

研究タイトル:

氷温領域検出のための試料凍結センサの開発

氏名: 山本 英樹 / YAMAMOTO Hideki E-mail: h.yama@yonago-k.ac.jp

職名: 教授 学位: 博士(工学)

所属学会・協会: 電気学会, 応用物理学会, 氷温学会

キーワード: バイオ, 食品関連

技術相談
提供可能技術:
・氷温領域の温度測定等
・AFM, 光学装置を用いた表面形状測定
・RF ネットワークアナライザを用いたマイクロ波計測



研究内容:

通常, 農産物や海産物などの生鮮品などは 0°C で凍り始めると思われるが, 実際はその中に含まれるアミノ酸や生き物が凍らずに生きようとする生体の防御反応などにより, 0°C 以下の固有の温度まで凍らずに生き続ける。この 0°C 以下で凍結しない温度帯を氷温域と呼ぶ。この氷温域を用いて生鮮品の長期保存や旨味の向上などの高品質化を行う技術が氷温技術である。この氷温技術では, 凍る直前の低温であるほど高い効果が得られるが, 生鮮品をすべて凍らせてしまうとその効果が大きく損なわれるため, それぞれの生鮮品などが凍る温度を検出する技術が重要になる。通常の試料の凍結温度の測定では, 生鮮品などの試料を冷却しながら温度センサにより試料温度を連続測定すると凍結を開始した点で温度上昇がみられ, この点を試料の凍結開始温度として測定している。しかし, 水分が少ないなどの理由で部分的に凍結が始まる試料では温度上昇では凍結がわかりにくいという問題点がある。

そこで, 従来の温度センサでは凍結の検出が難しかった試料の凍結を検出するセンサとして, 超音波と光を用いて凍結を検出するセンサの開発を行っている。

超音波を用いた試料凍結の検出方法は, 図 1 のように試料に超音波を伝搬させ, 試料の状態(硬さ等)の変化による超音波伝搬強度の変化を観察するものである。試料に精米を用いた場合, 試料の凍結と考えられる温度で超音波の減衰が起こることが確認できた。減衰時に 2 段階の強度変化が見られたが詳細は不明であり, この原因を明らかにする必要がある。また, 光による試料凍結の検出方法は図 2 のような偏光板を用いた光学系を構築し, 試料表面の凍結により反射光の偏光方法が変わる性質を利用している。測定にオレンジの果肉を用いた場合は, 凍結により, 反射光の偏光方向が変わり, CCD カメラで観測する光の強度が強くなることが確認できた。これらを複合的に組み合わせ, より精度の高い検出システムの構築を目指している。

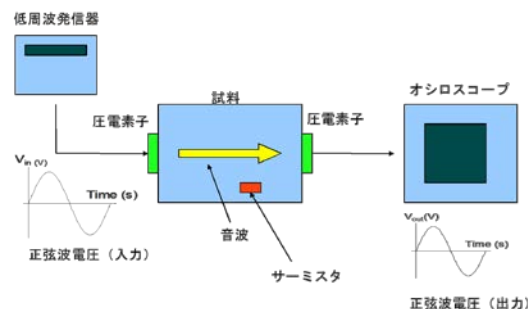


図 1 超音波を用いた試料凍結検出システム

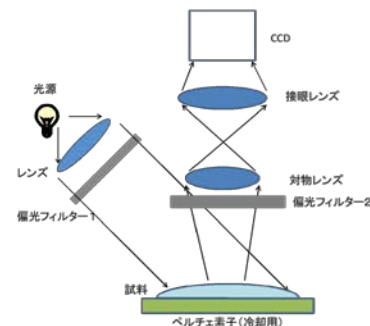


図 2 偏光を用いた試料凍結検出システム

担当科目	電気回路基礎 I, II, 電気・電子回路演習, 工学基礎実験 II, 情報システム実験実習 II, 応用計測工学
過去の実績	・レーザービーム描画装置の開発 ・レーザーダイオードと水晶振動子を用いた蒸着膜の実時間計測法の開発 ・ZnO/LiNbO₃ 基板上 SAW 素子を用いた氷結点センサの開発
近年の業績 (研究・教育論文、特許含む)	・山本英樹, 井上学: 非接触型静電容量式凍結検知センサおよび試料表面温度による凍結判定. 氷温科学, 26, pp.9-15(2025). ・山本英樹: 非接触型静電容量式凍結検知センサによる不純物を含む液体の凍結検出. 氷温科学, 25, pp.8-14(2024). ・山本英樹, 井上学: 水分凍結に伴う比誘電率の変化を用いた静電容量型凍結検出センサ. 電気学会論文誌 E, 144, pp.199-205, DOI:10.1541/ieejsmas.144.199(2024). ・山本英樹, 非接触型静電容量式凍結検知センサによる不純物を含む液体の凍結検出, 氷温科学, 25, 8-14(2023) ・尾崎恵斗, 山本英樹, 氷温技術における水分凍結時の誘電率変化を利用した食品等の凍結の検出, 第 23 回 IEEE 広島支部学生シンポジウム論文集, 173-176(2021)

提供可能な設備・機器:

名称・型番(メーカー)

原子間力顕微鏡 SPI-3800N(セイコーインスツルメンツ)

RF ネットワークアナライザ 8712ES(アジレント・テクノロジー)