

処理条件の異なる魚骨等の 構造・組織解析について

株式会社 極 洋

商品開発本部 研究所

生産管理課

那花 友莉恵◎

研究開発技術管理課

反町 太樹



報告内容

1. 会社紹介
2. 測定概要
3. 各テーマ内容
4. 総括

1. 会社紹介 ◆会社概要

社名 : 株式会社 極洋
本社 : 東京都港区
創業 : 1937年
社長 : 井上 誠
資本金 : 56億6400万円
従業員数 : 682名 (グループ総数 2,313名)



(2021年3月31日現在)

拠点 : 国内7支社 (札幌、仙台、東京、名古屋、大阪、広島、福岡)

研究所 (塩釜)

海外6駐在員事務所

その他各地にグループ会社あり

1. 会社紹介 ◆事業内容

※2021年度より「冷凍食品」と「常温食品」を統合し、「食品」セグメントに変更

鰹・鮪事業

12.0%

常温食品事業

7.7%

冷凍食品事業

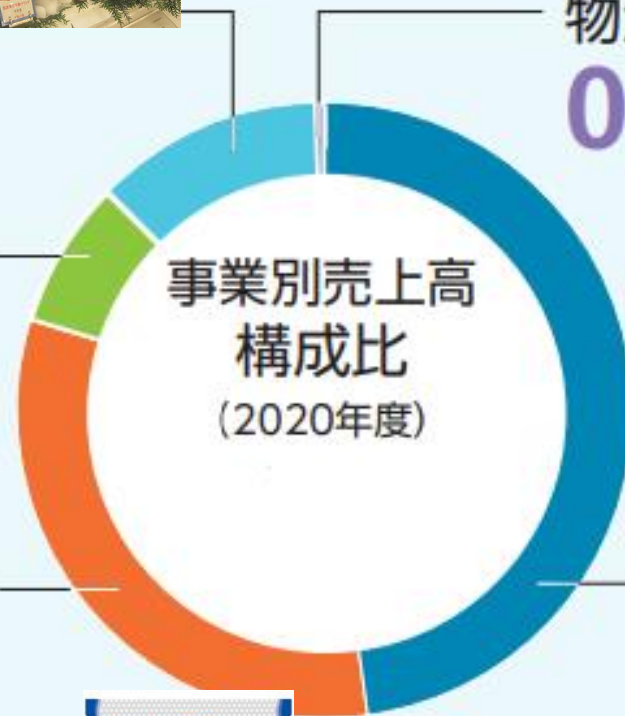
32.1%

物流サービス事業

0.4%



事業別売上高
構成比
(2020年度)



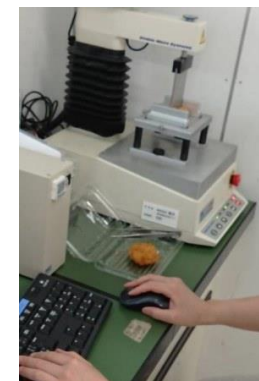
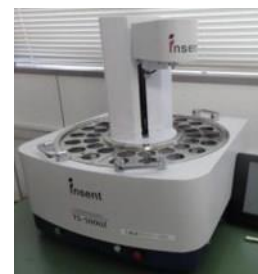
1. 会社紹介 ◆ 弊部署の紹介



商品開発本部研究所 計16名（2022年2月現在）

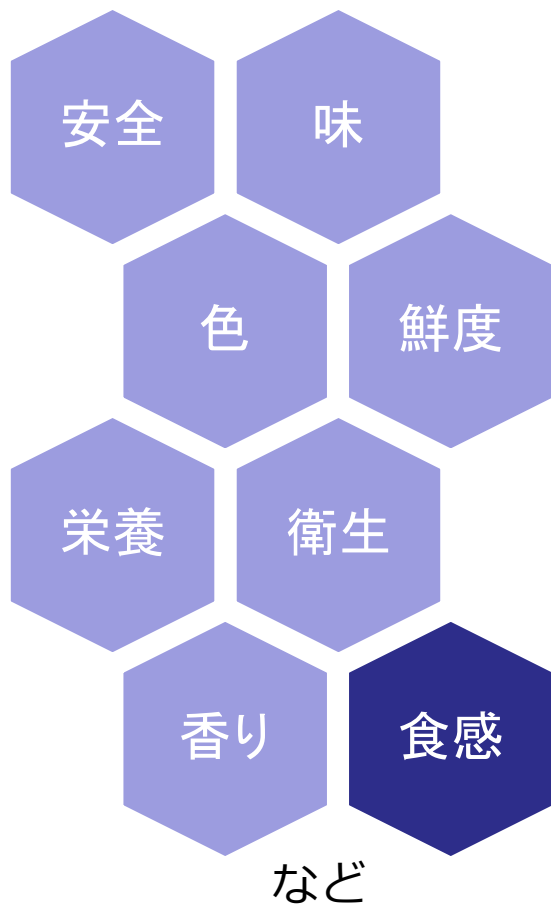
- ・ 研究開発技術管理課
- ・ 生産管理課
- ・ 知財課

新技術・新製品の開発、分析・特許・データの活用など



1. 会社紹介 ◆商品開発における課題と選出テーマ

食品の品質



『放射光』で

食感の可視化

構造解析を
実施したい






①食感の異なる魚骨



②凍結・未凍結魚肉



2.測定概要 ◆全体スケジュール

実施内容	2021年						2022年	
	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月
事前説明 宮城県産技センター	 事前説明							
事前打ち合わせ あいちSR	 打ち合わせ (各種事前相談)							
放射線業務従事者教育訓練 電離放射線健康診断	教育訓練			健康診断				
測定準備	 検体準備、事前測定など							
測定	 あいちSRにて測定(2シフト)							
データ解析・まとめ							 解析 報告会	

2.測定概要 ◆事前準備（工業用X線CTによる事前測定）

宮城県産業技術総合センターにて測定

マイクロフォーカスX線CT装置（コムスキャンテクノ(株) ScanXmate-D225RSS270)



- ◆X線管電圧 20～225kV
- ◆X線管電流 最大600 μ A
(最大出力50W内で調整可能)
- ◆X線検出器 270万画素デジタルフラットパネル
- ◆有効入力視野 235mm (H) ×186mm (W)

※アルミダイカスト、樹脂、電子デバイスの内部構造観察などに使用される工業用装置

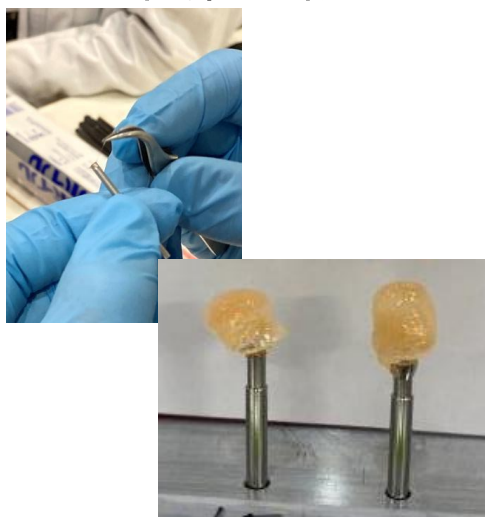
2.測定概要 ◆あいちSR（基本情報と測定の流れ）

使用ビームライン	BL8S2
光エネルギー	7~24keV
ビームサイズ	40mm × 8mm
光子束密度	$6.2 \times 10^8 \text{Photons} \cdot \text{sec}^{-1} \cdot \text{mm}^{-2} @ 9.8\text{keV}$
分解能(E/ ΔE)	>2000 @9keV

X線	倍率	試料サイズ (直径)	イメージ 分解能
白色	10倍	1mm	2 μm
単色	等倍	10mm	10 μm

あいちSR公式サイトより引用

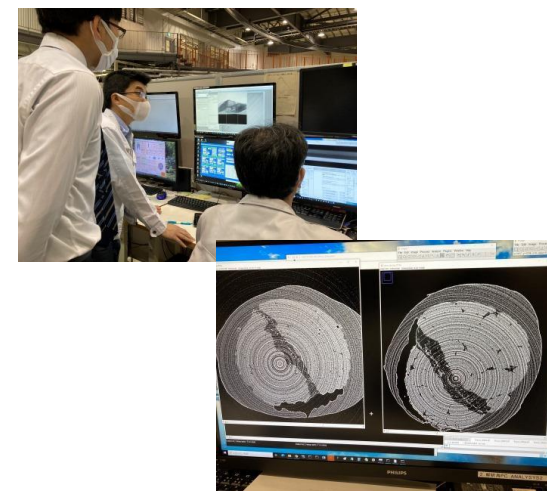
試料の調整



サンプルセット



測定・再構成



3.1 魚骨

◆課題背景

魚離れを防ぐ商品開発

⇒課題の1つが『骨』



対策はあるが……

骨なし原料

⇒手間&コスト大

レトルト等の加工

⇒身の食感不良



骨まで食べられる焼き魚へ

新技術開発中！

魚骨脆弱化試験 (処理1・2)

各処理を実施したサバ (ピンボーン) の破断強度

試験区	破断強度(J/mm)		
	平均	最大	最小
未処理	15.1	76.4	3.7
焼成	13.5	35.2	6.7
レトルト	0.7	2.5	0.1
処理1	10.8	53.0	0.4

t検定 p<0.01

3.1 魚骨

◆課題①：食感の異なる魚骨の内部構造

未処理



構造変化なし

焼成



脱水, P, Caの溶出

レトルト



コラーゲンの分解

処理1・2

開発中の
新技術

???

各処理における構造の違いを可視化したい

3.1 魚骨

◆ 供試検体

魚骨 (サバ腹骨)

※破断強度の値が小さい方が、軟化・脆弱化が進んでいる

No.	処理	破断強度(J/mm)
①	未処理	36.6
②	焼成	34.4
③	レトルト (缶詰)	0.7 * ₁ * ₁ サバ缶詰ピンボーンでの参考値
④	処理1	4.8
⑤	処理2	23.4



未処理



焼成



レトルト

開発中の
新技術

処理1・2

3.1 魚骨

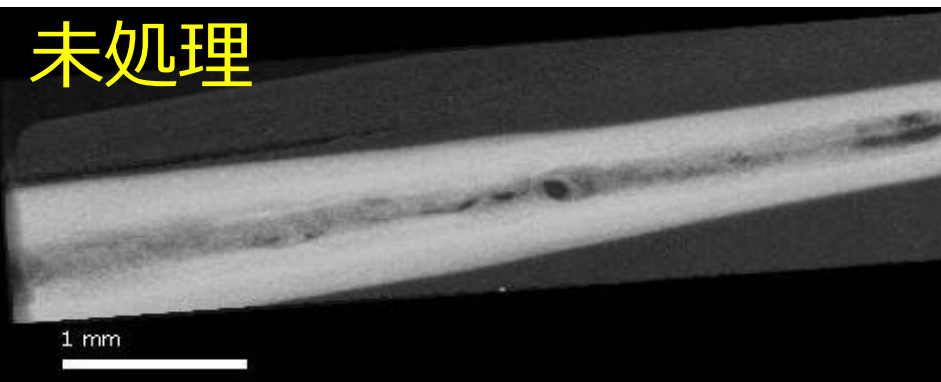
◆工業用X線CTによる予備試験

宮城県産業技術総合センターにて

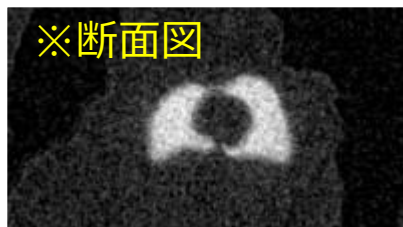
X線管電圧 60kV
X線管電流 167 μ A



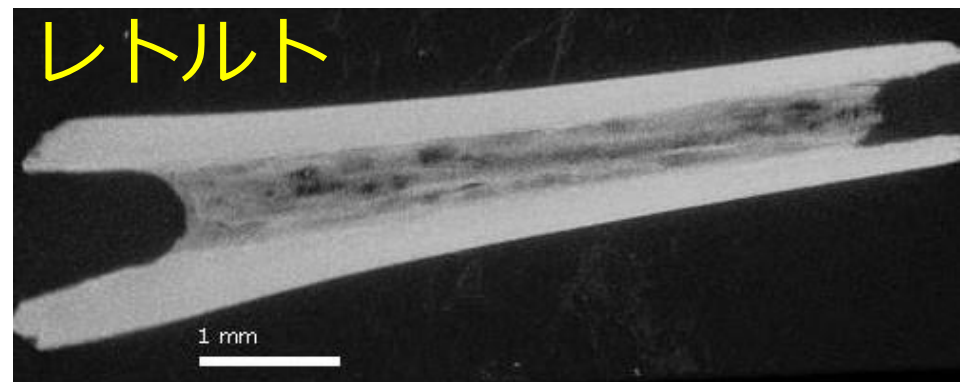
未処理



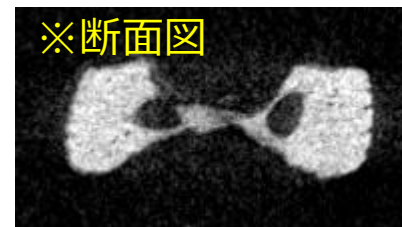
※断面図



レトルト



※断面図



像自体は確認できたものの、処理による差異の評価は困難

3.1 魚骨

◆測定結果 (あいちSR白色光10倍)

※断面でなく、真上からの観察図

未処理

(最大荷重36.6 J/mm)

試料を1 mm程度切り出し

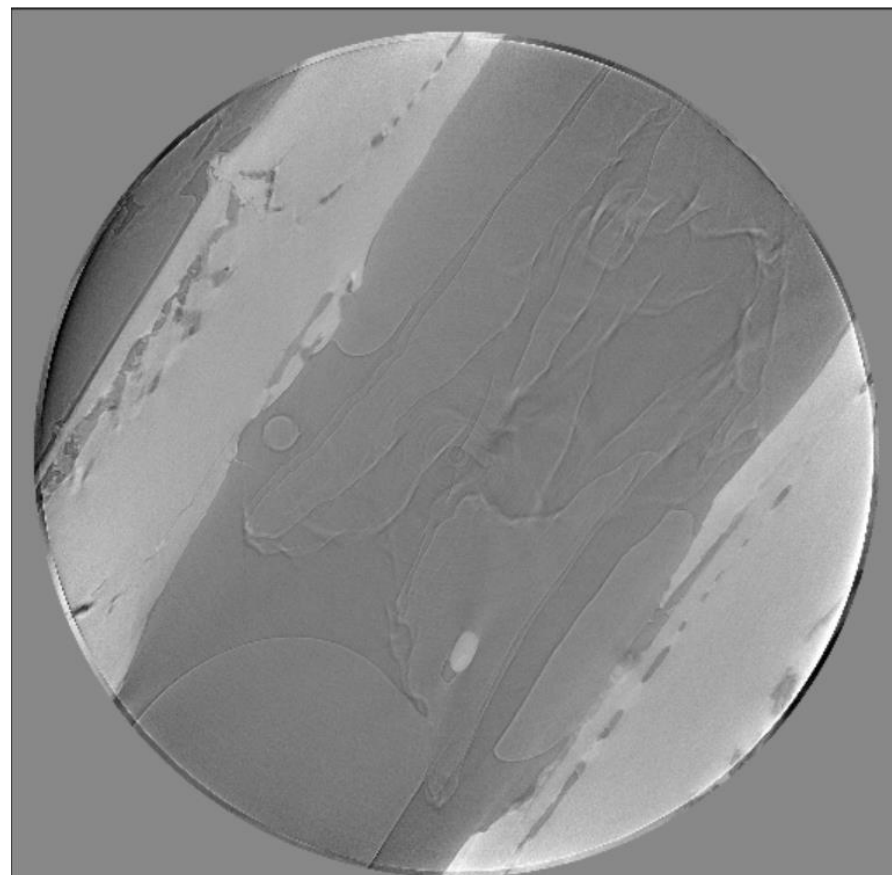


供試

UV硬化樹脂で治具上に固定



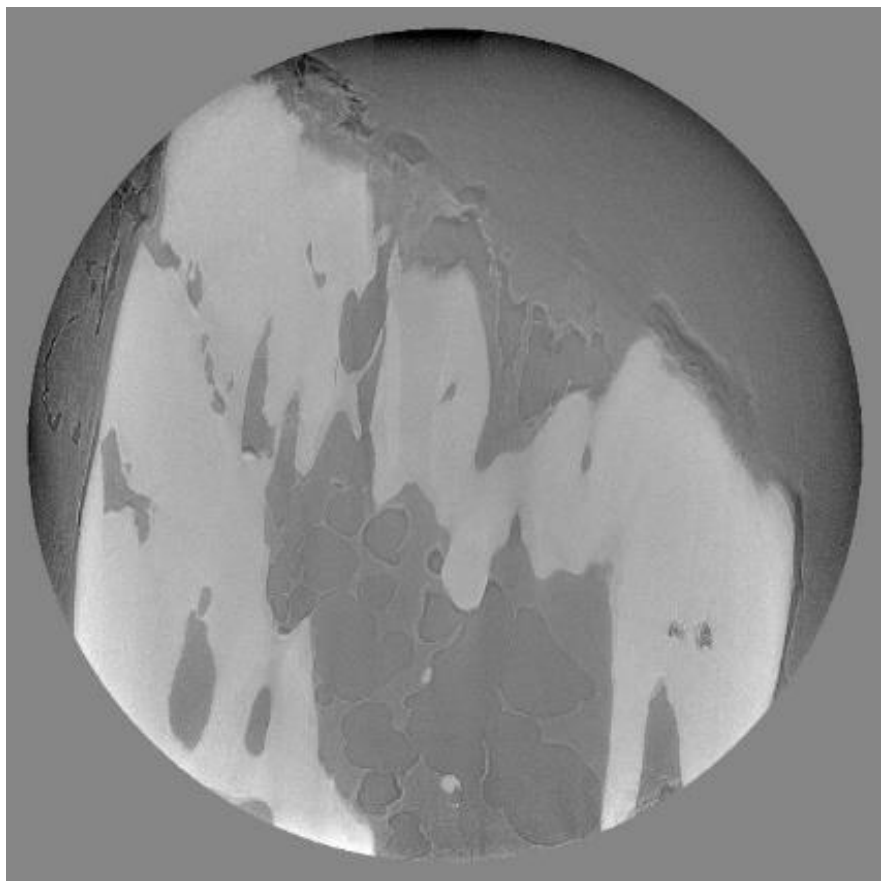
⇒白色X線 (7~24keV)
10倍拡大測定



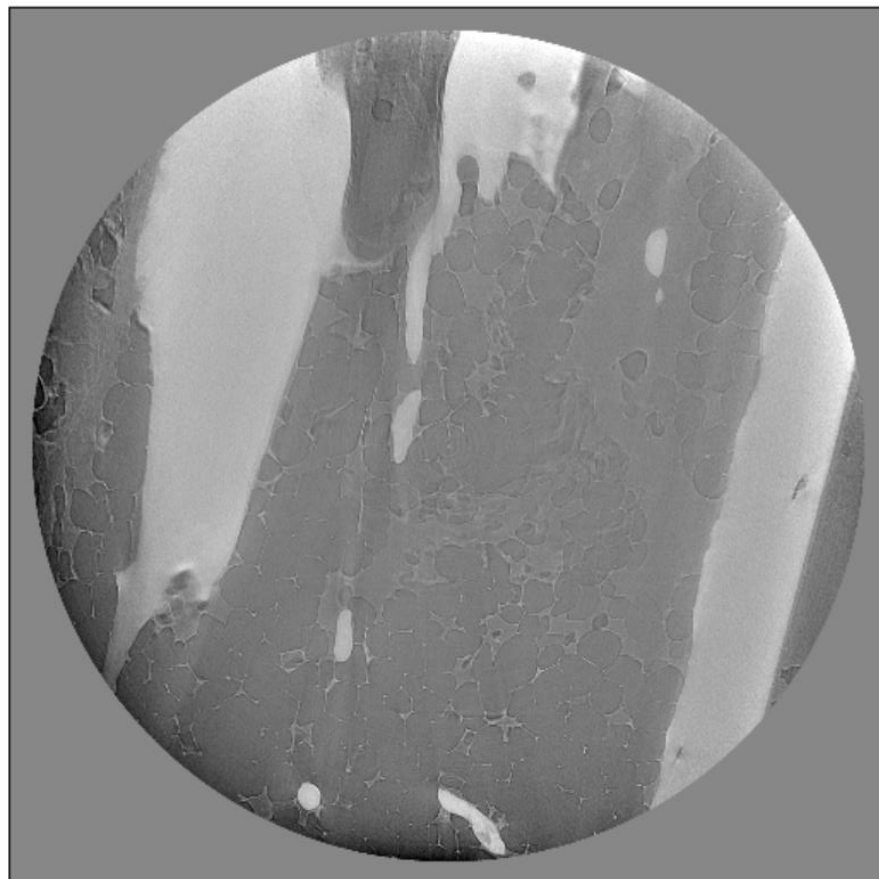
3.1 魚骨

◆測定結果 (あいちSR白色光10倍)

焼成
(最大荷重34.4 J/mm)



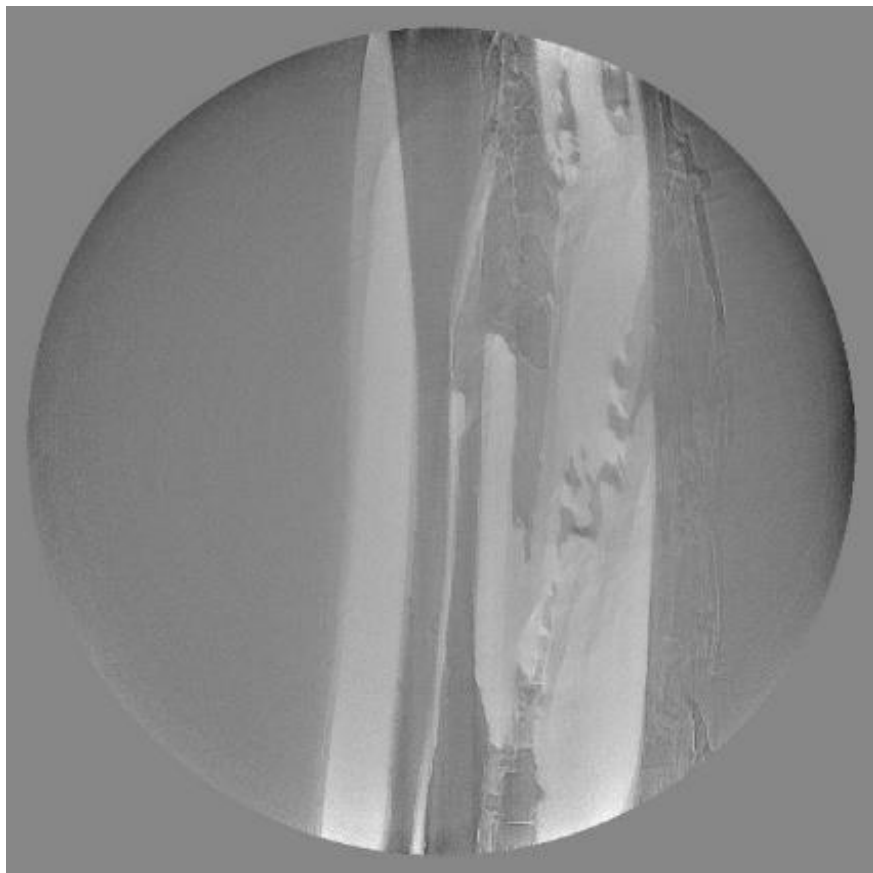
処理1
(最大荷重4.8 J/mm)



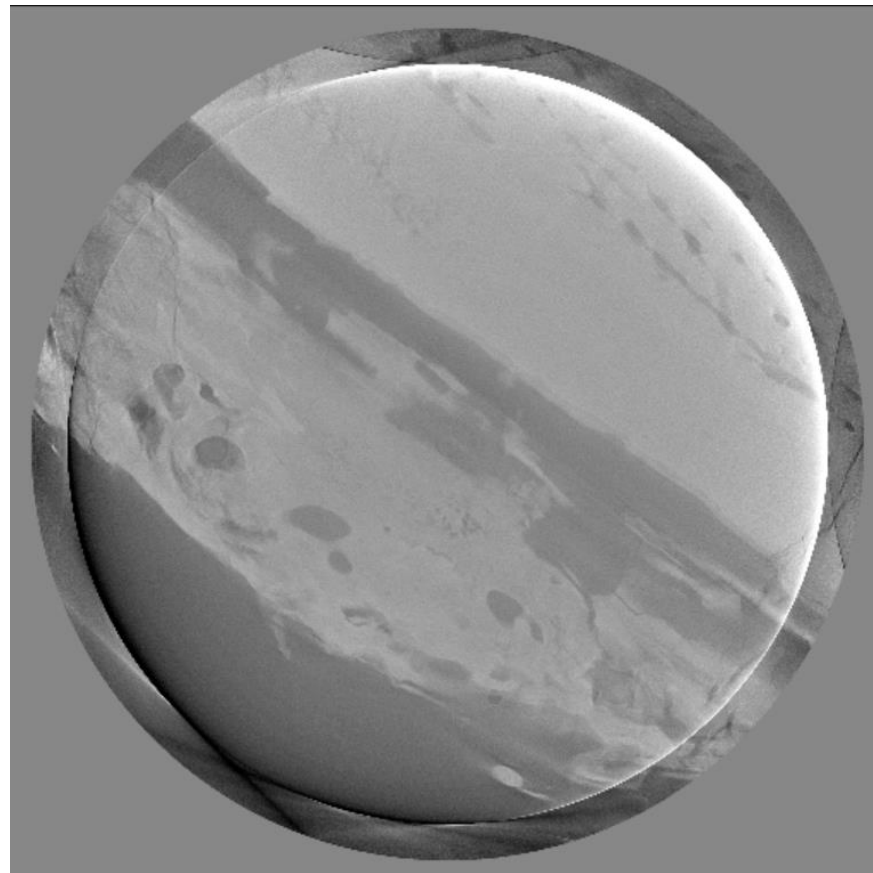
3.1 魚骨

◆測定結果 (あいちSR白色光10倍)

処理2
(最大荷重23.4 J/mm)



レトルト
(最大荷重0.7 J/mm)



レトルト:測定中に検体が動いた可能性あり

3.1 魚骨

◆測定結果（あいちSR白色光10倍）

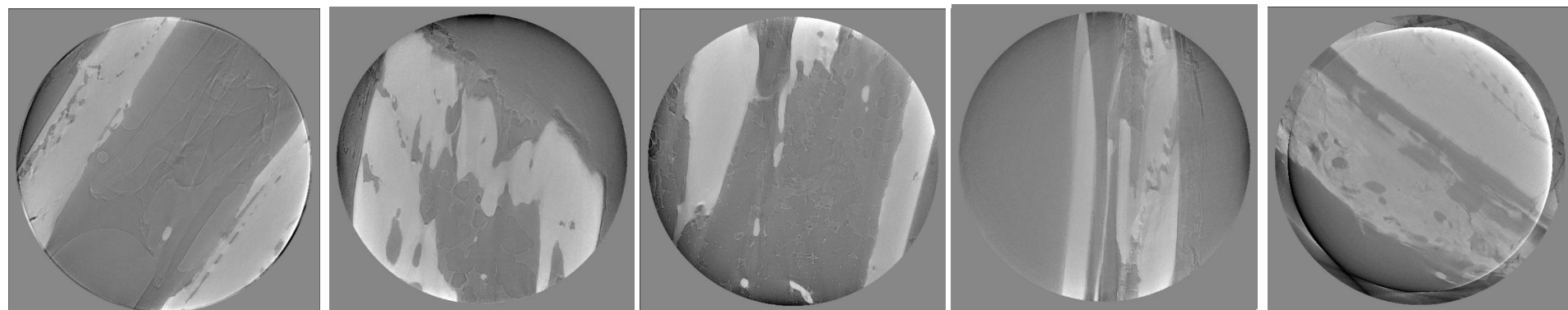
未処理
36.6 J/mm

焼成
34.4 J/mm

処理1
4.8 J/mm

処理2
23.4 J/mm

レトルト
0.7 J/mm



- ・画像上で判断できる組織の違いが確認された
- ・どのような構造変化が起きているのか、詳細は分からず

3.2魚肉

◆課題背景

刺身商材

一般的な製品（製造から流通までに1~2回の凍結）



ノンフローズン製品



3.2 魚肉

◆課題②：凍結・未凍結魚肉の組織の違い

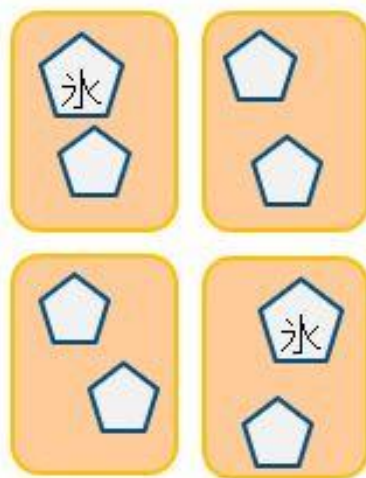
凍結

緩慢凍結



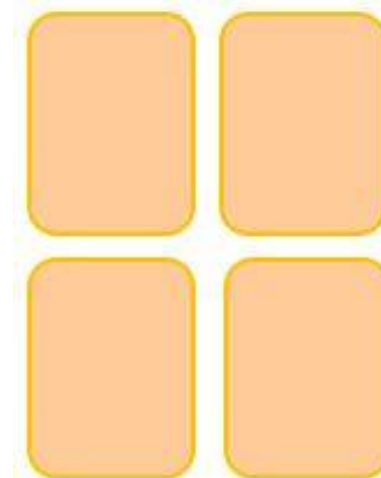
氷結晶大 ⇒ 細胞を破壊
⇒ 食感劣化、旨味流出

急速凍結



氷結晶小
= ダメージ小

未凍結



ダメージなし

高品質品の提供へ向け構造変化を観察したい

3.2 魚肉 ◆供試検体

魚肉 (サーモン)

No.	処理
①	未凍結
②	凍結 [1回凍結後に解凍して供試]

①未凍結



②凍結



フィーレ状態にして凍結し、
冷凍のまま切身にして測定施設へ

3.測定

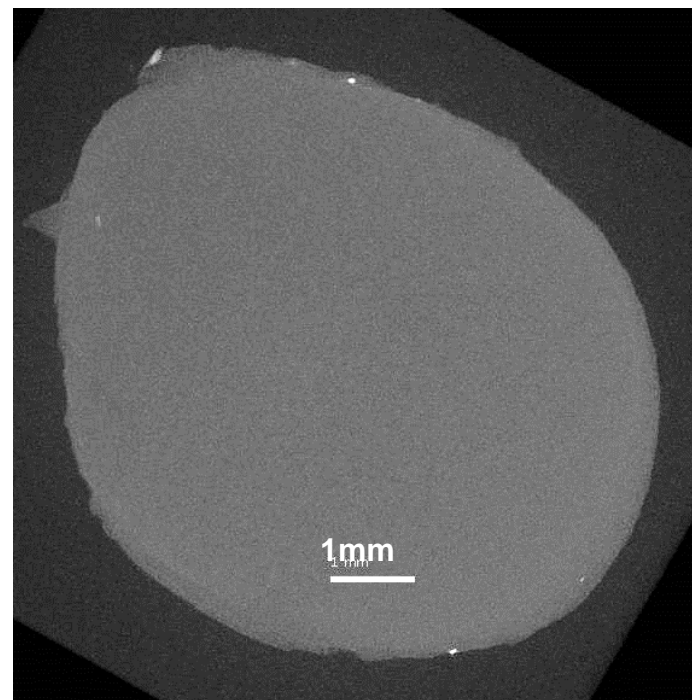
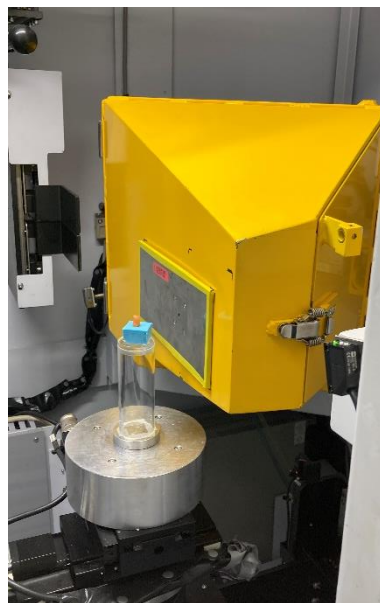
◆工業用X線CTによる予備試験

宮城県産業技術総合センターにて

X線管電圧 60kV
X線管電流 167 μ A



Φ8mm円柱状



生体試料では吸収されにくい波長で、
全体的に透過してしまったと考えられる

コントラストが低く、構造の観察自体が出来ず

3.2 魚肉

◆測定結果（あいちSR白色光10倍）

未加熱のままΦ4mm円柱状に切り出し、（凍結検体は自然解凍実施）
 乾燥防止や固定を目的に、魚骨同様UV硬化樹脂でコーティング
 ⇒白色X線（7～24keV）10倍拡大測定



測定前



測定後

X線を当てた箇所が**熱変性**
 （画像の通り、白く変色）

※白色光
 幅広い範囲のX線を含み、
 輝度が高く熱負荷が大きい

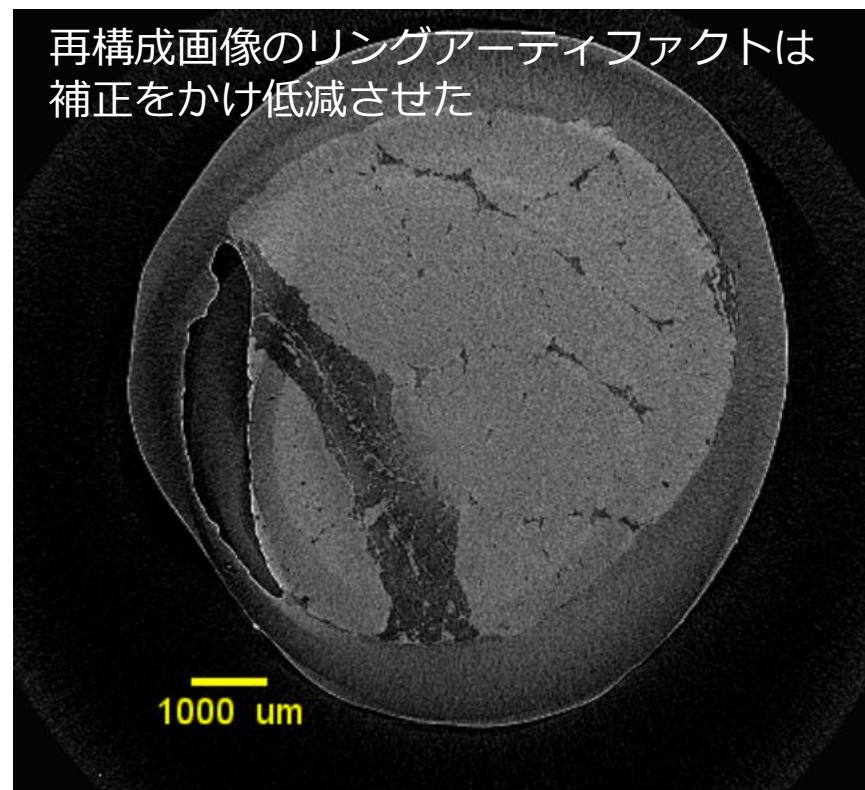
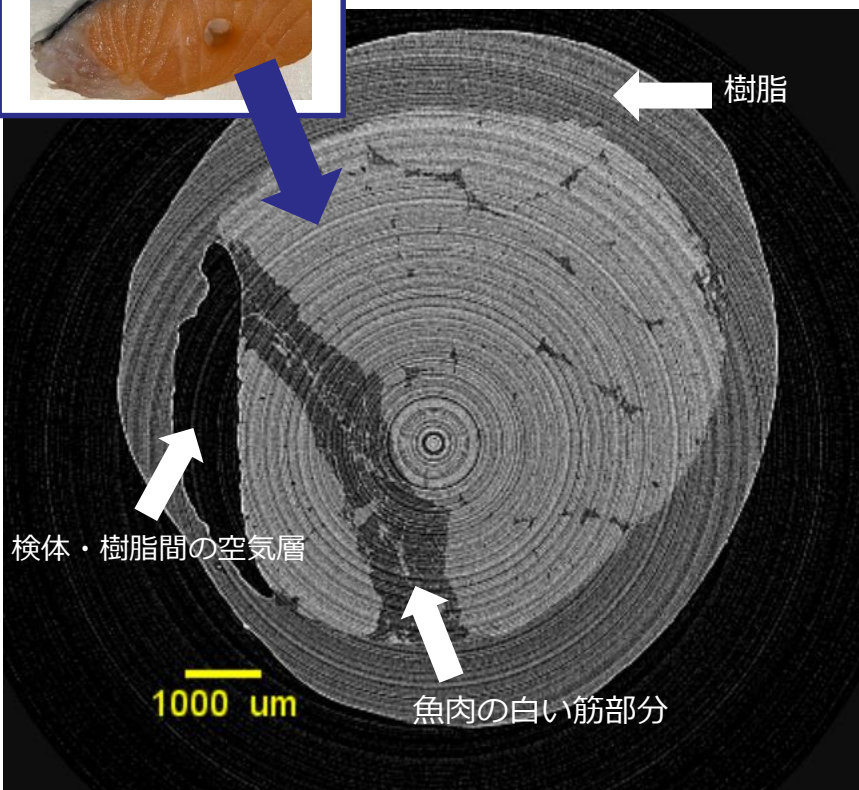
白色光での測定は困難と判断（別日に単色光で測定を試みた）

3.2 魚肉

◆測定結果（あいちSR単色光（14keV））

Φ8mm円柱状に切り出し同様に加工し、単色X線で測定

サンプリングイメージ

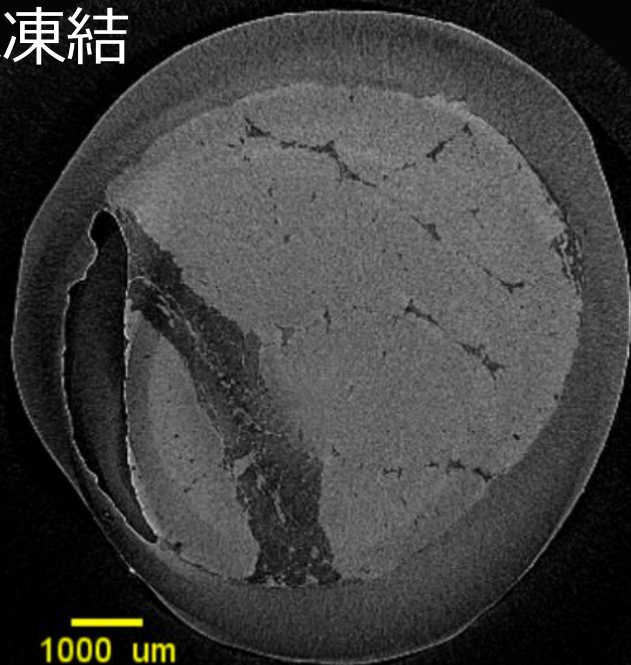


コントラストが高く、ある程度鮮明な画像得られた

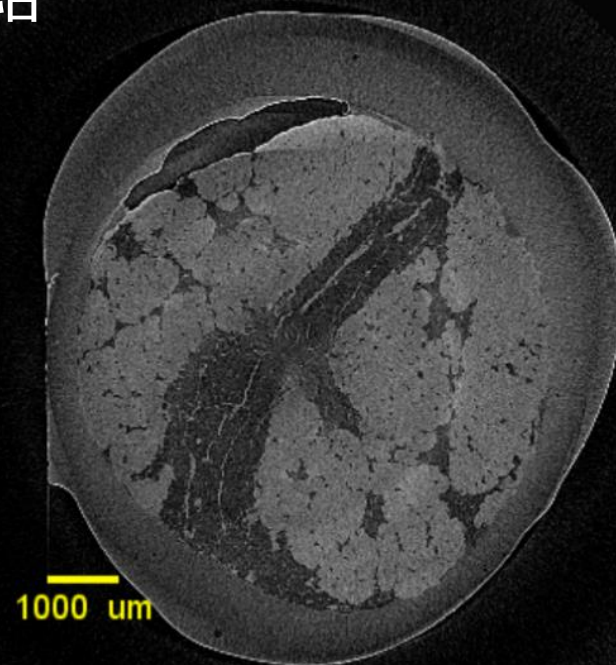
3.2 魚肉

◆測定結果（あいちSR単色光（14keV））

①未凍結



②凍結



更なる検証は要しますが……

氷結晶の影響による組織や細胞の構造変化を観察できた可能性

4.総括

◆測定結果まとめ

魚骨（サバ腹骨）

- ・ 白色光10倍
⇒各処理により
目視（画像）で判断できる差あり
（構造変化の詳細は分からず）



今後の可能性

成分・構造変化の検証

- ・ 追加解析：ボクセルの吸収値の計算
（ヒストグラム作成）等
- ・ ICP :元素量の比較
- ・ XRF :表面の元素分布のマッピング

魚肉（サーモン）

- ・ 白色光10倍
⇒測定困難（熱変性あり）
- ・ 単色光（14keV）
⇒未凍結・凍結で構造に違いあり
（氷結晶生成の影響か？）



今後の可能性

構造変化の検証 凍結条件毎の差異検証

- ・ 追加解析：魚骨同様
- ・ 追加観察：各種凍結方法による比較

画像上で検体毎の差異は確認できたが、更なる解析・検証が必要

4.総括

測定が難しいとされる生体試料であったこともあり、困難な面も多々あったものの、研修への参加、現地での測定等の中で、放射光関連技術の一端を体感することができました。解析方法など含め、研究開発への今後の利活用可能性を検討したいと思います。

本研修への参加にあたり多くの方にご助力いただきました

- ◆宮城県産業技術総合センター
羽生様、浅野様、伊藤様、畑中様、千代窪様
- ◆あいちシンクロトロン光センター
シンクロトロン光産業利用コーディネータ 砥綿様
- ◆あいち産業科学技術総合センター
共同研究支援部 シンクロトロン光活用推進室 野本様
- ◆名古屋大学
シンクロトロン光研究センター 特任准教授 櫻井様
- ◆あいちシンクロトロン光センター
ビームライン課 技術研究員 花田様
- ◆宮城県経済商工観光部
新産業振興課 小野寺様

ありがとうございました