

# 目で見える食品の品質

## — 分光イメージングによる食品中の内部構造・成分分布の可視化 —

### 技術の内容

- (1) 試料の切削と露出断面撮影を繰り返し、試料を**立体的に計測**
- (2) 多様な可視化手法を用いて各断面における**構造**や**成分分布**を**可視化**
- (3) コンピュータ内で断面の可視化画像を立体に再構築し、目的情報を**3次元的に可視化**

### 応用事例

#### (1) メロンの糖度分布可視化(図2)

- 糖度と吸光度が反比例する波長(676 nm)で果肉断面の**分光画像**を撮影。
- 得られた画像の各画素に、**吸光度と糖度の検量線を適用**し、糖度の大小をカラーマッピング。
- 糖度分布の可視化画像**が得られ、成熟過程における糖の蓄積や、糖度分布の非対称性が明らかになった。

#### (2) 小麦の内部構造可視化(図3)

- 励起波長と蛍光波長を変えながら蛍光画像を撮影し、小麦切断面の各部位における**励起・蛍光マトリックス(Excitation-Emission Matrix: EEM)**を取得。
- EEMデータに**主成分分析**を適用し、3次元の主成分に圧縮。
- 主成分座標を色空間に変換した後、各画素をその**EEM特性に応じた色で彩色**し、小麦の内部構造を可視化。
- 外皮、アリューロン層、胚乳内層、胚乳外層の局在が明確に可視化され、それぞれのEEM特性が異なる、すなわち構成成分が異なることが示唆された。

#### (3) 製パン工程における最適ミキシング状態の可視化(図4)

- パン酵母の菌体内で**蛍光マーカー遺伝子(EGFP)**を発現させて、表面が強く光る酵母を作成。
- この酵母を加え、ミキシング工程中における各段階でパン生地を採取・凍結。
- 凍結したパン生地を1mm毎に連続的に切削すると同時に、各断面を**蛍光観察**し、デジタル画像を取得。(約300枚/サンプル)
- 得られた画像をコンピュータ内で3次元に再構築し、検出された各パン酵母に**異なった彩色**。パン生地自体には透明化を施す処理により、立体感を伴って全方位からの分布状態の把握が可能。
- ミキシングの初期段階あるいは過剰な段階では、パン酵母の分布は不均一。その途中の**最適とされている段階でパン酵母がパン生地中に均一に分布**。さらにオーバーミキシングでは分布が偏ることが可視化により明らかになった。

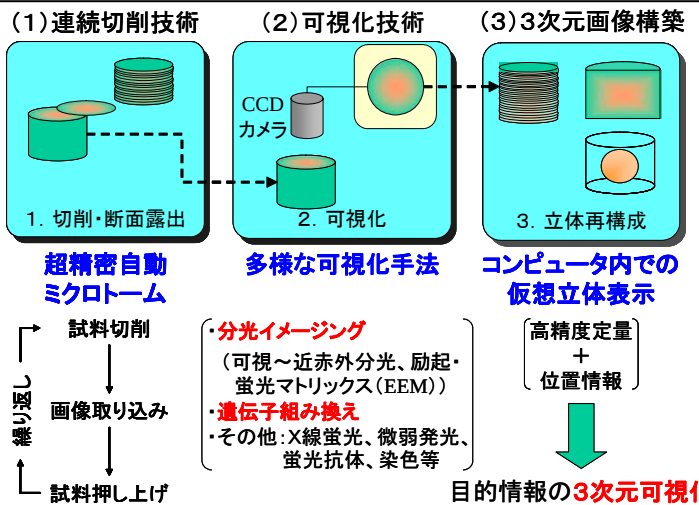


図1 可視化手順

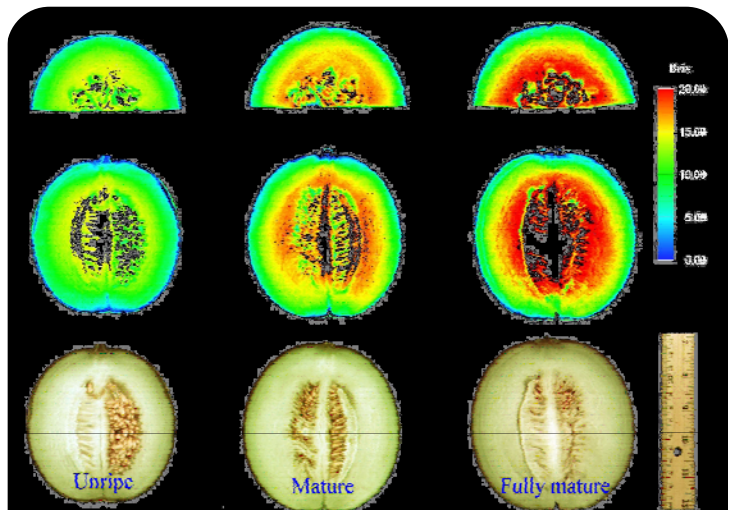


図2 メロンの糖度分布  
(左から未熟、適熟、過熟)

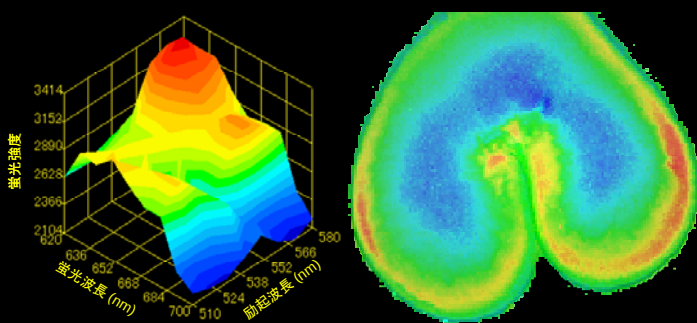


図3 EEMの例(左)と小麦種子の内部構造(右)

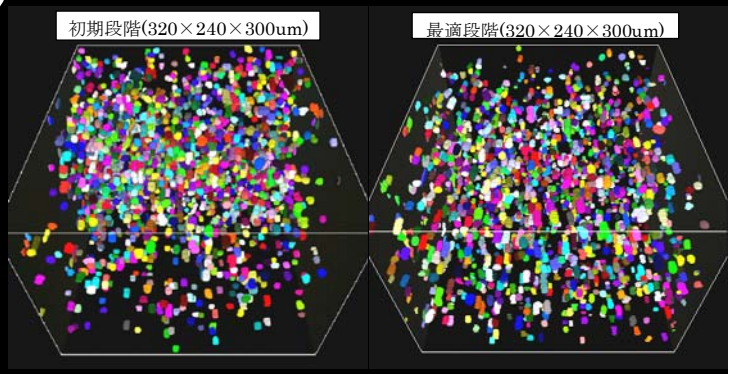


図4 パン生地における酵母の分布  
(左: 初期段階, 右: 最適段階)