

# オボムコイド不含有鶏卵の開発 及び 臨床的安全性の検証

(以下、アレルギー低減卵)



キユーピー株式会社 研究開発本部  
未来創造研究所 機能素材研究部  
児玉 大介

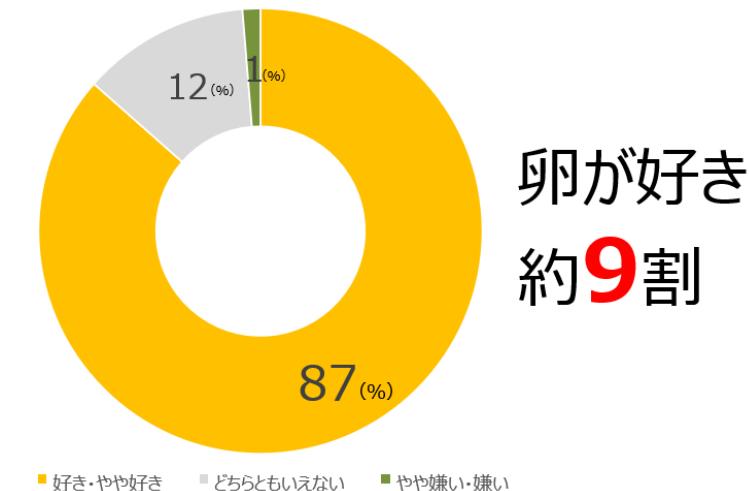
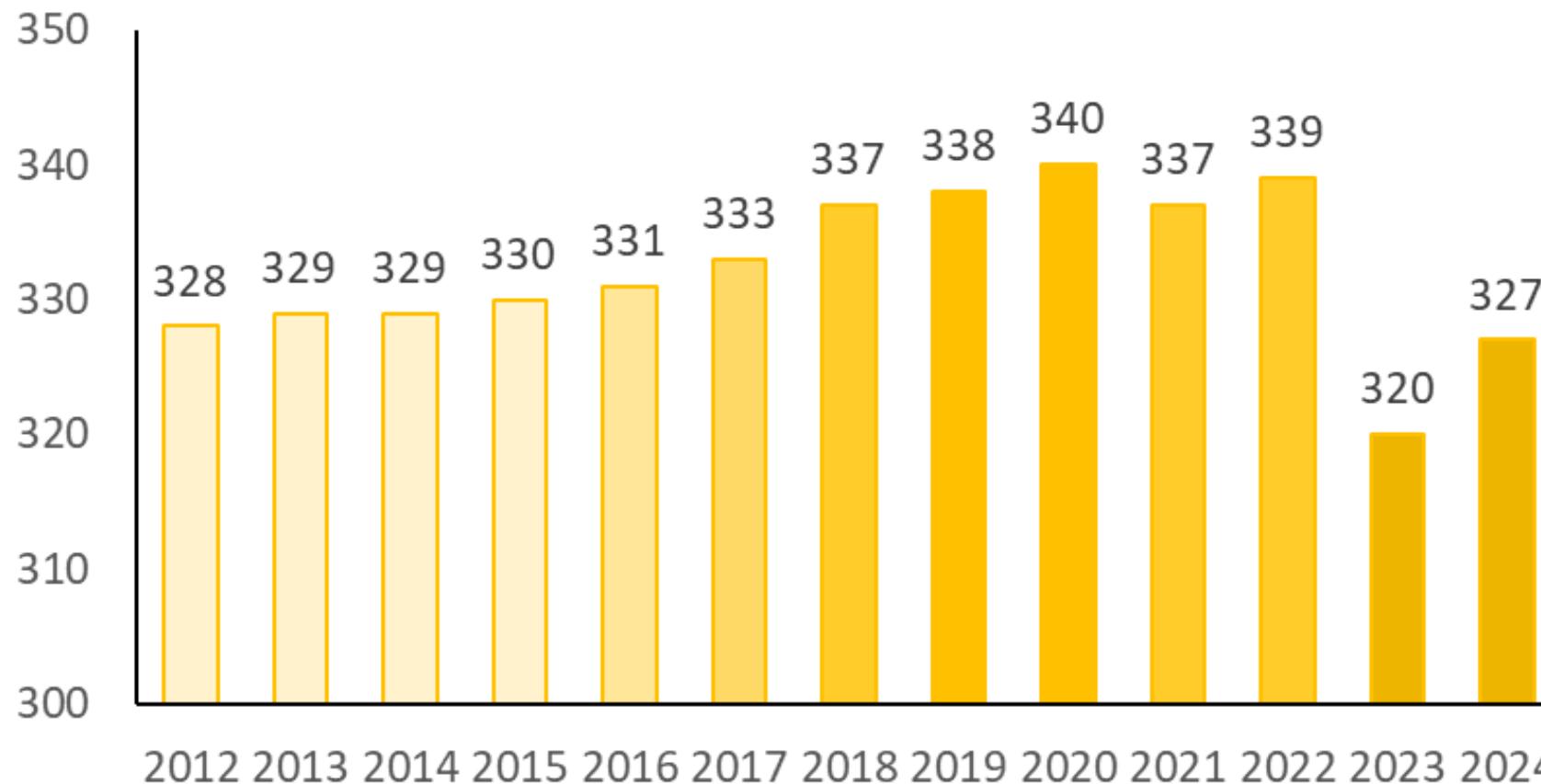
# 日本人は卵好き



## 日本の1人あたり鶏卵消費量 (2024)

**327個／年**

(個)



出典：キューピー たまご白書

出典：国際鶏卵委員会（IEC）報告

# キューピーのタマゴ事業について



キューピーの鶏卵取扱量  
国内の約1割（年間約42億個、地球6周分）



卵黄

マヨネーズ など

卵白

菓子、かまぼこ、ハム など

卵殻

カルシウム強化商品 など

卵殻膜

化粧品 など

# 卵は主役であり、名脇役

## 卵の5大機能

凝固性

起泡性

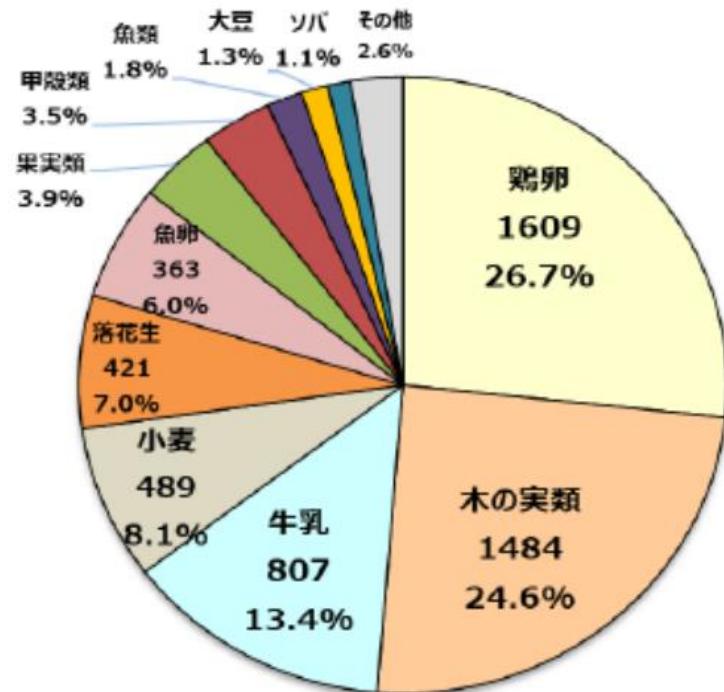
乳化性

栄養

風味  
色調



# 卵アレルギーの現状



原因食物

**卵 1位**

消費者庁「食物アレルギーに関する食品表示に関する調査研究事業」  
令和5（2023）年即時型食物アレルギー全国モニタリング調査結果報告.  
アレルギー 2025;74(3):167-172

卵アレルギーに困っている人

**4 %**

キューピーたまご白書



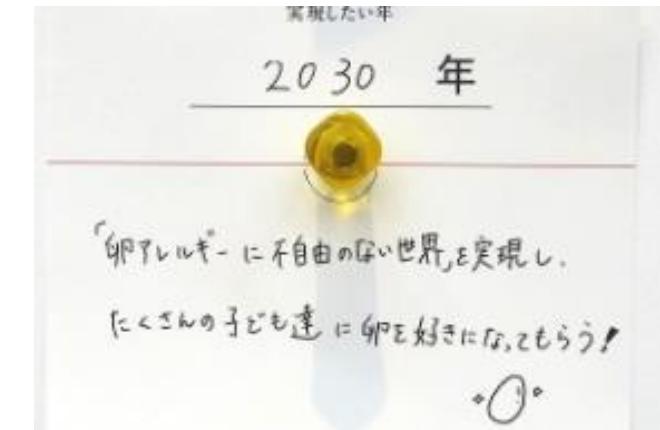
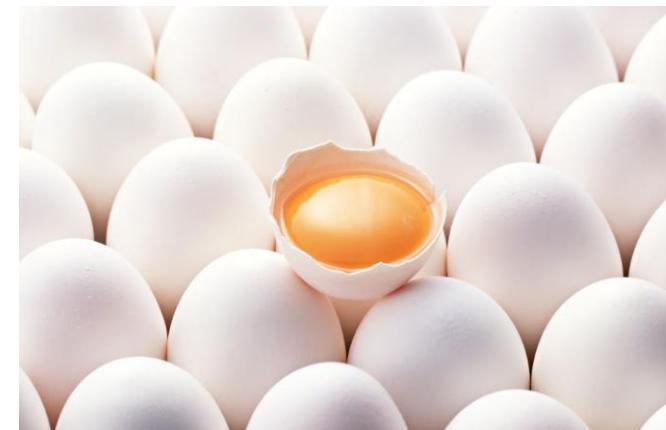
# 卵アレルギーへの向き合い方

アレルギーの問題があって卵を食べられない方々への選択肢を提供したい

アレルギー対応食

プラントベース

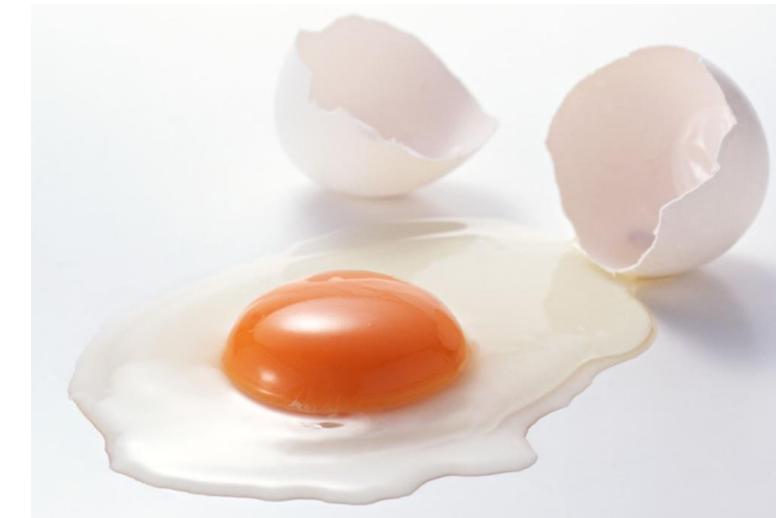
アレルギー低減卵



# ターゲットは「オボムコイド」

鶏卵の主要なアレルゲンであるオボムコイドは、加熱してもアレルゲン性を失わない

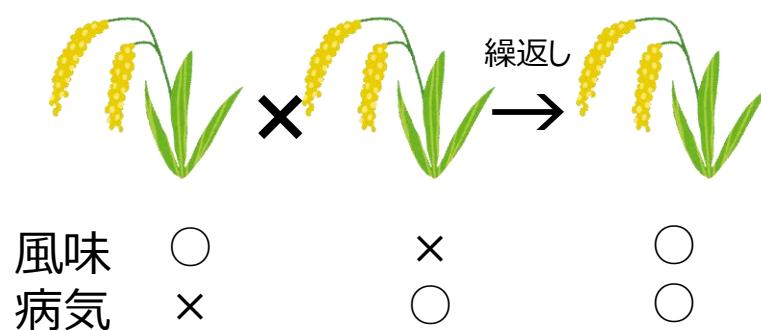
卵白たんぱく質	含有量 (%)	アレルゲン性	
		未加熱	加熱
オボアルブミン	54	++	-
オボトランスフェリン	12	+	-
<b>オボムコイド</b>	11	+++	+++
リゾチーム	3	+	-



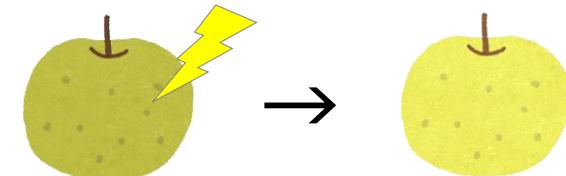
ゲノム編集によりオボムコイドを含まない卵ができるのか？

# 従来の技術

## 交雑育種



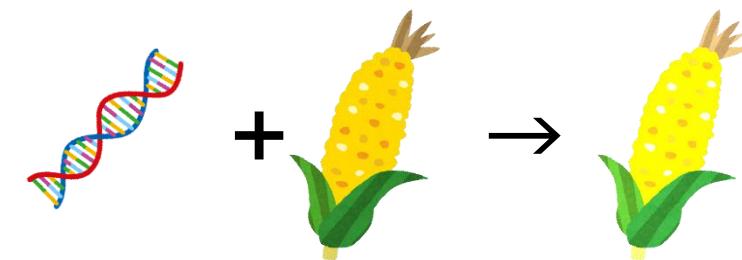
## 突然変異育種



ガンマ線などで突然変異を誘発

- 狙った性質を持ったものを選抜・交配を繰り返し
- 時間がかかる

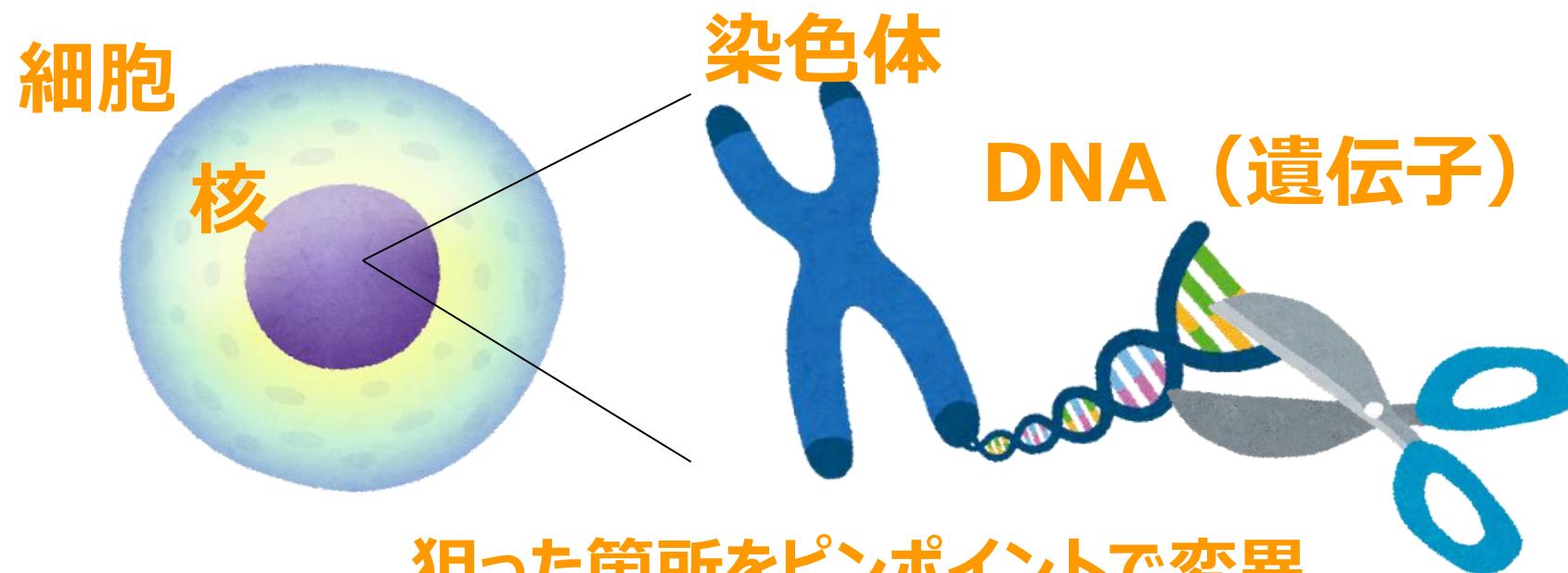
## 遺伝子組み換え



別の生物が持つ遺伝子を導入し  
新たな性質を獲得

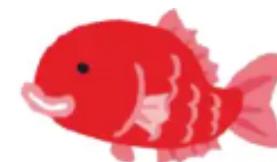
- 自然では起こらない
- 安全性審査

# ゲノム編集技術とは？



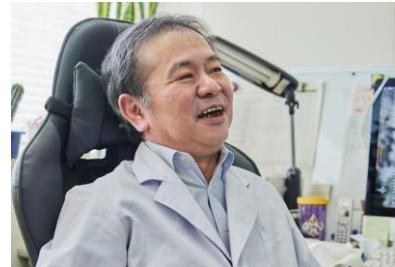
## 届け出されているゲノム編集食品

GABAリッチトマト 肉厚マダイ 高成長フグ 高成長ヒラメ もちもちコーン 小ぶりじゃがいも



など

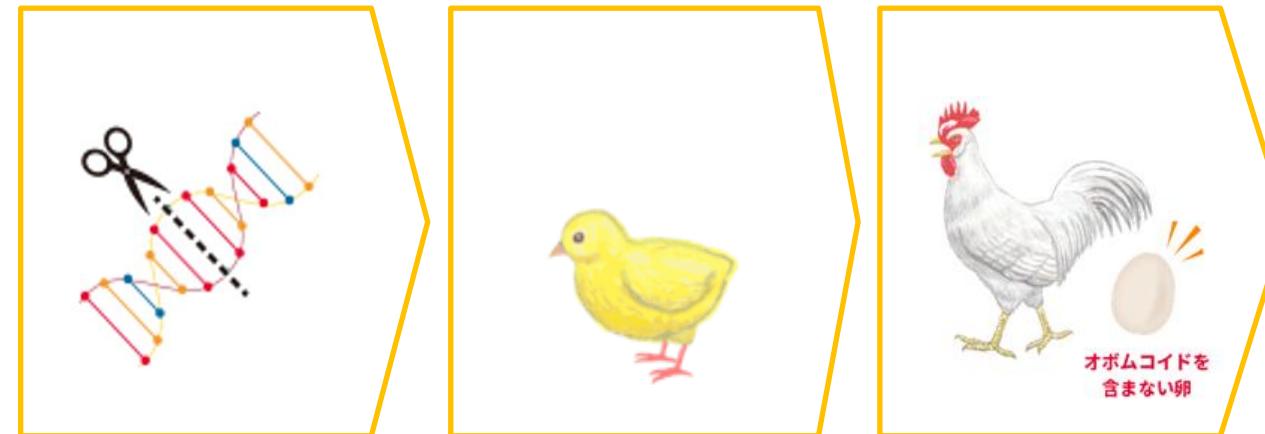
# ゲノム編集技術でオボムコイドを含まない卵を作成



堀内先生



山本先生

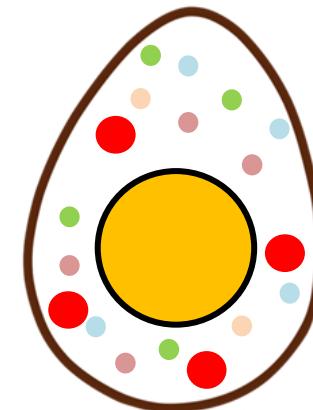


## 広島大学との共同研究

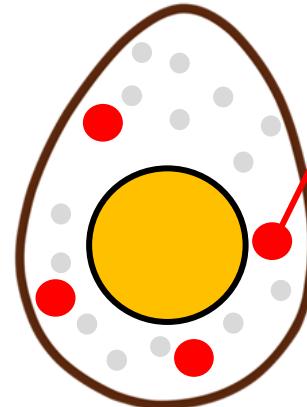
- ゲノム編集技術 にて、鶏のオボムコイドを作る遺伝子を狙って働きを止めることに成功
- 鶏卵中に、オボムコイドが全く含まれていないことを確認
- 鶏のすべての遺伝子を解析し、他の遺伝子には影響がないことを確認
- 本性質は子孫にも引き継がれる

# アレルギー低減卵について

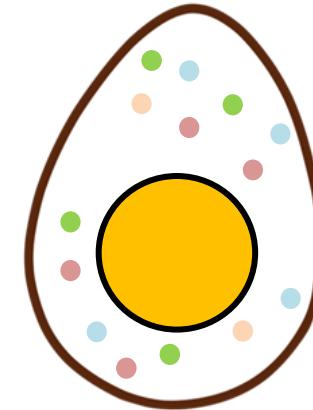
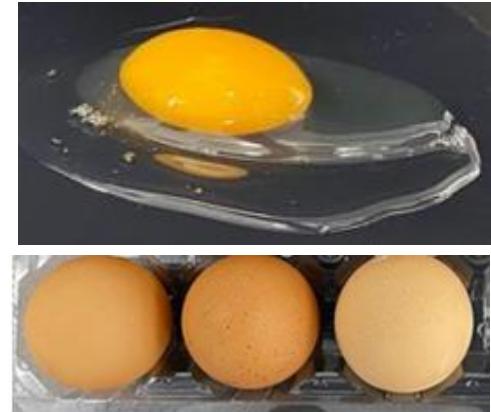
- …オボムコイド



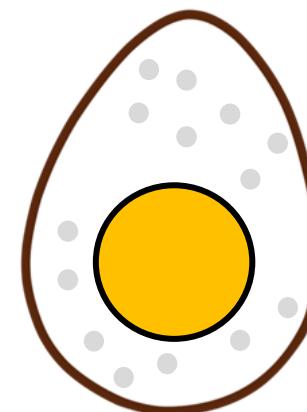
加熱



オボムコイドは  
加熱しても  
アレルゲン性が残る



加熱



オボムコイドを含まない

# ロードマップ

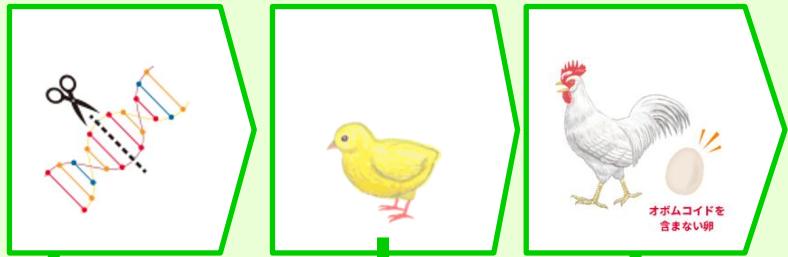
現在地



2022～  
COI-NEXT  
2023～  
AMED  
2024～  
SBIR

## 基礎研究フェーズ

2013～2021



ゲノム編集  
ツール作成

鶏取得



## 応用研究フェーズ

2022～2026

応用研究  
テーマ3本柱



- ① 安全性・有効性評価
- ② 鶏の育種造成
- ③ 物性・加工適性評価

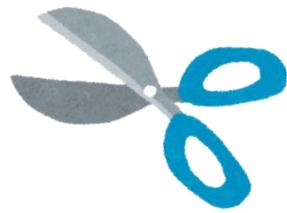
## 実装検討フェーズ

2027～

開発研究

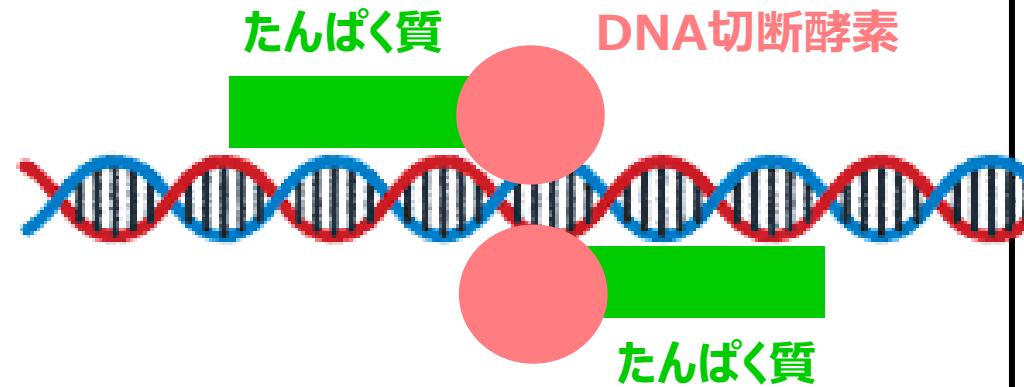


# ゲノム編集ツールについて



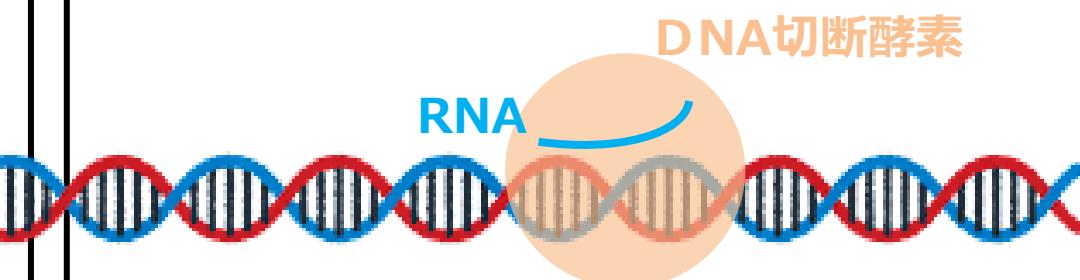
## 代表的なゲノム編集ツール

### TALEN



ペアのTALENでDNAを切断

### CRISPR/Cas9

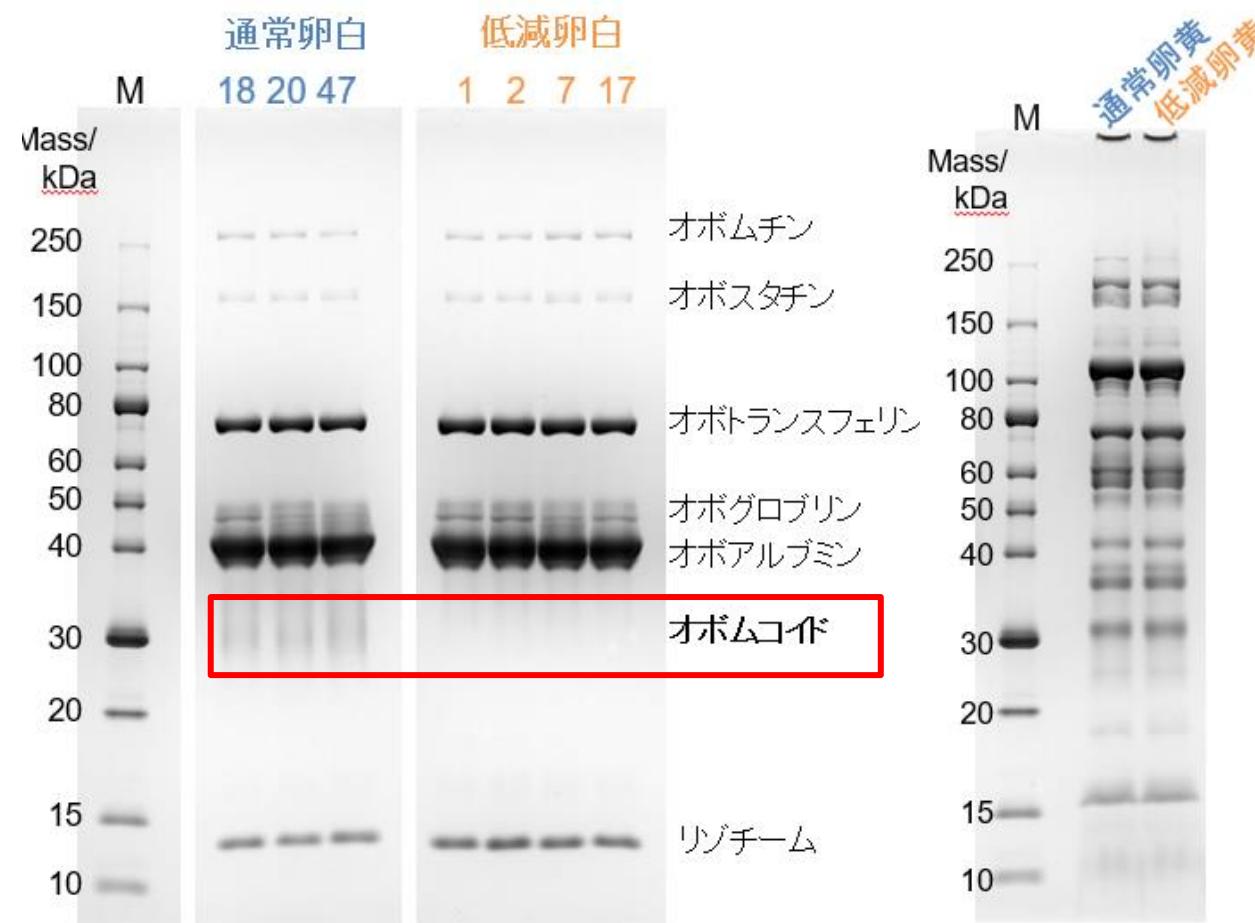


1つのCRISPR/Cas9でDNAを切断

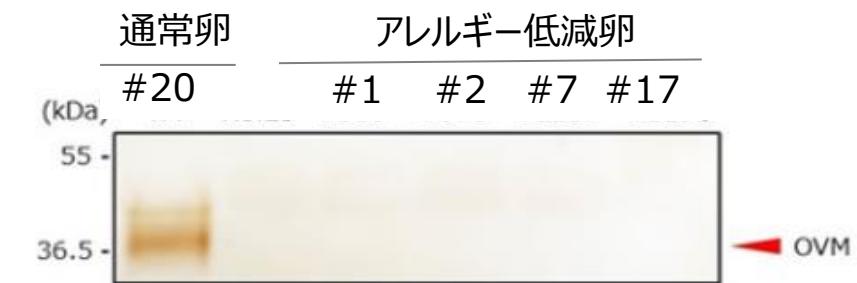
↑こちらを採用

# オボムコイドの完全除去に成功

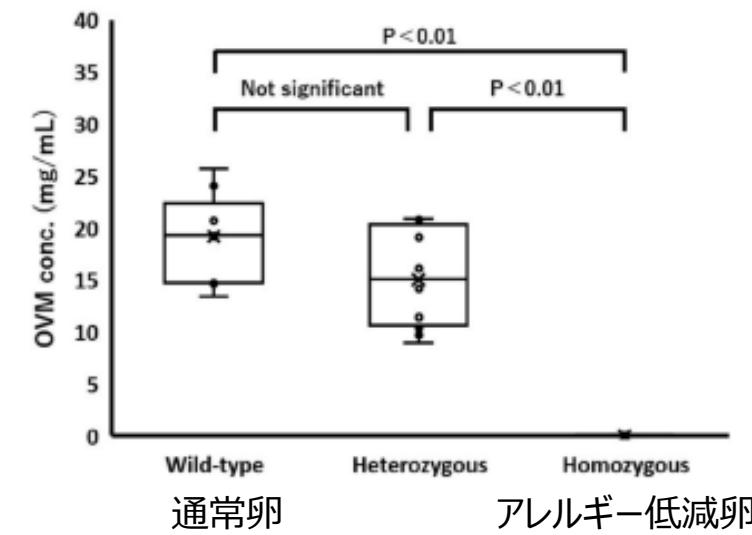
## 電気泳動



## ウエスタンプロット



## ELISA



# 加熱全卵粉とクッキーの成分分析



茹卵

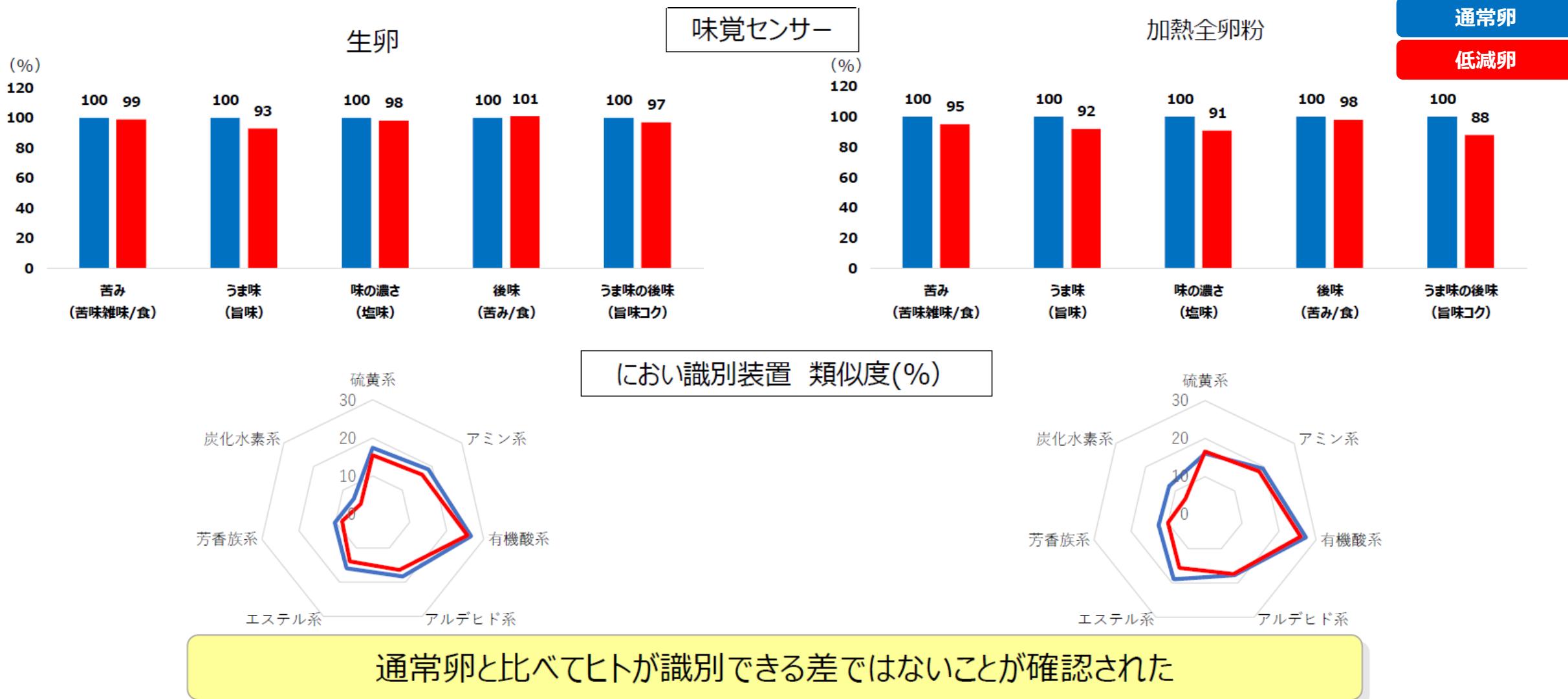


/100 g

分析試験項目	加熱全卵粉		加熱全卵粉を使ったクッキー	
	通常卵	低減卵	通常卵	低減卵
水分	0.9g	0.8g	4.4g	3.8g
たんぱく質	51.4g	51.8g	5.6g	5.6g
脂質	41.1g	41.0g	27.6g	28.0g
灰分	3.7g	3.6g	0.4g	0.4g
炭水化物	2.9g	2.8g	62.0g	62.2g
エネルギー	587kcal	587kcal	519kcal	523kcal

分析：一般財団法人 日本食品分析センター

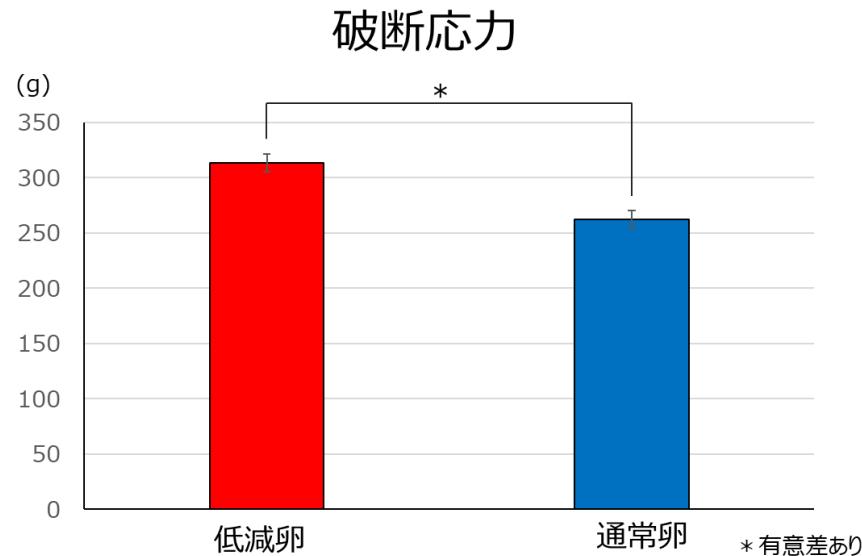
# 加熱全卵粉とクッキーの成分分析



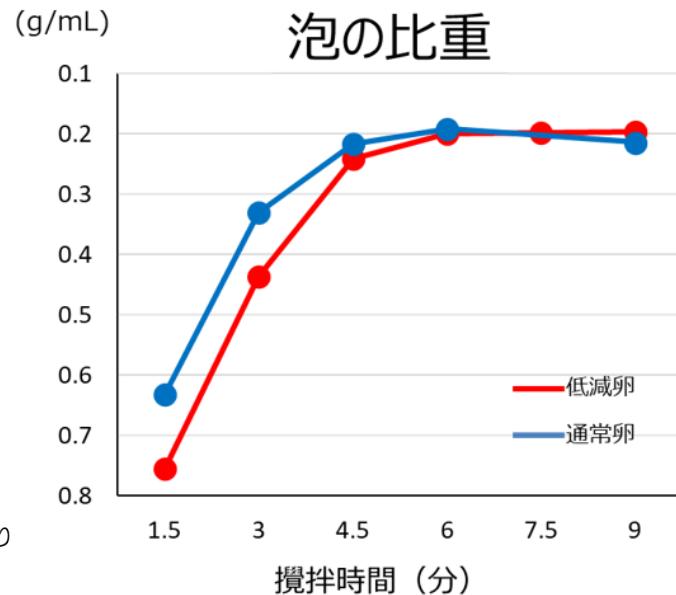
分析：株式会社味香り戦略研究所

# 加工適性（基本物性）

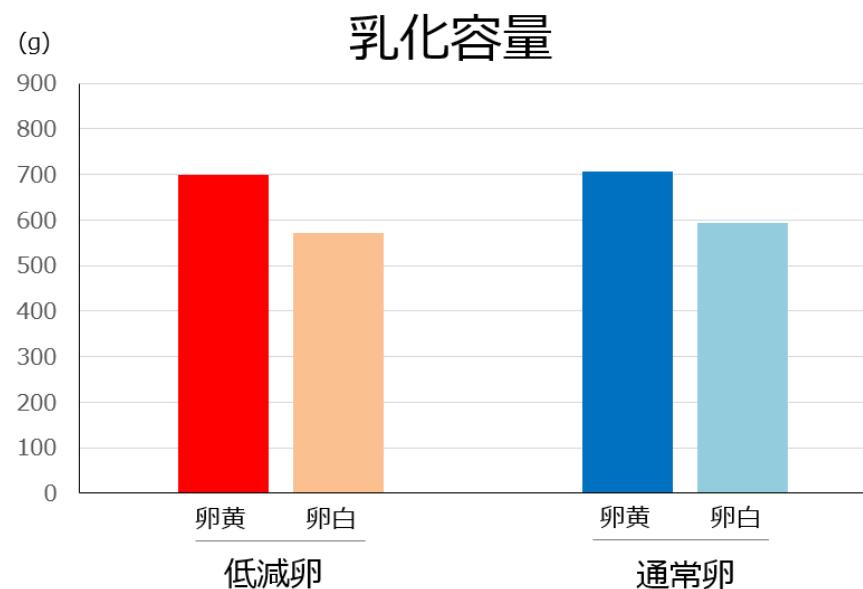
凝固性



起泡性

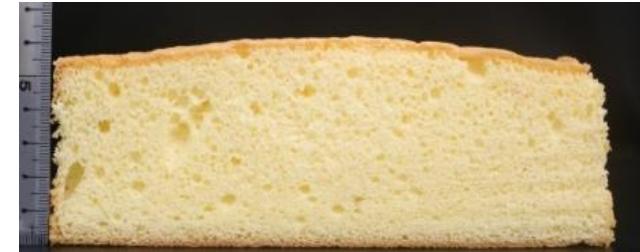


乳化性



通常の卵とほぼ同等の物性を有する

# 加工適性（調理・製菓適性）

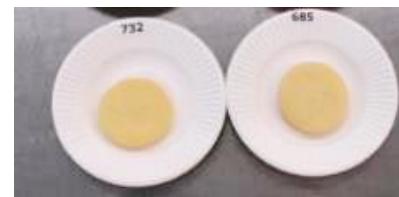
	通常卵	アレルギー低減卵
炒り卵		
スponジ ケーキ		

通常の卵と**ほぼ同等の調理・製菓適性**を有する

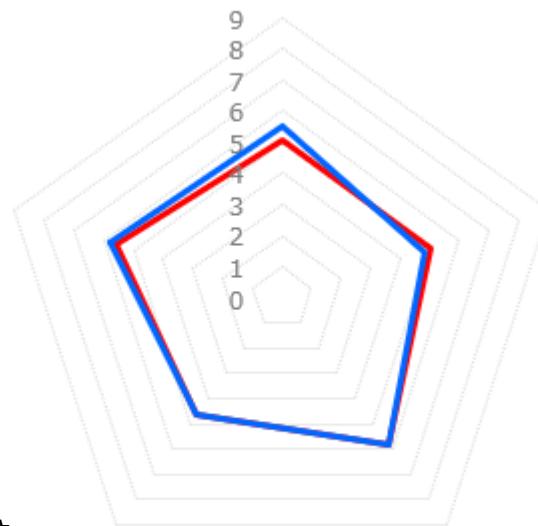
# 加工適性（製菓適性）

## クッキー

断面の穴の大きさ  
(1小さい⇒9大きい)



総合評価  
(1悪い⇒9良い)



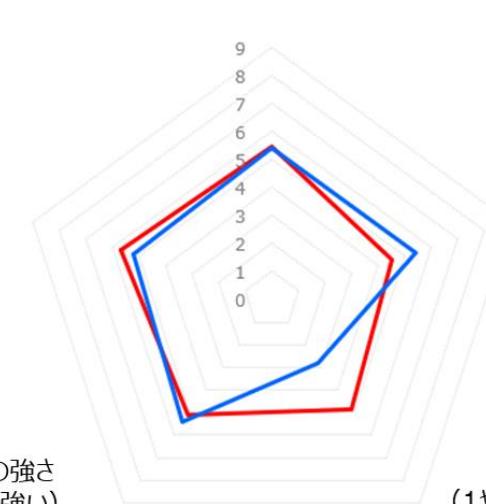
食感の硬さ  
(1やわらかい⇒9硬い)

## プリン

色の濃さ  
(1うすい⇒9濃い)



総合評価  
(1悪い⇒9良い)



「卵」のにおいの強さ  
(1弱い⇒9強い)

\*  
食感の硬さ  
(1やわらかい⇒9硬い)

: 有意差あり ( $p < 0.05$ )

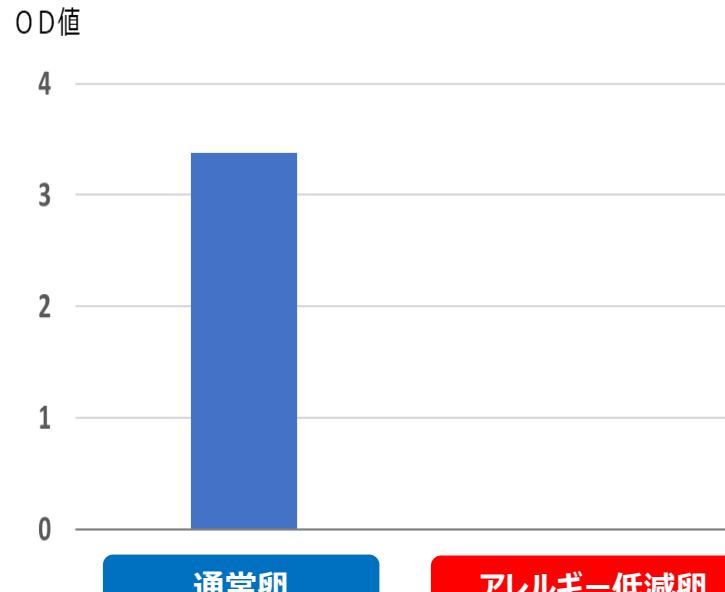
通常卵 —

低減卵 —

通常の卵とほぼ同等のおいしさを有する

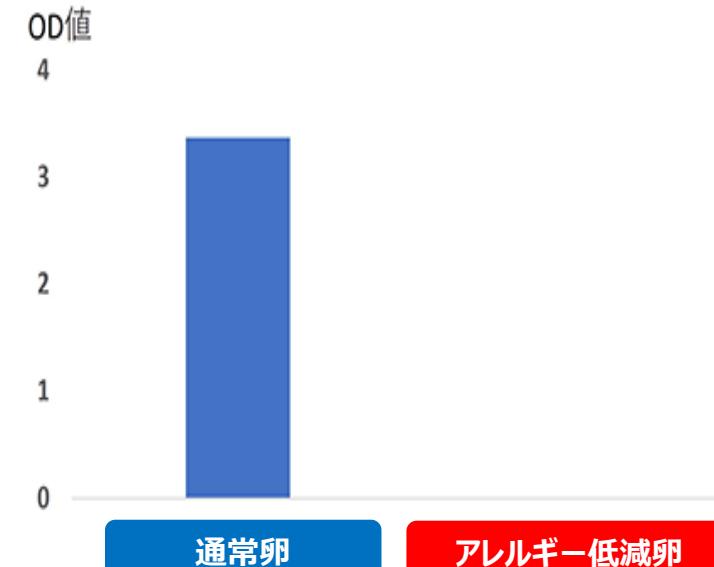
# 加工条件とアレルゲン性

加熱全卵**粉**



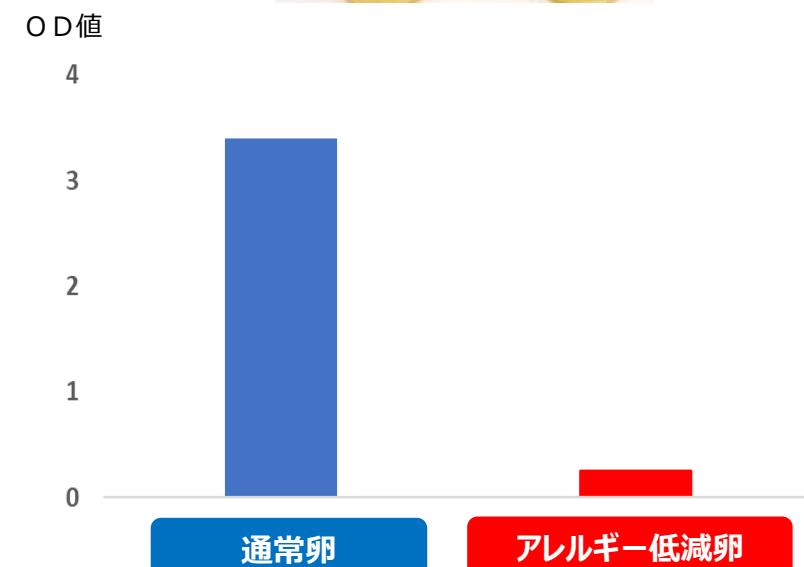
加熱全卵**粉**を使用

**クッキー**



**液**全卵を使用

**プリン**



※加熱条件 (85°C30分間) での試験

液卵で配合する場合、**加熱条件に留意**が必要

# 加熱全卵粉を使用した製菓レシピ例

◆工夫

加熱全卵粉と米粉の生地は水分が多いため、型にショートニングと米粉を塗り、表面のサクサク感を付与することで食感のバランス形成

マドレーヌ	(%)
加熱全卵粉	5.3
グラニュー糖	20.2
ライスミルク	21.9
米粉	29.8
ベーキングパウダー	0.9
はちみつ	1.8
米油	8.8
ショートニング	8.8
レモン果汁	2.6
合計	100.0



◆工夫

水分を多めに配合し、ホロホロになりすぎない食感形成

アメリカンクッキー	(%)
ショートニング	18.6
加熱全卵粉	5.6
粉糖	22.3
ライスミルク	14.9
米粉	37.2
重曹	1.1
塩	0.2
合計	100.0



◆工夫

乳化力でなめらかさ  
卵の風味と全体のコクを付与

アイスクリーム (%)	バニラ	イチゴ
苺ピュレ	-	62.7
ライスミルク	68.6	-
米油	6.9	2.7
水	0.0	23.3
グラニュー糖	16.5	3.3
粉末グルコース	3.4	3.3
トレハロース	1.5	1.5
安定剤	0.3	0.5
バニラ	0.1	0.0
加熱全卵粉	2.7	2.7
合計	100	100

低減卵の加熱全卵粉を使ったお菓子は配合や工程を工夫することで問題なくできることが確認された

# 静菌性

## 【試験方法】

### 殻付き卵

シリンジを用いて卵殻膜内部に $10^5$ cfu/mLに調整した菌液を $500\mu\text{L}$ 注入し

35°C (Pseudomonas添加区は30°C)に28日間保管した

測定の際は無菌的に割卵し、卵白・卵黄をストマッカー処理で均一にした

### 液全卵・液卵白

100mL容遠沈管に50g分注し、 $10^5$ cfu/mLに調整した菌液を $500\mu\text{L}$ 添加・混和して10°Cに28日間保管した

適宜 標準寒天培地を用いて35°C (Pseudomonas添加区は30°C) × 3日間 好気培養の条件で菌数測定を行った

-	: 菌数増加なし
※	: 添加菌より先に卵由来の菌が増加
*	: 試験上のエラーの可能性あり

		殻付き卵		殺菌液全卵		未殺菌液全卵		殺菌液卵白		未殺菌液卵白	
添加菌	鶏種	OVMフリー	通常卵	OVMフリー	通常卵	OVMフリー	通常卵	OVMフリー	通常卵	OVMフリー	通常卵
無添加	(1)	-	-	-	-	-	菌数増加(d18)	-	-	-	-
	(2)	-	-	-	菌数増加(d14)*	菌数増加(d14)	菌数増加(d14)	実施せず		実施せず	
	(3)	-	-	-	-	菌数増加(d14)	菌数増加(d7)	-	-	菌数増加(d14)	菌数増加(d14)
<i>P. fluorescens</i>	(1)	菌数増加(d15)	菌数増加(d15)	菌数増加(d15)	菌数増加(d15)	菌数増加(d15)	菌数増加(d15)	-	-	-	-
	(2)	菌数増加(d14)	菌数増加(d14)	菌数増加(d7)	菌数増加(d7)	菌数増加(d7)	菌数増加(d7)	実施せず		実施せず	
	(3)	菌数増加(d21)	菌数増加(d7)	菌数増加(d7)	菌数増加(d7)	菌数増加(d7)	菌数増加(d7)	-	-	-	-
<i>S. Enteritidis</i>	(1)	菌数増加(d10)	菌数増加(d18)	菌数増加(d10)	菌数増加(d10)	菌数増加(d18)	菌数増加(d18)	-	-	-	-
	(2)	菌数増加(d14)	菌数増加(d14)	菌数増加(d7)	菌数増加(d7)	菌数増加(d14)	菌数増加(d7)	実施せず		実施せず	
	(3)	菌数増加(d14)	菌数増加(d7)	菌数増加(d14)	菌数増加(d7)	菌数増加(d14)	菌数増加(d7)	-	-	-	-
<i>B. cereus</i>	(1)	-	菌数増加(d18)	-	-	-	-	-	-	-	-
	(2)	菌数増加(d7)	菌数増加(d7)	菌数増加(d7)	菌数増加(d7)	※	※	実施せず		実施せず	
	(3)	菌数増加(d7)	菌数増加(d7)	菌数増加(d14)	菌数増加(d7)	菌数増加(d7)	菌数増加(d7)	-	-	-	-

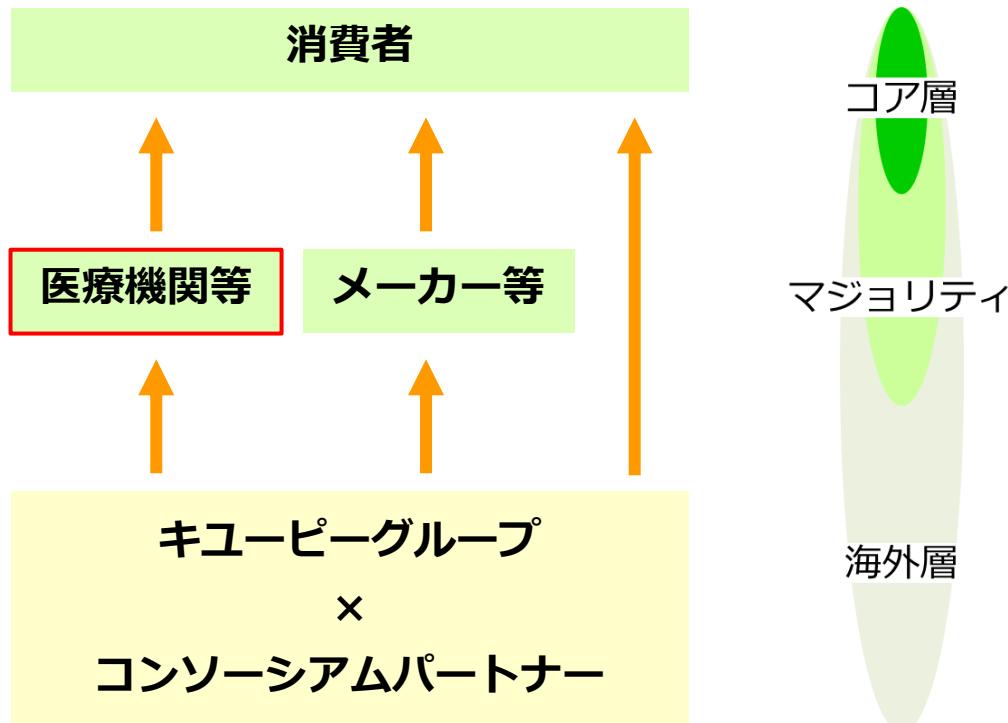
菌無添加区は $10^3$ cfu/g以上に到達、菌添加区は添加菌数より1桁以上増加した場合に菌数増加と判断

オボムコイドの有無による微生物リスクに差はない

# 「安全」と「安心」

## ゲノム編集食品としての安全性

- 学術エビデンス
- 国への届け出



## 臨床研究

- 卵アレルギー患者様にとって  
本当に価値があるものかどうか？

## 保証・表示

- アレルゲン検査
- 表示

## 社会コミュニケーション

- 取組意義の発信
- 技術の認知醸成

# ここまでまとめ

## オボムコイド不含有鶏卵（アレルギー低減卵）について

- ゲノム編集技術にて、鶏のオボムコイドを作る遺伝子を狙って働きを止めることに成功
- 鶏卵中にオボムコイドが全く含まれていないことを確認

## 卵の特性について

- オボムコイドが含まれていない以外、性状について通常卵と大きな差はない  
(外観、風味・色調、栄養成分、物性)
- 調理・製菓適性は問題なく、通常の卵とほぼ同等の適性を有する
- 微生物リスクは通常の卵と差はない