

水産物の鮮度を5分で判定

-JAS準拠の試験紙と温度の新管理技術で輸出力を強化-

産業技術総合研究所 生命工学領域

健康医工学研究部門 バイオセンシング研究グループ

上級主任研究員 瀧脇 雄介

2024年09月10日

水産物鮮度判定の問題点

課題

- ・水産物の鮮度は、**いまだに経験で判断**
- ・鮮度の**測定法は統一**されていない
- ・鮮度評価、保持技術に**共通の基準がない**

課題解決による社会的効果

- ・科学的評価による**鮮度の品質保証と公正な取引**
- ・鮮度差を活用した**高価値化とブランド化**
- ・科学的根拠に基づく**鮮度保持技術の社会実装**

目の色と皮の明るさ



エラ(外観と色)



魚肉の腹と皮のくすみ



図 出典: Food Hub. (2020, August 5). "Predictive tools for shelf life and quality control in farmed Atlantic salmon."より改変



鮭の目とエラ

図 出典: Muhamad, F., Hashim, H., & Ahmad, A., "Fish freshness classification based on image processing and fuzzy logic" RACSECS, 109-115 (2009)より改変

水産物の温度管理の問題点

□ 魚を高鮮度に維持する温度管理は、 $0^{\circ}\text{C} \sim -2^{\circ}\text{C}$

課題

- 魚は温度が 0°C 以上になると、酵素分解速度が上がり、腐敗が進む。
- -2°C 以下になると魚は凍り始める。
- -1°C 前後だと酵素分解が進まないため、高鮮度が保持される。

生鮮魚介類の凍結点

魚種	凍結点 ($^{\circ}\text{C}$)	魚種	凍結点 ($^{\circ}\text{C}$)
タラ	-1.0	ヒラメ	-1.3
サバ		タイ	-1.5
アジ		ウナギ	-2.0
ブリ	カレイ		
マグロ	カツオ		
サンマ	-1.3	カニ	-2.3
イワシ			

表 出典: 松本 “スラリーアイスによる水産物の鮮度保持”
Bull. Soc. Sea Water Sci., Jpn., 73, 14-18(2019)より改変

-2°C以下で魚を保持したときの問題点

① 品質の低下:

- 食感の変化: 魚が凍ると細胞が壊れ、解凍後の弾力や滑らかさが失われる。
- 風味の損失: 冷凍・解凍を繰り返すと風味が落ち、刺身や寿司に適さなくなる。

② ドリップの発生:

- 解凍時に水分が出て、重量と栄養価が減少する。水っぽくなり、風味や食感が悪くなる。

③ 保存中の品質劣化:

- 長期間の凍結で脂肪が酸化し、色、匂い、味が悪くなる。

④ 冷凍焼け:

- 表面が乾燥して見た目が悪くなり、食感も固くなる。

0°C~-2°Cを維持する規制は無い。

① 輸送中の温度管理:

- 冷蔵車両やコンテナ内の温度を0~-2°Cに厳密に保つ規制がなく、適切な管理がされないことがある。

② 冷蔵装置の限界:

- 外気温や車両の開閉、荷物の積み降ろしなどで温度変動が起こり、0~-2°Cの範囲を維持するのが難しい。特に高温の季節や長距離輸送で顕著。

③ 倉庫での温度管理:

- 倉庫の規制が統一されておらず、作業中の箱の開閉や外気との接触で温度が上昇し、0~-2°Cを維持するのが難しい場合がある。

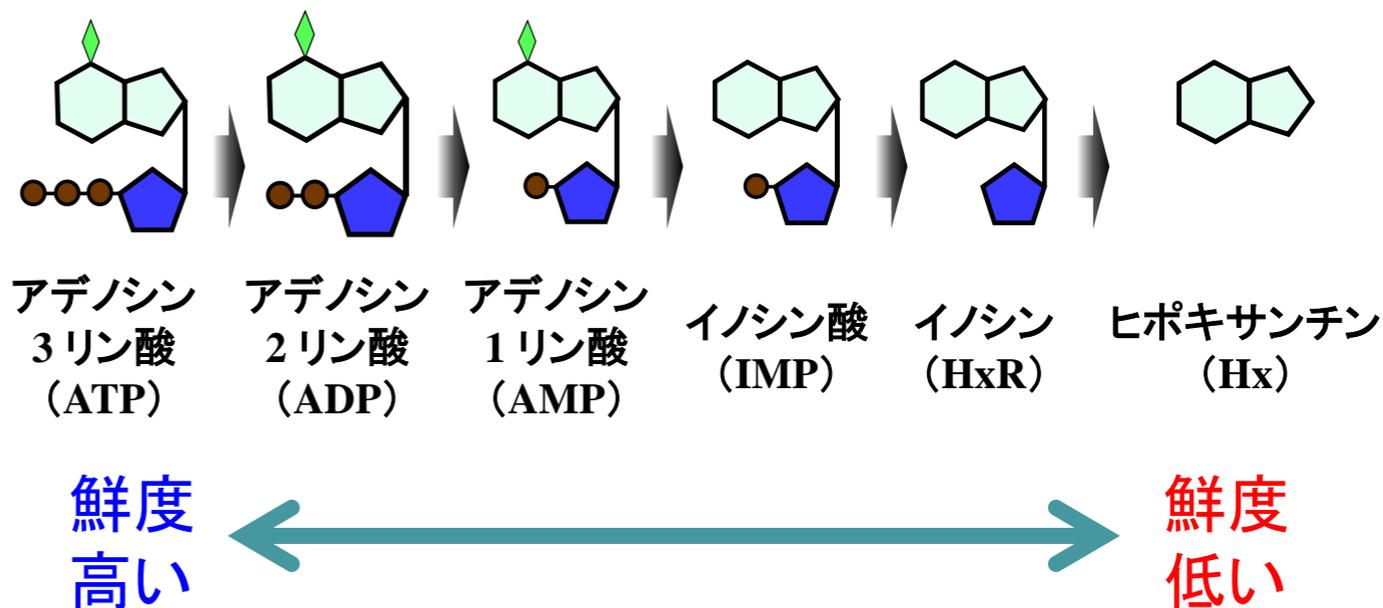
K値の活用

魚の鮮度K値は、ATPの分解産物（IMP、HxR、Hx）の濃度比を基にした指標で、魚の鮮度を客観的に評価するために使用される。2022年3月にはHPLC法がJAS規格に制定され、国際標準（ISO）に向けた活動が始まっている。

鮮度（K値）試験方法-HPLC法

長所：目利きの官能評価より高精度が期待できる

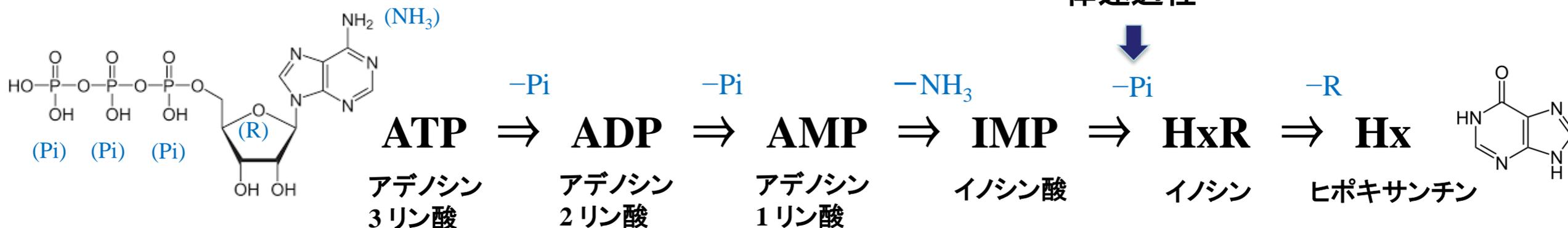
短所：結果を得るまでに長時間を要する



魚の死後、ATPは時間と共に分解され変化

K値とは

- 魚類のエネルギー成分の死後変化として、各成分の定量分析によりK値を算出



鮮度指標

$$\text{K値} = \frac{\text{HxR} + \text{Hx}}{\text{ATP} + \text{ADP} + \text{AMP} + \text{IMP} + \text{HxR} + \text{Hx}}$$

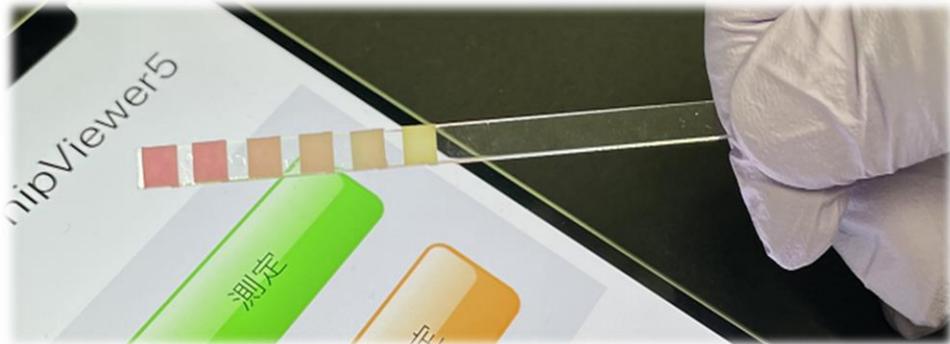
(水産分野で一般的)

デバイスの要求仕様：

- ① K値と相関性の高い情報を数値化
- ② “目利き”の自動化

新技術の概要

- 魚類の鮮度を科学的に評価する迅速鮮度センサー（試験紙）を開発した。JAS0023（HPLC）に基づくK値の測定が可能で、約5分で結果が出る。
- この技術は日本産鮮魚のブランド価値と輸出競争力の向上に寄与する。
- また、適切な温度管理を可能にするダミー氷も開発され、鮮度保持の課題を解決する。



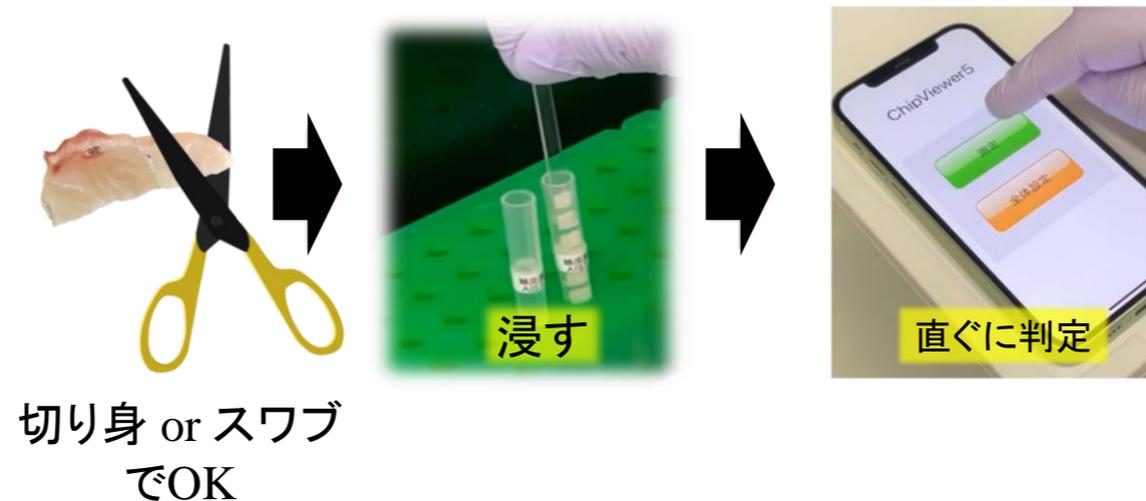
スマホで判読する試験紙



キットと温度管理用ダミー氷

従来技術との比較

- 本迅速鮮度センサーは、従来のHPLCと比べて試験時間が約5分と短く、精度も相関性0.9以上を実証。
- 従来の目利き人材に依存する鮮度管理は主観的ではらつきが大きかったのに対して、科学的かつ簡便に行え、輸出競争力向上に貢献する。
- さらにコールド物流の温度管理もダミー氷で可能にした。



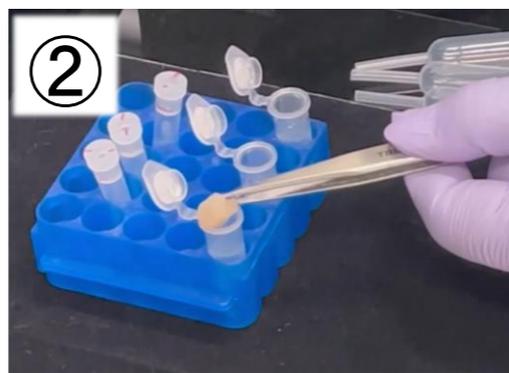
その場で鮮度判定(新技術)

新技術の特徴(1)-1

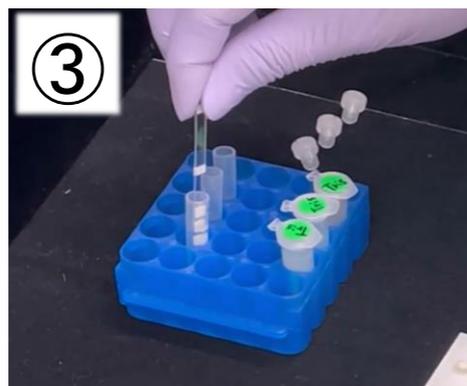
- 迅速測定: 魚肉の切り身を抽出液に浸して約5分で鮮度(K値)を測定。従来のHPLCより大幅に時間を短縮。



① 魚の切り身



② 懸濁



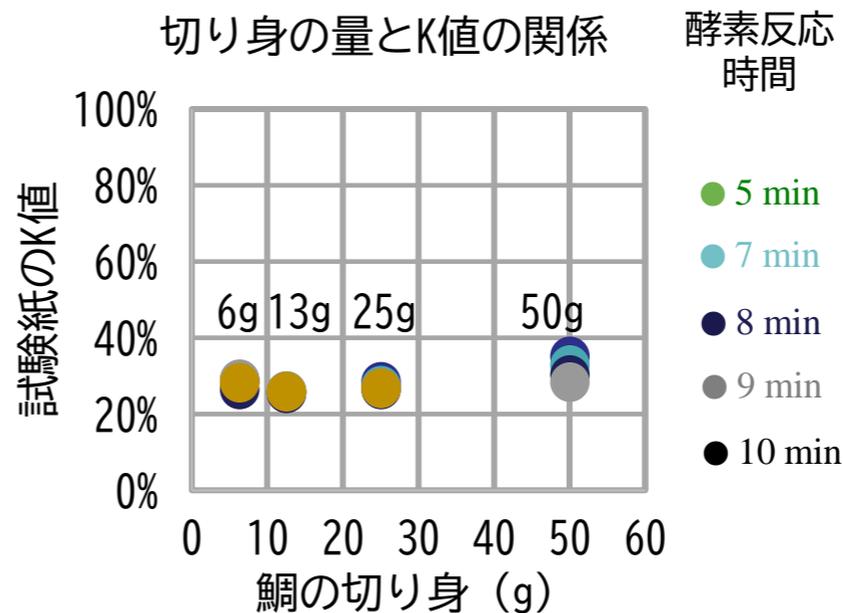
③ 試験紙を浸す



④ スマホで読取

Ki値 55

切り身の量とK値の関係



$$\text{試験紙のK値} = \frac{\text{3行目の発色強度}}{\text{1行目の発色強度}} \times 100$$

酵素反応時間 5 min

鯛の切り身 6g 13g 25g 50g



酵素反応時間 10 min

鯛の切り身 6g 13g 25g 50g

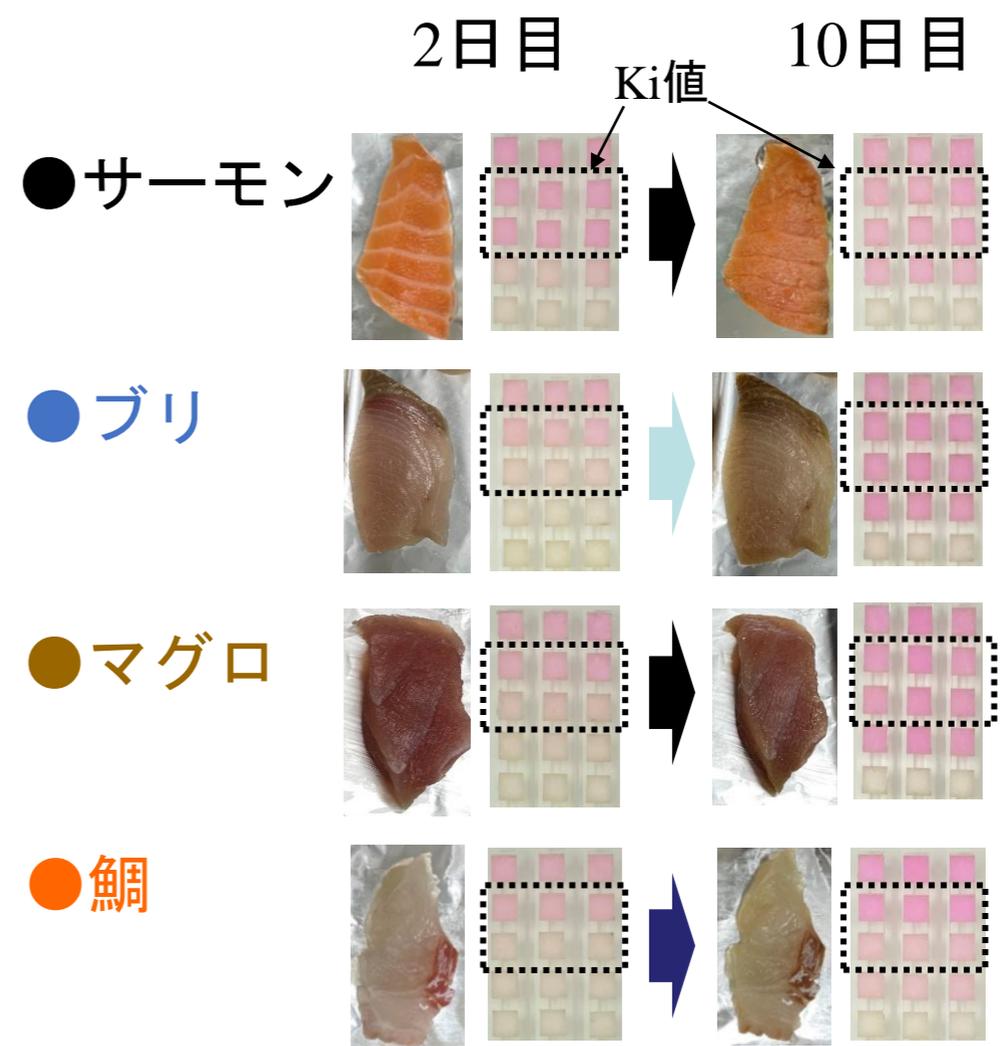
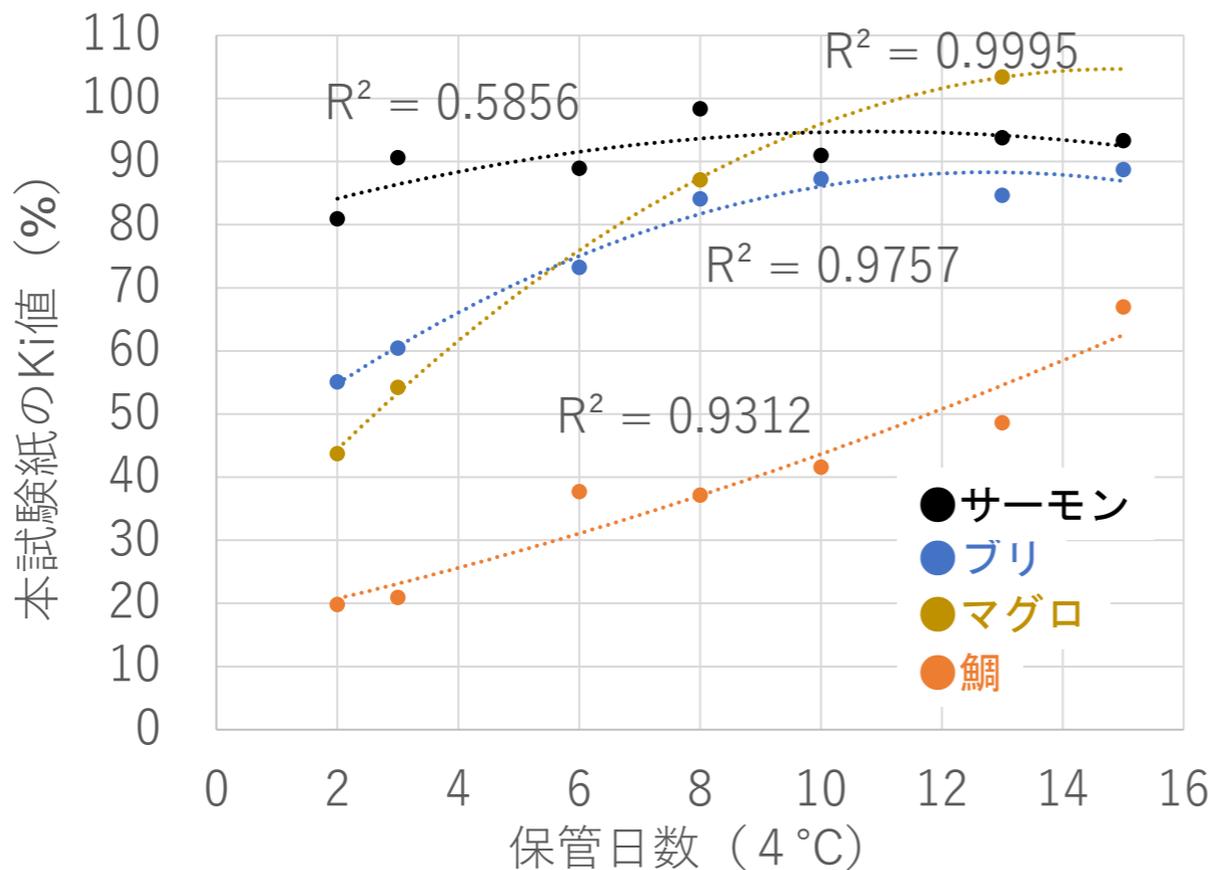


切り身が6g, 13g, 25g, 50gで試験紙のK値に変動なし。

新技術の特徴(1)-2

- 迅速測定：各魚肉から5分で鮮度(Ki値)を測定。

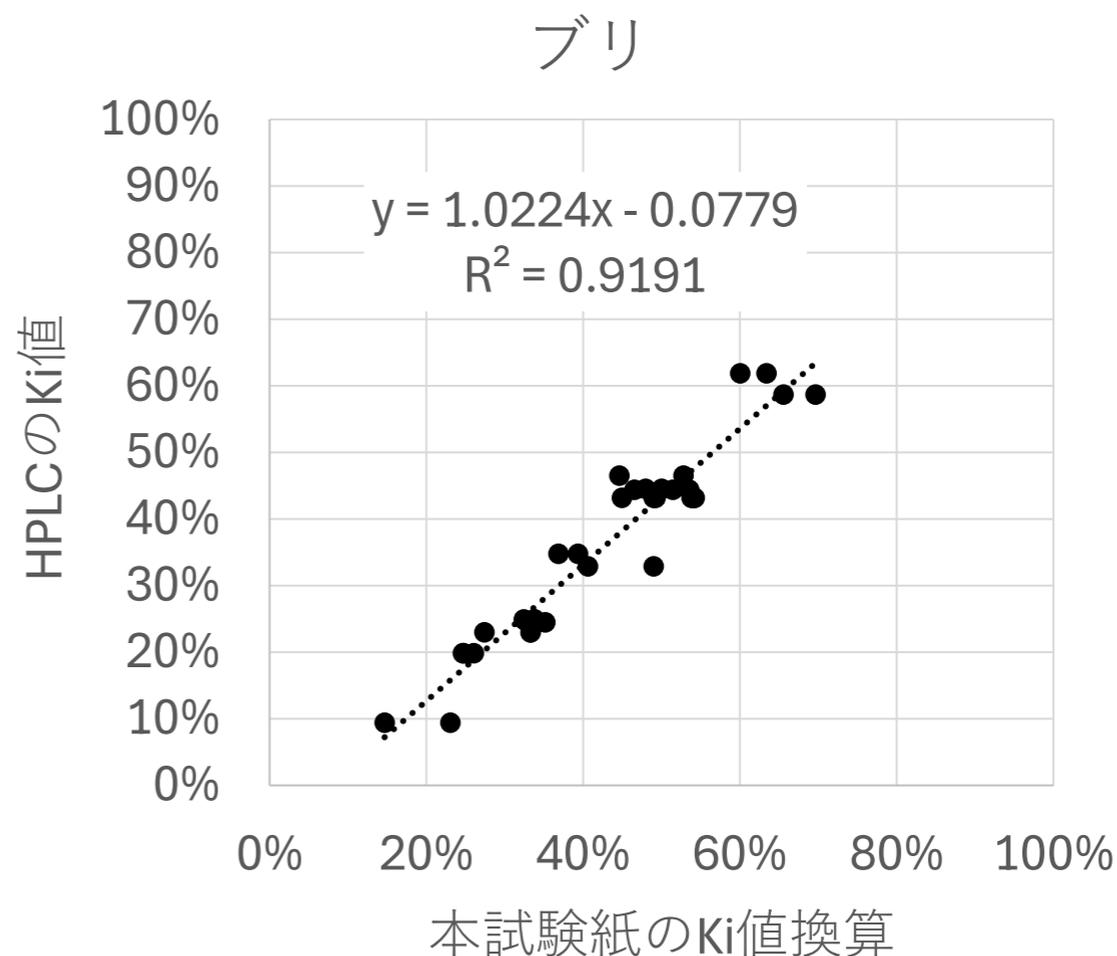
$$Ki値 = \frac{HxR+Hx}{IMP+HxR+Hx}$$



新技術の特徴(2)

- 高精度: JAS0023『魚類の鮮度(K値)試験法-HPLC』との相関性が0.9以上。
目利き人材に頼らず、科学的に鮮度管理が可能。

$$\text{Ki値} = \frac{\text{HxR} + \text{Hx}}{\text{IMP} + \text{HxR} + \text{Hx}}$$



新技術の特徴(3)-1

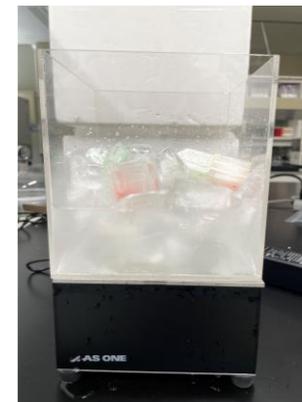
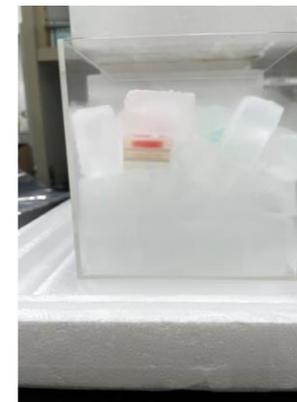
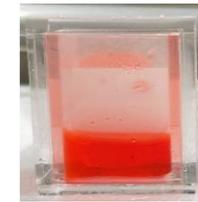
- 温度管理強化:新開発のダミー氷で発泡スチロール内を $0^{\circ}\text{C}\sim-2^{\circ}\text{C}$ に保ち、鮮度維持を強化。魚などが生食可能で凍らない温度モニタリングも実現。

□ ダミー氷の特徴

- 手軽で再利用可能な小型温度記録デバイス。
- コールド物流用の発泡スチロール箱に設置。
- $0^{\circ}\text{C}\sim-2^{\circ}\text{C}$ の温度範囲を確保。
- 複数ダミー氷で各部位の温度分布をモニタリング。
- 氷や保冷剤と併用で温度管理強化。
- 鮮度維持の課題を解決。

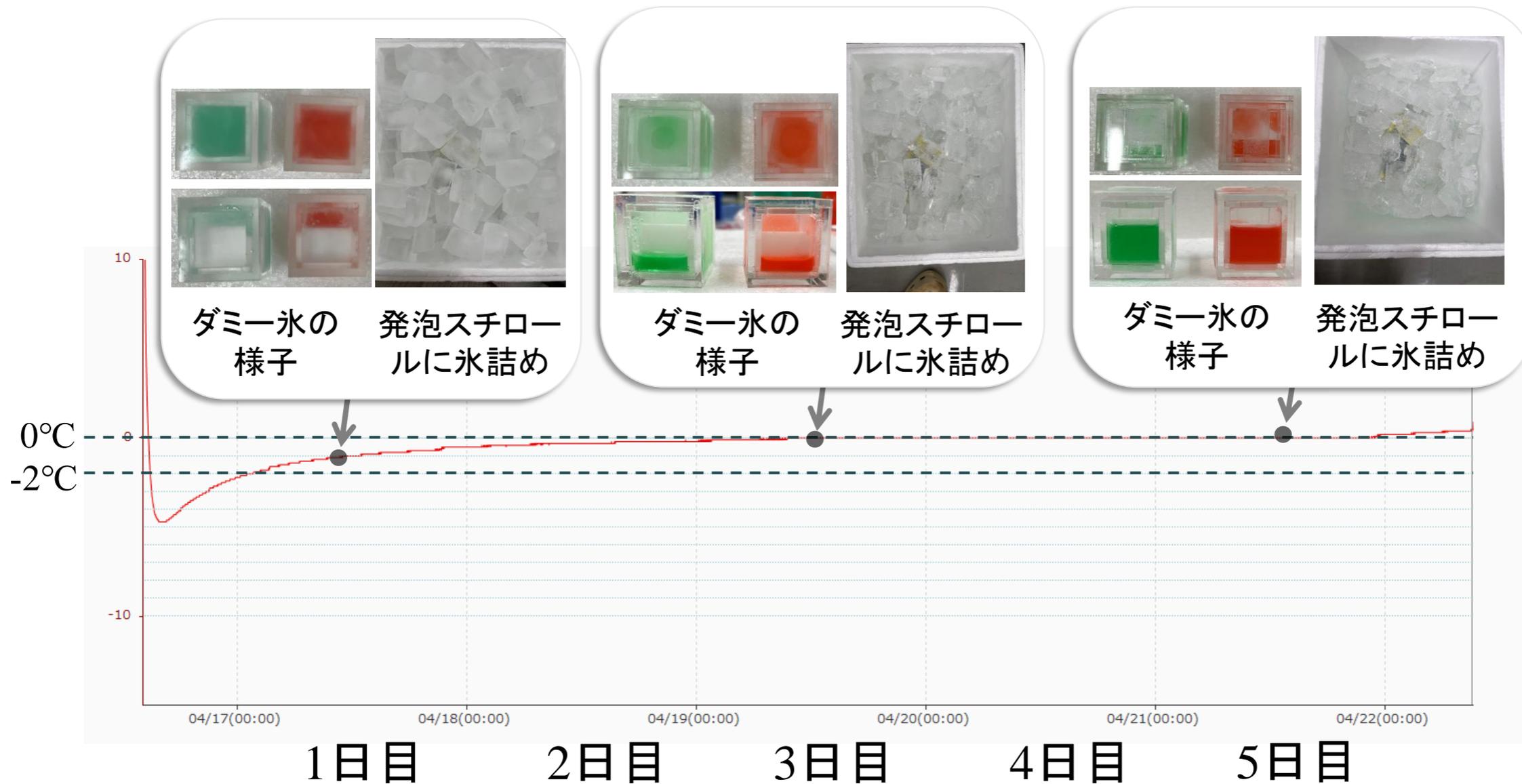


ダミー氷
側面



新技術の特徴(3)-2

- 発泡スチロール内の温度変化で、ダミー氷の液量が増加



想定される用途

- コールドチェーン物流：鮮魚の輸送中に迅速に鮮度を測定し、品質管理を強化
- 養殖産業：出荷前の鮮度確認により、高品質な魚を市場に供給
- 輸出業者：国際市場での信頼性を向上させ、日本産鮮魚のブランド価値を高める



企業への期待

□ 実用化と市場投入:

- 企業の役割: 迅速鮮度センサーとダミー氷の製造・販売を担当し、普及を促進。
- 期待効果: 技術の普及により、鮮魚市場全体での品質管理が標準化。

□ データ解析とフィードバック:

- 企業の役割: センサーで得たデータを解析し、鮮度管理のフィードバックシステムを構築。
- 期待効果: 鮮度保持条件の最適化と物流の効率化が実現し、品質管理が向上。

□ 国際展開とブランド価値向上:

- 企業の役割: 国際市場への適応とプロモーション活動を展開。
- 期待効果: 日本産鮮魚の信頼性とブランド価値が向上し、輸出競争力が強化。

企業への貢献、PRポイント

□ 迅速で高精度な鮮度評価:

- **ポイント:** 従来のHPLCより短時間(約5分)で鮮度を科学的に評価。
- **効果:** 鮮度管理の効率化と精度向上により、品質管理が強化される。

□ 簡便な鮮度管理:

- **ポイント:** 目利き人材に依存せず、誰でも簡単に鮮度測定が可能。
- **効果:** 鮮度管理のばらつきを減らし、一貫した品質を提供できる。

□ 温度管理の強化:

- **ポイント:** ダミー氷で適切な温度(0°C~-2°C)を維持し、鮮度を保つ。
- **効果:** 魚の生食可能な温度を維持し、輸送中の品質を高める。

本技術に関する知的財産権

- 発明の名称 : ATP関連物質を検出するためのセンサー及びその利用
 - 出願番号 : 特願2023-134915
 - 出願人 : (国研) 産業技術総合研究所、(公財) 函館地域産業振興財団内
 - 発明者 : 瀧脇雄介、吉岡武也、緒方由美、菅原智明
-
- 発明の名称 : 温度検知装置及び温度検知方法
 - 出願番号 : 特願2024-127713
 - 出願人 : (国研) 産業技術総合研究所
 - 発明者 : 瀧脇雄介

謝辞

本研究の一部は、イノベーション創出強化研究推進事業（生研支援センター R3～5年度）、および、オープンイノベーション研究・実用化推進事業（同 R6～10年度）の支援を受け実施した。

お問い合わせ先

AIST Solutions

知的財産本部 知財戦略渉外部

e-mail : aisol-syougai-all-ml@aist-solutions.co.jp