

令和7年度(2025年度) 仙台市NanoTerasutライアルユース事業

〈課題名〉蛍光X線元素分析によるイネの生育環境
とコメの栄養価の関連性評価の試み

〈対象事業の分野〉

分野記号(A-0111)、分類名(米作農業)

東北大学農学研究科発ベンチャー企業



株式会社
東北アグリサイエンスイノベーション
Tohoku AgriScience Innovation Co., Ltd.

報告者: 駒井三千夫

企業名・代表者	株式会社 東北アグリサイエンスイノベーション (TuASI) 代表取締役社長 駒井三千夫		
住 所	〒980-8572 仙台市青葉区荒巻字青葉468番1 農学系総合研究棟E409		
業 種	研究開発、研究支援	事業内容	食品サプリメントの開発・販売、 農学領域の研究支援、 次世代放射光施設の活用支援
法人設立日 及び沿革	2018年8月7日 東北大学農学研究科の教職員・OBが出資し設立。現在に至る。		
会社概要 (基盤技術・強み)	東北大学農学研究科の技術シーズ（特許やノウハウ）の実用化が目的の会社。2名が東北大学名誉教授、1名が農学研究科教授、1名が味の素(株)OBで構成。健康栄養や新規食品関連の特許技術を有している。次世代放射光施設ナノテラスと隣接する企業として、農学研究科とともに同施設の活用推進を指向している。令和2年度及び令和4年度仙台市トライアルユース事業、令和3年度宮城県放射光利用実地研修（あいちトライアルユース）に参画した。		

＜ 東北大学発ベンチャー企業として食の安全とスマートエイジングに寄与します ＞



株式会社
東北アグリサイエンスイノベーション
Tohoku AgriScience Innovation Co., Ltd.

【業務内容】

- 健康維持サプリメントの研究開発・販売
- タキシフォリン(純度90%品・機能性表示食品)の販売
- 健康栄養成分の調査・研究
- 次世代放射光分析の支援と測定代行 などを通じ

栄養学の正しい知識に基づき、健康寿命を支える情報をお届けします。
皆様の健康を「守るため」の研究開発を推進し、情報の発信も続けます。

ホームページ：<https://www.tuasi.jp>

Research & Development
for Smart Aging Society

東北大学発ベンチャー企業として
食の安全とスマートエイジングに寄与します





株式会社
東北アグリサイエンスイノベーション
Tohoku AgriScience Innovation Co., Ltd.

販売中の機能性表示食品「生活習慣力®」の紹介

届出番号	J645
届出日	令和6年9月25日
商品名	生活習慣力
食品の区分	加工食品（サプリメント形状）
機能性関与成分	タキシフォリン
届出表示	本品にはタキシフォリンが含まれます。タキシフォリンには健康な中高年の加齢によって低下する認知機能の一部である視覚的記憶力（図形等を認識し記憶し、それを後から呼び起こす力）の維持に役立つ機能があることが報告されています。
サプリメントの概要	○名称:カラマツ形成層・木部抽出物含有食品 ○内容量:250mgタブレット180粒入（約1か月分）、 ○1日当たりの摂取目安量:6粒(1.5g)



大学発ベンチャー企業
(株)東北アグリサイエンスイノベーション

認知機能※の維持に役立つ

機能性表示食品 届出番号:J645

機能性関与成分:タキシフォリン

※健康な中高年の加齢によって低下する認知機能の一部である視覚的記憶力(図形等を認識し記憶し、それを後から呼び起こす力)



生活習慣力®

タキシフォリン配合

180粒入り

一日当たりの
摂取目安量 6粒

【届出表示】本品にはタキシフォリンが含まれます。タキシフォリンには健康な中高年の加齢によって低下する認知機能の一部である視覚的記憶力(図形等を認識し記憶し、それを後から呼び起こす力)の維持に役立つ機能があることが報告されています。

●本品は、事業者の責任において特定の保健の目的が期待できる旨を表示するものとして、消費者庁長官に届出されたものです。ただし、特定保健用食品と異なり、消費者庁長官による個別審査を受けたものではありません。

食生活は、主食、主菜、副菜を基本に、食事のバランスを。

令和7年度仙台市NanoTerasuトライアルユース事業

〈課題名〉

蛍光X線元素分析によるイネの生育環境とコメの栄養価 の関連性評価の試み

(株) 東北アグリサイエンスイノベーション・駒井三千夫

◎実施体制

(株)東北アグリサイエンスイノベーション

駒井 三千夫: 総括・測定用試料調製・測定

新潟食料農業大学

伊藤 豊彰 前教授・田副 雄士 准教授・伊藤 崇浩 講師: 測定試料提供と学術指導

(株)光エンジニアリングサービス

鈴木 拓明 博士・竹内 健一 氏: 測定試料調製・計測支援・計測値の分析と解析

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)・大学院農学研究科

(兼任): 高山 裕貴 准教授・日高 将文 准教授: 測定方法の学術指導および助言

東北大学・大学院農学研究科

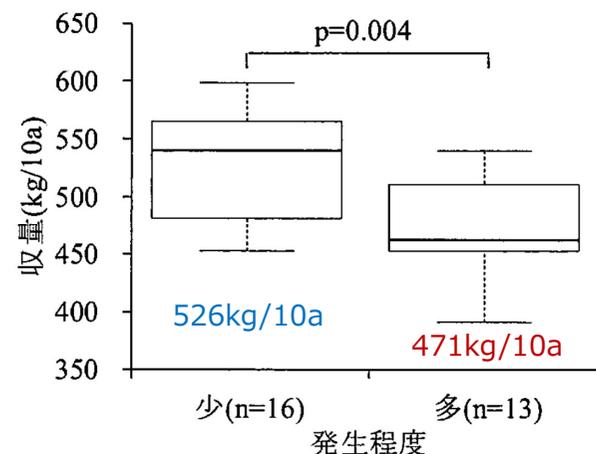
白川 仁 教授・大崎 雄介 准教授・藤井 智幸 教授: 学術指導および助言

◎施設使用時間: 8時間(1シフト) × 2シフト = 16時間

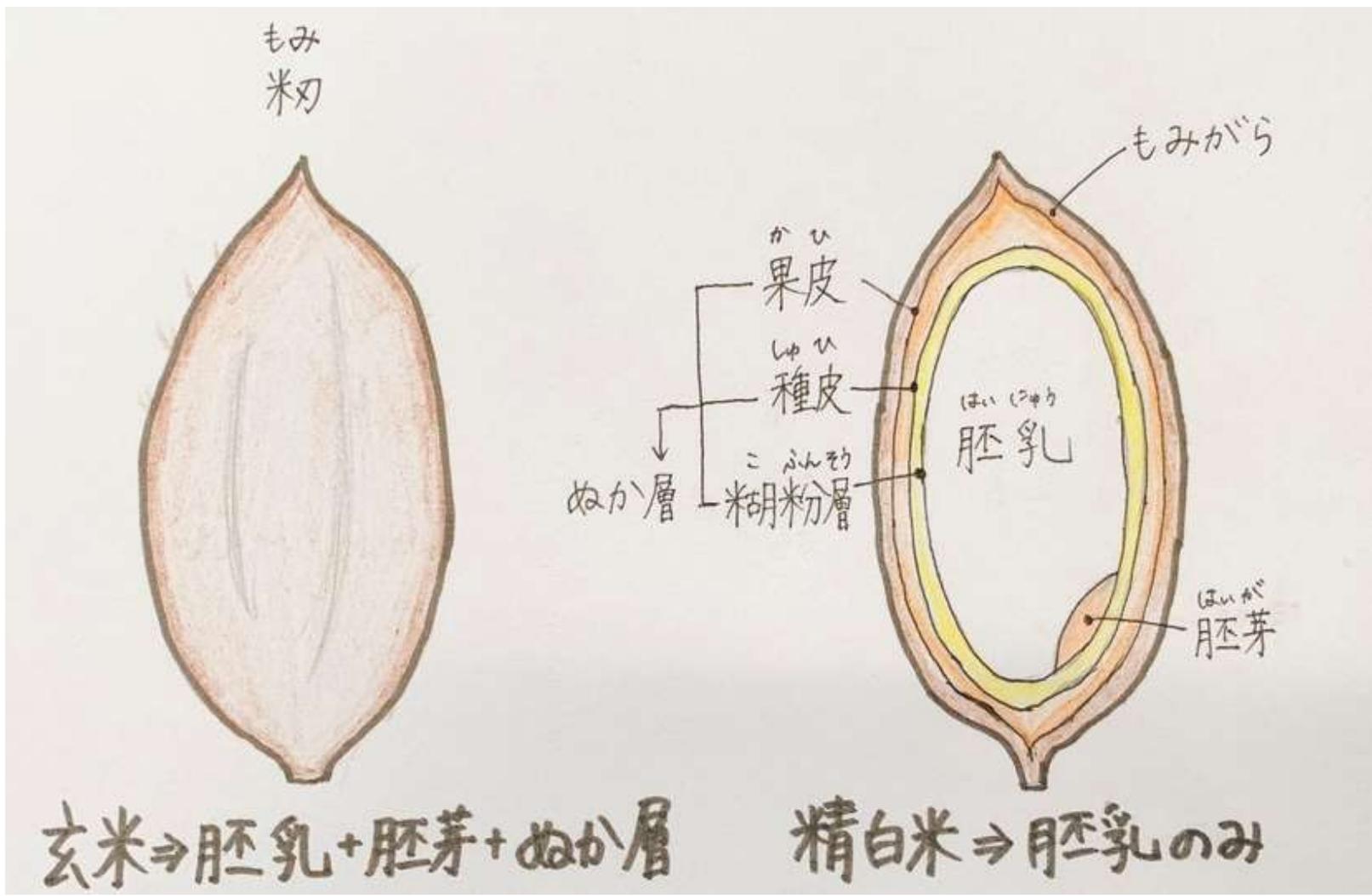
「ごま葉枯病」の水稲収量に対する影響



- 新潟県村上市、新発田市におけるごま葉枯れ病多発生圃場（老朽化水田）の調査（堀ら、2019）によると、
- ごま葉枯病多発圃場では玄米収量が10%減少（右図）



- ごま葉枯病が出やすい圃場条件**：砂質浅耕土（砂質で作土層が浅い圃場）や老朽化水田で発生しやすい。窒素切れを起こした場合にも発生が助長され、**カリウム、鉄、ケイ酸、マンガン、マグネシウム**が欠乏すると発生しやすい。
- ごま葉枯病対策**：秋耕における稲わらのすき込みや堆肥の施用（還元の抑制）、鉄・ケイ酸・マンガン含有量の高い肥料の施用などが有効
- 新潟県の土壌改良対策**：**く溶性マンガン**を30%含む改良資材を40kg/10a施用（これによって生葉数が増加し、玄米収量が20%以上増加）
(参考：イネごま葉枯病の発生生態と防除対策、平成27年3月 新潟県農林水産部 経営普及課)



(JA全農のサイトより引用)

背景・目的

当初ごま葉枯病の水田(対照区)と、土地改良資材の施用によって改善した水田由来のコメ粃(試験区4群=各種の元素含有資材の施肥)中の元素分布について解析する予定であったが、計測準備中に日本においてはほとんどなされてきていない試みであることが分かり、イネ粃は2群(対照区と試験区)の試料を使って、まずはマッピングが可能な事を明らかにすることとした。

そして、対照区のもの、総合的土地改良資材(Fe, Si, Ca, Mg, Mnなどを含む)施肥群のイネ粃を試料として、ヒトでの必須元素類(Ca, K, Fe, Zn, Cu, Mn=人体において存在量の多い順に記載)の米粒内外の分布を二次元マッピングによって明らかにする。

本報告の内容

新潟食料農業大学から入手したイネ粃(玄米+もみ殻)試料は、エポキシ樹脂に包埋した後、ミクロトームでX線照射側をトリミングして平滑面にして、反対側を紙やすりで研磨して削り、全体の厚さ(X線透過幅)を400~500 μ mにした後にスライドホルダーにてMYLAR製ポリエステル膜で覆って測定装置にセットした。ナノテラスでの蛍光X線元素分析は、BL08W-XRDビームラインで行い、計測した元素類は、K, Ca, Mn, Fe, Cu, Zn, Rb(原子番号順)の7種類とした。その二次元マッピングについて、成果を得たので報告する。

< 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)・兼大学院農学研究科の高山裕貴先生からのご指導内容 >

BL08W-XRDのX線の強度(光子フラックス)や蛍光X線マッピングの測定時間はビームラインのページに書かれている。

https://www.phosic.or.jp/equipment/BL08W_XRD/info_BL08W_XRD.html

17.5keV 1.2x10¹¹ cps (photons per sec)、
ビームサイズ100 μm程度。

➡ 蛍光X線のマッピング測定を行うのに問題のないフラックス。

元素濃度にも依るが、まずは0.3~1.0秒/点で測定すれば良い。(移動に0.3-0.4秒かかるため、あまり露光を短くしても時間が短縮されないの)

➡ このあたりはPhoSICスタッフの方と相談して対応。

参考に他のBLだと海外で0.1 μm集光の例だが、例えば下記文献では5 x 10¹⁰ photons/sで0.1秒露光。

以下の論文を参考にして条件設定した。

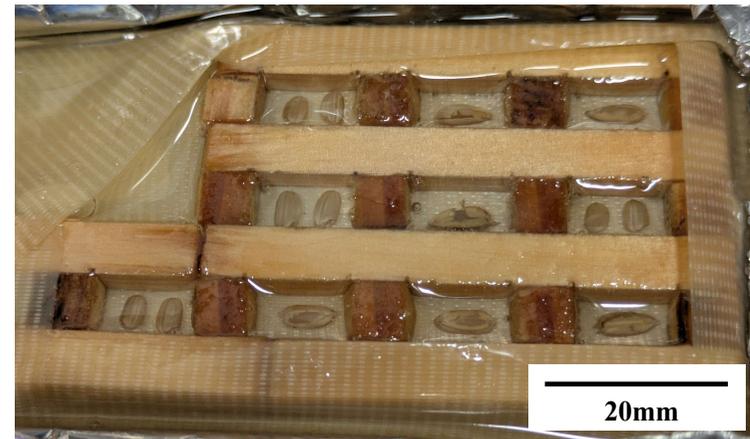
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0969806X24009836>



エポキシ樹脂包埋前 (枠型)



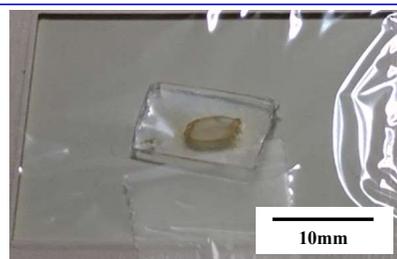
エポキシ樹脂包埋後



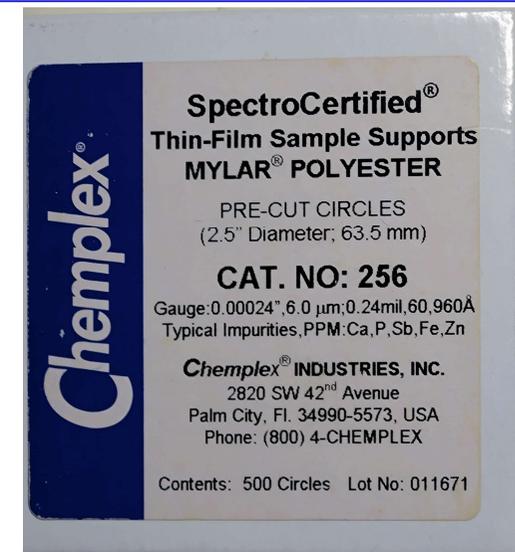
マウント後のイネ粃試料



マウント後 (固定)



MYLAR製ポリエステルフィルム



測定内容・条件

1. イネ籾試料 <品種:コシヒカリ、栽培地:新潟県胎内市内>

① 対照区(9-1): 3個

➡ 土地改良処理なし。ごま葉枯れ病多発。

② 総合的土壌改良区(13-2): 3個

➡ 総合的土壌改良処理。鉄・ケイ酸・アルカリ分(Ca, Mg)を多く含有し、マンガンもわずかに含む資材。

2. 試料加工

籾殻付きの玄米を樹脂埋めし、研磨紙・ミクロトームを用いて厚さ約0.5mmに加工した。

3. 測定(蛍光X線マッピング)

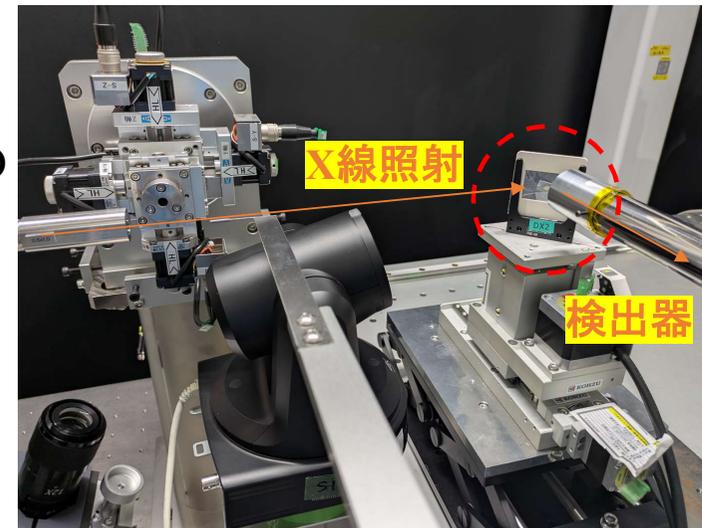
- ビームライン: NanoTerasu BL08W-XRD
- エネルギー: 17.5keV
- ビームサイズ: 100 μ m × 100 μ m
- 測定元素: K, Ca, Mn, Fe, Cu, Zn, Rb
- 測定日: 2025年11月21日、11月26日

4. 結果は2枚後の4枚のスライド

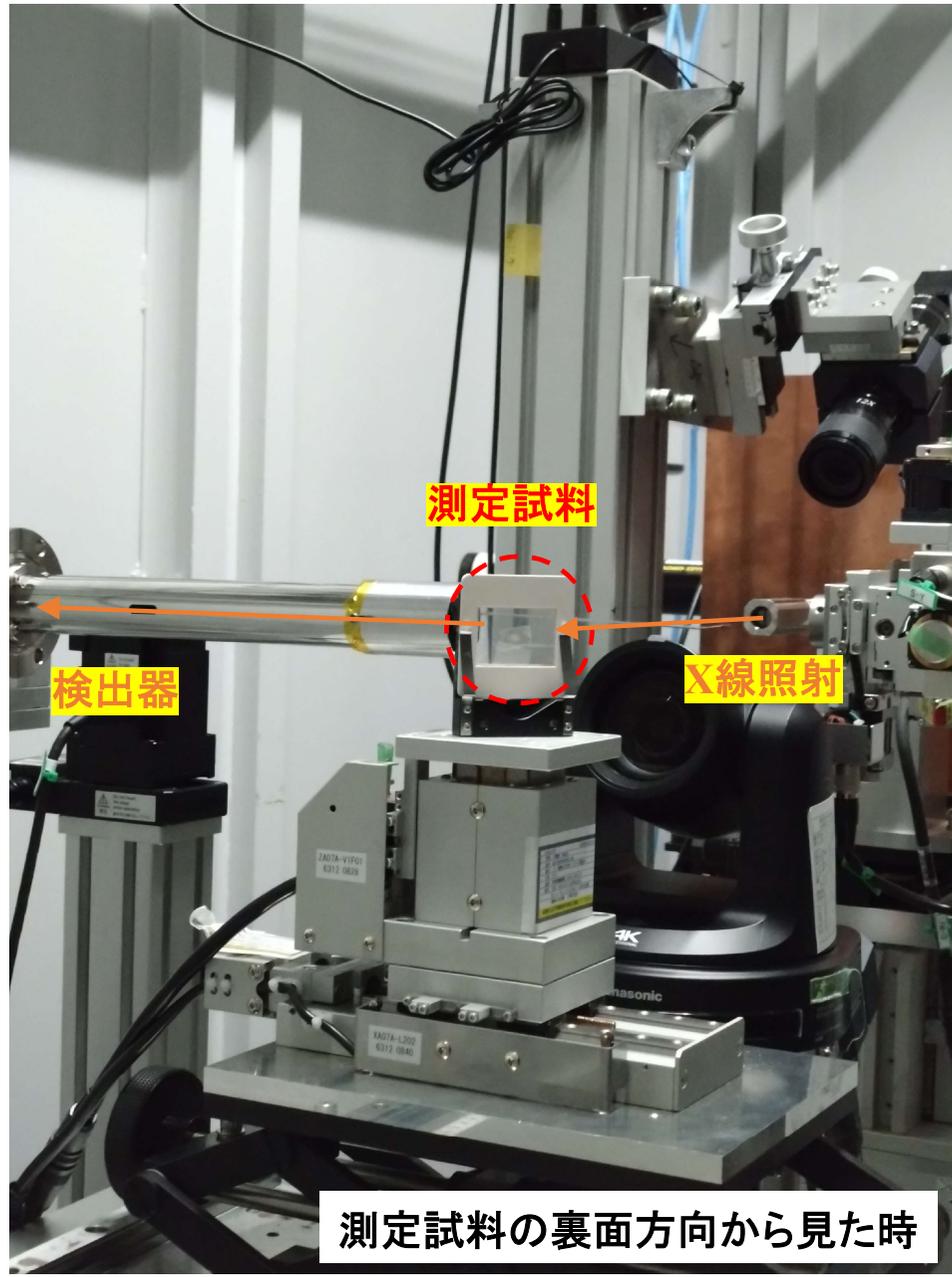
測定試料



測定装置



測定室における測定装置 X線照射側
と検出器側を拡大



測定試料の裏面方向から見た時

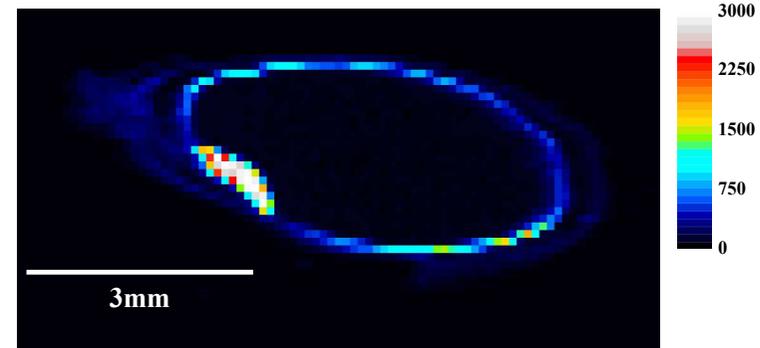
測定結果①: 蛍光X線マッピング(1/4)

試料: 対照区(土壌改良処理なし)

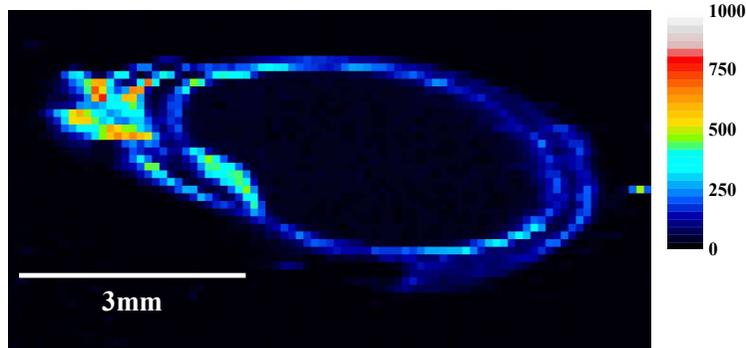
外観写真



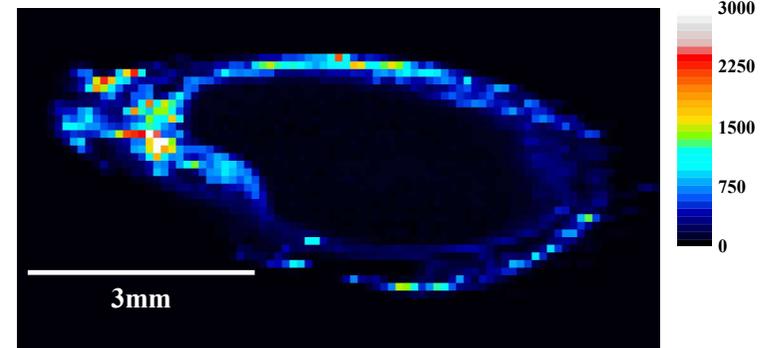
カリウム(K)



カルシウム(Ca)



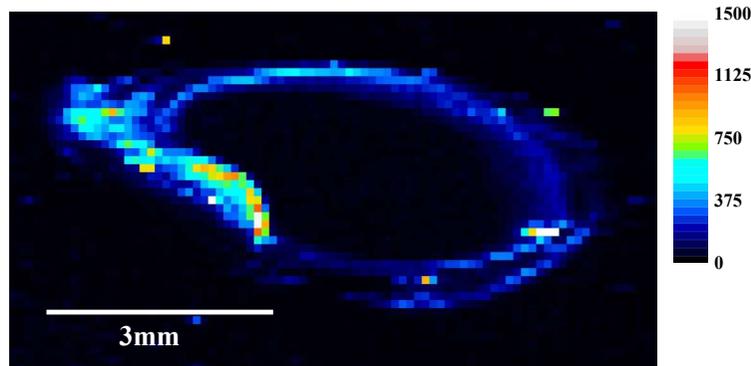
マンガン(Mn)



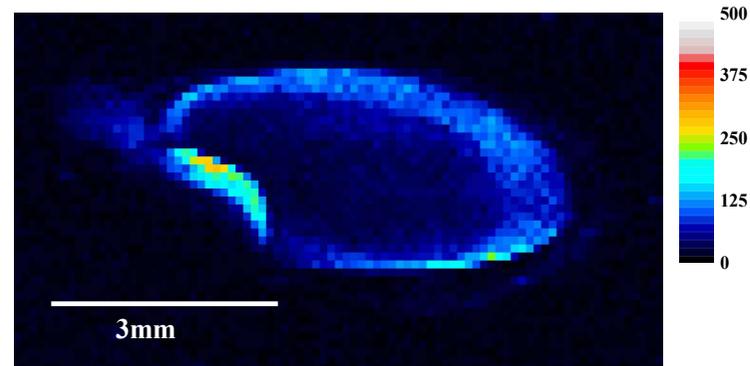
測定結果②：蛍光X線マッピング(2/4)

試料：対照区(土壌改良処理なし)

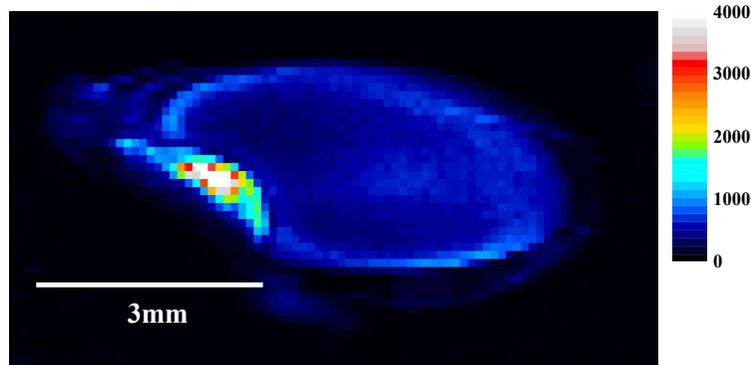
鉄(Fe)



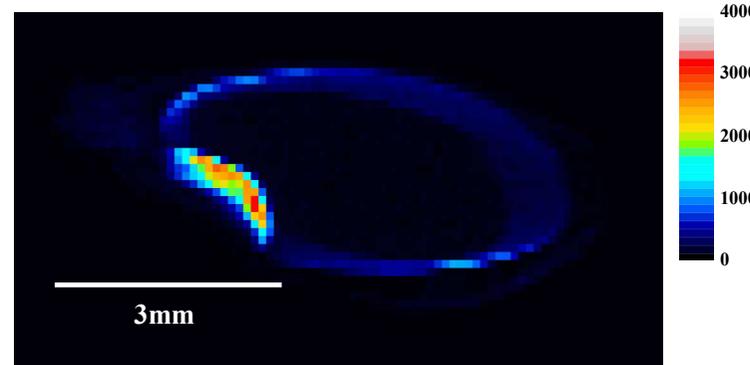
銅(Cu)



亜鉛(Zn)



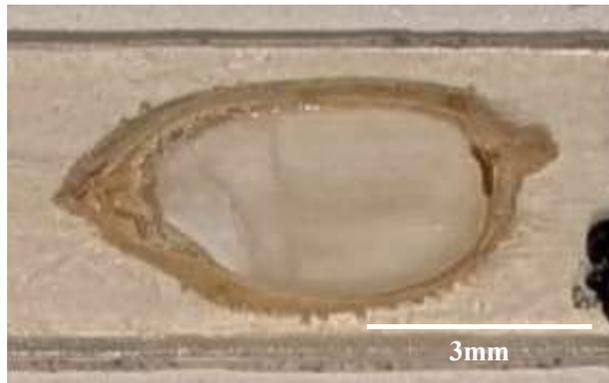
ルビジウム(Rb)



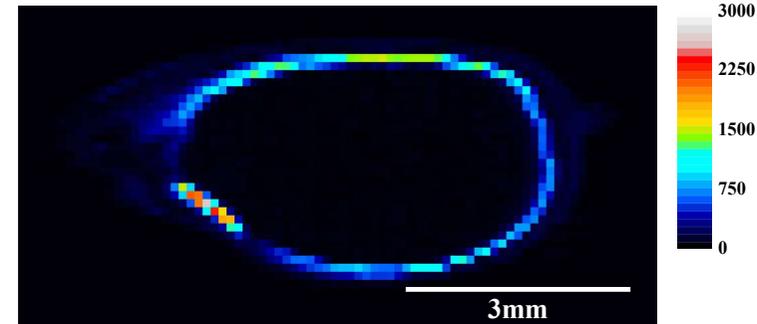
測定結果③：蛍光X線マッピング(3/4)

試料：総合区(総合的土壤改良処理)

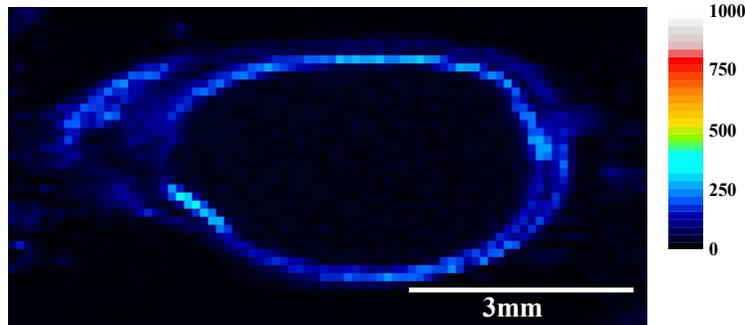
外観写真



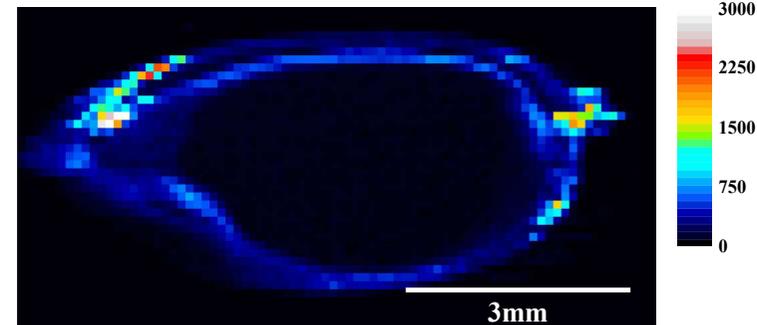
カリウム(K)



カルシウム(Ca)



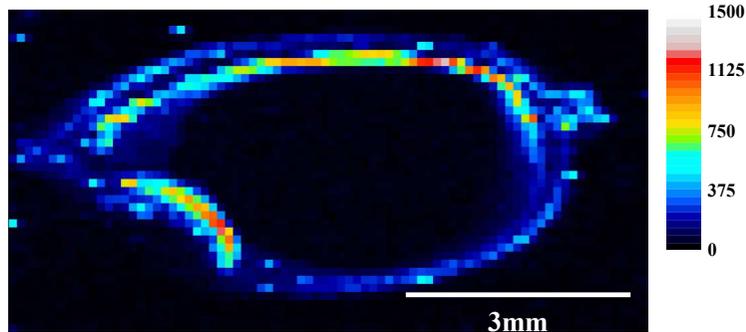
マンガン(Mn)



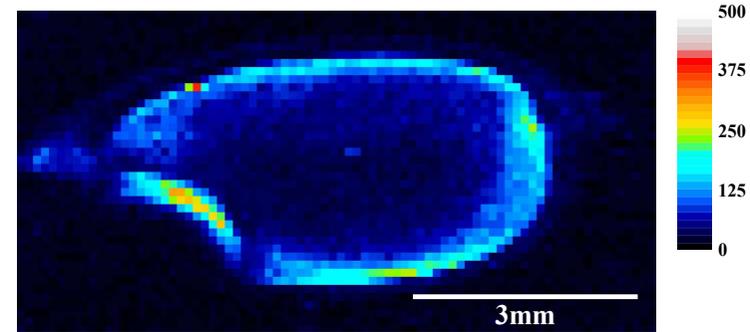
測定結果④：蛍光X線マッピング(4/4)

試料：総合区(総合的土壤改良処理)

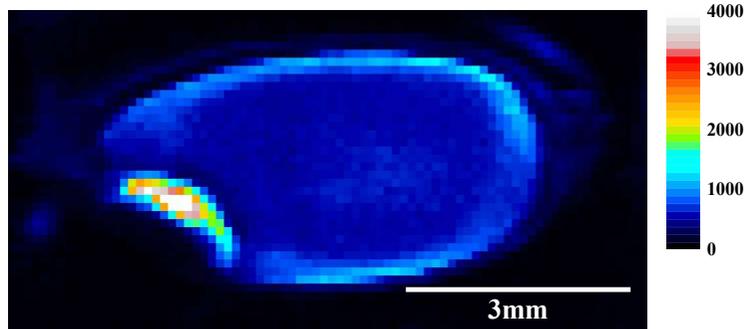
鉄(Fe)



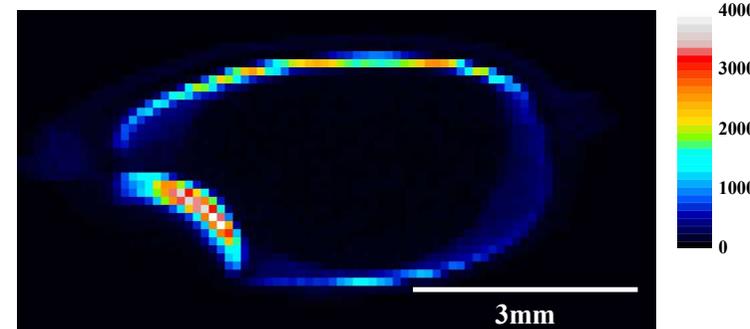
銅(Cu)



亜鉛(Zn)



ルビジウム(Rb)



まとめ(結果と考察):

- ◎イネ粃中の必須元素類の分布についての相対的なマッピングを行った結果、分析したすべての元素が胚芽に多量に存在し、胚乳(澱粉を蓄積)には少ないことが分かった。
- ◎各元素類は、玄米の糠層(粃殻の直下、窒素やリン酸などのイネの栄養素を多く含有)にも高濃度に存在する。実験圃場のイネ粃で元素を視覚的にマッピングした新しい知見となった。
- ◎ZnとCuは、胚乳にも多く分布していた(総合的土地改良区で強度がより強く見えた)。とくにZnは胚乳全体での分布が見られたことから、他の微量元素よりも精白米による(ヒトでの)摂取量が多いと推定される。
 - ➡実際に、食品群別では穀類からのZn供給量が最大である(32%が穀類から)。また、食品成分表で白米中のZnとCuの含量が高いことが既に記載されており、今回のデータが化学的な分析値と一致していることが分かった。
- ◎ZnとCuは糠層の中でも、おそらく糊粉層にまで多く分布している可能性がある。
 - ➡糠層内の分布の解像度を上げられれば解析が可能となる。また、通常の写真で解像度を上げて、果皮・種皮・糊粉層の位置を確定できる可能性もある。
- ◎新潟食料農業大学の研究で、鉄鋼スラグ原料の土壌改良資材(てんろ石灰=今回の総合資材)の施用によって、ごま葉枯れ病の発病を抑制することができたが、対照群と比べて各微量元素の分布がより強く見られたことから濃度も高い可能性が推察されたが、今後さらに同手法を元素既知の標準玄米を使った濃度解析に応用することによって、濃度の違いや施肥群間(試験区間)の違いも明らかにすることができるものと考えている。

(参考)

表5 精白、精製におけるミネラル・微量元素の含有量 (mg/100g)

	Ca	Mg	Fe	Zn	Cu	Mn
米						
玄米	9	110	2.1	1.8	0.27	2.05
精白米	5	23	0.8	1.4	0.22	0.80
小麦粉						
全粒粉	26	140	3.1	3.0	0.42	4.02
薄力粉	23	12	0.6	0.3	0.09	0.50
砂糖						
黒砂糖	240	31	4.7	0.5	0.24	—
上白糖	1	微量	微量	0	0.01	—

(五訂 日本食品標準成分表より)

(廣田孝子、ほか:「食事・ダイエットと微量元素」、治療88, 2009-2016, 2006)

- ➡ 上記の玄米と精白米を比べたコメの中の必須元素類の含有量は、最近の八訂「日本食品成分表(2020年版)」とほぼ同じ数値であることを確認した(小麦粉の場合も2020年版とほぼ同じ数値であった)。

(参考) 食品からの鉄・亜鉛・銅の供給源(2000年当時)

平成12年科学技術庁は、日本食品標準成分表の改訂を行い、1,882食品について、鉄・亜鉛・銅の含有量を表示した。これにより、平成13年度の国民栄養調査で、鉄・亜鉛・銅の摂取量が計算された。その結果、鉄と銅の摂取量は、男女とも全年齢階級で所要量よりも低く、亜鉛摂取量は男性では18歳以上、女性では15歳以上で所要量よりも低かった。このように、わが国では国民の微量元素の摂取量が十分でないことが明らかになった。

なお、食品群別摂取量からみた主要な供給源は、以下の通りである。

鉄: 野菜(14%)、調味香辛料(14%)、穀物(12%)、魚介(12%)、豆(11%)。

亜鉛: 穀物(32%)、肉(17%)、魚介(12%)。

銅: 穀物(36%)、魚介(13%)、豆(11%)、野菜(11%)。

謝 辞

(一般財団法人)光科学イノベーションセンター(PhoSIC)

八木 直人 先生

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)・大学院農学研究科(兼任)

高山 裕貴 先生・日高 將文 先生

株式会社 光エンジニアリングサービス(HES)

鈴木 拓明 先生・竹内健一先生

新潟食料農業大学

伊藤 豊彰 先生・田副 雄士 先生・伊藤 崇浩 先生

東北大学・大学院農学研究科

白川 仁 先生・大崎 雄介 先生・藤井 智幸 先生