

PRESS RELEASE (2026/10/22)

食品の鮮度を「光って知らせる」スマートセンサーを開発 色と蛍光の二重シグナルで食品の鮮度を見える化

ポイント

- ① 牛乳由来のカゼインと黒大豆種皮アントシアニン（※1）を利用した生分解性スマート包装（※2）フィルムを開発しました。
- ② 食品の腐敗に伴って発生するアンモニアなどに反応し、「色の変化」と「蛍光発光」の二重モードで鮮度を表示できます。
- ③ 冷蔵羊肉の鮮度評価では、腐敗初期段階から蛍光シグナルによる高感度な鮮度検知が可能であり、食品ロス削減や食品安全管理への活用が期待されます。

概要

食品ロス削減や食品安全の向上に向けて、食品の鮮度をリアルタイムで把握できる「スマート包装」の開発が世界的に進められています。しかし、多くの鮮度表示フィルムは色変化のみに依存しており、腐敗初期段階の検出精度や暗所での視認性に課題がありました。

九州大学大学院農学研究院の田中史彦教授、田中良奈准教授らの研究グループは、牛乳由来タンパク質であるカゼインを基材とし、黒大豆種皮由来アントシアニンと金属有機構造体（ZIF-67（※3））を組み合わせた新しいスマート包装フィルムを開発しました。

本フィルムは、食品の腐敗によって発生するアンモニアなどの揮発性塩基性化合物に応答し、通常光下では色が変わり、紫外線照射下では蛍光を発する「デュアルモード鮮度表示機能」を備えています。

冷蔵保存した羊肉を用いた実証試験では、腐敗の進行に伴いフィルムの色と蛍光が変化し、特に蛍光モードでは保存6日目頃から鮮明な発光が確認されました。また、本フィルムは抗菌性や抗酸化性も示し、食品品質の維持にも寄与することが分かりました。

さらに、土壌や海水中で高い分解性を示し、環境負荷の低減にも貢献することが期待されます。

本研究成果は、化学工学分野の国際学術誌「Chemical Engineering Journal」に2026年8月29日付で掲載されました。

研究者からひとこと：

食品包装は「包む」だけでなく、「食品の状態を知らせる」役割を担う時代になりつつあります。本研究では、色と蛍光という二つの情報を統合することで、より信頼性の高い鮮度モニタリング技術を実現しました。将来的にはスマートフォンやAIと連携した食品品質管理システムへの応用も期待しています。（田中史彦）

【研究の背景と経緯】

世界では食品廃棄が深刻な問題となっており、特に食肉製品は品質劣化が早いため、適切な鮮度管理が求められています。

近年、アントシアニンなどの天然色素を利用したスマート包装が開発されていますが、色変化だけでは腐敗初期段階の判別が難しく、照明条件によって視認性が左右される課題がありました。

そこで研究グループは、天然アントシアニンに化学修飾を施して蛍光機能を付与し、さらに金属有機構造体（ZIF-67）と組み合わせることで、色変化と蛍光発光の両方を利用できる新しい食品鮮度センサーの開発に取り組みました。

【研究の内容と成果】

本研究では、黒大豆種皮由来アントシアニンをピリジン修飾して蛍光応答性を付与し、これを ZIF-67 と複合化した後、カゼインフィルム中へ導入しました。

主な成果は以下の通りです。

- ・ 色変化と蛍光応答を併せ持つデュアルモードスマートフィルムを開発
- ・ 水蒸気透過率を約 50% 低減し、耐水性を向上
- ・ 高い抗酸化活性および抗菌活性を実現
- ・ 羊肉保存試験において保存 6 日目頃から蛍光発光が確認され、腐敗進行を高感度に検知
- ・ TVB-N（※4）や生菌数などの鮮度指標と良好に対応
- ・ 土壌および海水環境下で高い分解性を確認

特に最適組成である CAS/mBSSC/Z2 フィルムは、鮮度検知性能、保存性能、材料効率のバランスに優れていました。

【今後の展開】

今後は、

- ・ 牛肉、豚肉、魚介類など他食品への適用
- ・ スマートフォンを用いた蛍光画像解析
- ・ AI による鮮度予測システムとの連携
- ・ 食品包装材としての安全性評価
- ・ 実流通環境における長期実証試験

を進める予定です。

本技術は、食品ロス削減や品質保証の高度化に加え、次世代のデジタル食品サプライチェーンを支えるスマート包装技術として期待されます。

【参考図】

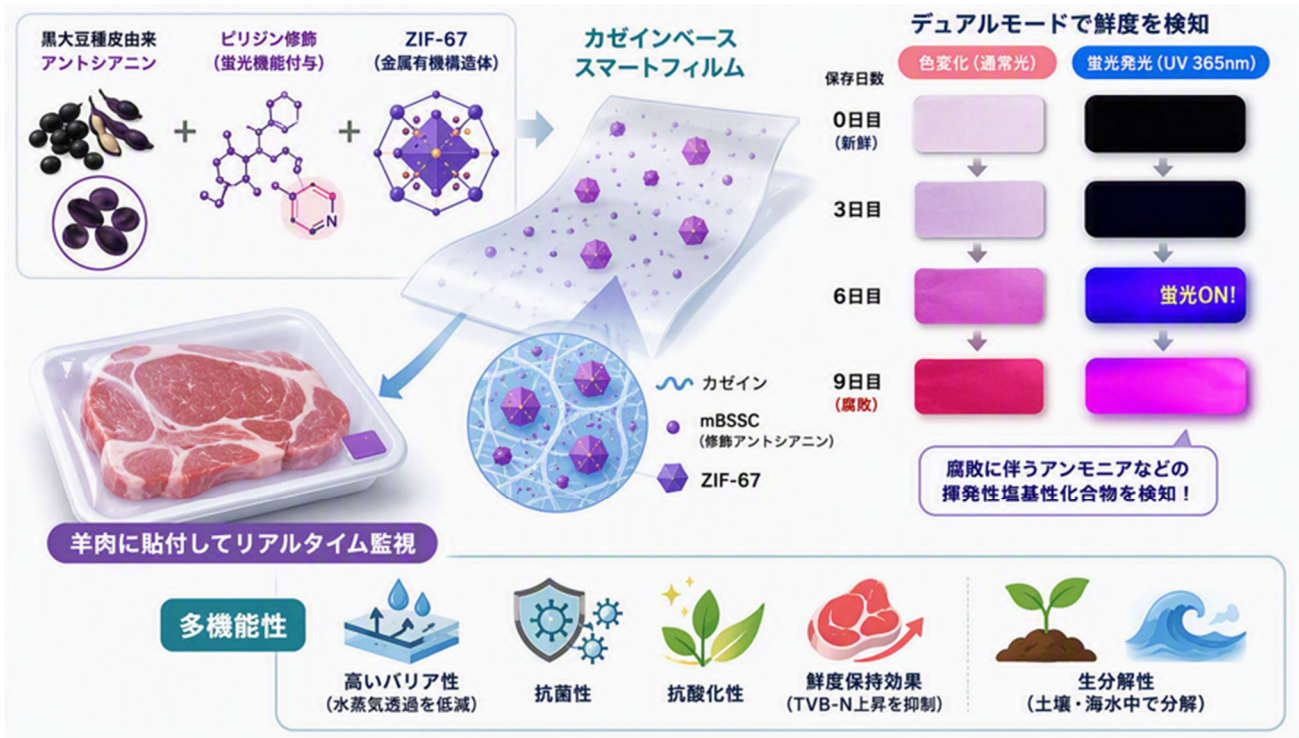


図1 色と蛍光で食品の鮮度をリアルタイム表示するスマート包装フィルムの概念図

本研究で開発した包装フィルムは、食品腐敗時に発生するアンモニアなどの揮発性成分を検知し、通常光下では色変化、紫外線照射下では蛍光発光によって鮮度を表示する。従来の色変化型包装よりも高い視認性と判別性を備え、食品流通や品質管理における新たな鮮度モニタリング技術として期待される。

【用語解説】

(※1) アントシアニン

植物に含まれる天然色素成分で、pH 変化によって色が変わる性質を持つ。

(※2) スマート包装 (Smart Packaging)

食品の状態を検知し、その情報を消費者や流通事業者へ伝達できる機能性包装。

(※3) ZIF-67

コバルトイオンと有機配位子から構成される金属有機構造体 (MOF) の一種。抗菌性や高い表面積を有する。

(※4) TVB-N (Total Volatile Basic Nitrogen)

食品の腐敗に伴い生成する揮発性塩基性窒素化合物の総量。鮮度評価指標として広く利用される。

【謝辞】

本研究は JSPS 科研費 (JP24KF0248、JP26H02347) の助成を受けたものです。

【論文情報】

掲載誌: Chemical Engineering Journal

タイトル: A casein-based dual-mode smart film enabled by pyridine-modified anthocyanins and ZIF-67 for real-time mutton freshness monitoring

著者名: Xirui Yan, Fanze Meng, Jiao Zeng, Zhangbin Liu, Anqi Liu, Xinrui Mao, Reshaka Kavindi

Malawara Arachchige, Francis Ngwane Nkede, Mohammad Hamayoon Wardak, Amna Bibi, Tran Thi Van, Fumina Tanaka, Fumihiko Tanaka
DOI : 10.1016/j.cej.2026.181346

【お問合せ先】

<研究に関すること>

九州大学 大学院農学研究院 教授 田中史彦（タナカフミヒコ）

TEL : 092-802-4636 FAX : 092-802-4636

Mail : fumit@bpes.kyushu-u.ac.jp

<報道に関すること>

九州大学 広報課

TEL : 092-802-2130 FAX : 092-802-2139

Mail : koho@jimu.kyushu-u.ac.jp

 **VISION 2030**
総合知で社会変革を牽引する大学へ