

にいがたBIZ EXPO2022

新潟商工会議所工業部会主催セミナー



IoTセンサー等遠隔操作による雪室貯蔵
プロセスのデジタル情報の収集・分析の
実践及び食品開発への応用を目指した
実践的教育

令和4年10月14日

新潟県立大学 人間生活学部

曾根 英行・神山 伸

文科省（令3補正） 大学改革推進等補助金（デジタル活用高度専門人材育成事業）
「デジタルと専門分野の掛け合わせによる産業DXをけん引する高度専門人材育成事業」

デジタルと食品の高付加価値化・消費者購買行動分析の
掛け合わせによる高度専門人材育成教育プログラム

プログラムを支える優位性の3要素

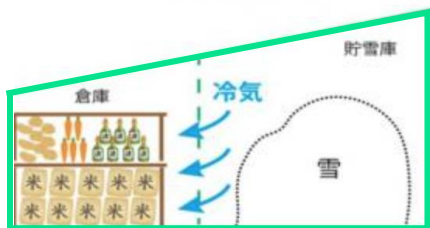
食品（健康栄養） × デジタル（国際経済） × 地域産業

食品分野

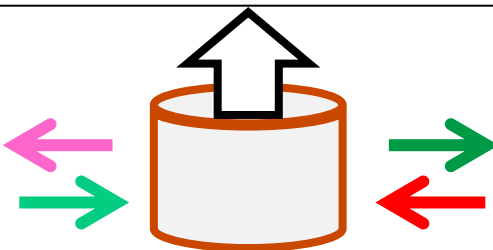
データ処理手法・スキルの修得
データの収集・理解・読み取り、データの加工・データ分析

デジタル分野

新潟県産食品の
消費者購買データ

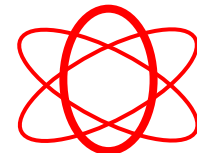


IoTによる貯蔵食材データ取得



データサーバ

ビッグデータ収集
(消費者購買データ)



- 雪室で貯蔵される食材や食品の味、形状、成分等の変化をIoTセンサーでデジタル化
- 食品の価格や品質への反応等の消費者情報もデジタル技術を使って収集

→ 食品のデジタル化・高付加価値化につなげる実践的スキルを養成

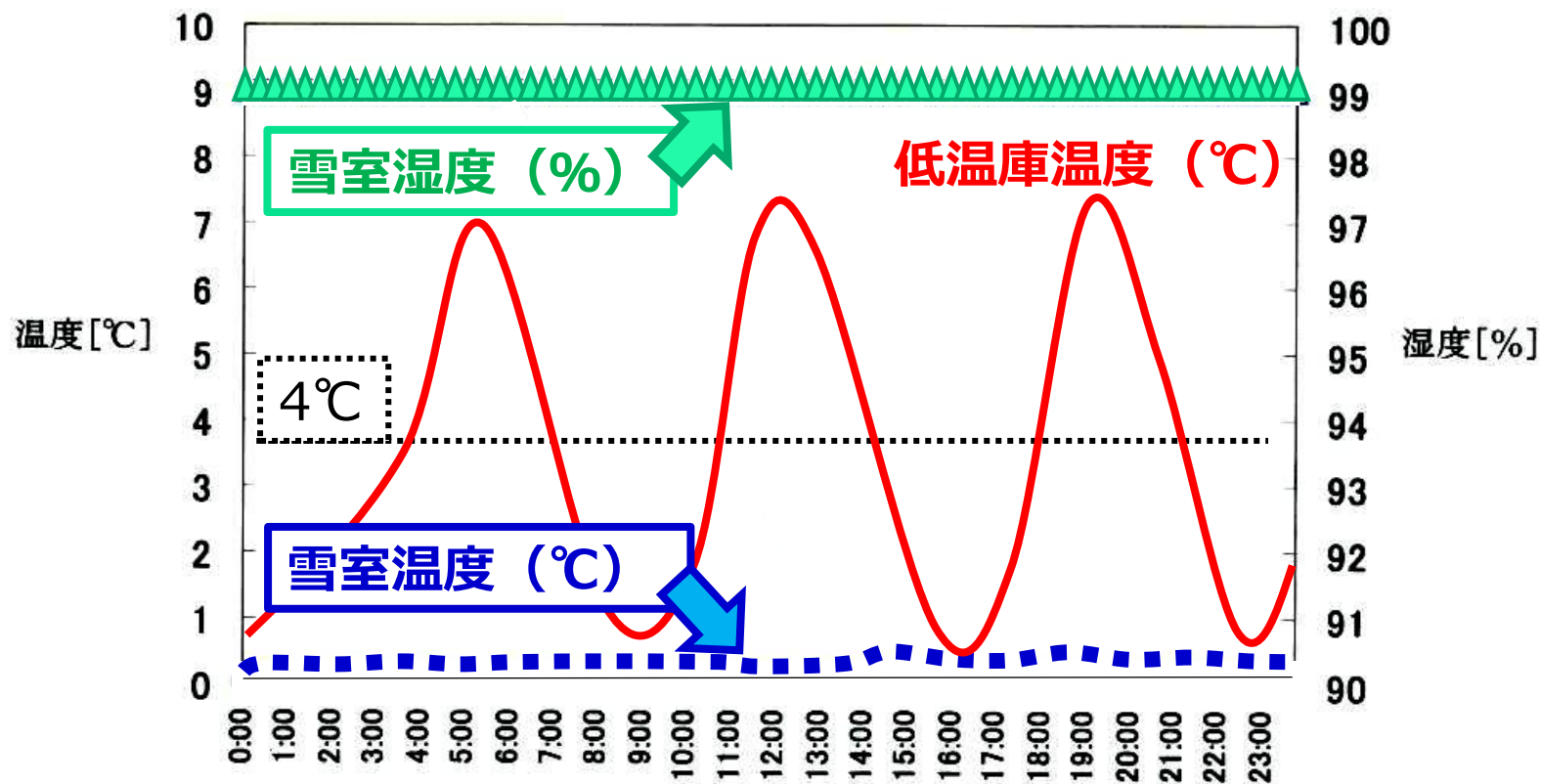
雪室の特徴とは

安定な低温環境
(年間0~4℃)

持続的な高湿度環境
(96~100%)

* 低温庫では

◎ 4℃設定で1~7℃ ◎ 乾燥 ◎ モーターによる振動音



雪室による食品貯蔵



環境にやさしい （二酸化炭素を排出しない**冰雪エネルギー**）

農作物等の品質保持 （高い保存性 = 貯蔵期間の増加）

農作物等の**食味向上** （うまみ等の成分濃縮・増加）



近年の動向： さまざまな食品に対して、雪利用貯蔵の試み
ただし、効果の実証されているものは、必ずしも多くない



新潟県立大学
UNIVERSITY OF NIIGATA PREFECTURE

新潟県立大学

加工品を含むさまざまな食品について、雪利用貯蔵の可能性を科学的に探索

加工食品における雪利用貯蔵の効果

1. 香気改善による品質向上

日本酒、コーヒー等



- * 香気成分の保持効果
- * オフフレーバー（劣化臭）の低減効果

2. 脂質酸化抑制による高品質化

米、小麦粉等



- * 米、そば等の夏期の品質低下防止
- * 小麦粉の品質安定化（製パン性向上）

3. 低温高湿度を利用した熟成

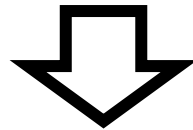
魚、食肉、チーズ等



- * 雪室の特性を活かした低温熟成

食品の雪室貯蔵研究における課題

1. 食品への貯蔵効果よりも**個体差の影響**が強い場合あり
食品の生育度・熟度により初発から差異 → 個体数でカバー
2. 貯蔵効果の**同一個体での経時変化**の観察が困難
食品の非破壊計測が困難 → 個体数でカバー
3. 食品への**僅かな貯蔵効果**を捉えることが困難
食味変化の要因特定が困難 → 網羅的な解析
4. 雪室が遠隔地にあるため、**頻繁なデータ採取**が困難



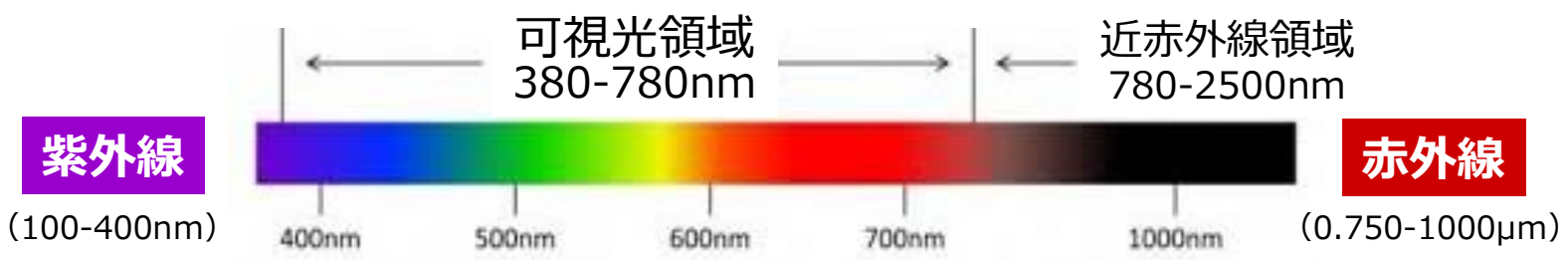
- **IoTセンサー等遠隔操作**による雪室貯蔵プロセス情報の分析
- **ハイパースペクトルカメラ (HSC)** による**非破壊計測**

ハイパースペクトルカメラ(HSイメージングシステム)

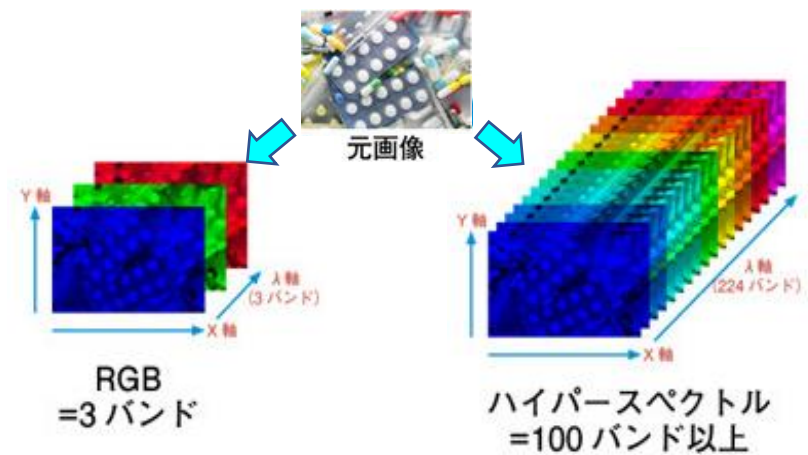
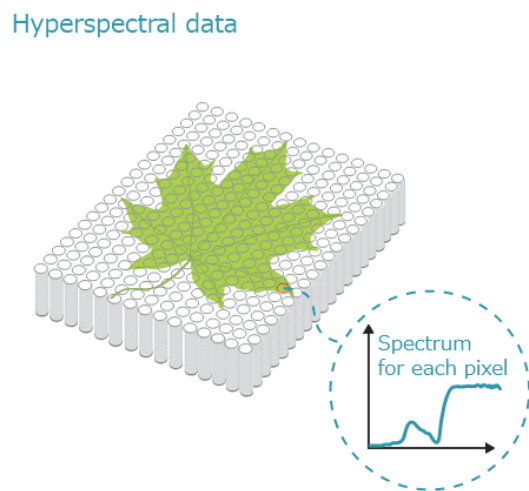
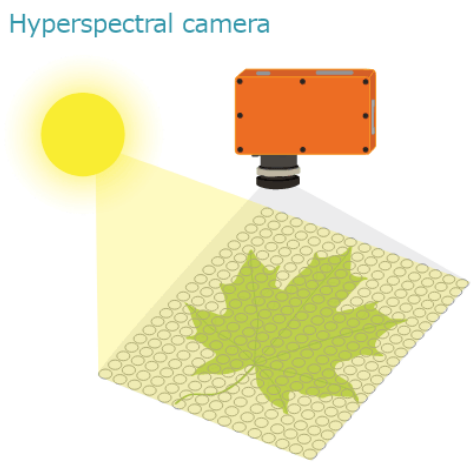
「**カメラの機能・分光器の機能**」を併せ持ち、
ハイパースペクトル情報をもった画像を撮影することが可能なカメラ

光を波長、各波長の光の強度を測定

RGBカメラが3波長、HSCは100波長以上



多数の波長情報を取得 → **見えない情報の可視化が可能**
(細かな色情報の判別、サンプルの特性、材質などの判別)

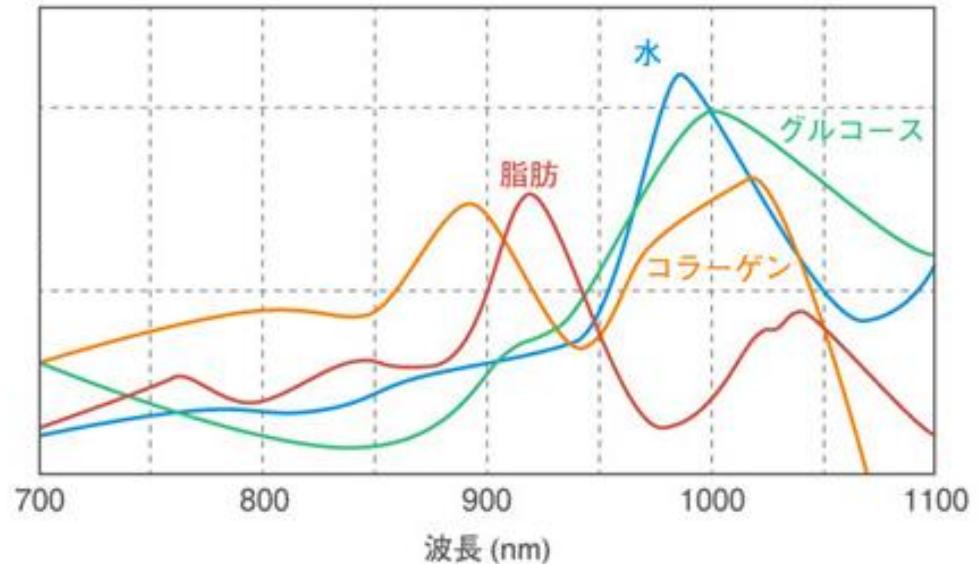
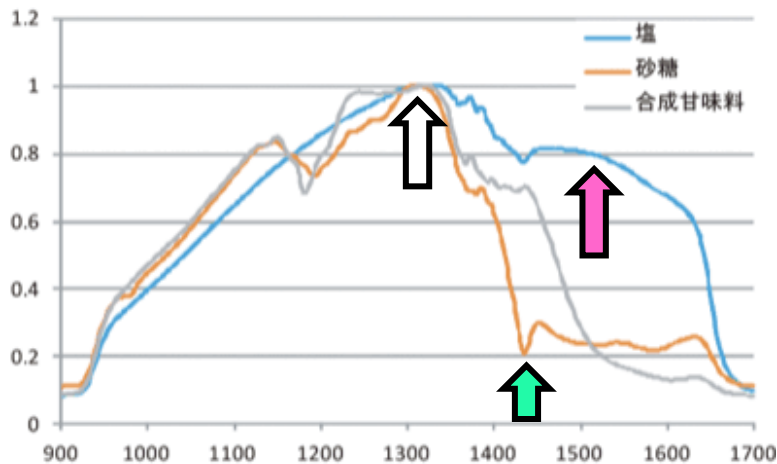
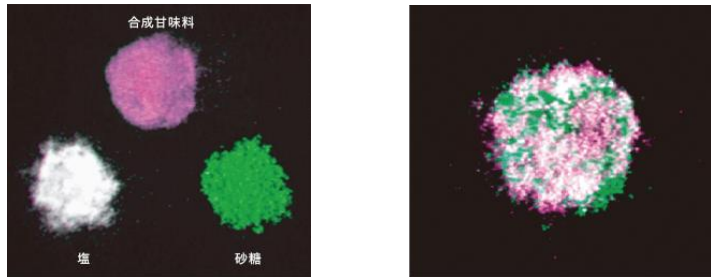


ハイパースペクトルカメラ(HSC)による食品分析

スペクトルパターンの変化：

光の強度の異なる波長を選択し、スペクトルイメージング画像（疑似画像）を合成することで、変化部位（物質の違い）を可視化

生体組織の光透過性の高い波長領域650-1200 nmの近赤外線を利用することで、測定対象面内の濃度分布の測定が可能



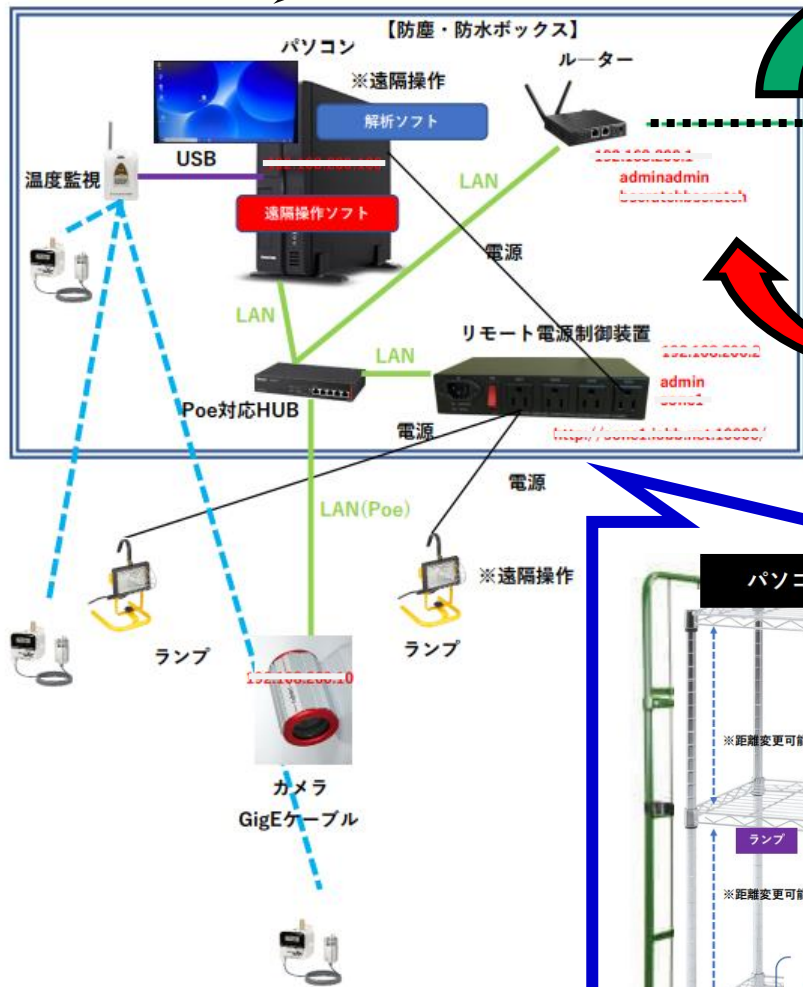
遠隔操作による雪室貯蔵効果の解析環境

雪室

大学

遠隔操作ユニット

データ転送



遠隔操作

温度

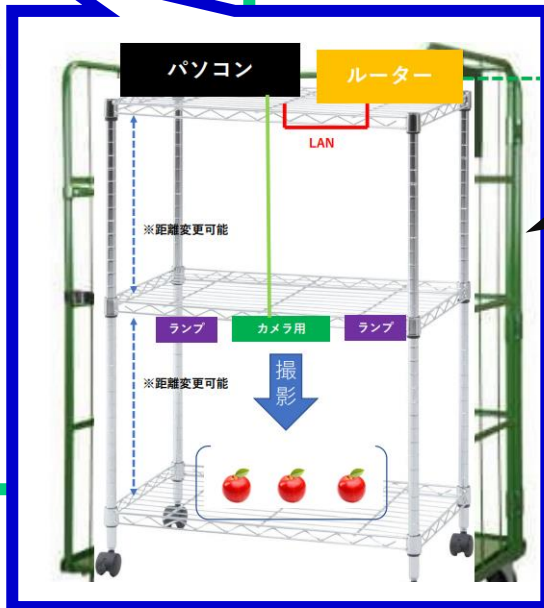
雪室内のPCを遠隔操作（必要時にその都度操作）

- ①遠隔操作アプリ起動（雪室PCへログイン）
- ②リモート電源制御装置を操作してランプを点灯
- ③アプリケーションを起動してカメラ撮影
- ④撮影データを転送（学内PC） ※50MB

撮影ユニット

エレクターシェルフ内に

- ・遠隔操作機器類（PC、電源制御装置等）
 - ・撮影ユニット（カメラ、照明、撮影台等）
- を組み込み、雪室に設置



遠隔操作による雪室貯蔵効果の解析環境

Cubert社 Ultris X20

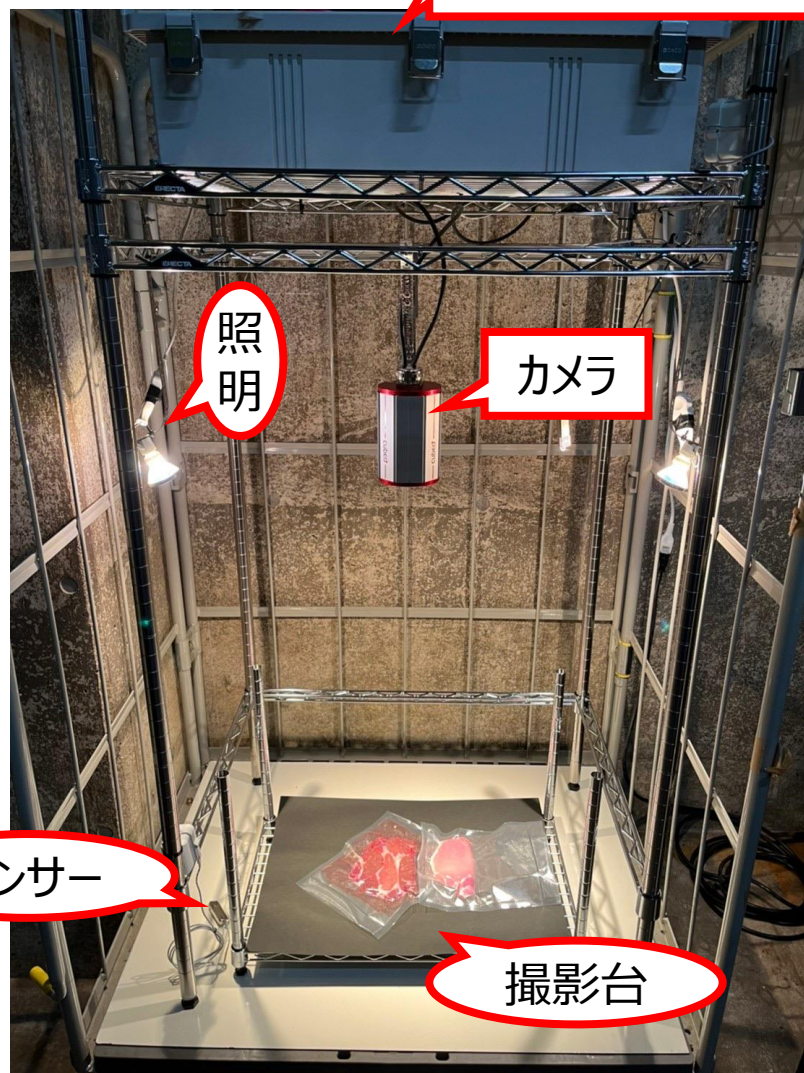
(産業用ハウジングX20)

- 解像度：410×410ピクセル
- バンド数：164バンド分光画像
- 波長域：350-1000nm
(紫外-可視-近赤外)
- 波長間隔：4nm
- 耐寒性：4℃

遠隔操作ユニット

撮影ユニット

遠隔操作ユニット

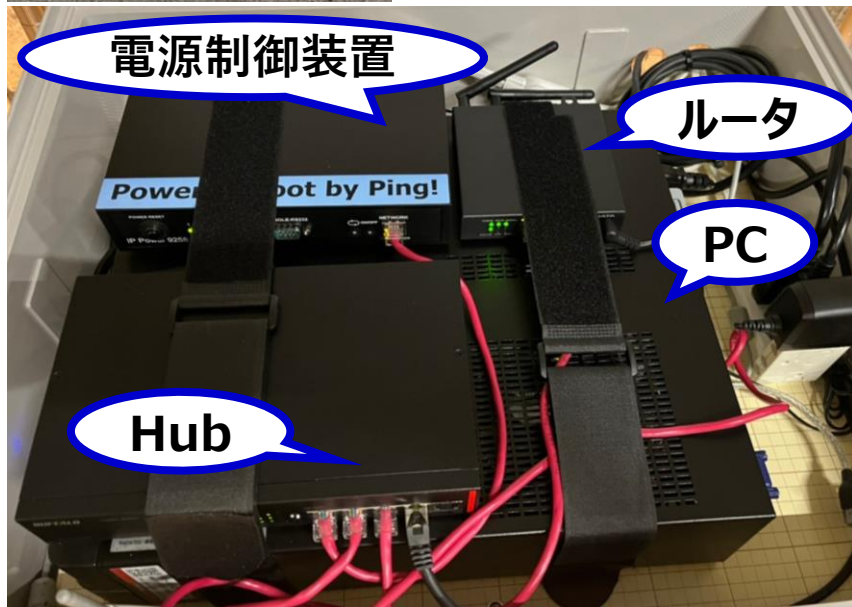


電源制御装置

ルータ

PC

Hub



HSCによる撮影とスペクトル解析の確認

HSイメージング画像の確認

デジカメ撮影
(RGB画像)



左：豚肉 右：牛肉

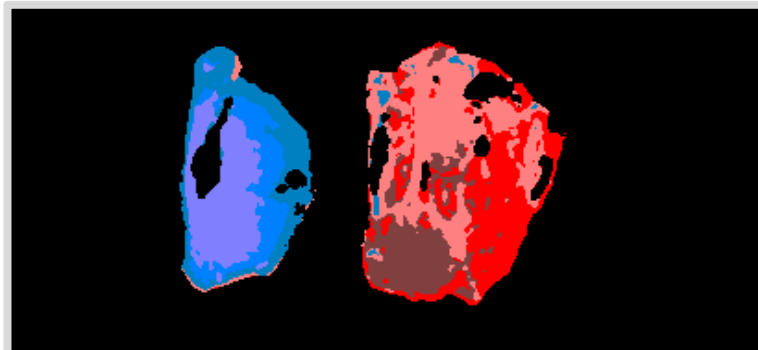
HSC撮影
による
RGB画像



解像度：16万画素
(410 x 410)

RGB画像はやや不明瞭

HSC撮影
による
イメージング



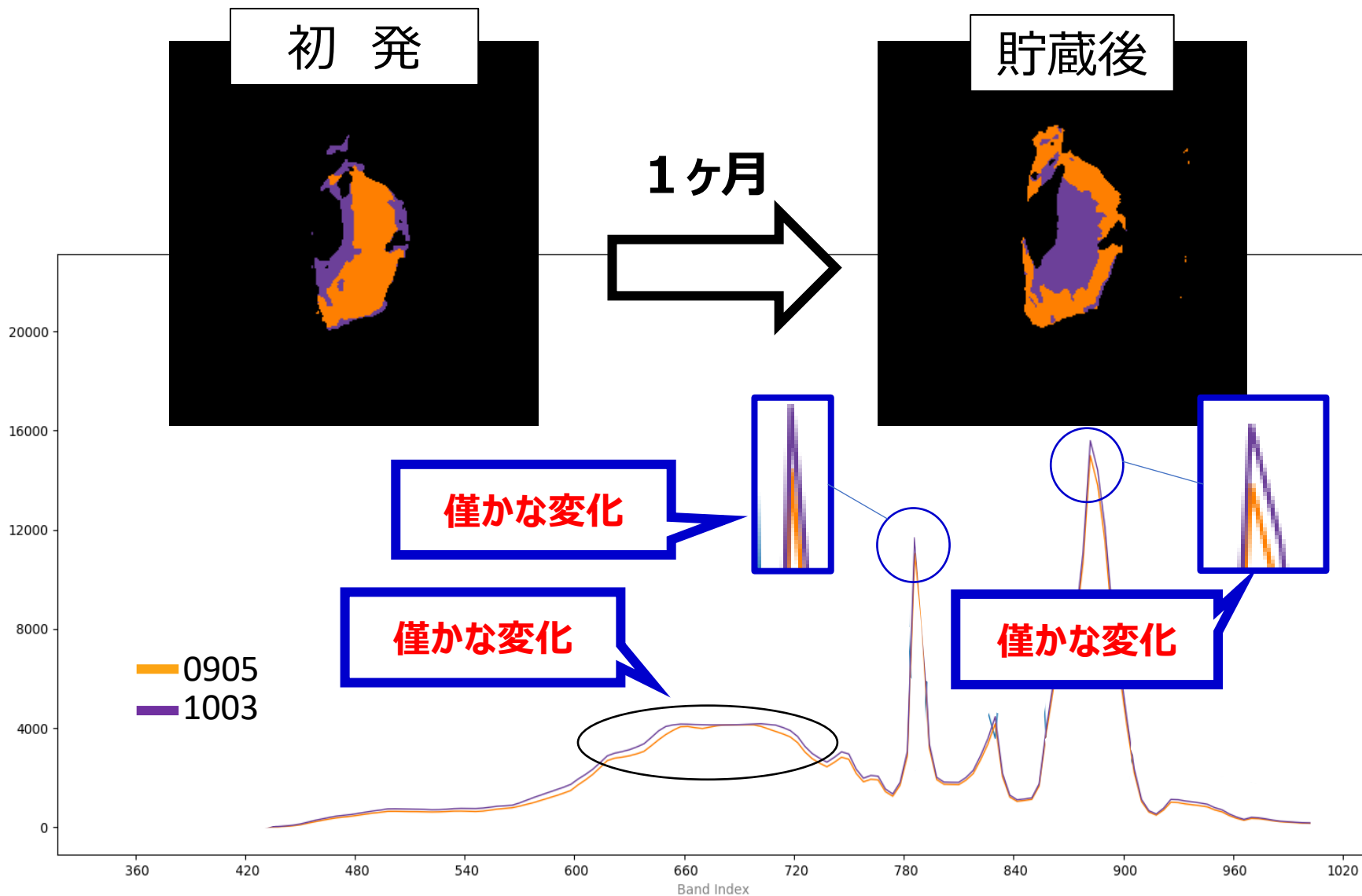
青：豚肉 赤：牛肉

各3点を選択して色を指定後、
分光パターンの近似でイメージング

豚・牛の識別

雪室貯蔵による豚肉の経時変化

スペクトル強度の僅かな変化を捉え、変化部位を検出

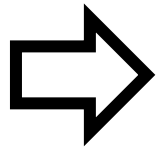


今後の展望



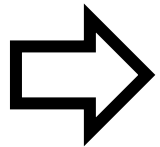
食品の雪室貯蔵研究における課題

1. 食品への貯蔵効果よりも**個体差の影響**が強い場合あり
2. 貯蔵効果の**同一個体での経時変化**の観察が困難
3. 食品への**僅かな貯蔵効果**を捉えることが困難



HSCによるスペクトルイメージング解析により、
問題の解決に期待感・手応えあり。

4. 雪室が遠隔地にあるため、**頻繁なデータ採取**が困難



IoTセンサー等遠隔操作により、課題解決

今後は、**分析精度の向上**と**果実類・野菜類**での検討が目標

スペクトル変化の要因物質の同定など課題山積