

酵素設計による糖質機能の創出 と利用効率の革新 ～シーズ二件のご紹介～

東京農業大学 応用生物科学部 醸造科学科
教授 徳岡 昌文

2026年7月7日

シーズ二件の概要

①オリゴ糖の新規製法

熱処理や糖転移酵素を用いず、澱粉を α -アミラーゼとグルコアミラーゼで順次分解することを特徴とするオリゴ糖の製法を開発。

②改良 α -アミラーゼ： α -アミラーゼの酵素分子表面のアミノ酸の置換により基質への吸着を抑えることで、劇的に初期分解効率を改善した α -アミラーゼを開発。

①オリゴ糖の新規製法

従来技術とその問題点

一般的なオリゴ糖製造

酸、熱などの化学的処理

酵素による糖転移

隣接型分岐オリゴ糖製造

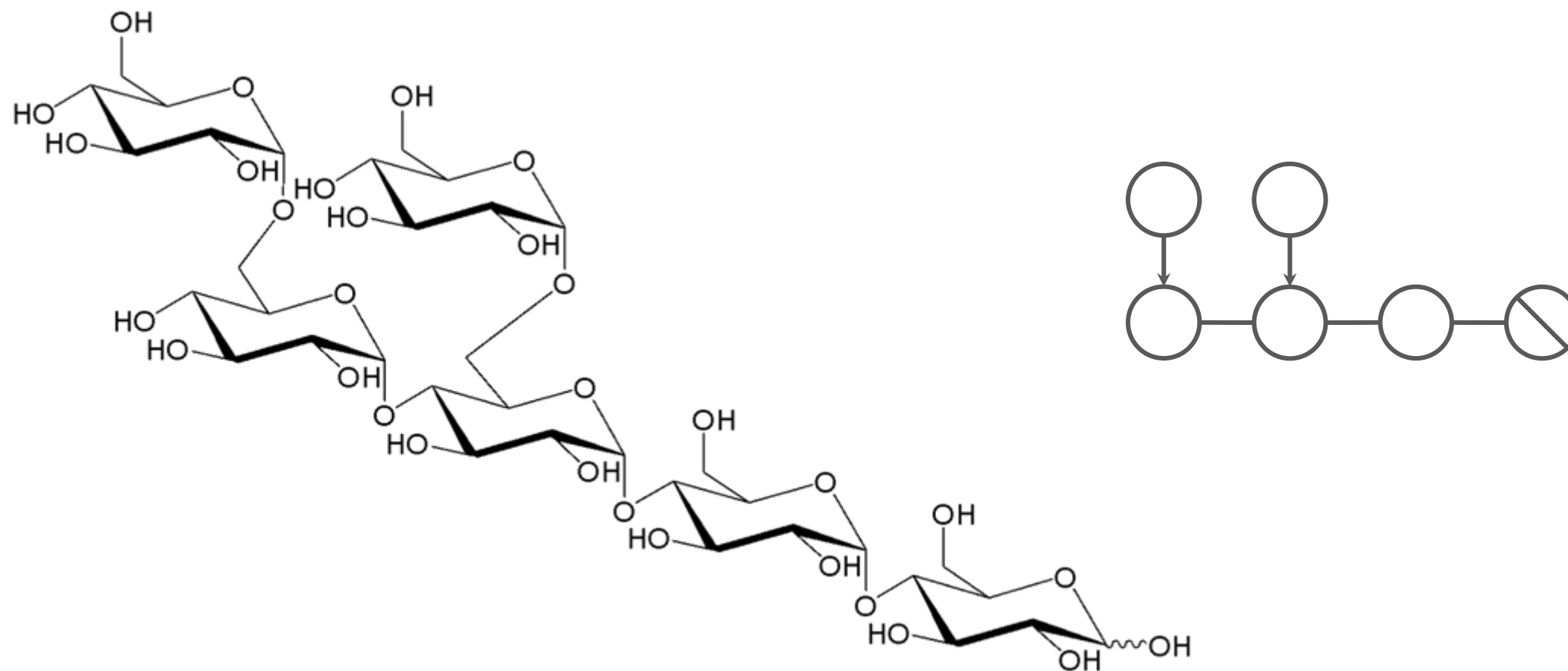
澱粉の酵素分解

①オリゴ糖の新規製法

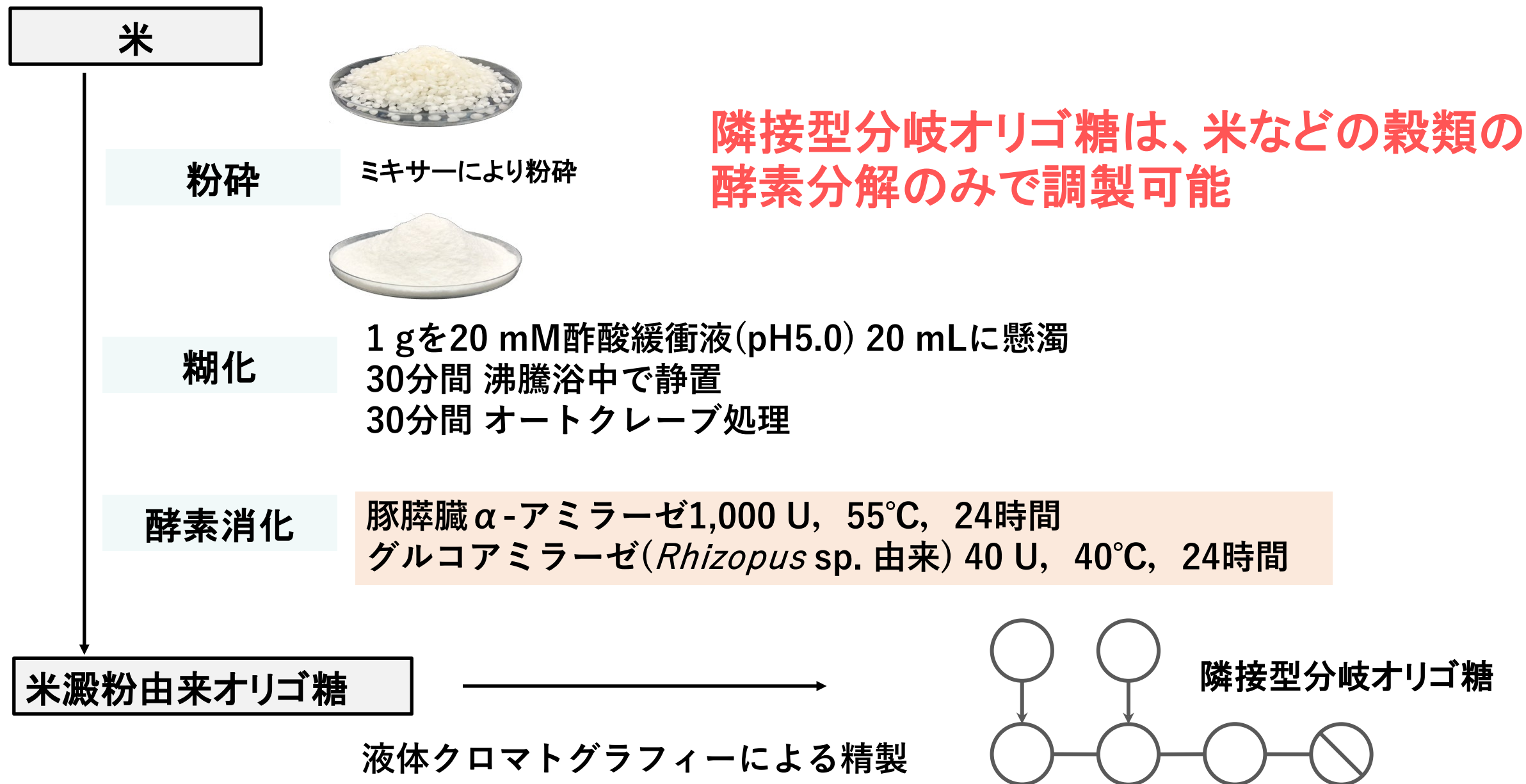
新技術の特徴・従来技術との比較

- 隣接型分岐オリゴ糖は「新しい構造」のオリゴ糖
- 隣接型分岐オリゴ糖は、
 - ①難消化性 ②香気保持効果の特徴
- 隣接型分岐オリゴ糖は、澱粉の加水分解により製造可能。

研究成果①隣接型分岐オリゴ糖の構造



研究成果①澱粉の酵素分解による製造



研究成果②隣接型分岐オリゴ糖の酵素分解試験

反応条件: 基質0.1%, グルコアミラーゼ (*Rhizopus. sp* 由来) 1mg, 40°C

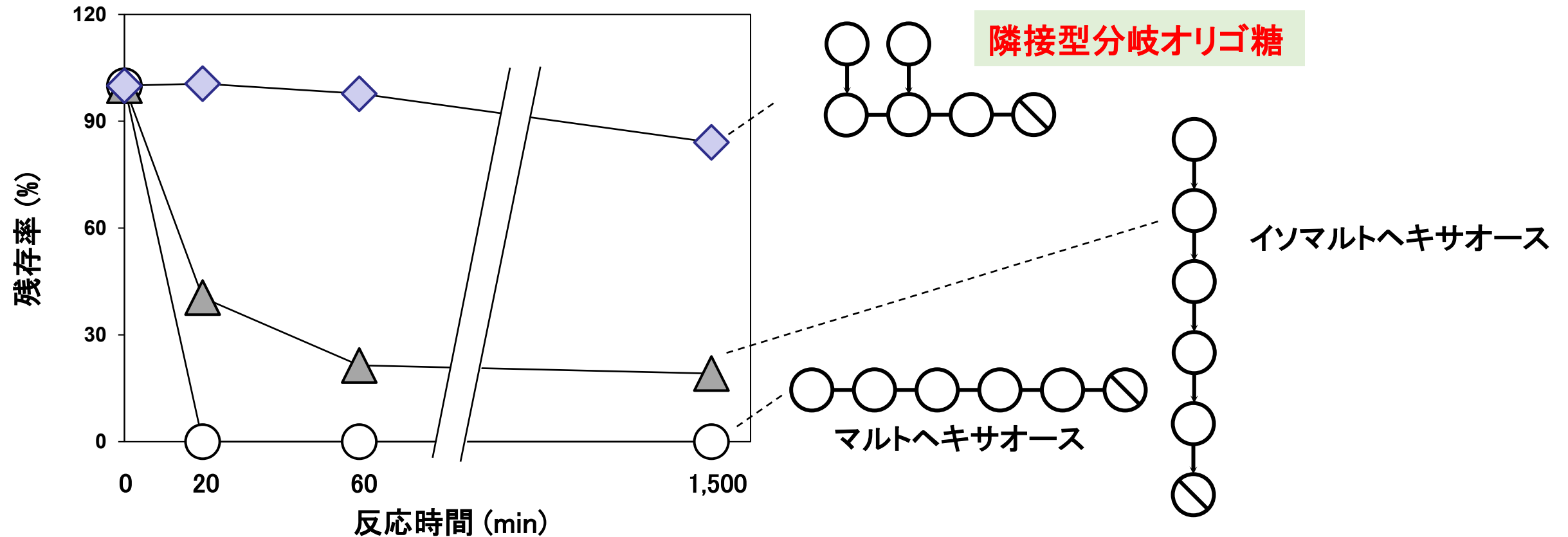
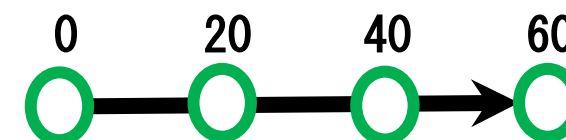
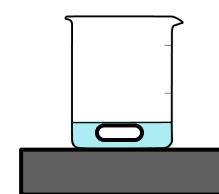
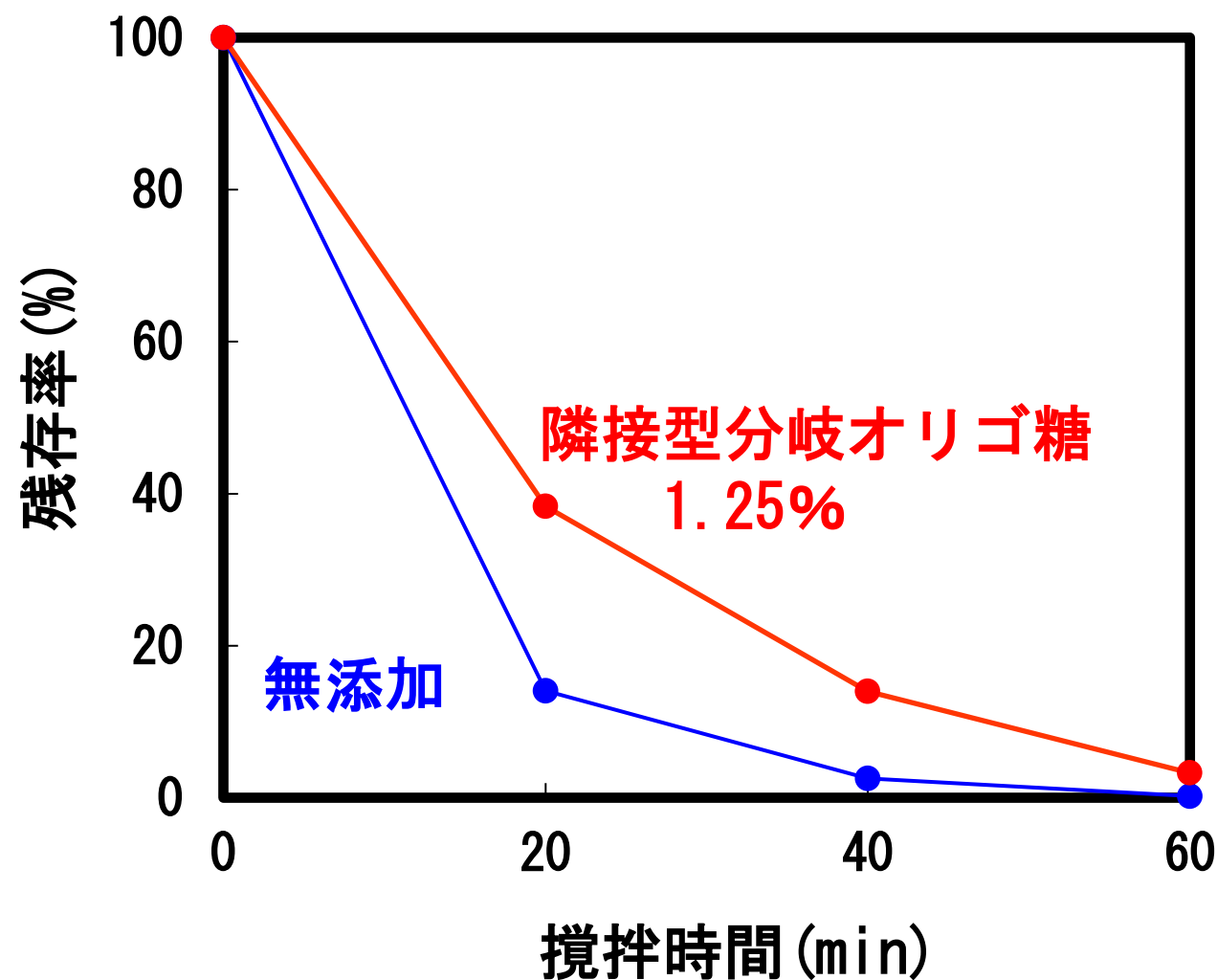


図 重合度6のオリゴ糖3種のグルコアミラーゼ消化試験

隣接型分岐オリゴ糖はグルコアミラーゼ難消化性の特徴

研究成果③ 隣接型分岐オリゴ糖の香気保持効果



HS-GC/MS

エタノール 15%
カプロン酸エチル 10 ppm
隣接型分岐オリゴ糖

添加有 vs 無添加

隣接型分岐オリゴ糖が含まれると
エステルが液中に保持される
→ 香気成分の保持効果

①オリゴ糖の新規製法

想定される用途

- 「合成を介さない、清酒にも含まれている」という心理的安心感のある新規難消化性オリゴ糖
- 香り保持効果を生かした、香りをより長く楽しめる飲料、食品素材、化粧品原料、機能性化成品への展開

①オリゴ糖の新規製法

実用化に向けた課題

- 澱粉からの製造効率の改善（副産物利用）
- 効率的な精製方法の検討（目的に応じた精製度）
- 香気保持を示すターゲット化合物の特徴付け

①オリゴ糖の新規製法

社会実装への道筋

時期	取り組む課題や明らかにしたい原理等	社会実装への取り組みについて
基礎研究	・隣接型分岐オリゴ糖の特性と製造方法の構築	
現在	・香気保持効果の分子メカニズム ・標準品を用いたプレバイオティクス効果の検証	科研費を活用したメカニズム解析
1～3年後	・製造方法の改善(デンプン消化残渣からの製造など)	澱粉分解を実施している企業との共同研究により、製造原料の検討
3～5年後	・実食品や飲料への添加による効果の検討 ・分子としての特性を活用した食品等に限らない応用可能性の検討	新規構造オリゴ糖としての応用可能性を探るための企業との協力

①オリゴ糖の新規製法

企業への期待

- 澱粉の酵素分解時の残渣利用、機能性評価に興味がある企業との共同研究を希望。
- 目的に応じて試料提供も応相談。

①オリゴ糖の新規製法

企業への貢献、PRポイント

- 世界で初めて見つかった「隣接分岐構造」のオリゴ糖。新しい素材としての利用価値は未知数ですが、清酒中に含まれること、澱粉の分解物であること、の安心感を含めた価値があると考えています。

①オリゴ糖の新規製法

本技術に関する知的財産権

- 発明の名称 : 難消化性オリゴ糖の製造方法
- 出願番号 : 特願2021-143307
- 出願人 : 東京農業大学
- 発明者 : 徳岡昌文

①オリゴ糖の新規製法

本技術に関する知的財産権

- 発明の名称 : 香気調整剤
- 出願番号 : 特願2024-25097
- 出願人 : 東京農業大学
- 発明者 : 徳岡昌文

シーズ二件の概要

①オリゴ糖の新規製法

熱処理や糖転移酵素を用いず、澱粉を α -アミラーゼとグルコアミラーゼで順次分解することを特徴とするオリゴ糖の製法を開発。

②改良 α -アミラーゼ： α -アミラーゼの酵素分子表面のアミノ酸の置換により基質への吸着を抑えることで、劇的に初期分解効率を改善した α -アミラーゼを開発。

②改良 α -アミラーゼ

従来技術とその問題点

pH4付近で米を米麴で分解する際、 α -アミラーゼが米に吸着して機能しなくなる（酵素活性が発揮されない）。
（＝無効吸着）

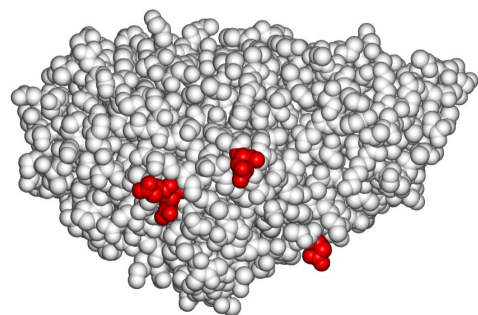
無効吸着を抑制するためにプロテアーゼ活性が必要だが、プロテアーゼ活性は清酒の味に影響（雑味増）

②改良 α -アミラーゼ

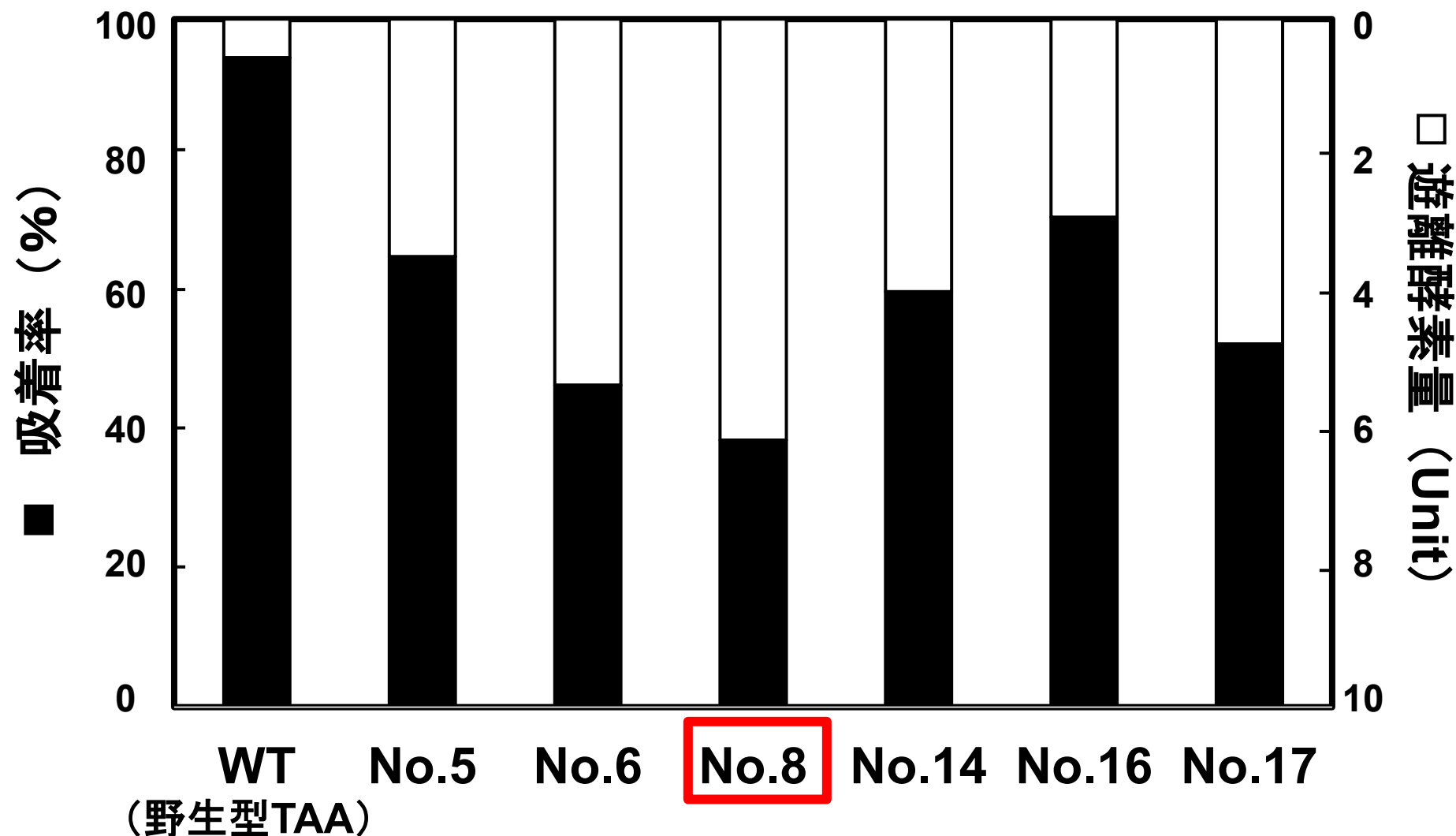
新技術の特徴・従来技術との比較

- α -アミラーゼの表面アミノ酸の置換による機能改良を特徴とする。
- 従来は無効吸着を抑制するために麹菌のプロテアーゼ活性により米タンパク質の分解が必要であったが、本技術は α -アミラーゼ自体の改良によりプロテアーゼ活性に頼らずに無効吸着を抑制できる。

研究成果①改良 α -アミラーゼの造成と吸着率低下



麹菌 α -アミラーゼ(TAA)
表面のアミノ酸置換



タンパク質表面アミノ酸の置換により吸着率が低下

研究成果②改良 α -アミラーゼ発現麹菌株による米溶解



遠心処理後

吸着率が低下した改良 α -アミラーゼは劇的に溶解を促進

②改良 α -アミラーゼ

想定される用途

- 本技術は現時点では組換え体であるため、現時点では組換え体を利用可能な澱粉分解の領域で、かつpH4付近での分解が必要となる場合にメリットが大きいと考えられる。
- 組換え体の問題を克服できれば、清酒、焼酎、麹菌を利用した醸造全般において、製造工程の効率化が期待できる。

②改良 α -アミラーゼ

実用化に向けた課題

- 遺伝子組換え体であるため使用に制限。
- 清酒製造への利用における製品品質への影響は未検討

②改良 α -アミラーゼ

社会実装への道筋

時期	取り組む課題や明らかにしたい原理等	社会実装への取り組みについて
基礎研究	表面アミノ酸を置換することで、吸着性の低い α -アミラーゼとなることを発見	
現在	吸着性の低い α -アミラーゼを分泌する麹菌を取得し、清酒製造における製造工程や清酒品質への影響を評価中。	情報発信により本技術利用の可能性を模索
2～7年後	・非組換えによる吸着性の低いα-アミラーゼの取得 ・実地製造スケールでの適用における課題 ・清酒製造以外の分野での実地評価	非組換え体を用いた実地清酒醸造での利用への展開
10年後	・清酒製造での実装 ・清酒製造以外の分野での実装	

②改良 α -アミラーゼ

企業への期待

- 組換え体は産業分野によっては問題はないため、すぐに実用化ができる可能性もあり。
- 本 α -アミラーゼの優位性を実利用で評価できる企業との共同研究を希望。

②改良 α -アミラーゼ

企業への貢献、PRポイント

- 本技術は α -アミラーゼの活性を改善する方法としては前例のない技術。積極的に活用を検討頂けるとありがたい。
- 本技術の導入にあたり必要な追加実験があれば、研究室レベルでの検討も可能。

②改良 α -アミラーゼ

本技術に関する知的財産権

- 発明の名称 : α -アミラーゼ変異体およびその利用
- 出願番号 : 特願2025-21938
- 出願人 : 東京農業大学
- 発明者 : 徳岡 昌文

お問い合わせ先

東京農業大学

総合研究所

T E L 0 3 - 5 4 7 7 - 2 5 3 2

e-mail chizai@nodai.ac.jp