



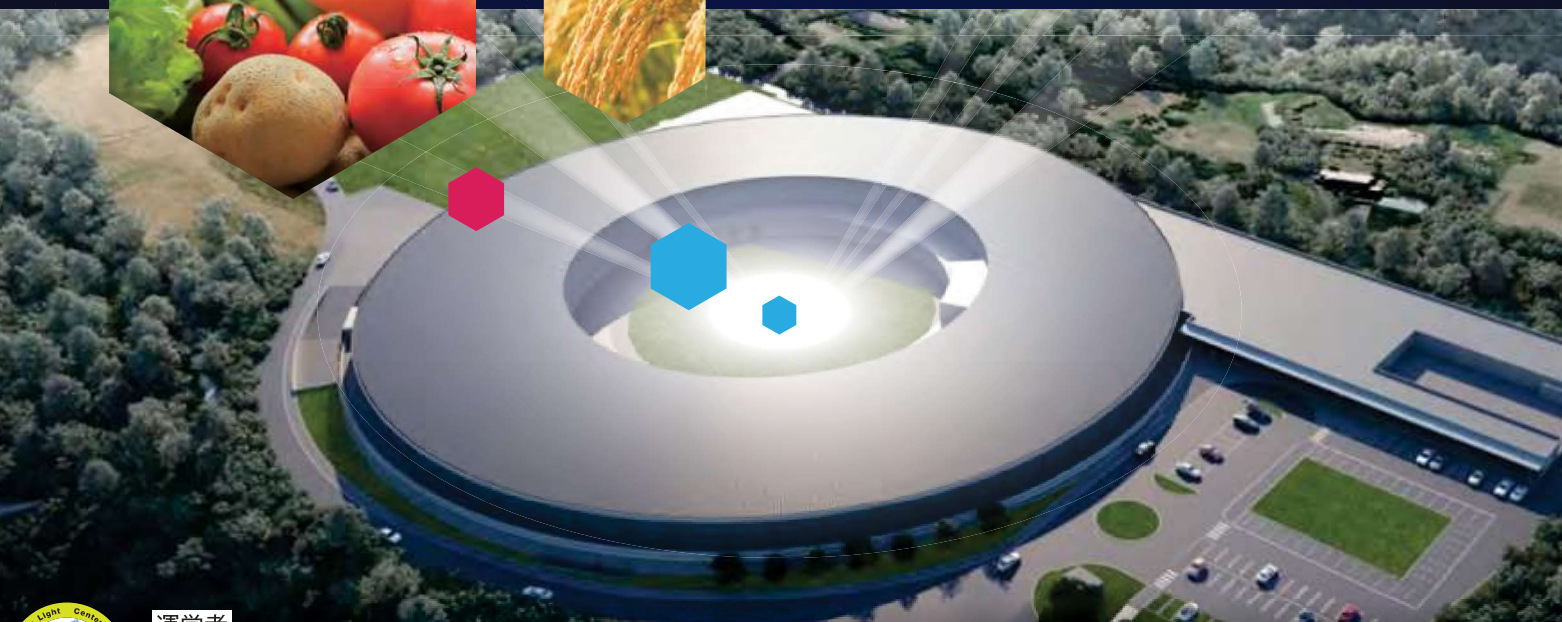
TOHOKU  
UNIVERSITY



令和4年度 KCみやぎ産学共同研究会事業

# 放射光による 農畜水産物・食品の 測定・評価技術の開発と、 企業・地域課題解決のための 包括的利用システム構築

Development of synchrotron techniques for agricultural products/food and construction of a comprehensive utilization system to solve corporate/regional issues



運営者

東北大学大学院農学研究科・附属放射光生命農学センター A-Sync  
Center for Agricultural and Life Sciences using Synchrotron Light



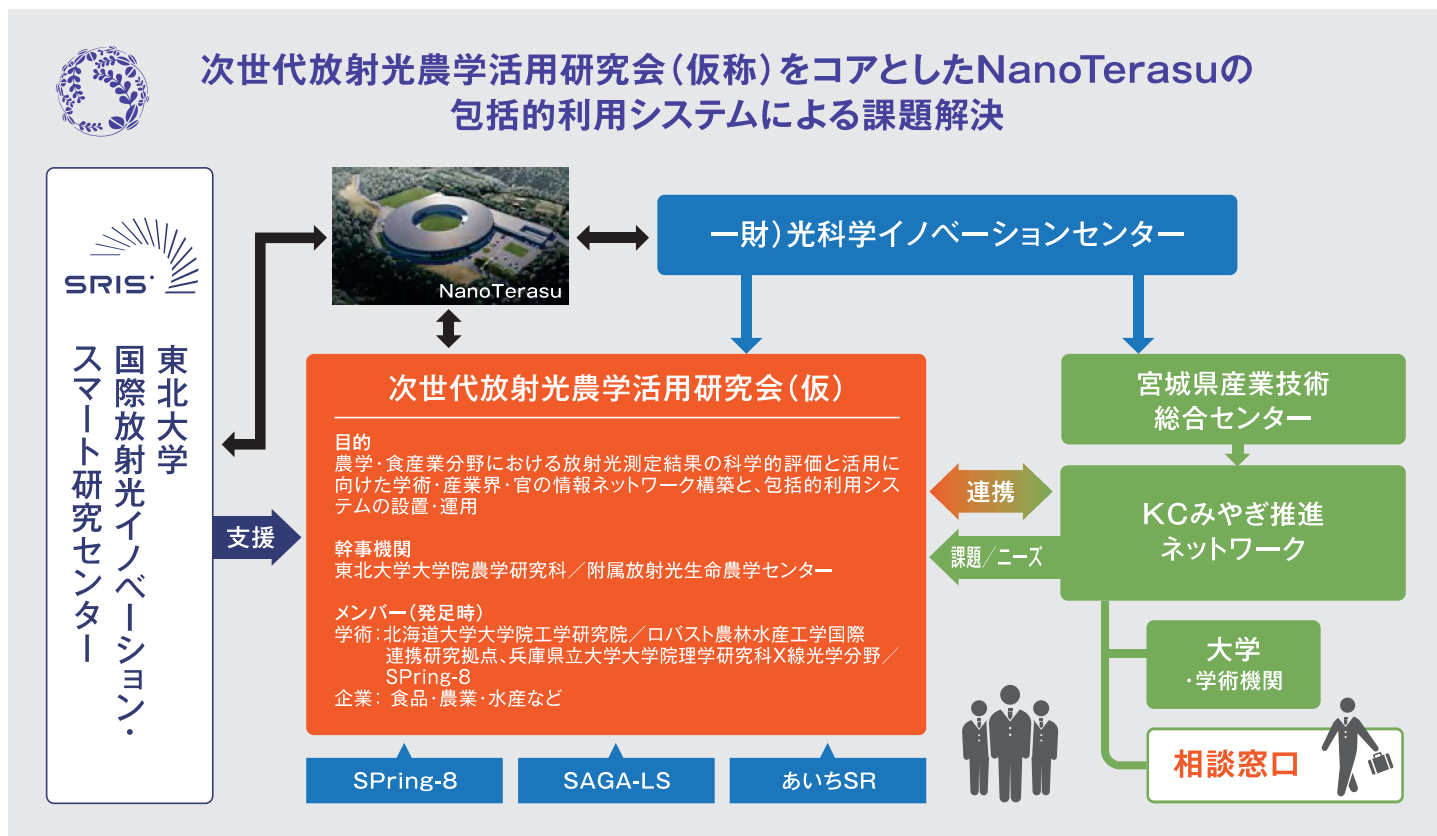
# 令和4年度KCみやぎ産学共同研究会 「放射光による農畜水産物・食品の測定・評価技術の開発と、 企業・地域課題解決のための包括的利用システム構築」の概要

東北大学青葉山新キャンパスに建設中の次世代放射光施設“NanoTerasu(ナノテラス)”が2024年4月に利用開始となる。そのため、NanoTerasu利用開始に先立ち、既存放射光施設(SPring-8、SAGA-LS等)を活用して農畜水産物・食品の測定事例蓄積や測定技術開発を行い、さらに測定結果を科学的に評価する手法の確立を推進する。既存放射光施設によるこのような測定や評価標準化により地域産品等の特色や優位性を明らかにして差別化・ブランド化を推進する。さらにこれらの放射光測定・評価技術の開発によって、農産物については栽培方法や育種、畜産物については飼育環境や育種、水産物については産地特定や資源保全、食品については加工法改良・開発やマーケティングにも貢献する。

本事業は、NanoTerasu 利活用を目的として2021年に設立された

東北大学農学研究科附属放射光生命農学センター(A-Sync)を主体として、東北大学国際放射光イノベーション・スマート研究センター(SRIS)、光科学イノベーションセンター(PhoSIC)、SPring-8、SAGA-LS、北海道大学、兵庫県立大学などと連携して推進する。

このような既存放射光施設での測定に加えて、情報交換のための研究報告会・勉強会、および一般公開型の成果報告会を開催し、農産物・食品評価における放射光および関連測定技術のポテンシャルや産業利用可能性について、広く情報の発信を行う。そして将来的には、「次世代放射光農学活用研究会(仮称)」を設置して、食・農分野の様々な課題に対し、他の技術・組織を組み合わせさせた NanoTerasuの包括的利用システムの構築を目指す。



## 参画企業

- 青葉化成株式会社
- 株式会社阿部亀商店
- 株式会社一ノ蔵
- ゼライス株式会社
- 仙台農業協同組合(JA仙台)
- 株式会社東北アグリサイエンスイノベーション
- はたけなか製麺株式会社
- 株式会社舞台ファーム
- 理研食品株式会社

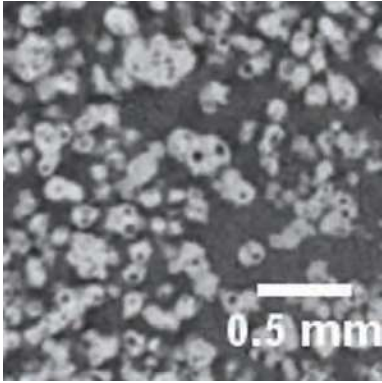
## 学術機関の研究者

- 村松 淳司 (東北大学国際放射光イノベーション・スマート研究センター (SRIS)センター長)
- 高田 昌樹 (一般財団法人光科学イノベーションセンター (PhoSIC) 理事長)
- 八木 直人 (公益財団法人高輝度光科学研究センター SPring-8)
- 高山 裕貴 (兵庫県立大学大学院理学研究科X線光学分野/SPring-8、東北大学大学院農学研究科A-Sync)
- 廣沢 一郎 (九州シンクロトロン光研究センター (SAGA-LS)・ビームライングループ長)
- 大沼 正人 (北海道大学大学院工学研究院/ロバスト農林水産工学国際連携研究拠点)
- 日高 將文 (東北大学大学院農学研究科A-Sync)
- 白川 仁 (東北大学大学院農学研究科A-Sync)
- 金山 喜則 (東北大学大学院農学研究科A-Sync)
- 牧野 知之 (東北大学大学院農学研究科A-Sync)
- 中野 俊樹 (東北大学大学院農学研究科A-Sync)
- 原田 昌彦 (東北大学大学院農学研究科A-Sync)
- 他、A-Syncメンバー

## 推進事務局

- 堀籠 智洋 (東北大学大学院農学研究科A-Sync)

# A-Syncのこれまでの測定事例 (イメージング)



## ↑ コーヒー用粉ミルク

放射光の『明るい光』を使うことで粉の中の空隙を精密に可視化することができた。



## ← エダマメ

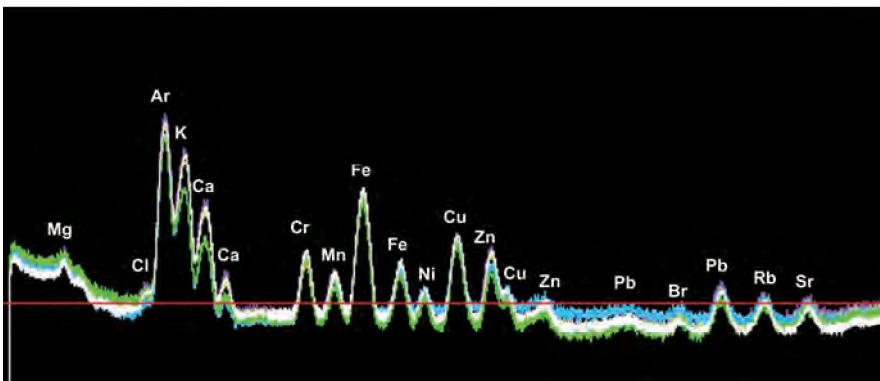
放射光の明るさだけでなく位相の情報を使うと、実験室のCTでは難しい情報を得ることができる。上図はエダマメの密度の違いを可視化することで見えてきたエダマメ内部の水分・養分が通る通道組織(非破壊・非染色測定)。



## ↑ 冷凍マグロ

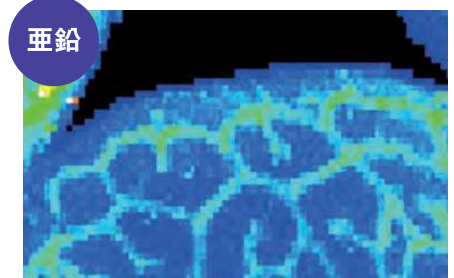
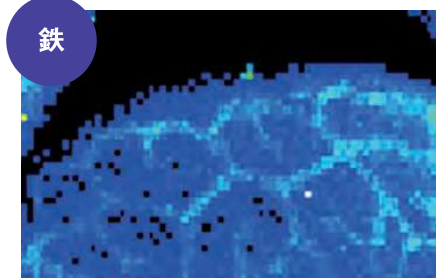
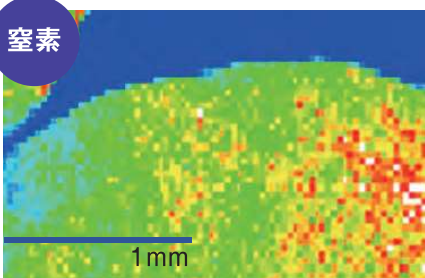
脂が溶けやすく顕微鏡観察が難しいマグロを冷凍した状態でCTを測定することで、脂と赤身の状態を立体的に可視化することができた。

# A-Syncの新しい取り組み (蛍光X線)



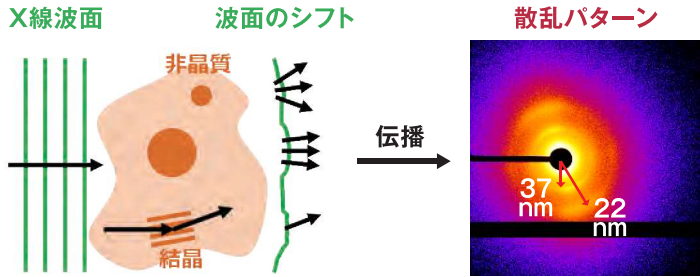
蛍光X線は、X線を照射すると生じる元素ごとに異なる波長の光です。この波長を分析することで、試料に含まれる元素の情報を得ることができます。

左図は植物の葉の蛍光X線分析結果で、葉に含まれる元素を特定することができました。

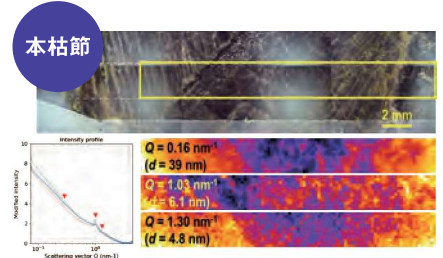
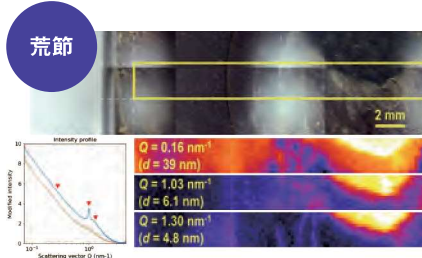
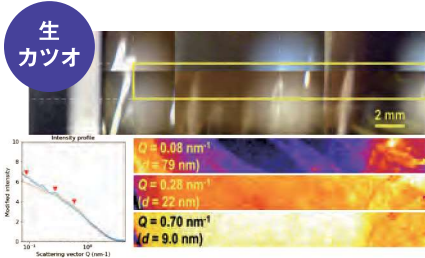


さらに細くした放射光を試料に走査的に照射することで、試料の元素分布を可視化することができます。上図は植物の葉に含まれる元素の分布をマッピングしたものです。

# A-Syncの新しい取り組み(散乱マッピング)

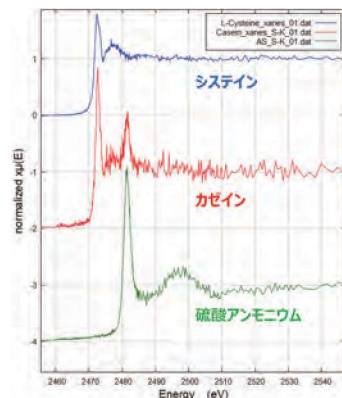
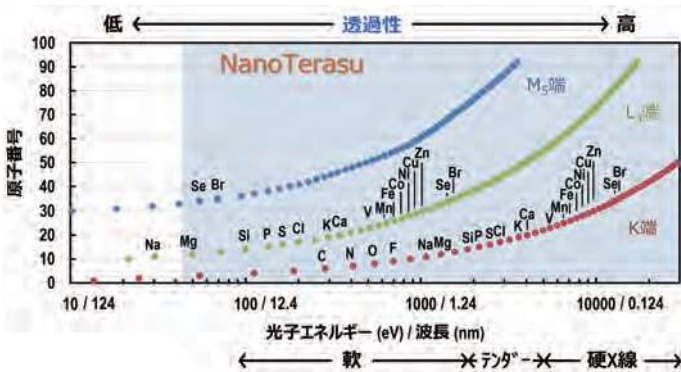


X線散乱マッピングでは、小さな構造は広い角度で、大きな構造は狭い角度でX線を散乱することを利用して、サブ $\mu\text{m}$ ~nmサイズの構造が試料中にどのように分布するかを可視化することができます。



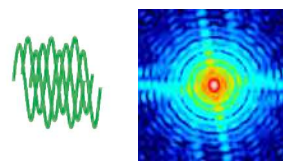
上図は鰹節の製造過程におけるナノ構造の変化を評価したものです。生の状態では10~80 nm程度の周期構造が見られましたが、荒節・本枯節では消失し、5~6 nm程度の緻密な周期構造が形成されることが散乱プロファイルから分かりました。これらの周期構造の分布を見ると、光学顕微鏡で見られる組織構造との相関が確認できました。

# NanoTerasuの特徴を活かした分析の試み

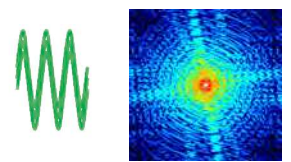


**1** NanoTerasuの特徴の一つが軟X線から硬X線まで広い波長帯のX線を利用可能な点です。上図のように周期表のほぼ全ての元素の化学状態分析が可能であり、特に軽元素の分析に有用な軟X線は既存放射光施設の約100倍高輝度なため、農学分野での応用が期待されます。左図は硫黄含有試料のX線吸収スペクトルの例で、硫黄の化学状態を反映したスペクトルが得られています。

## 従来のX線



## コヒーレントX線

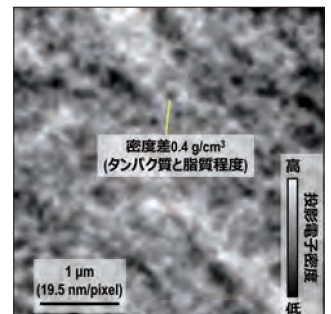


**2** NanoTerasuのもう一つの特徴がX線の高いコヒーレンスです。コヒーレントとは波面(位相)が揃っているということで、試料に照射すると上図のように従来のX線に比べて鮮明な干渉パターンを観測することができます。

## 米ぬか



## ポリマーブレンド(0.1 mm厚薄片)



**3** コヒーレントなX線は理論的に取り扱い易いので、干渉パターンから計算機上で元の試料像を再生するナノイメージング技術「X線タイコグラフィ」が利用できます。10 nmに達する空間分解能と明瞭な位相コントラストが特徴で、タンパク質と脂質程度の密度差でも100 nm前後の大きさまで非染色で可視化できました。