



青果物鮮度センシング技術開発の現状と 輸送損傷評価への適用

岐阜大学大学院連合農学研究科 中野浩平

グローバル・フードバリューチェーン推進官民協議会
令和6年度第4回全体会合
2025.2.18 TKP東京駅大手町カンファレンスセンター ホール22G (東京)



世界のポストハーベストロスの現状と課題



野菜や果物からの声を聴く
—青果物鮮度の定量化とセンシング—



青果物輸送ルートにおける道路面性状の可視化
と輸送損傷予測

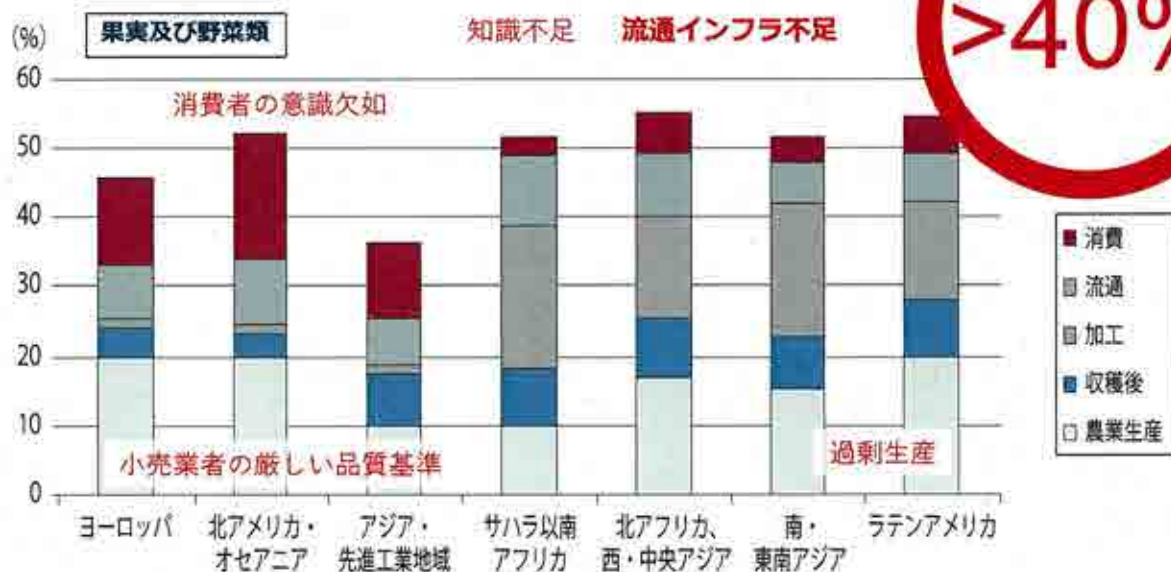






バンコク(タイ)にて撮影

膨大量の生産物が消費されずに棄てられている

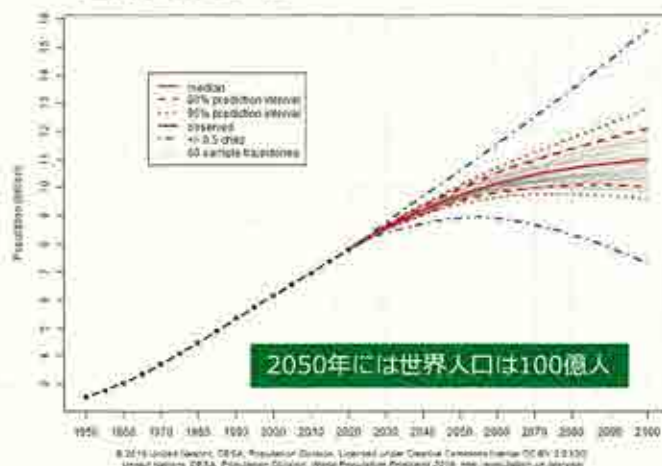


今後、増加する世界の胃袋を支えられるか？

■ 世界の穀物の収穫面積と需給の推移



■ 世界人口の予測



農林水産省HPより

粗雑な取扱を防ぐために・・・



1. 科学的根拠に基づいた青果物の品質管理に
習熟した人材育成



2. 取扱商品の鮮度検査による品質管理レベル
の実態把握

ポストハーベストロスの削減

付加価値の創出



世界のポストハーベストロスの現状と課題



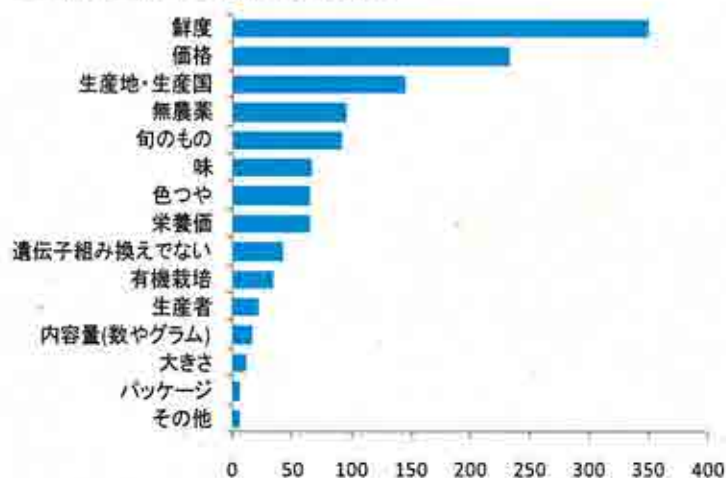
野菜や果物からの声を聴く
—青果物鮮度の定量化とセンシング—



青果物輸送ルートにおける道路面性状の可視化
と輸送損傷予測

青果物における鮮度の重要性和問題点

■ 消費者の青果物購入動機

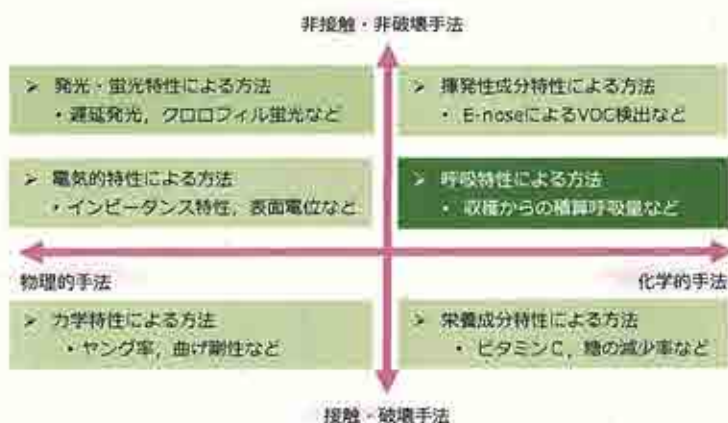


岐阜県美濃市にて主婦350名を対象に調査。複数回答可

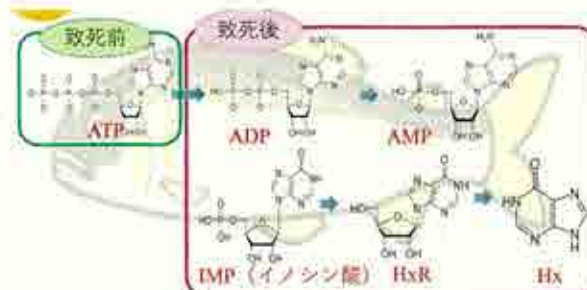


鮮度の定量化に関する既往研究

■ 青果物の鮮度評価手法



■ 魚類の鮮度評価手法

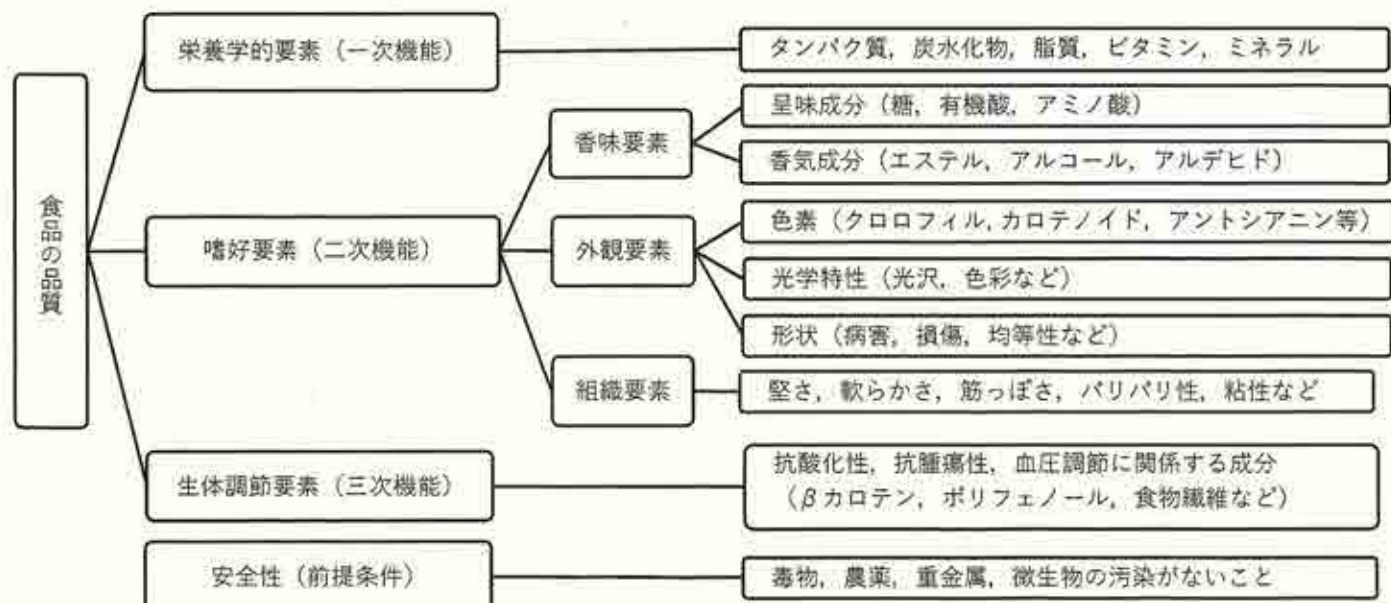


$$K\text{値} = \frac{HxR + Hx}{ATP + ADP + AMP + IMP + HxR + Hx} \times 100(\%)$$

いずれも初発値が必要。流通過程での鮮度検査に不適。

K値の試験方法に関するJASが制定 (2022)

参考：食品基本機能について



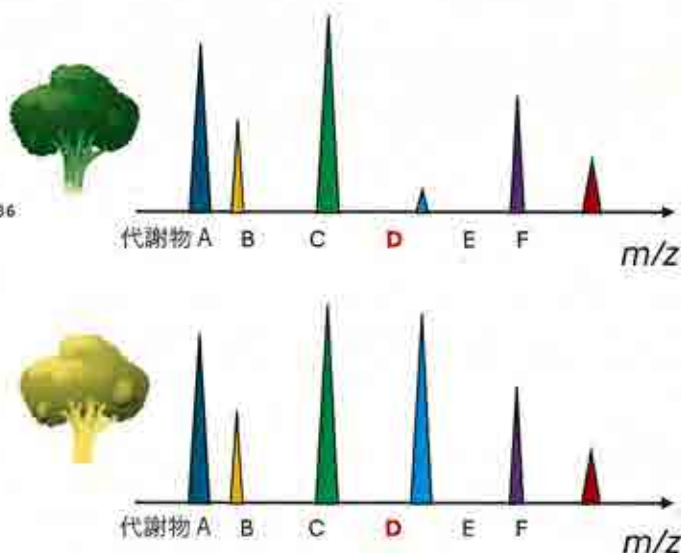
メタボロミクスによる青果物鮮度マーカーの同定



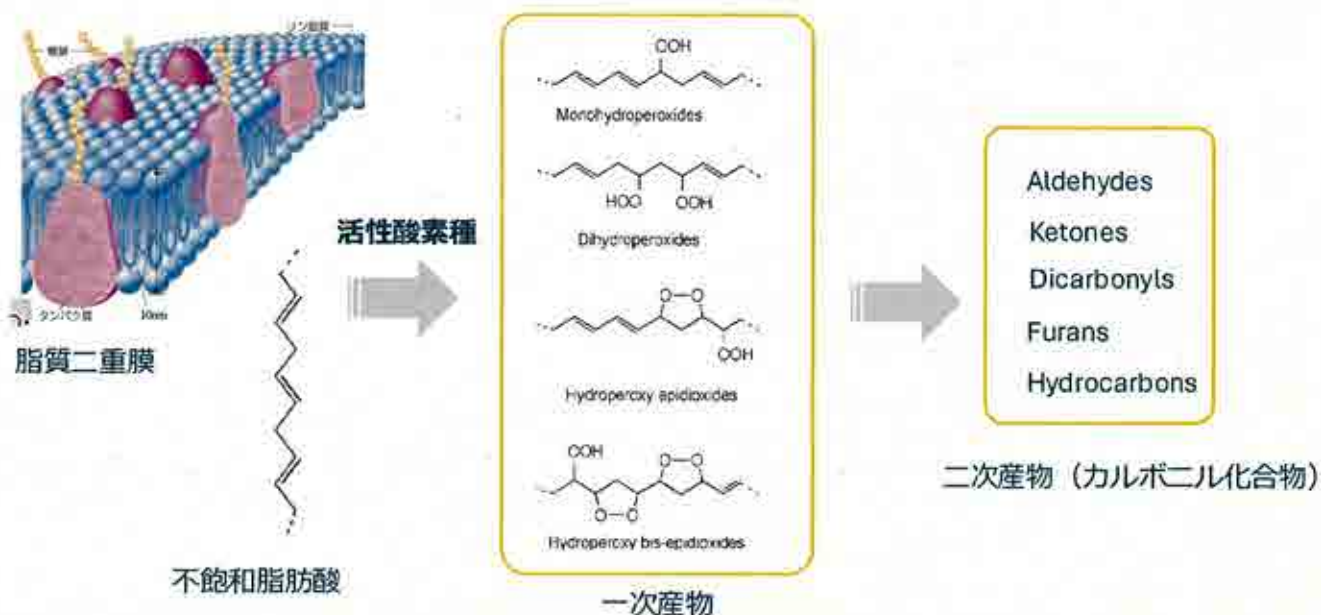
Identification of a freshness marker metabolite in stored soybean sprouts by comprehensive mass-spectrometric analysis of carbonyl compounds

Daewon Sykri^a, Manatikan Thamsewong^a, Nuthus Ari Nazim^a, Shinichiro Kuroki^b, Mizuki Tsutsi^a, Makoto Yoshida^a, Kohri Nakano^{a,*}

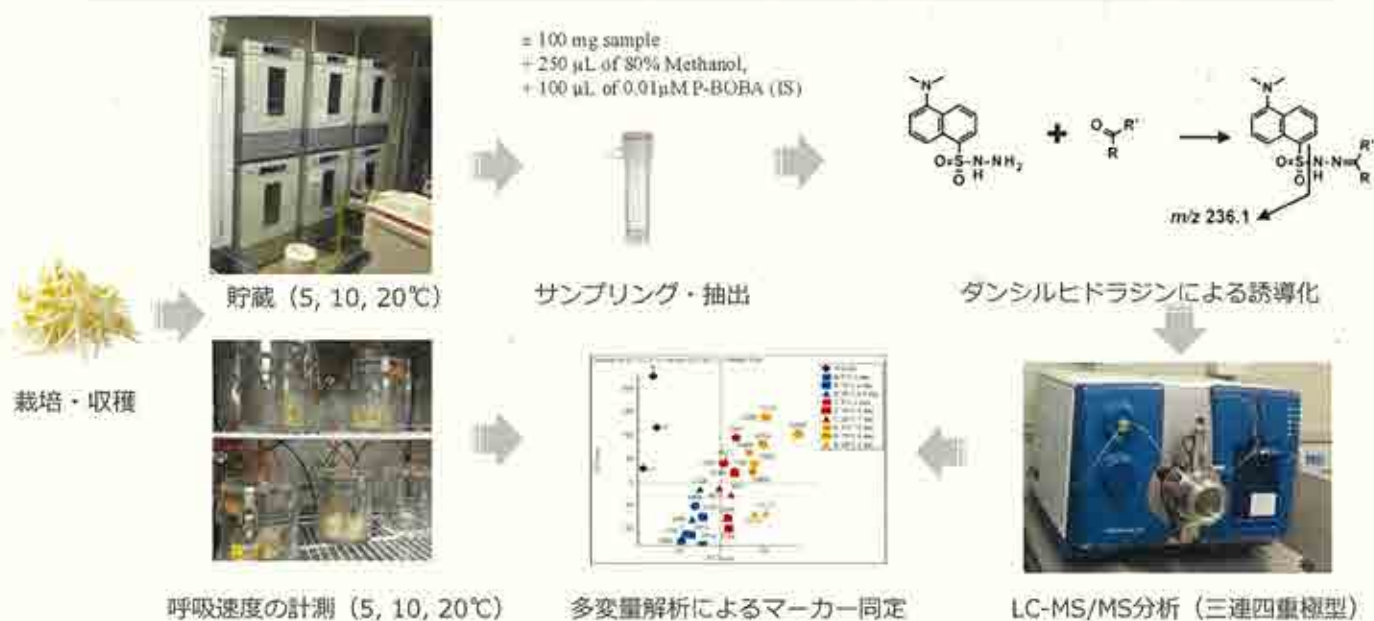
Food Chemistry 269 (2018) <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.07.036>



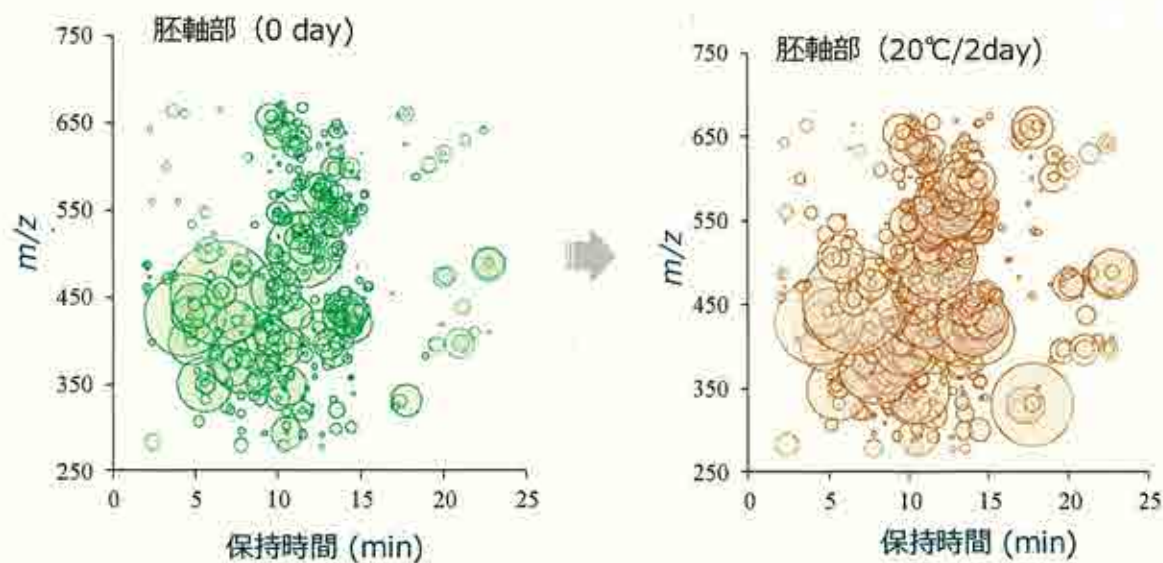
仮説：脂質過酸化反応由来のカルボニル化合物の中に鮮度マーカーがあるのでは？



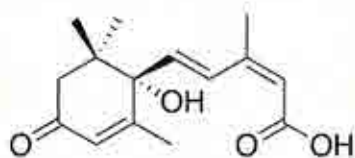
カルボニル化合物の一斉検出による鮮度マーカー同定



大豆モヤシのカルボニル化合物プロファイルの変化

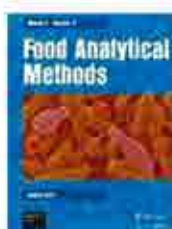
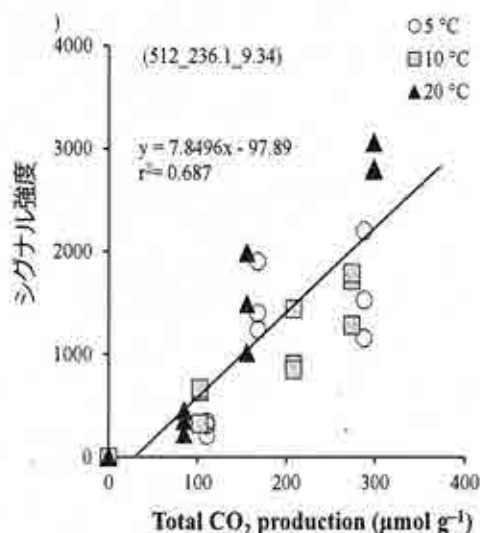


大豆モヤシの鮮度マーカー物質



アブシジン酸 (ABA)

アブシジン酸 (abscisic acid, ABA) は、植物ホルモンの一種。構造的にはセスキテルペンに属する。休眠や生長抑制、気孔の閉鎖などを誘導する。また乾燥などのストレスに対応して合成されることから「ストレスホルモン」とも呼ばれる (Wikipedia より)。



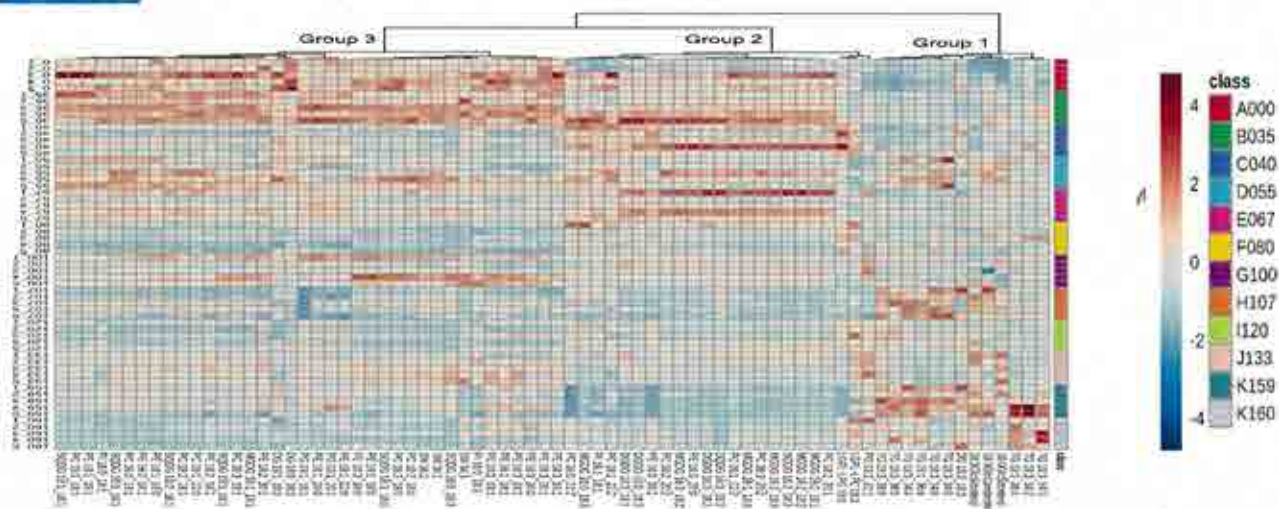
Lipidomic Profiling to Assess the Freshness of Stored Cabbage

(キャベツの鮮度評価のための脂質プロファイリング)

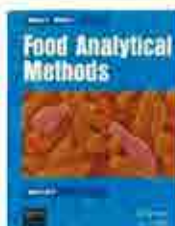
Putri Wulandari Zainal^{1,2} · Daimon Syukri² · Khandra Fahmy² · Teppei Imaizumi¹ · Manasikan Thammawong¹ · Mizuki Tsuta^{1,3} · Masayasu Nagata¹ · Kohei Nakano¹

Received: 9 March 2022 / Accepted: 18 October 2022

© The Author(s), under exclusive licence to Springer Science+Business Media, LLC, part of Springer Nature 2022



積算呼吸量の増大に伴うキャベツの脂質プロファイルの変化



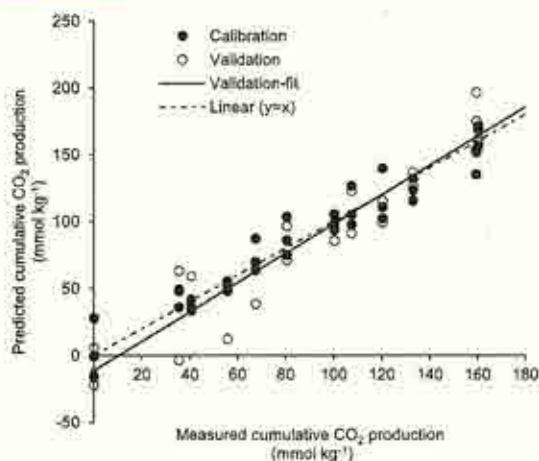
Lipidomic Profiling to Assess the Freshness of Stored Cabbage

(キャベツの鮮度評価のための脂質プロファイリング)

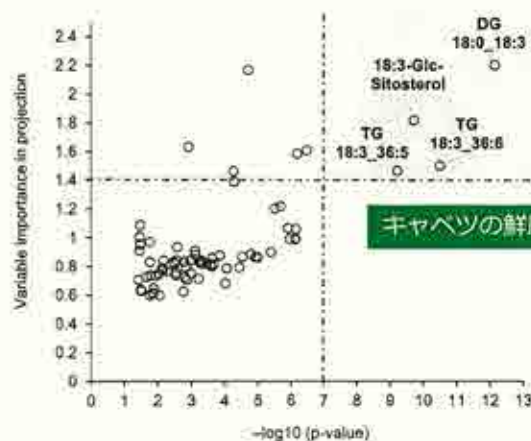
Putri Wulandari Zainal^{1,2} · Daimon Syukri² · Khandra Fahmy² · Teppei Imaizumi¹ · Manasikan Thammawong¹ · Mizuki Tsuta^{1,3} · Masayasu Nagata¹ · Kohei Nakano¹

Received: 9 March 2022 / Accepted: 18 October 2022

© The Author(s), under exclusive licence to Springer Science+Business Media, LLC, part of Springer Nature 2022

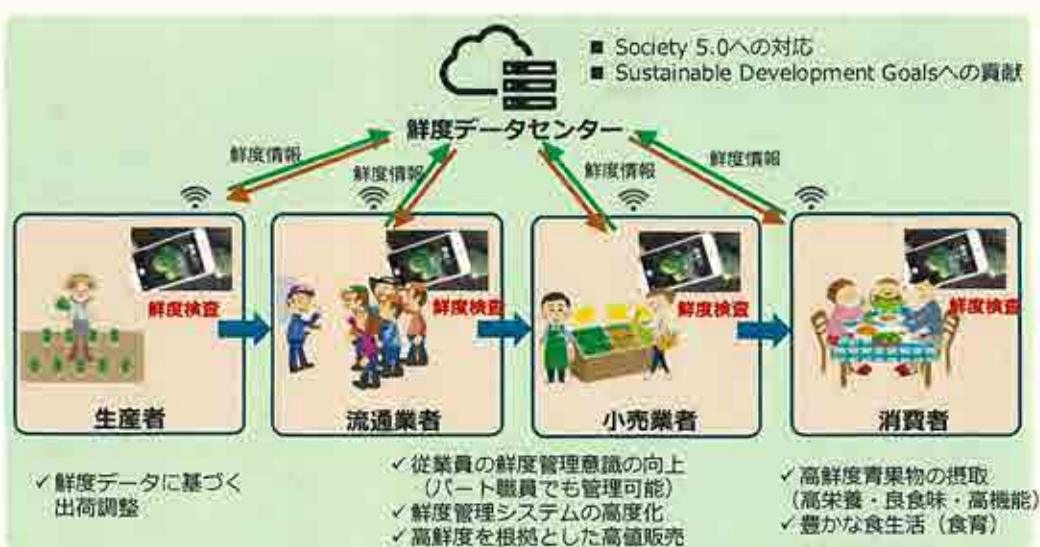


キャベツの積算呼吸量予測モデル (PLSR) の性能



キャベツの積算呼吸量予測モデルに寄与する脂質分子種

スマートフードチェーンにおける鮮度情報の活用



■ フードチェーンでの鮮度検査による青果物の新たな価値創出とポストハーベストレロスの縮減



世界のポストハーベストロスの実状と課題



野菜や果物からの声を聴く
—青果物鮮度の定量化とセンシング—



青果物輸送ルートにおける道路面性状の可視化
と輸送損傷予測

物理的ストレスによる果実の損傷

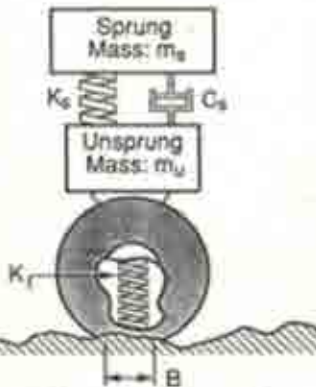


物理損傷の原因となる道路面の凹凸の評価

■国際ラフネスインデックス(IRI)

$$IRI = \left\{ \int^{L/V} |x_1 - x_2| dt \right\} / L \quad (\text{mm/m})$$

Golden Car Parameters	
$\frac{m_u}{m_s}$	= 0.15
$\frac{K_s}{m_s}$	= 63.3
$\frac{C_s}{m_s}$	= 6.0
$\frac{K_t}{m_s}$	= 653



- m_s : Sprung mass (portion of vehicle body mass supported by one wheel)
- m_u : Unsprung mass (mass of wheel, tire, and half of axle/suspension)
- K_s : Suspension Spring Rate
- C_s : Suspension Damping Rate
- K_t : Tire Spring Rate
- x_1 : Deformation of sprung mass,
- x_2 : Deformation of unsprung mass
- L : Length of test
- V : Velocity
- t : Time duration of test

クォーターカーモデルを一定速度 (80km/h) で走行させたとき車両が受ける上下方向の運動変位の累積値と走行距離の比 (1986年: World Bank)

Michael W. Sayers (1989) Transportation Research Record 1215

25

STAMPERによるIRI計測



インドネシアにおける道路面舗装状況 (IRI=2)



インドネシアにおける道路面舗装状況 (IRI=4)



インドネシアにおける道路面舗装状況 (IRI=8)



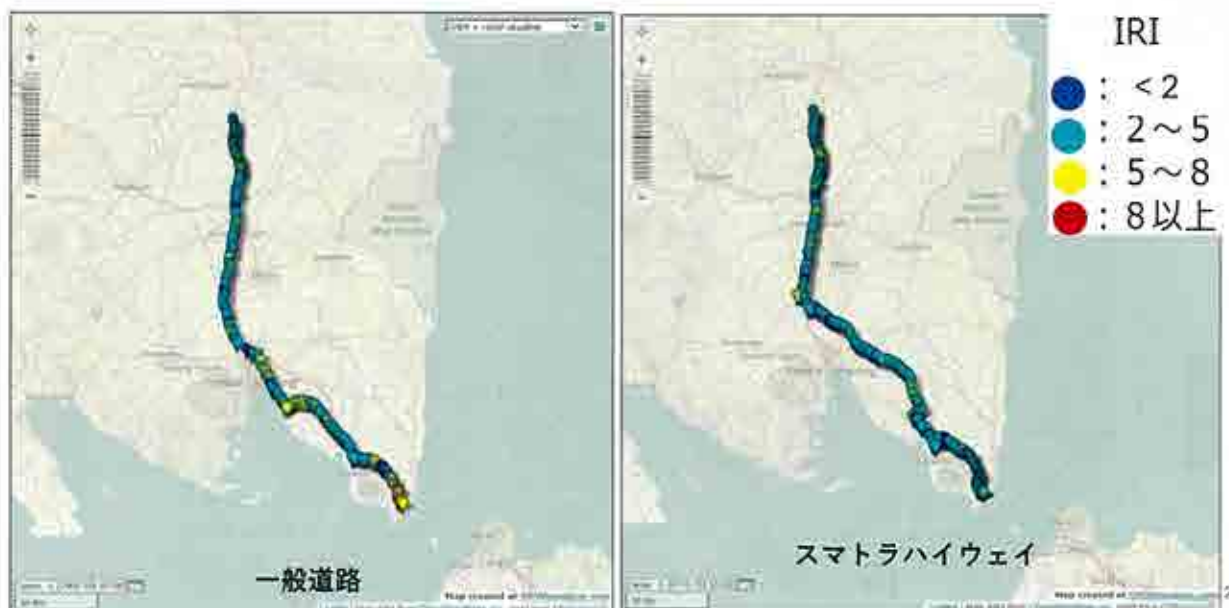
パダン (西スマトラ) の路面状況



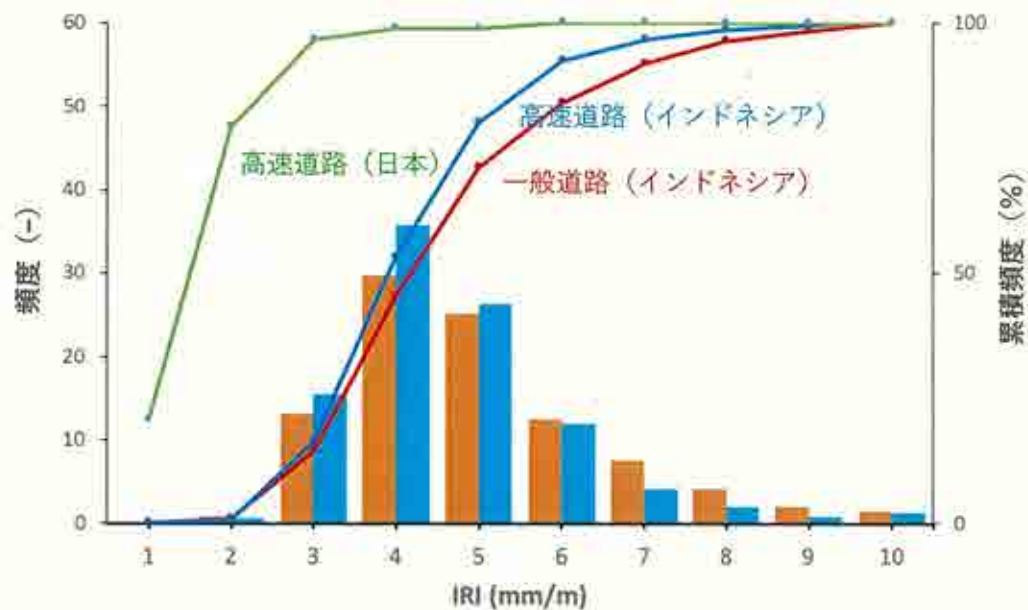
プランテーション内の路面状況（ランポン，インドネシア）



高速道路と一般道路の路面舗装状（インドネシア）



日本ーインドネシア路面舗装状況の比較



今後の研究と期待される効果



まとめ

-  フードバリューチェーンの構築はポストハーベス
トスの削減に繋がる
-  現場対応型の青果物鮮度センシング
技術開発の必要性
-  鮮度情報の活用による青果物流通
システムの高度化



青果物流通システムの高度化は農学のみでは解決できない課題。分野横断的な取り組みが必要。