



干し芋の「しっとり感」計測 —食品のマイクロ構造の解析—

都合により報告資料の一部を削除させていただきます。ご了承ください。

原子力科学研究所・物質科学研究センター
中川洋



- ・茨城県東海村やひたちなか市の名産品
(茨城県は全国第1位の生産量)
- ・乾燥食品で、日本を代表する保存食
- ・最近のしっとりとした食感の干し芋は嗜好品として好まれ、1年の中でも主に冬場の食品として食される。

	昔ながらの 干し芋	最近の干し芋
乾燥度合い	乾燥	適度
食感	硬い	しっとり
カビ	発生しにくい	発生しやすい
保存	長期	短期
		

味覚や食感を表すオノマトペ一覧

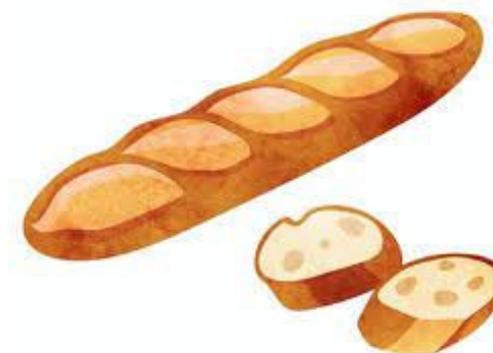
あっさり、アッサリ、かちかち、カチカチ、かちん、カチン、がつん、ガツン、からから、カラカラ、からっ、カラッ、からり、カラリ、かりかり、カリカリ、がりがり、ガリガリ、かりっ、カリッ、きーん、キーン、ぎとぎと、ギトギト、きんきん、キンキン、くたくた、クタクタ、ぐちゃぐちゃ、グチャグチャ、ぐつぐつ、グツグツ、ごつごつ、ゴツゴツ、こってり、コッテリ、こてこて、コテコテ、ことこと、コトコト、こりこり、コリコリ、ごりごり、ゴリゴリ、ころころ、コロコロ、ごろごろ、ゴロゴロ、ころり、コロリ、こんがり、コンガリ、こんもり、コンモリ、さくさく、サクサク、ざくざく、ザクザク、ざっくざっく、ザックザック、さっくり、サクリ、ざっくり、ザックリ、さっぱり、サッパリ、さらさら、サラサラ、ざらざら、ザラザラ、さらり、サラリ、しこしこ、シコシコ、しっとり、シットリ、しゃきしゃき、シャキシャキ、しゃきっ、シャキッ、しゃっきり、シャッキリ、じゃりじゃり、ジャリジャリ、じゅうじゅう、ジュウジュウ、じゅっ、ジュッ、しゅわしゅわ、シュワシュワ、しゅわっ、シュワッ、じゅわっ、ジュワッ、しんなり、シンナリ、すーっ、スーッ、すっきり、スッキリ、ずっしり、ズッシリ、すべすべ、スベスベ、するする、スルスル、ずるずる、ズルズル、ずるっ、ズルッ、するり、スルリ、ちりちり、チリチリ、つぶつぶ、ツブツブ、つやつや、ツヤツヤ、つるつる、ツルツル、つん、ツン、どっしり、ドッシリ、とろとろ、トロトロ、どろどろ、ドロドロ、とろふわ、トロフワ、とろり、トロリ、によきによき、ニョキニョキ、ぬるぬる、ヌルヌル、ねっとり、ネットリ、ねばねば、ネバネバ、ぼさぼさ、パサパサ、ばらばら、バラバラ、ぼらぼら、バラバラ、ぱりっ、パリッ、ぱりぱり、バリバリ、ぱりぱり、パリパリ、ばんばん、パンパン、ひたひた、ヒタヒタ、ぴちぴち、ピチピチ、ひやっ、ヒヤッ、びりっ、ピリッ、びりっ、ピリッ、びりびり、ピリピリ、ふーふー、フーフー、ふかふか、フカフカ、ぷくぷく、プクプク、ぷちぷち、プチプチ、ふっくら、フックラ、ぷっくり、プックリ、ぷりぷり、プリプリ、ぷりんぷりん、プリンプリン、ふるふる、フルフル、ぷるぷる、プルプル、ぷるん、プルン、ふわっ、フワッ、ふわふわ、フワフワ、ふわり、フワリ、ふんわり、フンワリ、べたべた、ベタベタ、べとべと、ベトベト、ほかほか、ホカホカ、ほかほか、ポカポカ、ほくほく、ホクホク、ぼこぼこ、ポコポコ、ぼそぼそ、ボソボソ、ほっくり、ホックリ、ぼりぼり、ポリポリ、ぼりぼり、ポリポリ、ほろっ、ホロッ、ほろほろ、ホロホロ、ぼろぼろ、ボロボロ、ぼろぼろ、ポロポロ、ほろり、ホロリ、ほわほわ、ホワホワ、ほんわか、ホンワカ、まったり、マッタリ、まるまる、マルマル、みっちり、ミッチリ、むちむち、ムチムチ、むっちり、ムッチリ、もそもそ、モソモソ、もちもち、モチモチ、もっさり、モッサリ、もったり、モッタリ、もっちり、モッチリ、やんわり、ヤンワリ、

オノマトペ: フランス語で
擬音語・擬態語

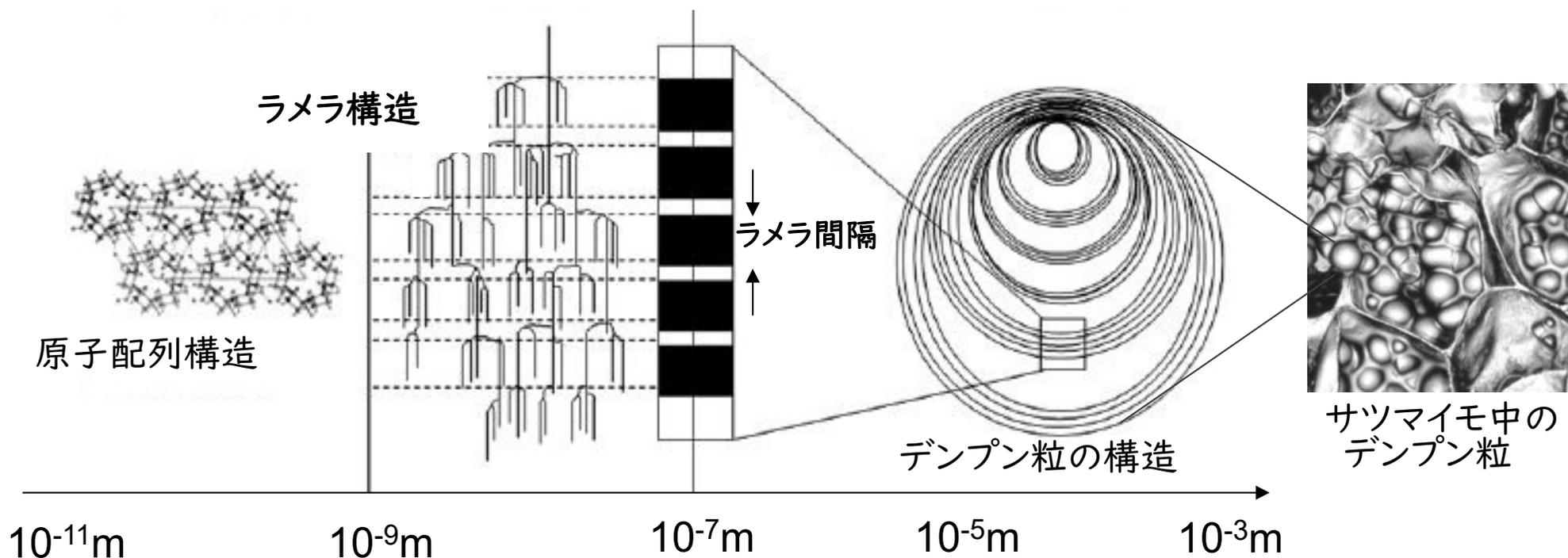
日本語には**食感**
(物理的なおいしさ)
を表現するオノマトペが
多い!

- ・物理的なおいしさ
→ 舌触り・歯ごたえなど
- ・化学的なおいしさ
→ 味覚・嗅覚など

食感 は 食品の構造と関係がある!



デンプンのミクロスケールの分子構造



食品の水分：**食感**を決めるもうひとつの重要なポイント！

食品の柔らかさと保存性はトレードオフ!?



水が制御する食品の”ガラス・ラバー転移”

乾燥した干し芋しっとりとした**食感**は失われ硬くなるが(ガラス状態)、カビや腐敗に強くなる。水分を増やしたり温めたりすると柔らかくなる。(ラバー状態)



マクロな観測量とマイクロ構造とを結びつける

中性子(JRR-3/J-PARC)による
ミクロスコピックな観測量

- ・マイクロな分子構造
- ・水の分子運動
- ・ガラス転移の分子ダイナミクス
など



オーソドックスな食品分析法
巨視的な観測量

- ・力学特性(食感の指標)
- ・水分活性(保存性の指標)
など

J-PARC



JRR-3



研究の狙い

最先端の中性子計測手法により、
食品のマイクロ構造を解明し、
食感などの食品の機能特性の
分子メカニズムを解明

サツマイモ(べにはるか)
の収穫作業



キュアリング処理



蒸し



皮むき



切る



乾燥



10℃、湿度0%設定

様々な乾燥時間で
サンプリング



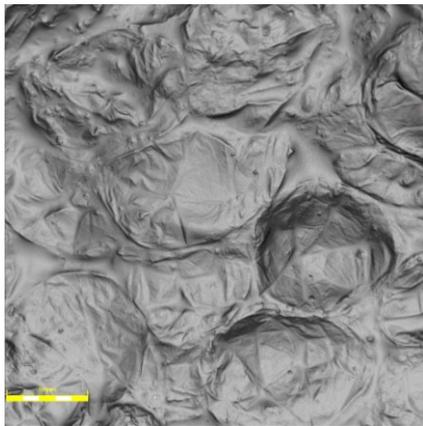
蒸かす前後や
乾燥時間によって
変化するデンプン
構造の変化を追跡

謝辞:茨城県農業総合センター・園芸研究所

科学的に干し芋を食べてみよう!

干し芋のガラス・ラバー転移

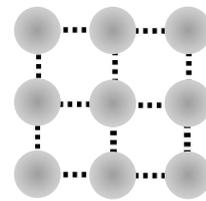
干し芋の顕微鏡写真



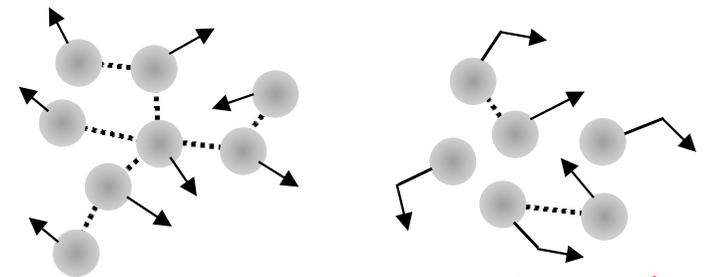
原子の世界を
中性子で観る!

干し芋の原子スケールのイメージ

ガラス状態

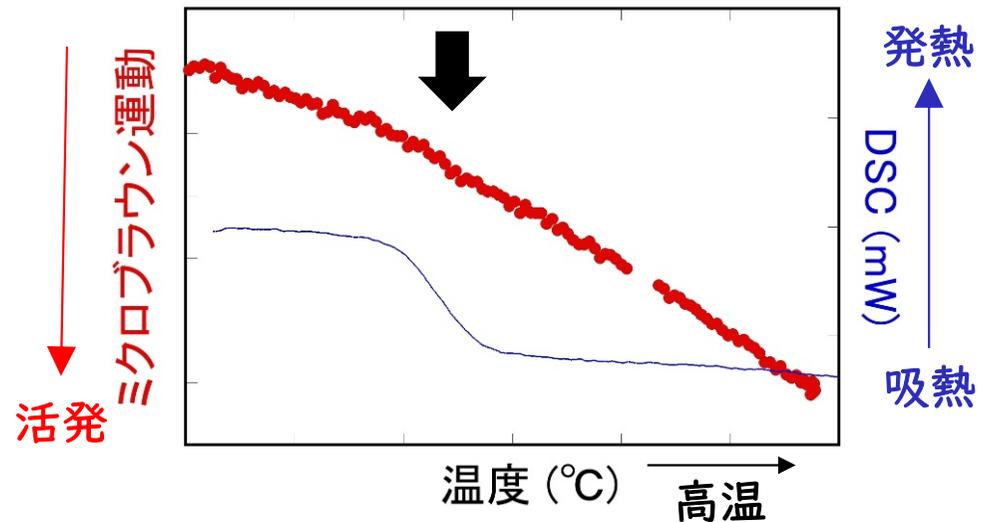


ラバー状態



活発な運動

ガラス・ラバー転移



温めると柔らかくなる

～チューイングガム～



口の中に入れて噛んで
いると柔らかくなる
が、冷水を飲んでガ
ムが冷えると硬くなる。

- 中性子線は食品のマイクロ構造解析に有効。
- 干し芋の食感と保存性を制御するには、デンプンの結晶やアモルファスのマイクロな構造や水分の状態を制御することが重要。
- デンプンのマイクロな分子運動は食感と関係がある。
- 食べ頃の干し芋は中間水分食品の特徴を持つ。



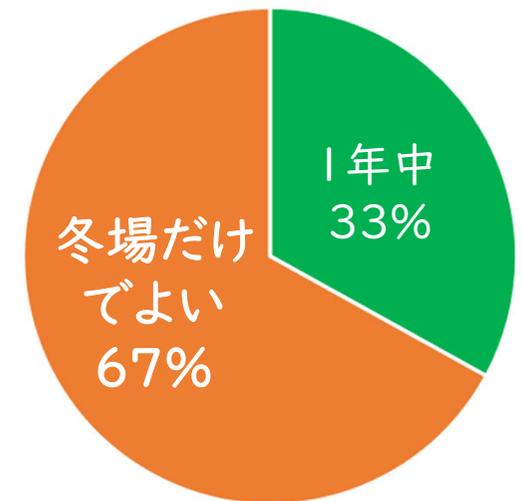
サイエンスカフェでの質問

干し芋が食べられる時期は、
1年中食べられるようになった方がよいでしょうか、
それとも今までどおり冬場だけでよいでしょうか？

その理由：

冬場だけ派：旬(特別感)を感じられる。食の季節感が大事。
夏の暑い日に干し芋を食べない。

年中派：地元の品をいつでも土産に出来る。
エネルギーを使用しない保存法が良い。



キーワード

気候、地域性、食生活、食文化

伝統的な食品加工の知恵と
技を中性子線で解き明かす！

日本原子力研究開発機構 (JAEA)
@JAEA_japan

◆原子力機構の価値
【007 干し芋の「しっとり感」計測】

干し芋の「しっとり感」の正体を解明するためJRR-3にて中性子散乱で分析をしています。
世界中の国々で主食となっているイモ類の加工や流通に大きく貢献できる可能性を秘めた成果を紹介します。
jaea.go.jp/study_results/...



干し芋の中性子イメージング画像。
水分が多いと濃い影になる。

午前3:59 · 2023年5月9日 · 1万 件の表示

研究者に聞いてみた！

Q: なぜ、「干し芋」に中性子を当てようと思ったのですか？
A: 干し芋の食感などの品質は水分の状態に左右されます。
水分が多すぎても少なすぎてもよくありません。
中性子線は水を観察するのに優れた実験であるため、干し芋を分析しようという着想を得ました。

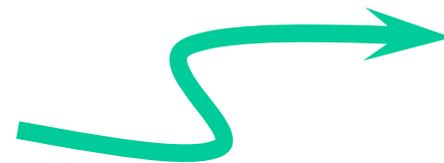


午前4:00 · 2023年5月25日 · 1,777 件の表示

中性子は水がよく見える！

食品科学の基礎研究

- ・ミクロ構造
- ・水分の状態



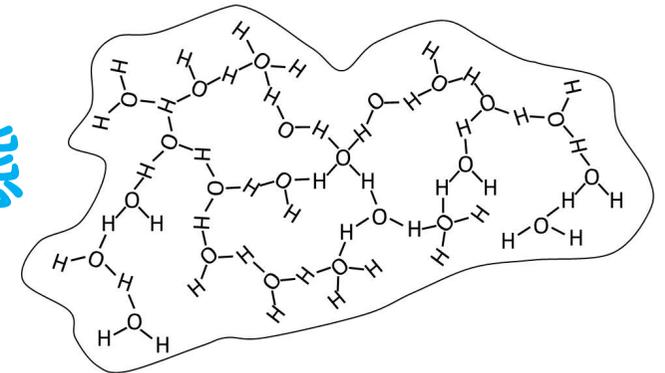
食品の品質

- ・予測する
- ・制御する
- ・デザインする

- 水分子の運動性
拡散定数
平均自乗変位など

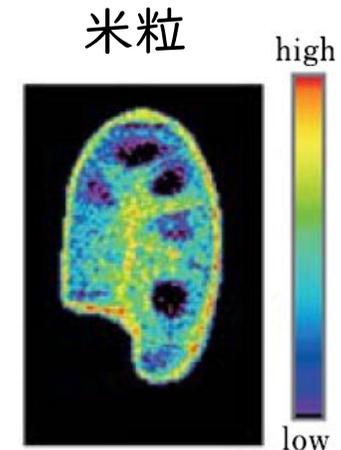


- 水分子・水分子集合の存在状態
水分子のクラスター状態
水素結合の寿命など



- 食品中における水の分布
イメージング

日本食品科学工学会誌, Vol.59,478 (2012)
食品の物性に影響を与える水分分布をMRIで観る



日本食品科学工学会誌, Vol.58,505 (2011)
研究小集会「食品と水」開催の趣旨 村勢則郎

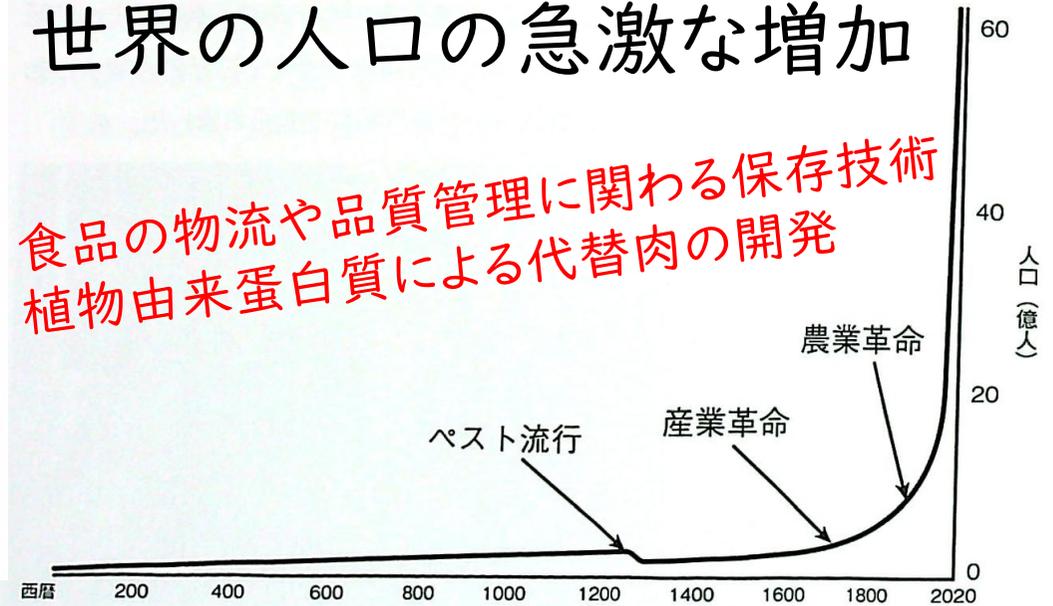
SDGs ~持続可能な開発目標~

世界を変えるための17の目標



世界の人口の急激な増加

食品の物流や品質管理に関わる保存技術
植物由来蛋白質による代替肉の開発



教科書を書き換えるような学術的価値のある研究成果の創出と、食品の加工や品質管理に対する基礎データを提供



食品産業への貢献

日本の食品産業の総生産額:約80兆円(全産業の9%)
就業者820万人(全体の13%)
特徴:地方で高い数値→地域産業に大きな役割

日本食品科学工学会のHPより

学術研究

産業利用

物質科学
中性子科学



食品加工技術
・保存性向上
・食感・食味向上

協奏による食品科学におけるイノベーション創出
→ 中性子利用の基礎研究から社会実装へ
研究を通じた食生活の質の向上で社会貢献

食品・医薬品関連分野



産業界のニーズに応える 原子力機構のオープンイノベーション

JRR-3・J-PARC



社会実装
社会貢献

食品メーカー・農業関係産業など

