SHIMADZU
Excellence in Science

Application News

マイクロフォーカスX線CTシステム　inspeXio™ SMX™-225CT FPD HR Plus

# マイクロフォーカスX線CTによる食パンの空隙観察事例

橋本 継之助

## ユーザーベネフィット

- **食品内部の複雑な3次元形状を非破壊で簡単に観察できます。**
- **食品内部の空隙の分布を3次元表示画像で可視化して、各空隙の大きさを算出できます。**

## ■はじめに

食感は食品において美味しさを左右する重要な要素の1つです。例えば、パンの食感はしっとり、ふんわり、サクサクなど様々な言葉で形容されます。パンの食感の違いは小麦自体の弾性や強度の他に、空隙の大きさや分布によって生じます。そして、空隙の大きさや分布はパンの種類や材料、製法によって変わります。空隙による食感の変化はパンに限らず様々な食品で生じるため、多くの消費者に好まれる食品を開発・製造するためには、食品の空隙構造を研究することが重要です。

食品の空隙構造を研究するための有効なツールとして、マイクロフォーカスX線CTシステムがあります。X線CTシステムは対象物を破壊することなく内部の三次元構造を可視化できるため、パンのように複雑な多孔質構造を持つ食品の内部状態を観察するのに適したツールです。

本稿では、マイクロフォーカスX線CTシステム inspeXio SMX-225CT FPD HR Plus (図1) を用いて、2種類の食パンを撮影し、内部構造を観察・解析した事例を紹介します。

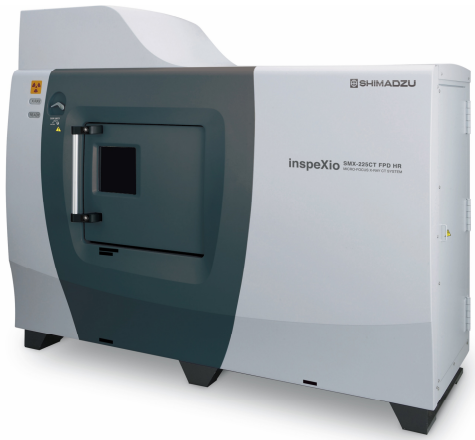


図1　マイクロフォーカスX線CTシステム
inspeXio™ SMX™-225CT FPD HR Plus

## ■パンの観察

図2は今回撮影した食パンの透視画像です。2つのパンは、同じメーカーから販売されている同名の商品で、材料や厚みは同じものですが、製法が角型と山型に分かれています。透視画像では、対象の密度が高い箇所や厚さがある箇所ほどX線が透過しづらくなり、黒く表示されます。角型・山型の両方とも、耳の透視画像は黒く表示されており、内相(中身) よりも密度が高いことが分かります。2種類のパンについて透視画像を比較すると、山型は角型に比べて大きな白い箇所 (赤枠部) が目立ちます。これらは周囲よりもX線が透過しやすいことを表し、製法の違いによって内相の構造に差が生じていることが分かります。

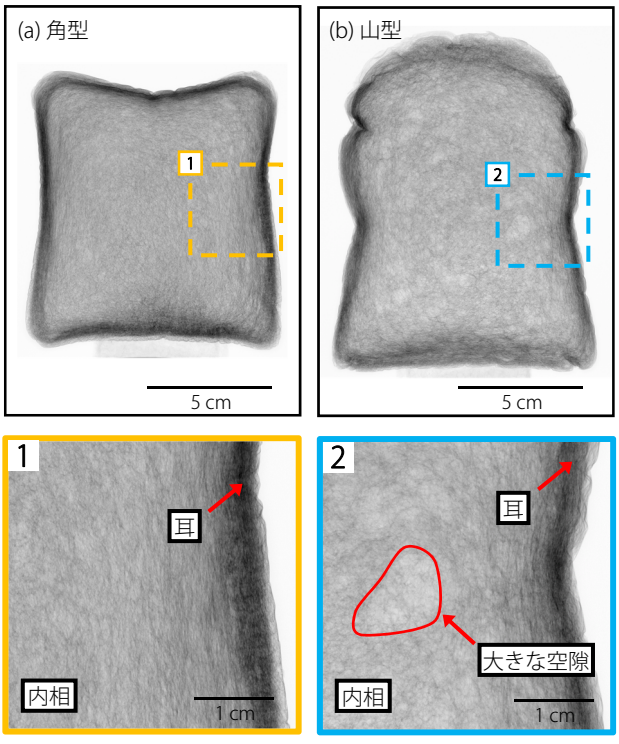


図2　パン 透視画像　(a) 角型　(b) 山型

図3はパン2種をCT撮影して取得した断面画像です。画像1と2は2種類のパン全体を撮影した画像を示しています。製法の違いによって内部空隙のサイズや広がり方に違いがあります。角型は四方に焼き型がある一方で、山型は上方のみ焼き型がありません。そのため山型では、膨らむことを抑制されない上方にパンが膨らんでおり、上方に近い内相で大きな空隙が多く観察されます。画像3と4はパン上部の耳付近、画像5と6はパンの中心付近を拡大撮影した画像です。耳付近と中心の空隙を比較すると、耳付近ではつぶれたように平らな空隙が多く見られます。これは、パンが焼成される際に生地が内側から外側へ膨らんでいきますが、焼き型に到達した後は内側から圧力がかかっても、それ以上外側に膨らめないためと考えられます。このように、CT撮影では内部を断面画像で観察することで、空隙の位置や分布を透視撮影よりも詳細に調べられます。

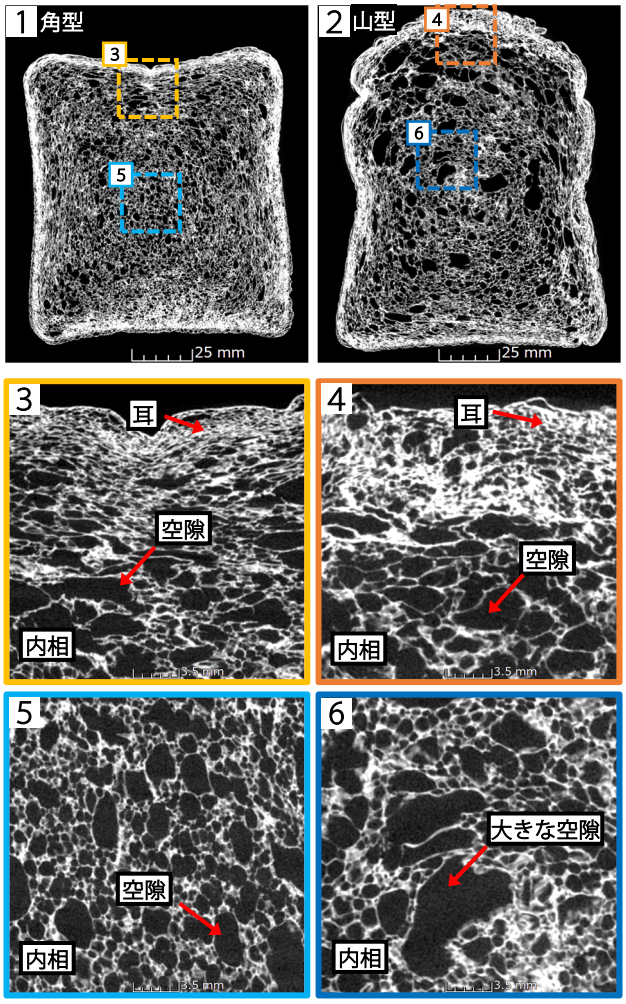


図3　パン2種 断面画像

断面画像を基に作成した三次元表示画像を用いることで、パンに含まれる空隙を立体的に可視化したり、体積を算出したりすることも可能です。図4は山型の一部を拡大撮影して得られたCTデータから三次元表示画像を作成して、体積の大きさに応じて各空隙を色付けした画像です。表面だけでなく内側も観察できるように、CTデータの一部を切り取って表示しています。また、図5のように、検出した空隙の数を体積ごとに示したヒストグラムでも表示できます。

表1は図4・図5と同じ解析を角型で行い、2種類のパンに関する空隙体積の最小値と最大値、平均値、標準偏差を示しています。山型の空隙は最大体積で2倍以上、平均体積で1.5倍程度大きく、値もばらついています。このように、同じシリーズのパンであっても製法の違いで空隙の大きさや分布が異なります。空隙のサイズが均一で小さい角型はしっとり、空隙のサイズが多様で大きな山型はふんわりした食感となります。CTデータの解析では、こうした空隙の大きさや分布を可視化するだけでなく、数値で表せます。

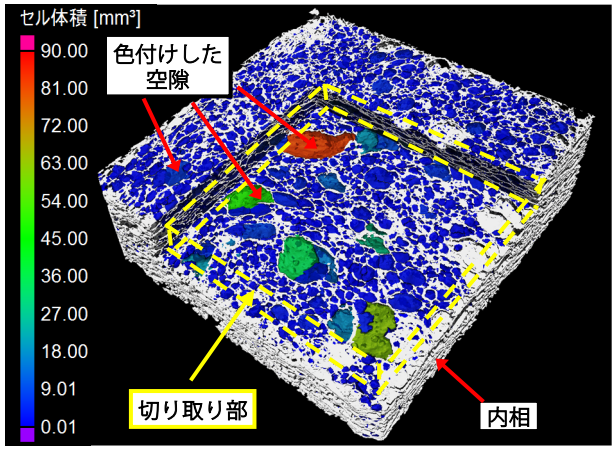


図4　パン 山型 空隙解析画像

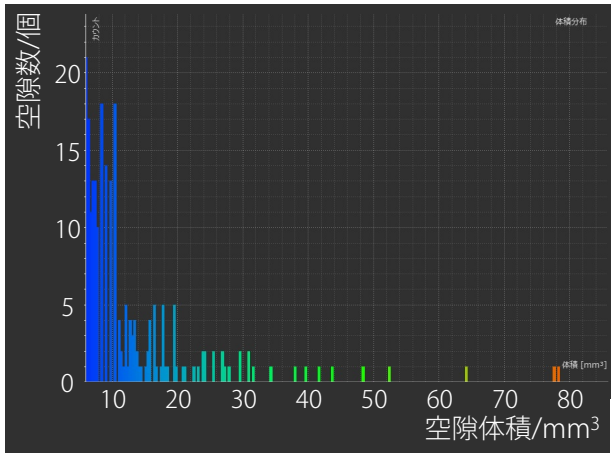


図5　パン 山型 空隙解析ヒストグラム

表1　パン 空隙体積

| | 最小 /mm³ | 最大 /mm³ | 平均 /mm³ | 標準偏差 /mm³ |
|---|---|---|---|---|
| 角型 | 0.01 | 34.4 | 0.41 | 0.88 |
| 山型 | 0.01 | 86.0 | 0.60 | 1.77 |

## ■まとめ

このように、マイクロフォーカスX線CTシステム inspeXio SMX-225CT FPD HR Plusでは、パンの空隙構造の観察や多孔質構造の解析をすることで、空隙の三次元的な形状や大きさ、分布を簡単に調べることができ、多くの消費者に好まれる食感の研究開発に役立てることができます。

inspeXioおよびSMXは、株式会社島津製作所の日本およびその他の国における商標です。

株式会社 島津製作所　分析計測事業部
グローバルアプリケーション開発センター

01-00009-JP　初版発行：2021 年 2月

島津コールセンター　0120-131691

本文中に記載されている会社名および製品名は、各社の商標および登録商標です。
本文中では「TM」、「®」を明記していない場合があります。

本資料は発行時の情報に基づいて作成されており、予告なく改訂することがあります。

改訂版は会員制サイト Solutions Navigator で閲覧できます。
https://solutions.shimadzu.co.jp/solnavi/solnavi.htm
閲覧には、会員制情報サービス Shim-Solutions Club にご登録ください。
https://solutions.shimadzu.co.jp/

## 関連製品 一部の製品は新しいモデルにアップデートされている場合があります。

inspeXio™ 7000
マイクロフォーカスX線CTシステム

## 関連分野

- 食品・飲料
- 食感・物性評価

- 価格お問い合わせ
- 製品お問い合わせ
- 技術お問い合わせ
- その他お問い合わせ