

小麦リポキシゲナーゼ表層揭示 酵母による小麦粉タンパク質へ の加工技術の開発

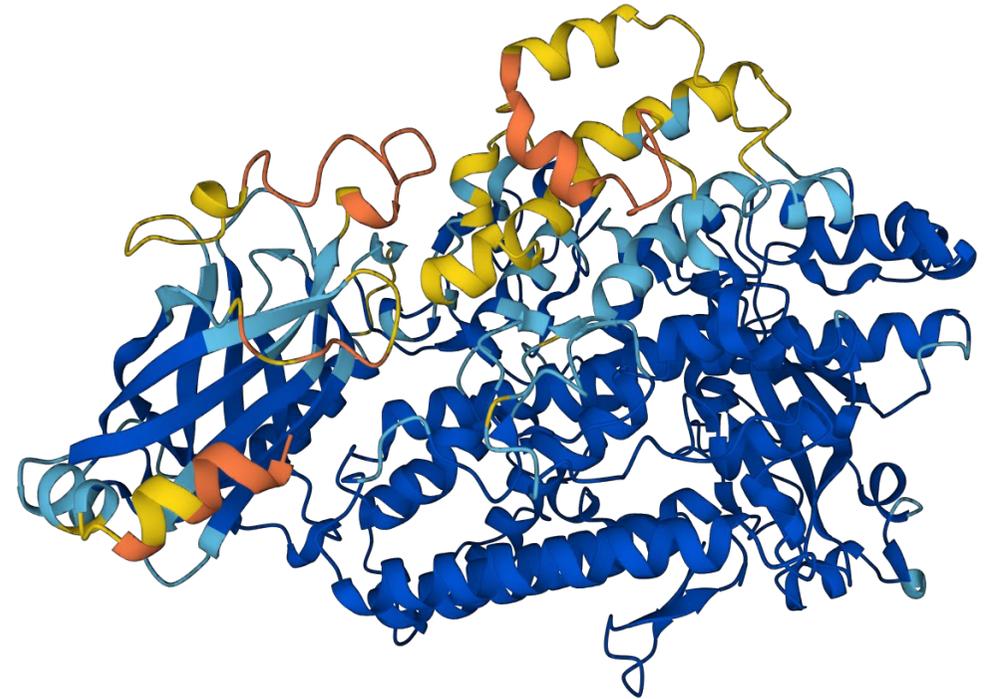
東京電機大学 理工学部 理工学科 生命科学系
特定教授 椎葉 究

2024年10月31日

技術の概要

小麦リポキシゲナーゼ (LOX)

- 二次加工性の改良
- パンや麺類の弾力性の向上
- 風味向上 (芳香性付与)
- ホシの減少 (白色彩の向上)



パン酵母を用いて小麦LOXIII酵素を生産

食品の食感や風味を改良した二次加工品の提供が可能

研究の背景

小麦の粒の構成成分

胚乳 (約83%)

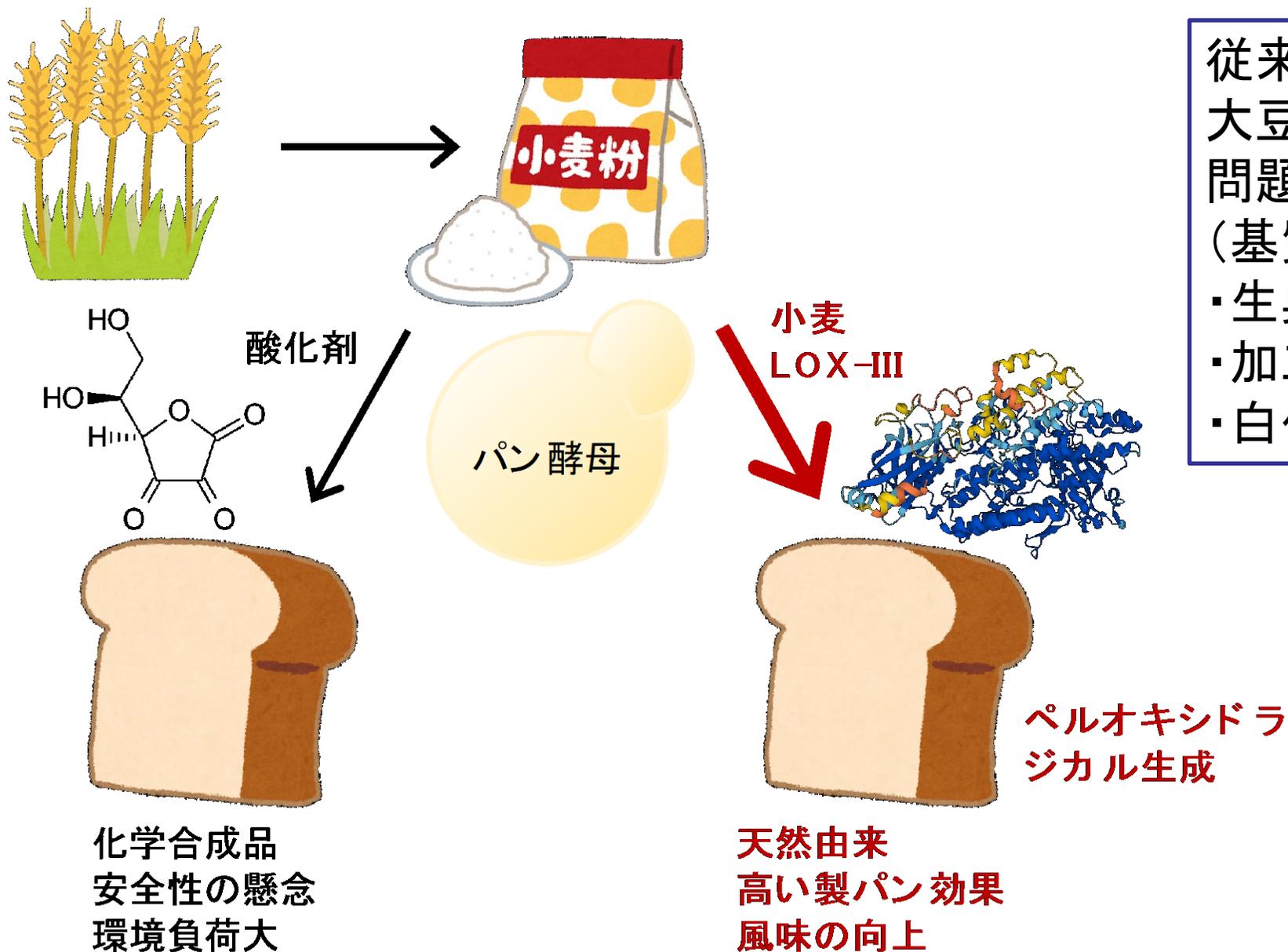
表皮 (約15%)

胚芽 (約2%)



小麦LOX酵素は胚芽、胚乳の一部に含まれている

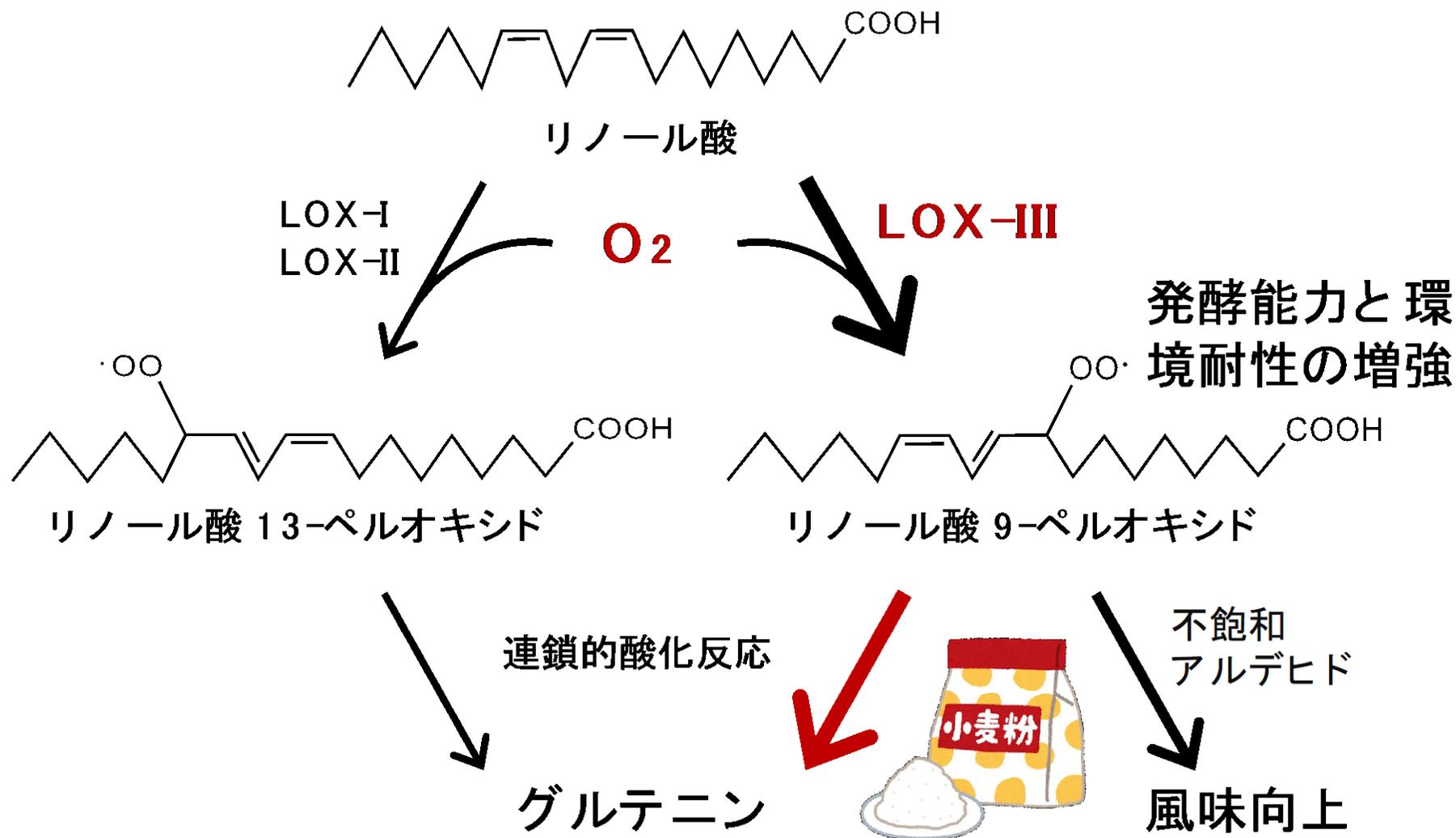
従来技術とその問題点



従来技術
大豆LOXの利用
問題点
(基質特異性が広い)
・生臭い
・加工性の低下
・白化

従来技術とその問題点の解決

リノール酸（不飽和脂肪酸）酸化反応でLOXIIIの基質特異性を利用



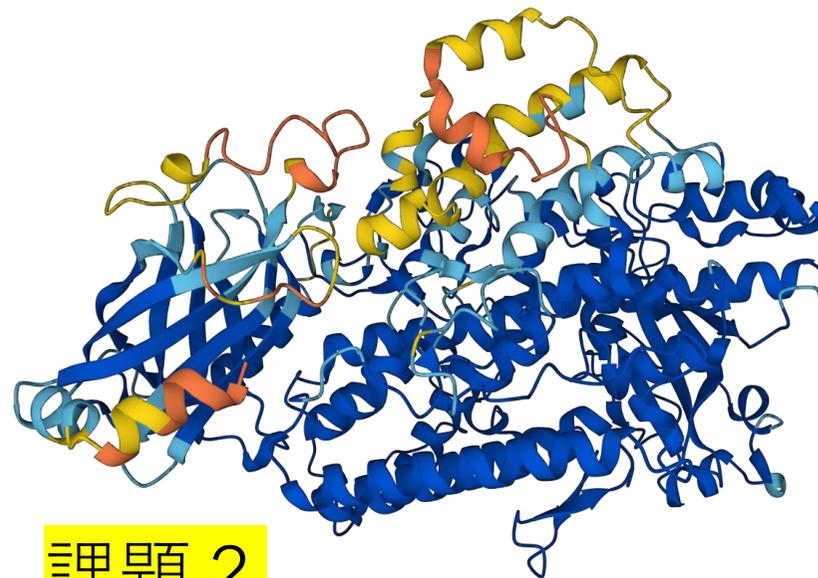
従来技術とその問題点

小麦LOX-IIIは胚芽から抽出・生産



課題 1

[原料の存在量が微量]
大量生産困難
安定供給困難



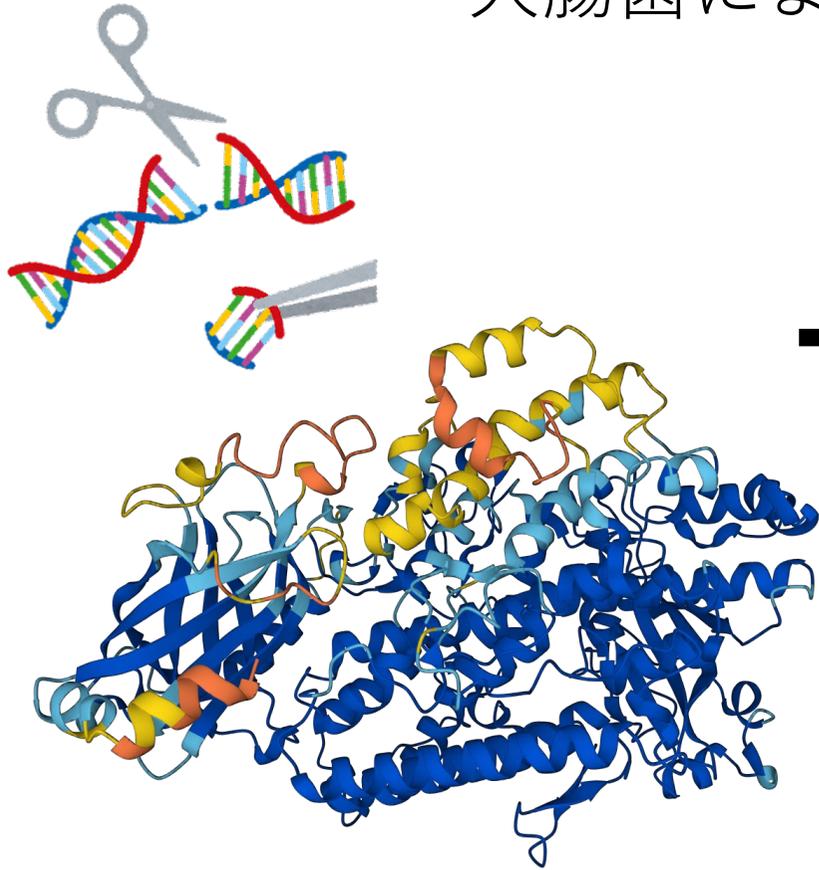
課題 2

大豆LOX利用、化学合成酸化剤利用の弊害解消

こうした事情は小麦粉の2次加工における大きな課題

従来技術とその問題点

大腸菌による小麦LOX-III生産の試み



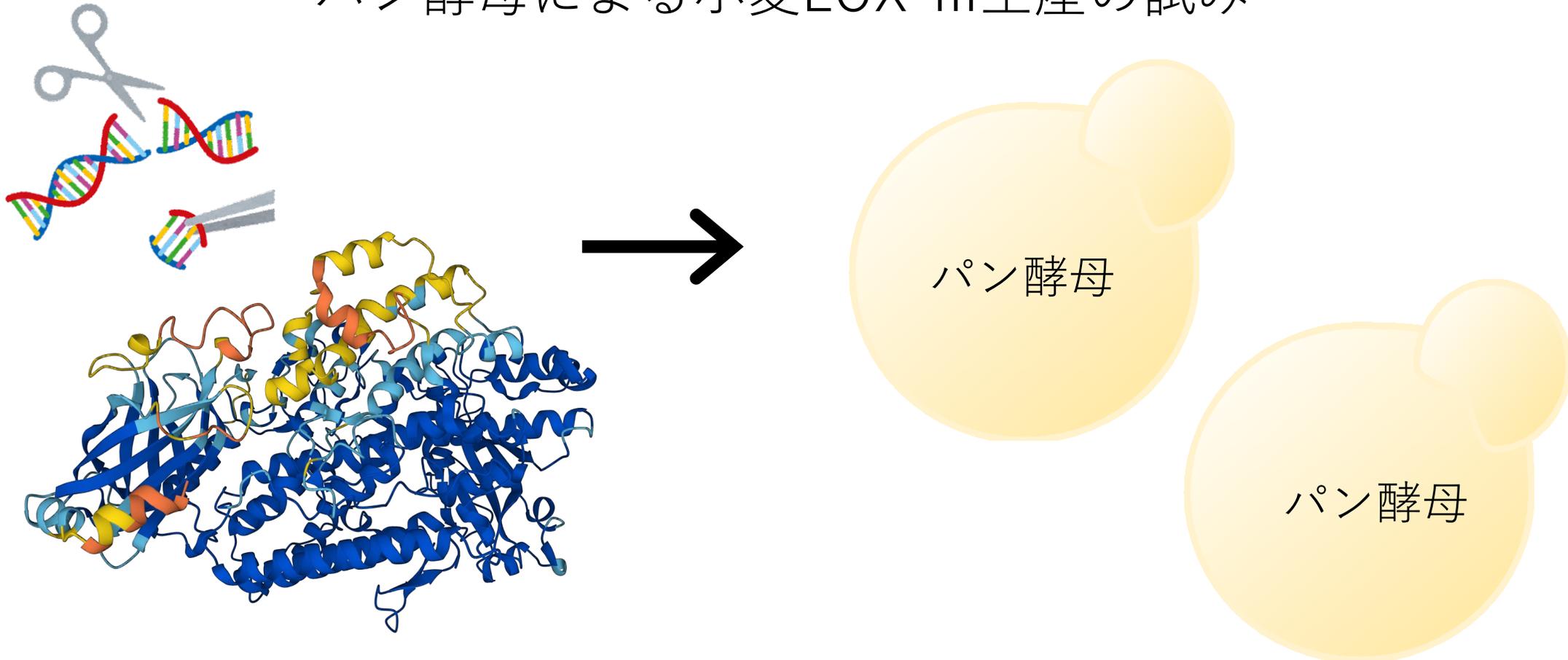
大腸菌

小麦LOX-IIIの分子量：大
(99.5 kDa)

大腸菌では小麦LOX-IIIの生産が困難
食品利用のため大腸菌利用はイメージが悪い

新技術の特徴・従来技術との比較

パン酵母による小麦LOX-III生産の試み



パン酵母で小麦LOX-IIIの生産に世界初の成功
小麦LOX-III生産酵母を破砕し、抽出・利用が可能

新技術の特徴・従来技術との比較

LOX-III抽出のため酵母の破砕が必要



LOX-IIIは酵母内で生産されるため、取り出す必要

製パンでは、LOX-III生産酵母を破砕し、さらに発酵のためドライイーストを入れ直す必要があり工程が複雑化

酵母の細胞表層にLOXIIIを掲示するアプローチを提案し、小麦粉加工が簡単に可能な実験系を構築

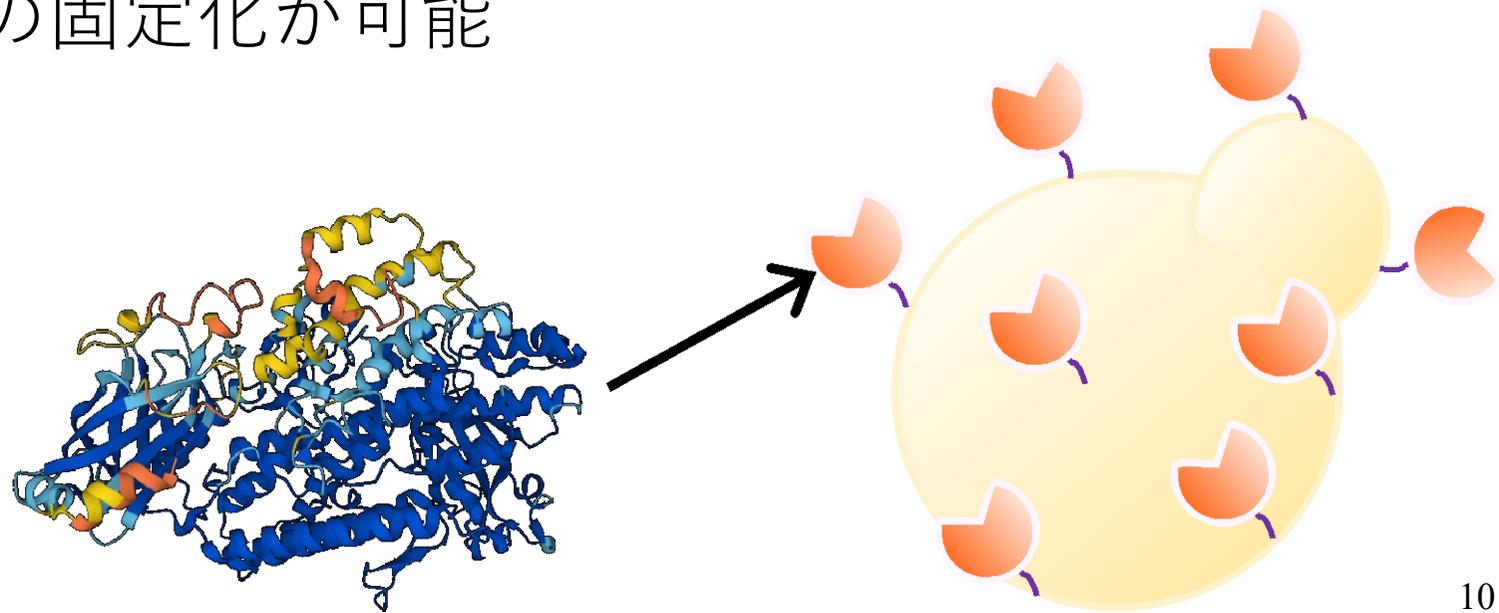
LOX III細胞表面掲示酵母の開発

GPI-CWP（GPIアンカー付き細胞壁タンパク質）のGPIアンカー領域にLOXIIIを融合

GPIアンカー：細胞壁に標的タンパク質を固定する、糖と脂質から構成される分子

酵母細胞壁にLOXIIIの固定化が可能

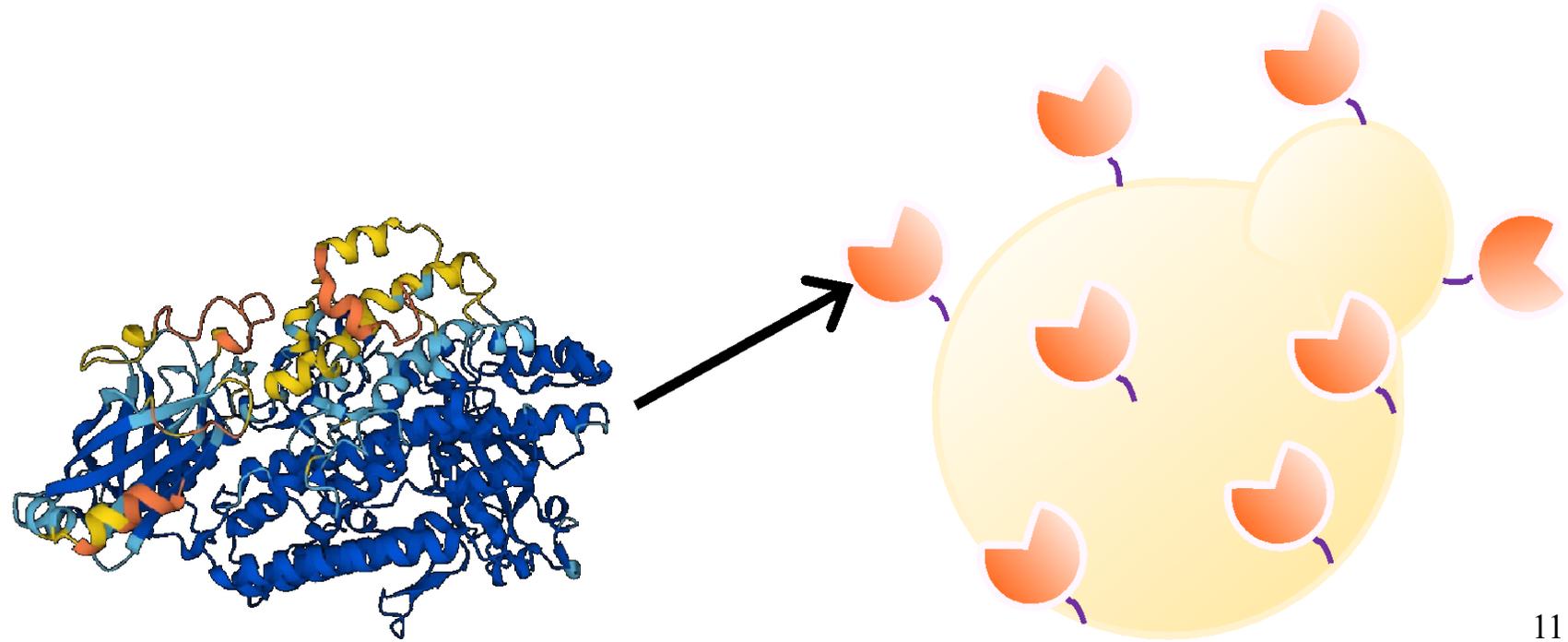
GPI：グリコシルホスファチジルイノシトール



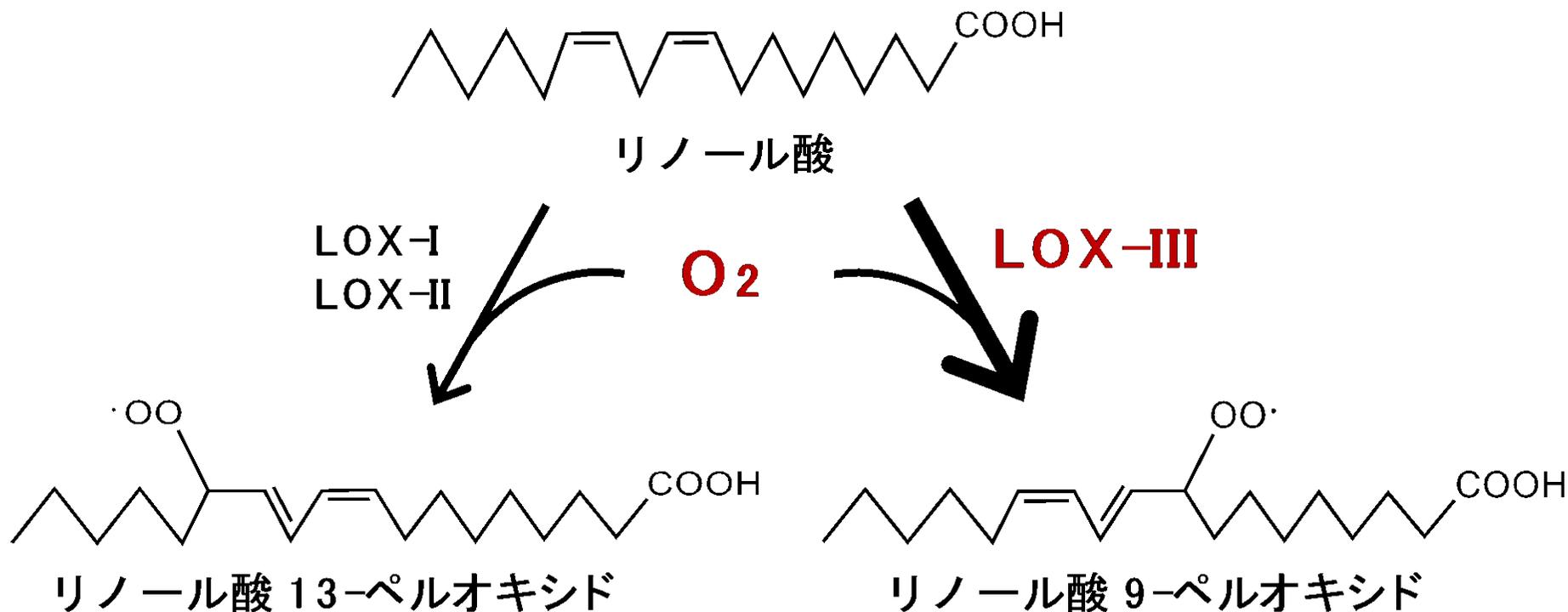
LOX III細胞表面揭示酵母の開発

細胞壁外側表面にタンパク質を局在化させる能力で知られる
Sed1アンカードメインに小麦LOX III酵素を融合

小麦LOX III酵素を酵母の細胞表面に揭示する酵母株を開発



小麦LOX IIIの活性評価



酵素

酵母

小麦リポキシゲナーゼ生産酵母

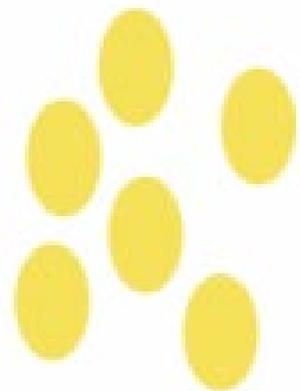
比活性(mU/mg)

0.06

0.227

小麦タンパク質の構造

グリアジン
(モノマー)



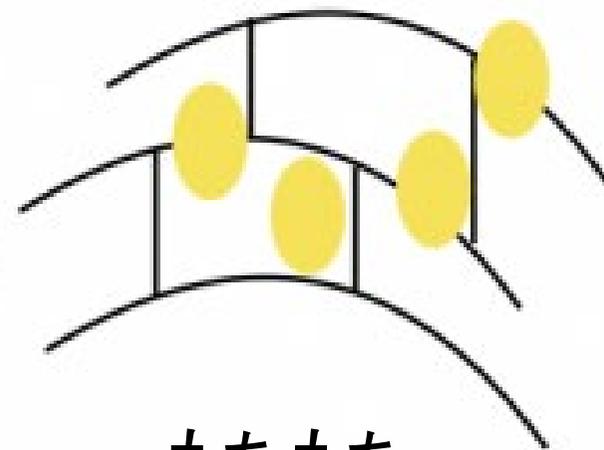
延伸性
(可溶性大)

グルテニン
(ポリマー)



しっかり: 粘弾性
(不溶性大)

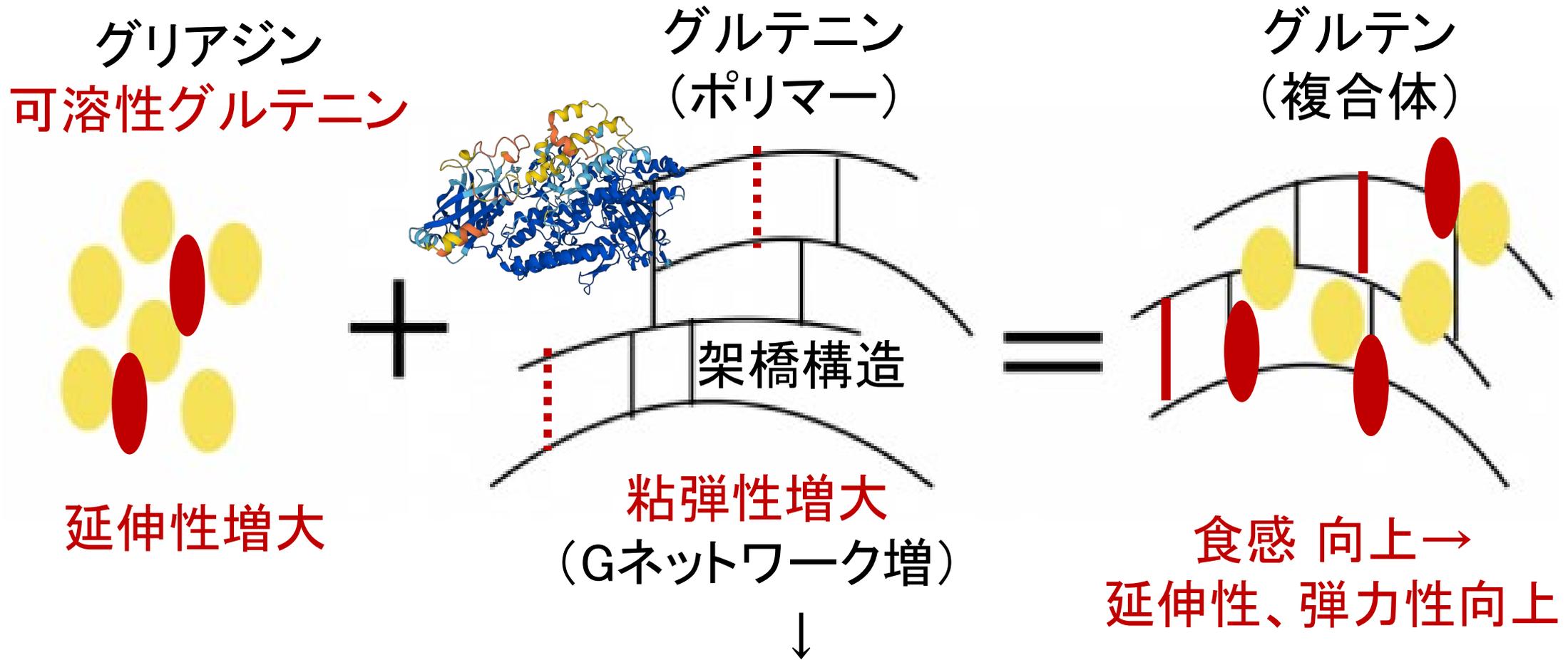
グルテン
(複合体)



もちもち:
食感

小麦タンパク質の構造

小麦リポキシゲナーゼの酸化活性はペルオキシドラジカルの生成を介したグルテニン間のS-S架橋形成と表面疎水性の減少に作用



架橋構造と可溶性(不溶性)グルテニンサブユニット構成成分の変化

小麦リポキシゲナーゼ添加：製パン試験



1. 2gのドライイースト添加での製パン
2. 1gのドライイーストと1gの実験酵母株添加での製パン
3. 1gのドライイーストと1gのLOXIII細胞表層揭示酵母株添加での製パン
4. 2gのLOXIII細胞表層揭示酵母株添加での製パン

想定される用途

小麦粉の2次加工改良材として利用

- 製パン食品や麺類の弾力性制御による新たな食感実現
- 良質な芳香成分、おいしさの付与（風味改善）
- ホシの減少（白色彩の付与）

実用化に向けた課題

- 小麦リポキシゲナーゼが酵母の発酵に与える影響の評価の必要性
- 冷凍生地、高糖生地、酵母の環境耐性改善への評価の必要性
- アルコール発酵（醸造）、医薬品、化粧品への応用
- 上記の応用基礎データを集めた後の実用化への方向性の検討の必要性

企業への貢献、PRポイント

- LOXIII 酵素による新たな食品の可能性
小麦粉二次加工食品、冷凍食品、油脂食品産業など
- 新たな形質導入した酵母の利用の可能性
発酵食品、アルコール醸造
- 表面提示型酵母利用による新たな産業創生の可能性
医薬品、化粧品など

企業への期待

共同で研究可能な企業募集中です。

加工食品への利用と評価試験

- 合成酸化剤の代替え
- 加工食品の食感、芳香性の改善など
- 冷凍生地など食品の冷凍耐性付与への利用
- 発酵食品、医薬品、化粧品など応用

本技術に関する知的財産権

- 発明の名称 : 酵母、及び食品用添加剤
- 出願番号 : 特願2023-205878
- 出願人 : 学校法人東京電機大学
- 発明者 : 高橋 俊介、椎葉 究

お問い合わせ先

東京電機大学

研究推進社会連携センター 産官学連携担当

TEL 03-5284-5225

e-mail crc@jim.dendai.ac.jp