれる波及効果

疾患脳細胞を指標とした新規機能性食品成分の効能評価

- (1) 疾患脳細胞を指標とすることで食が脳細胞へ与える直接的な影響を評価することが可能となった。
- (2) 食の影響を受けるシングルセルの電気生理学的・形態学的・遺伝学的解析の同時解析が可能となった。

本研究で確立した食品中の特定物質が選択的細胞に与える影響の分子基盤を徹底解明する方法論は、科学的根拠に基づいた機能性食品成分の効果を保証する。

## 1. 研究の背景・課題

ヘテロな細胞集団からなる脳において、食成分の脳機能への影響を真に評価するためには特定の細胞のみを抽出したシングルセル解析を行う必要がある（右図）。

## 2. 研究の目標

食品成分の脳における新規評価系の確立を目指すために、（1）新規機能的食品成分の同定、（2）シングルセル解析の確立、（3）疾患脳細胞の同定という3つの目標を達成する。

## 3. 研究の内容

食品のメタボローム解析によって新規機能的食品成分を探索した。食品成分の新規評価系としてシングルセル解析の確立を目指した。疾患をコントロールする疾患脳細胞を見出し、機能的食品成分の標的細胞の同定を試みた。

## 4. 研究の成果

（1）メタボローム解析によって大豆及び魚肉中に強い抗酸化作用を示すジペプチドが含有されていることがわかった。

（2）シングルセルの電気生理学的特性および形態学的特性の解析法を確立した（図1）。

（3）生理学的特性を明確にしたシングルセルにおける遺伝子発現解析法を確立した。

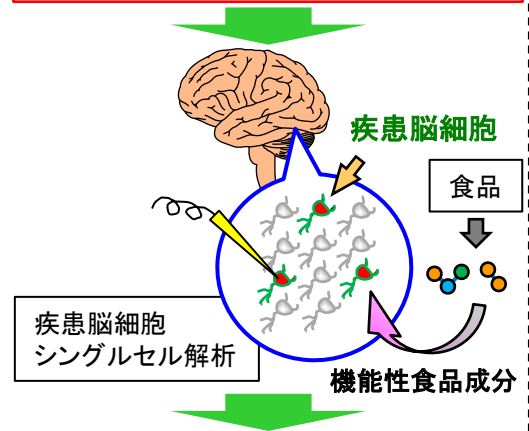
（4）感染によって脳内の特定細胞で過剰な免疫応答が観察され、この細胞が疾患脳細胞であることが考えられた（図2）。

（5）長期的に大豆を摂取すると記憶が増強することが明らかとなった。

## 5. 今後の展開方向、見込まれる波及効果

疾患脳細胞を指標としたシングルセル解析によって機能的食品成分が脳機能に影響を与える直接的な証拠を呈示することが可能となった。

一体、脳で何が起きているのだろうか？



低用量で持続的な「食」の摂取は細胞レベルで大きな変化が起こっている。

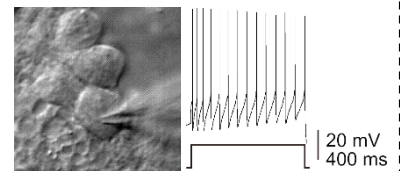


図1. 食品成分が神経細胞の電気生理学的応答に与える影響を解析。

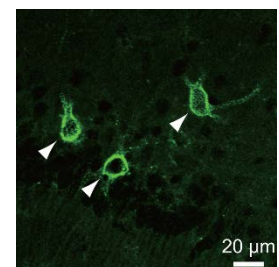


図2. 疾患脳細胞における過剰免疫応答(矢頭)。