国産小麦の品質特性と今後の方向性

（国研）農研機構　西日本農業研究センター
麦類育種グループ　上級研究員

池田 達哉

今回の内容（小麦品質研究の視点から）

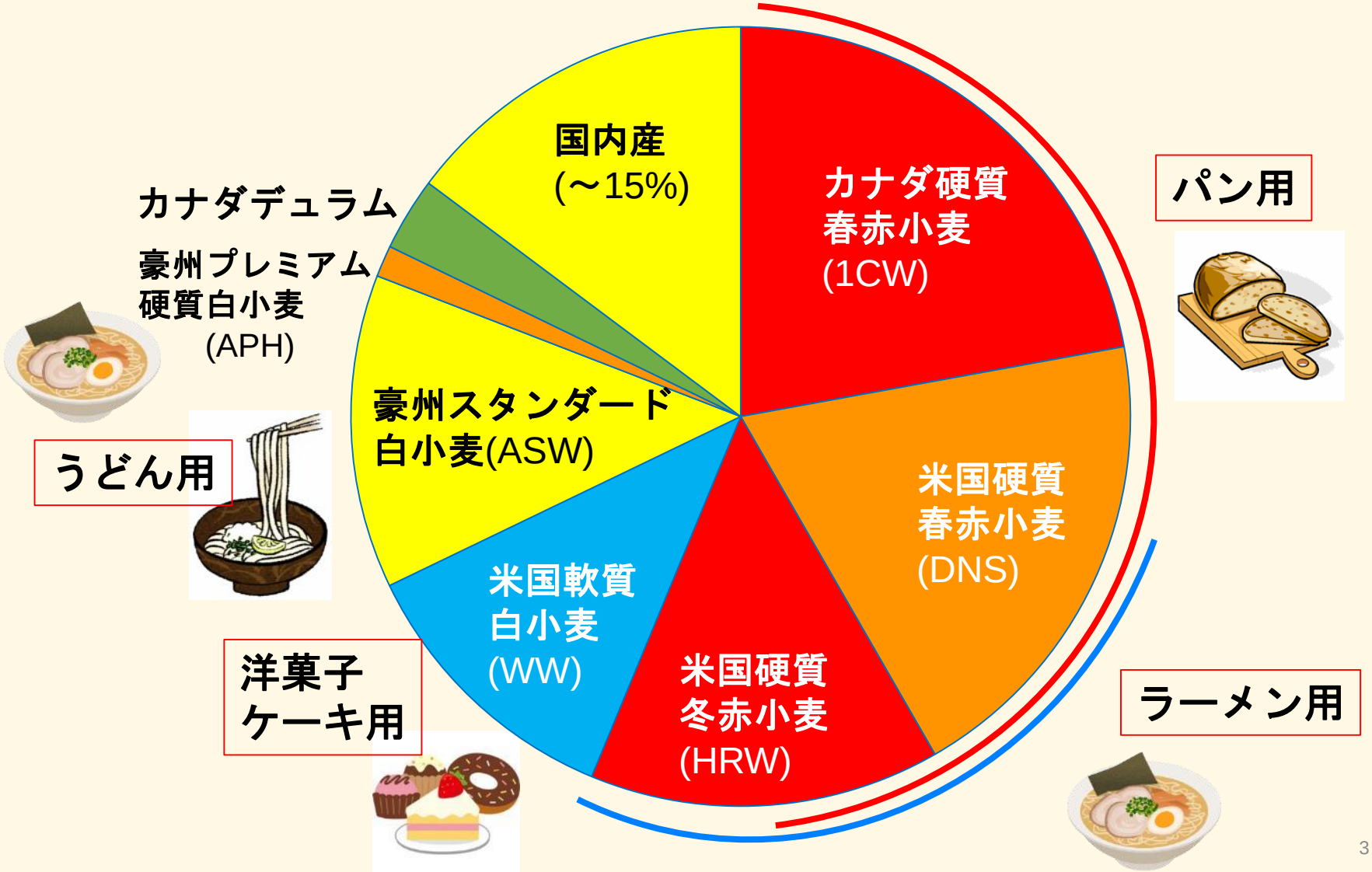
１．小麦に求められる品質とは

２．国産小麦の品質に関する遺伝子と加工特性

３．国産小麦の育種の方向性について

遺伝子型による品質予測が可能であり、用途に合わせた遺伝子型セットに基づく育種とブランド化が可能。

国内で消費される小麦の割合（H29年度）



小麦の品質とは

農産物品質

- 蛋白質含量
- 水分含量
- 種子の充実度
- 硬軟質性
- 硝子率
- 灰分含量
- 穂発芽
- カビ毒

製粉 →

加工原料品質

- 蛋白質含量
- アミロース含量
- 製粉性
- 損傷澱粉量
- グルテン物性
- 灰分含量、色相
- アミロ値
- 安全性

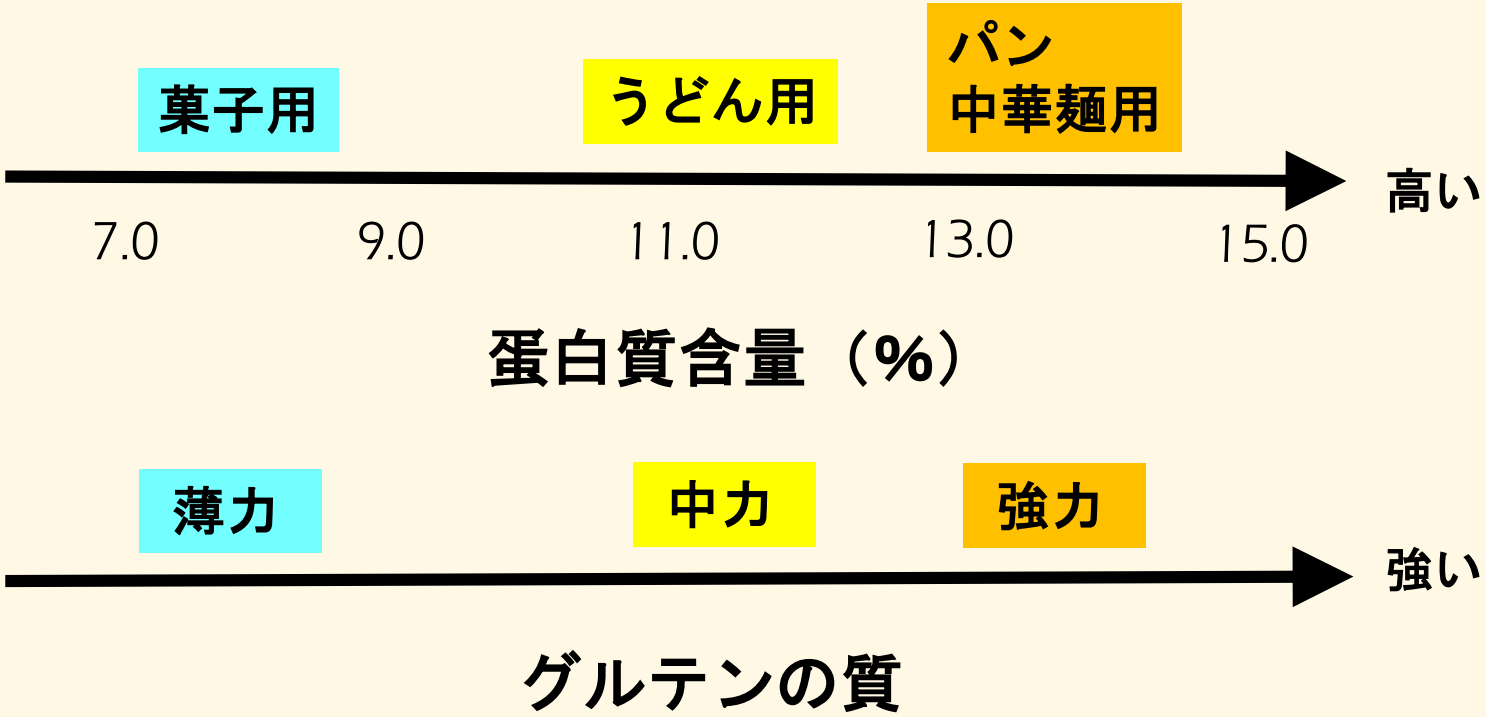
加工 →

製品品質

- 外観
- 味
- 香り、色
- 食感
- 保存性
- 栄養価
- 機能性
- 安全性

加工段階により求められる品質が異なる

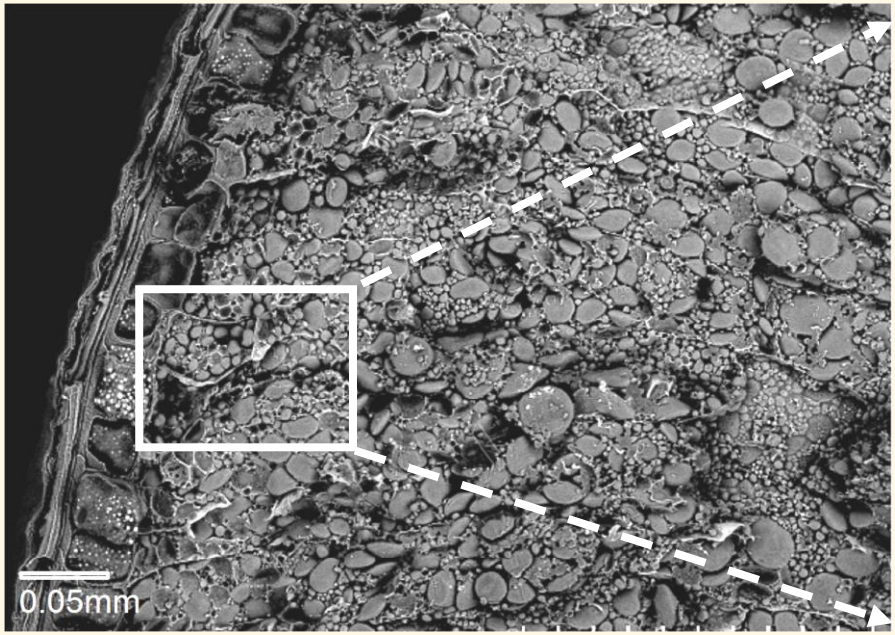
加工用途、蛋白質含量とグルテンの質についての従来の考え方

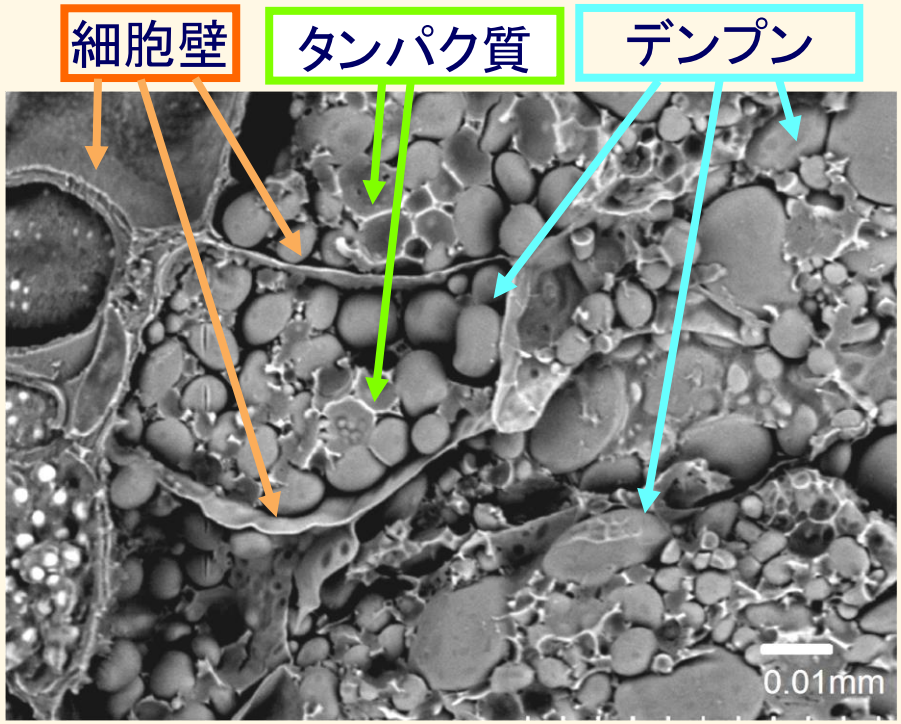


品質ランク区分も同じ考え方

小麦種子の構成成分

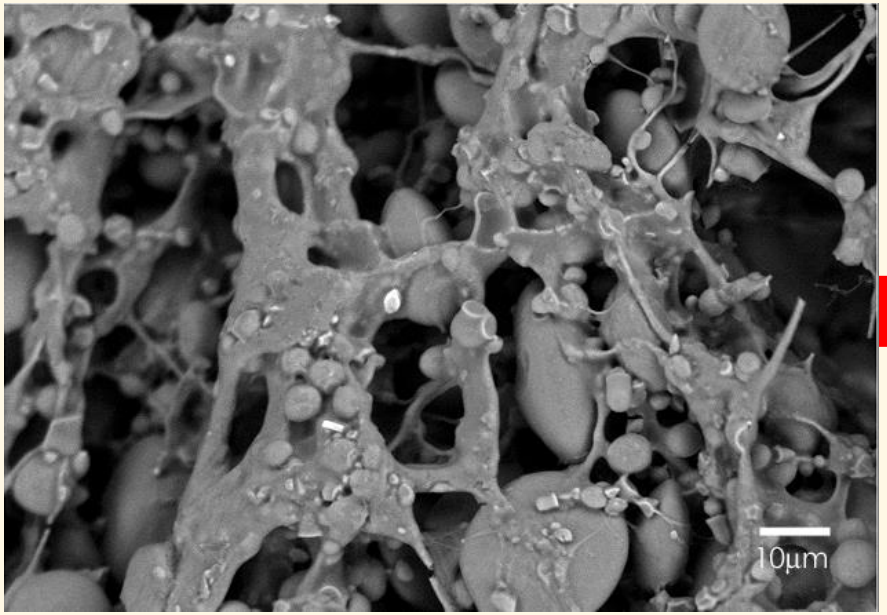
小麦種子横断面



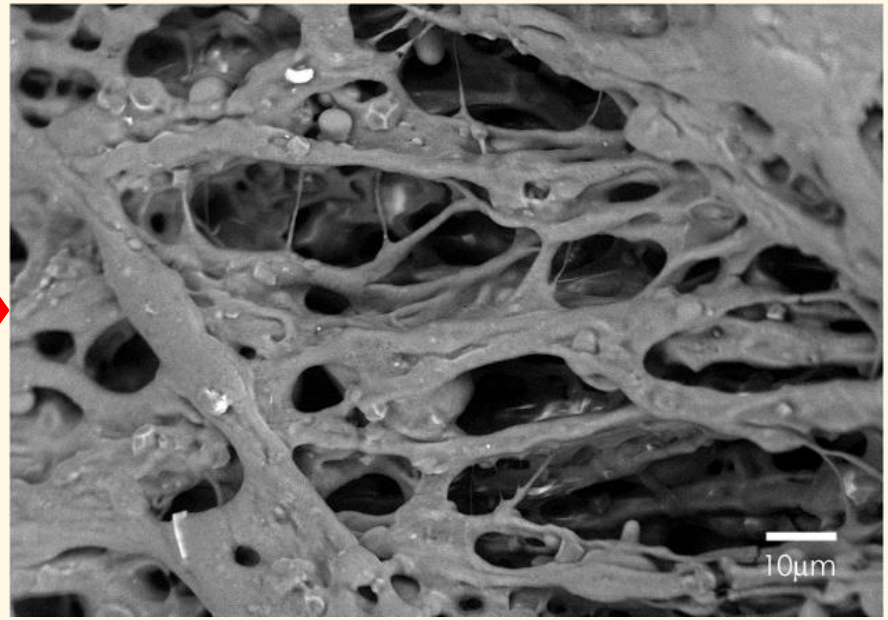


円盤状のものがデンプンで、その周りを囲んでいるのがグルテンタンパク質

グルテンとは



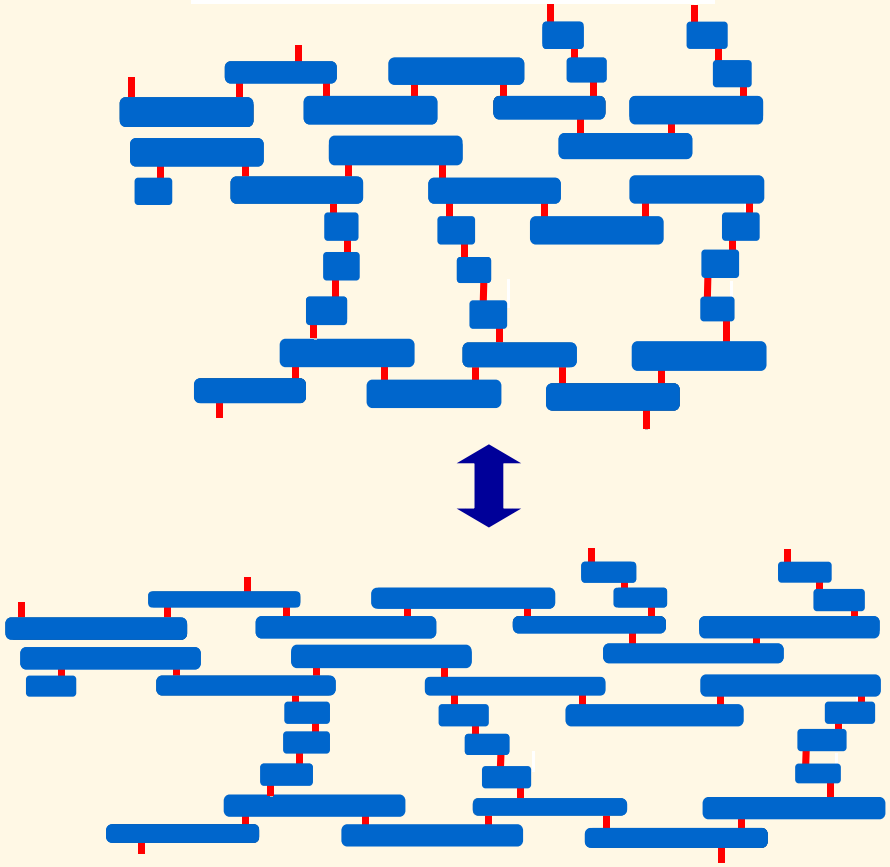
加水し撹拌直後



捏ねた後

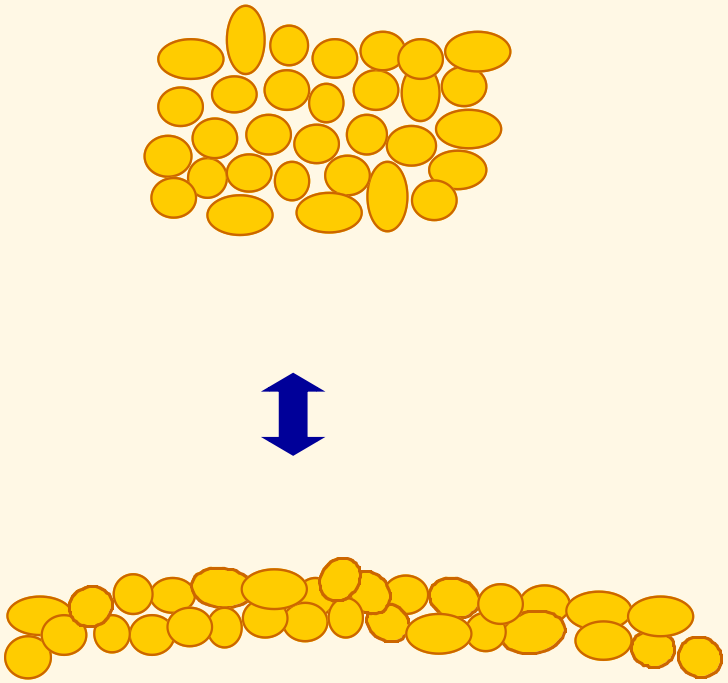
グルテンの粘弾性のもとになるタンパク質

グルテニン（弾性）



ジスルフィド結合してゴムのように伸び縮み

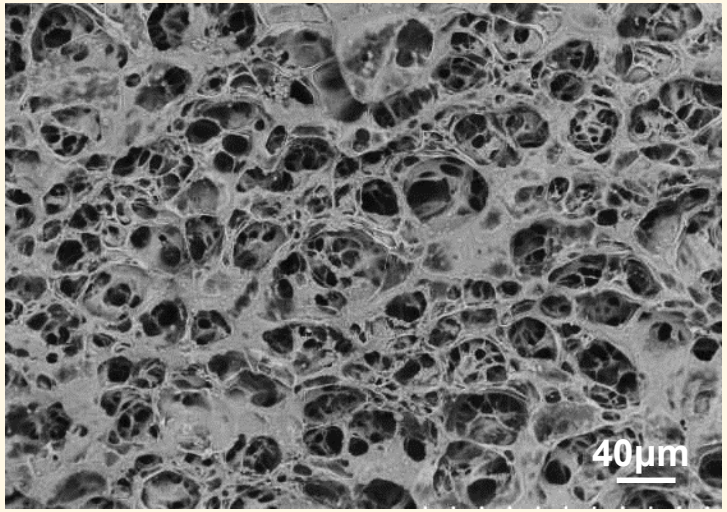
グリアジン（粘性）

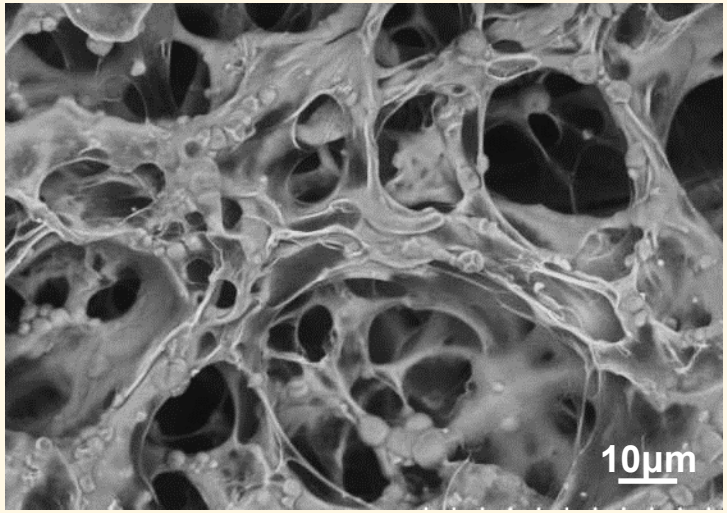


弱い結合なので納豆のように伸びる

強力粉と薄力粉のグルテンの構造の比較

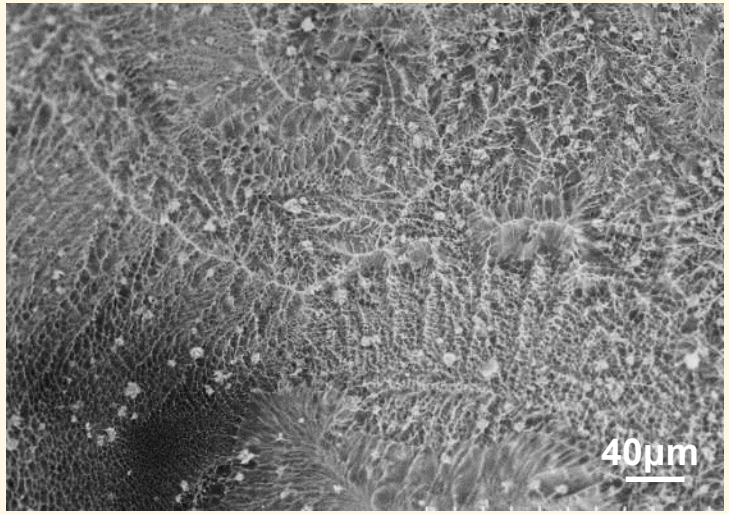
強力粉（パン用）

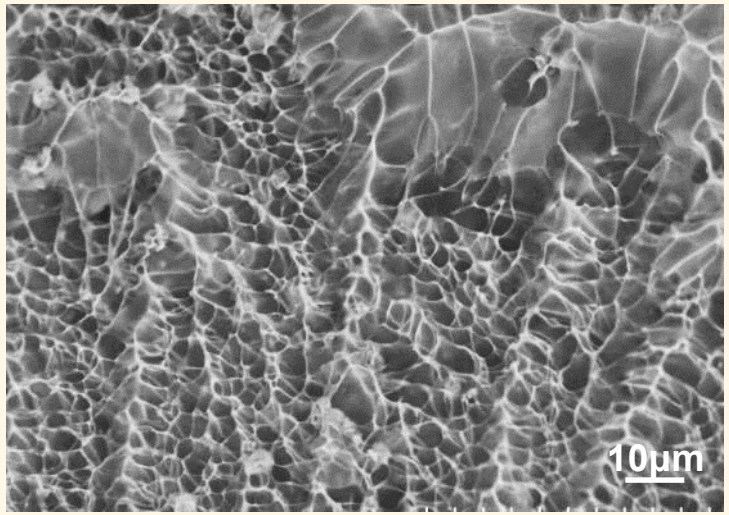




太い繊維構造

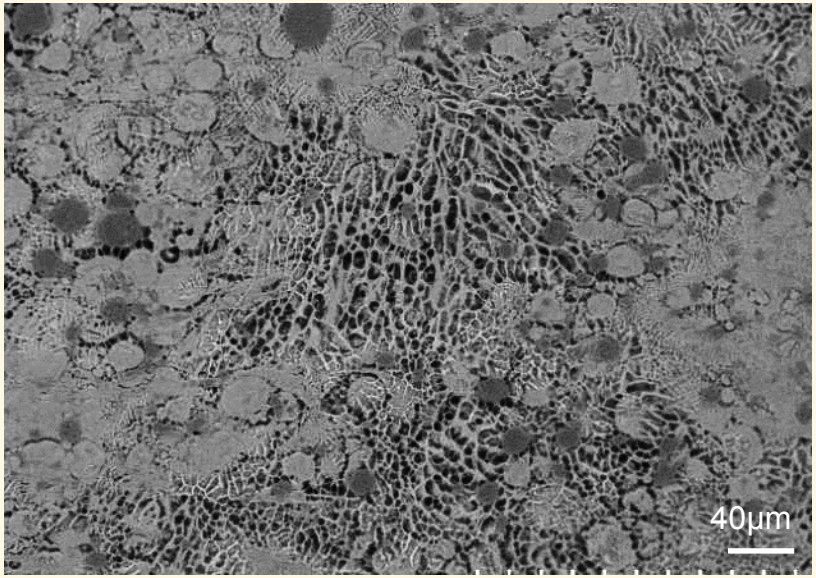
薄力粉（菓子用）

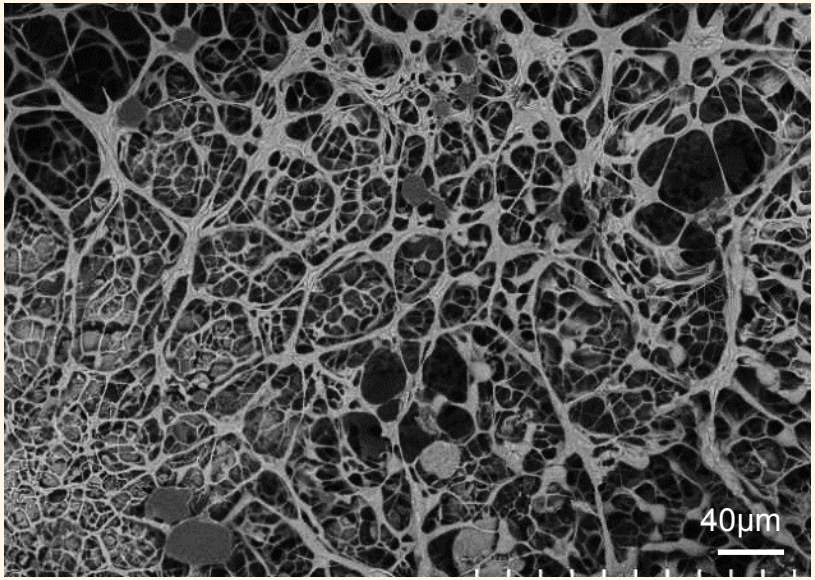


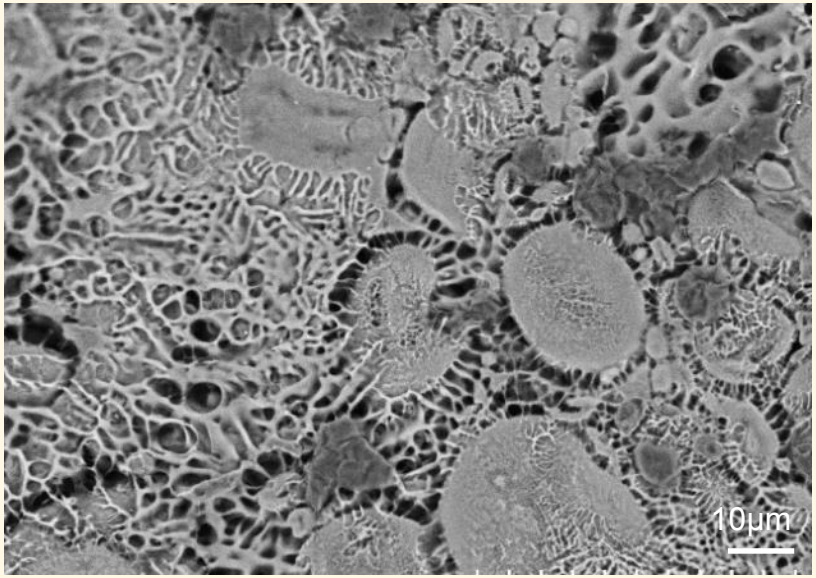


細い繊維構造＋膜構造

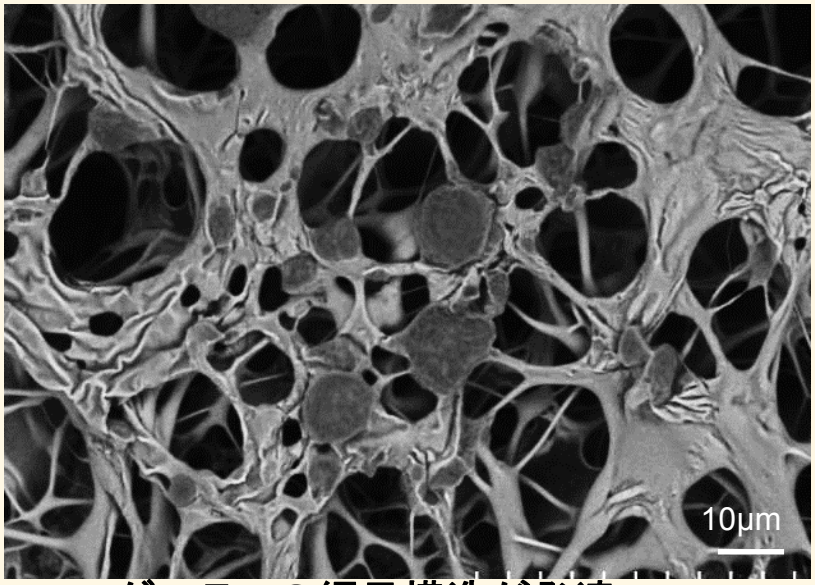
食パン内相の骨格の微細構造





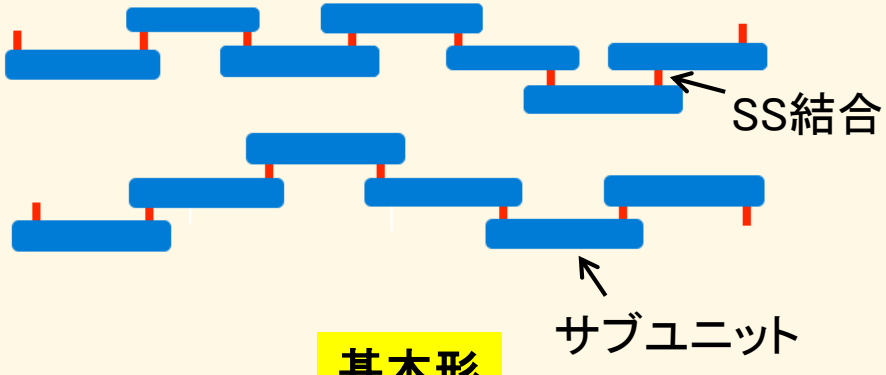


デンプンが糊化、分解している

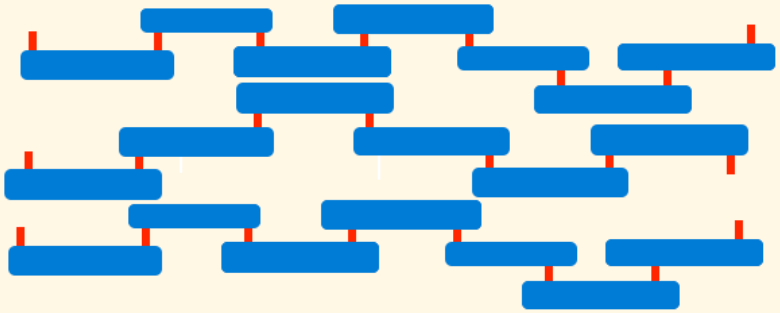


グルテンの網目構造が発達

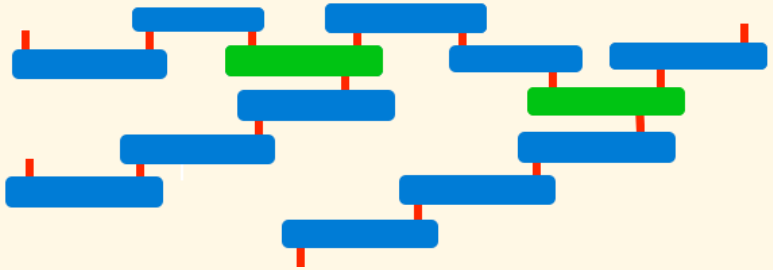
グルテニン遺伝子型の網目構造に対する影響



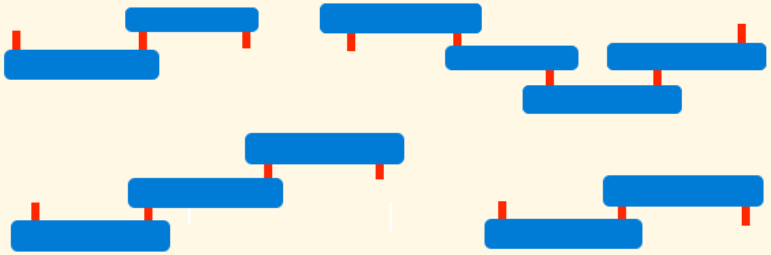
基本形



網目構造を増やし生地を強める遺伝子型
(*Glu-B1al*, *Glu-A3d*, *Glu-B3g* など)

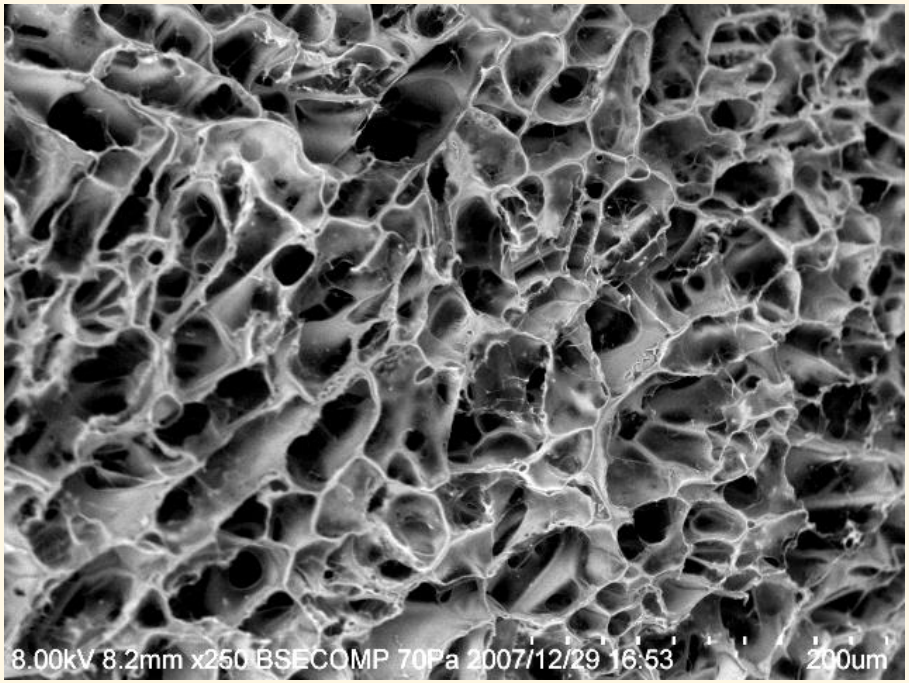


網目構造を密にし生地を強める遺伝子型
(*Glu-D1d* のサブユニット5)

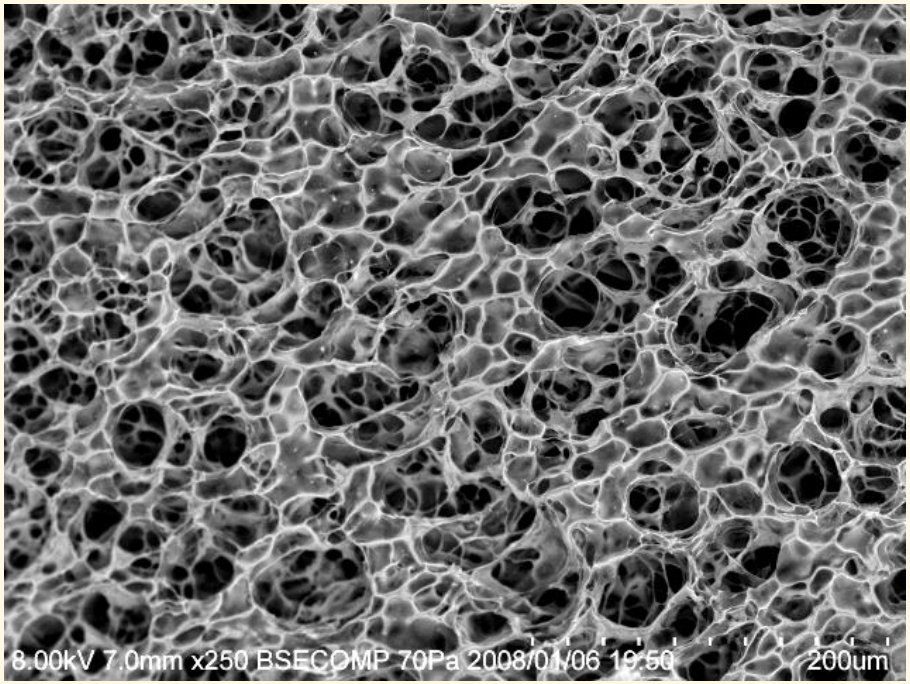


網目構造を減らし生地を弱める遺伝子型
(*Glu-A1c*, *Glu-A3e*, *Glu-B3j* など)

網目構造に対するサブユニット5の効果



サブユニット５
（*Glu-D1d*遺伝子）なし

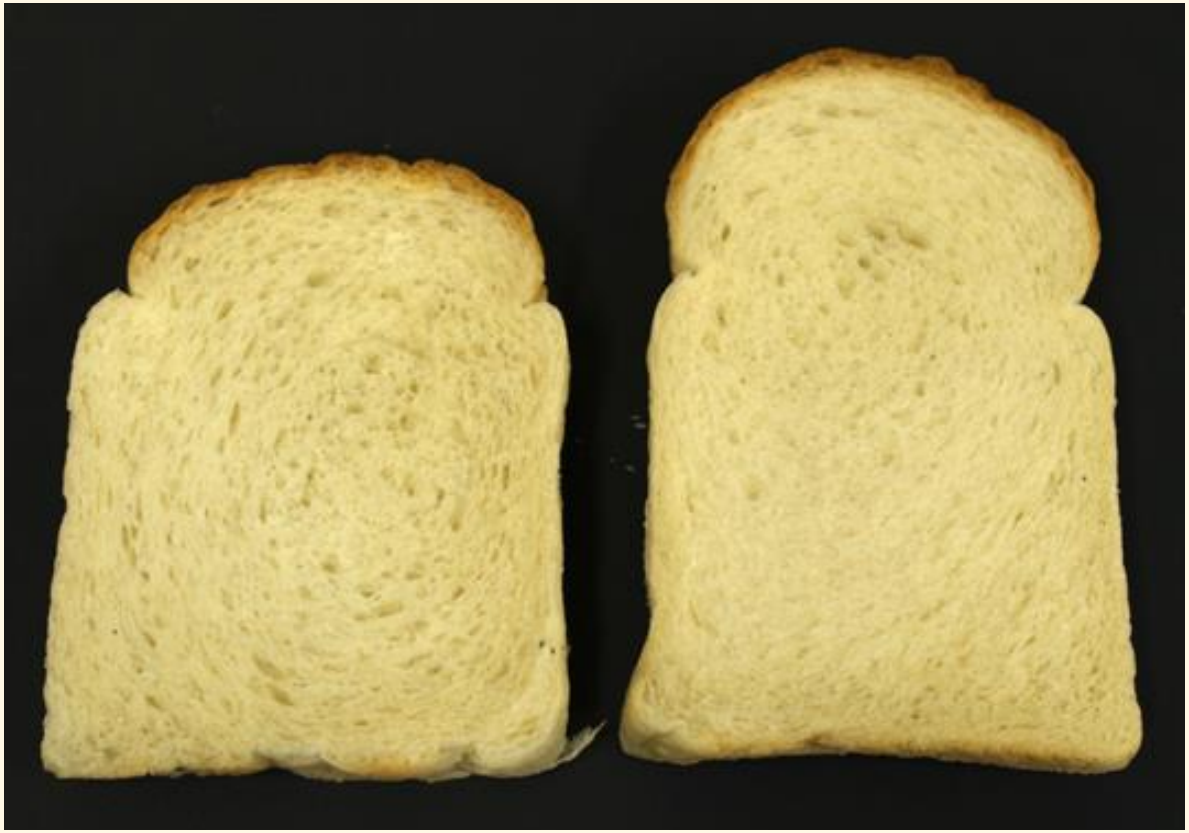


サブユニット５
（*Glu-D1d*遺伝子）あり

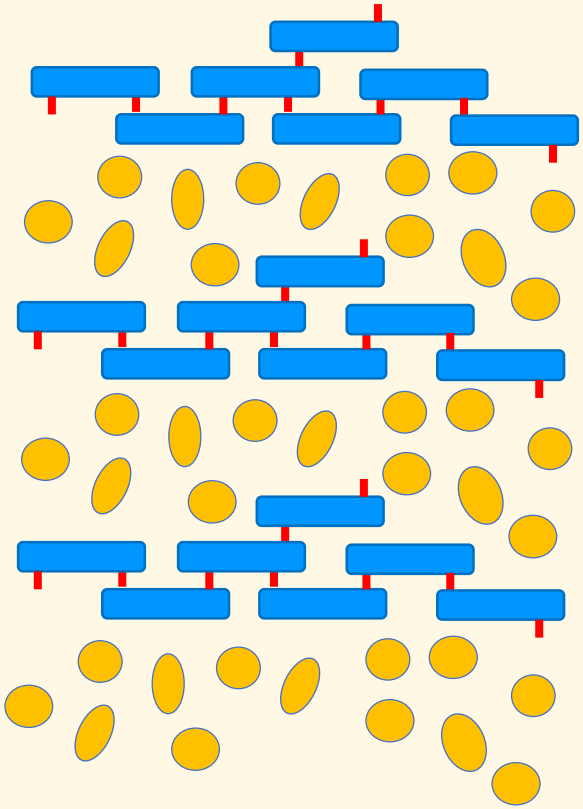
製パン性に対するサブユニット5の効果

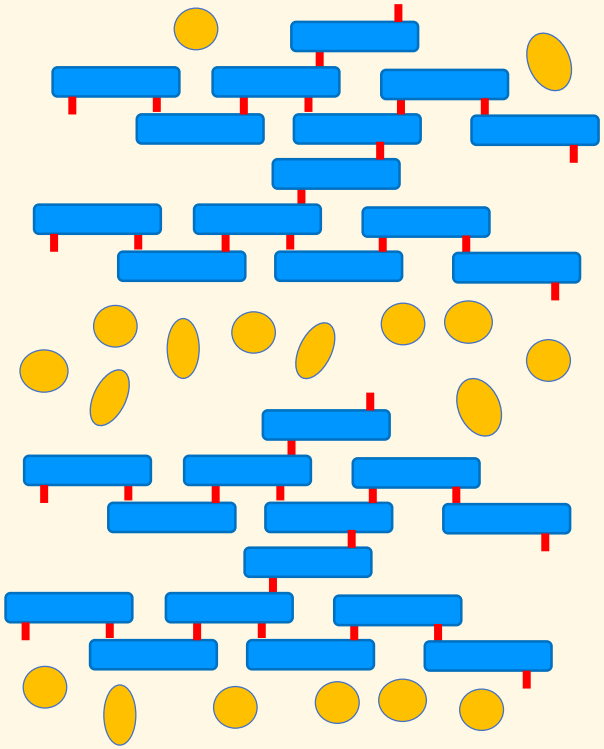
サブユニット５なし
（製パン性＝劣）

サブユニット５あり
（製パン性＝優）



グルテニン/グリアジン比も網目構造に影響

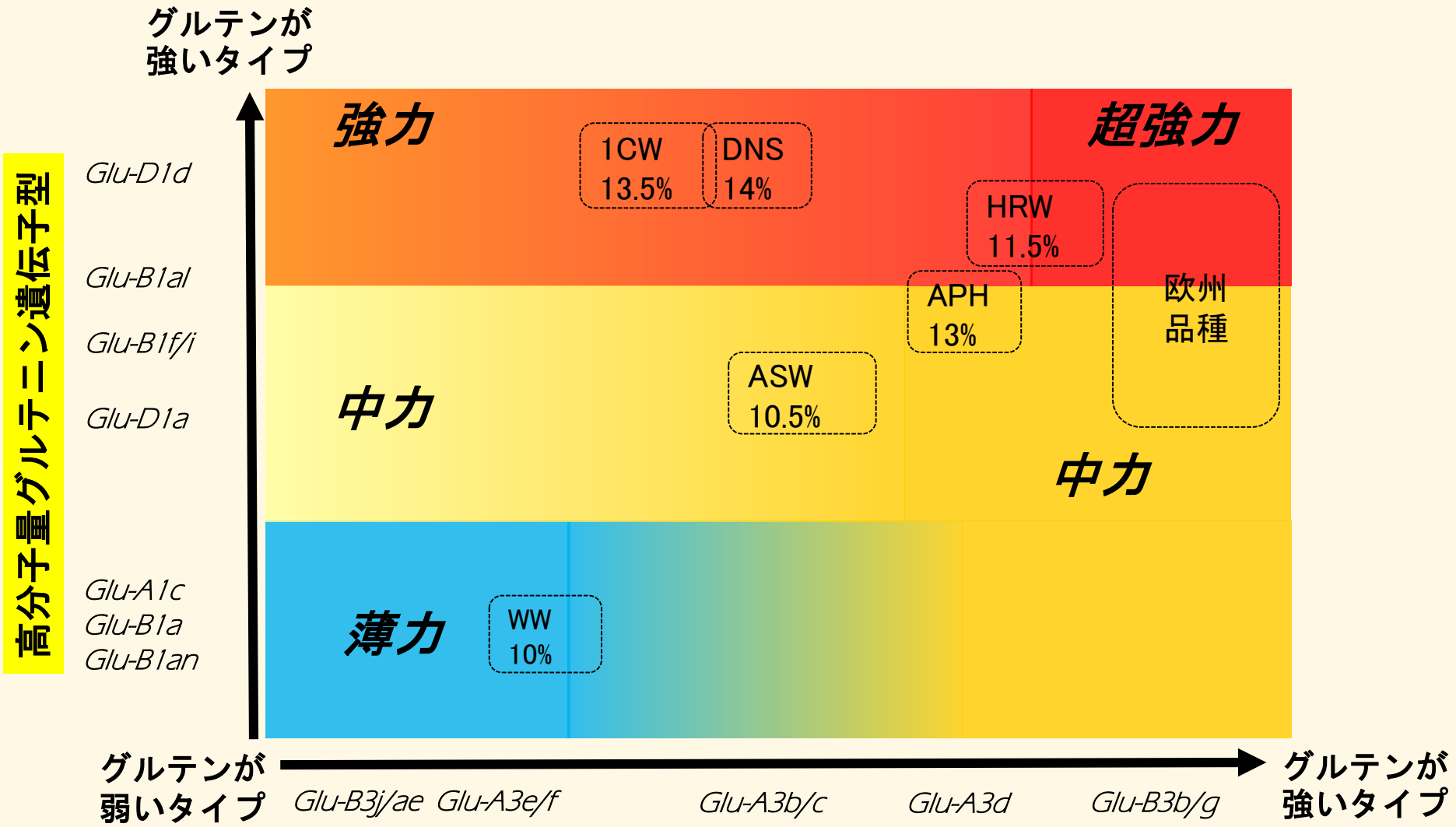




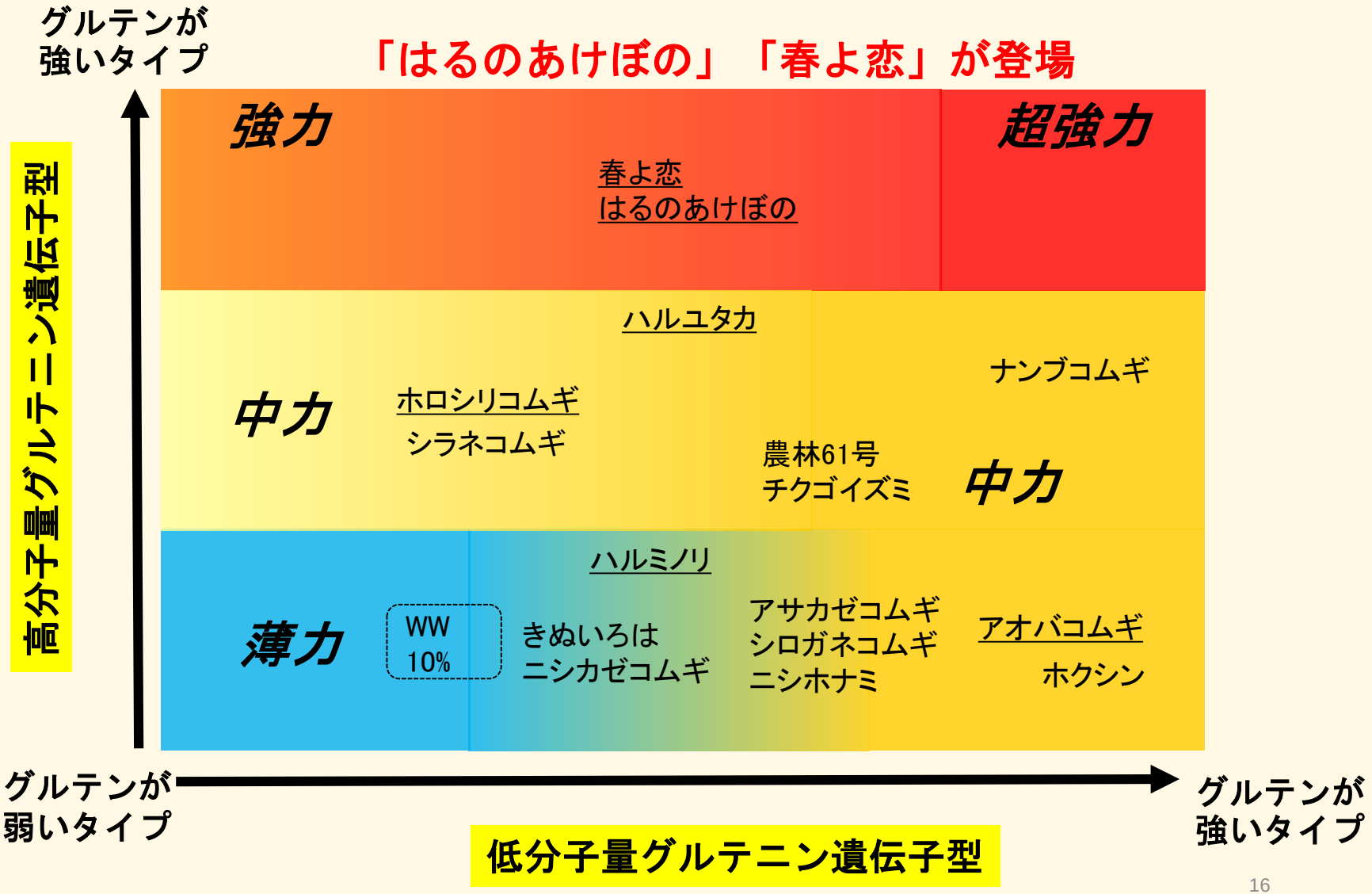
グルテニン/グリアジン比が低い
＝網目構造が小さい＝伸展性大

グルテニン/グリアジン比が高い
＝網目構造が大きい＝弾性大

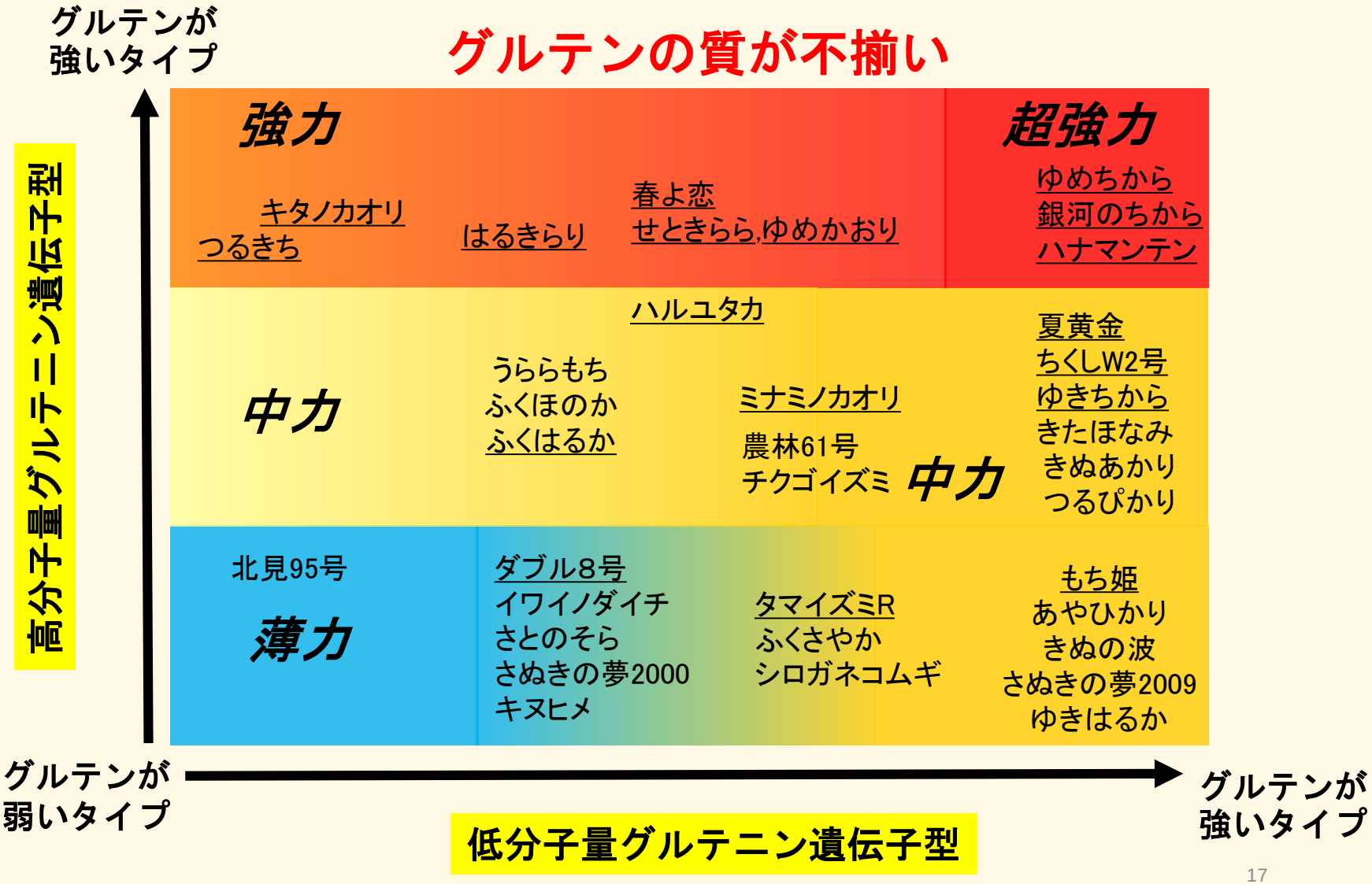
グルテニン遺伝子型組合せとグルテンの質の関係



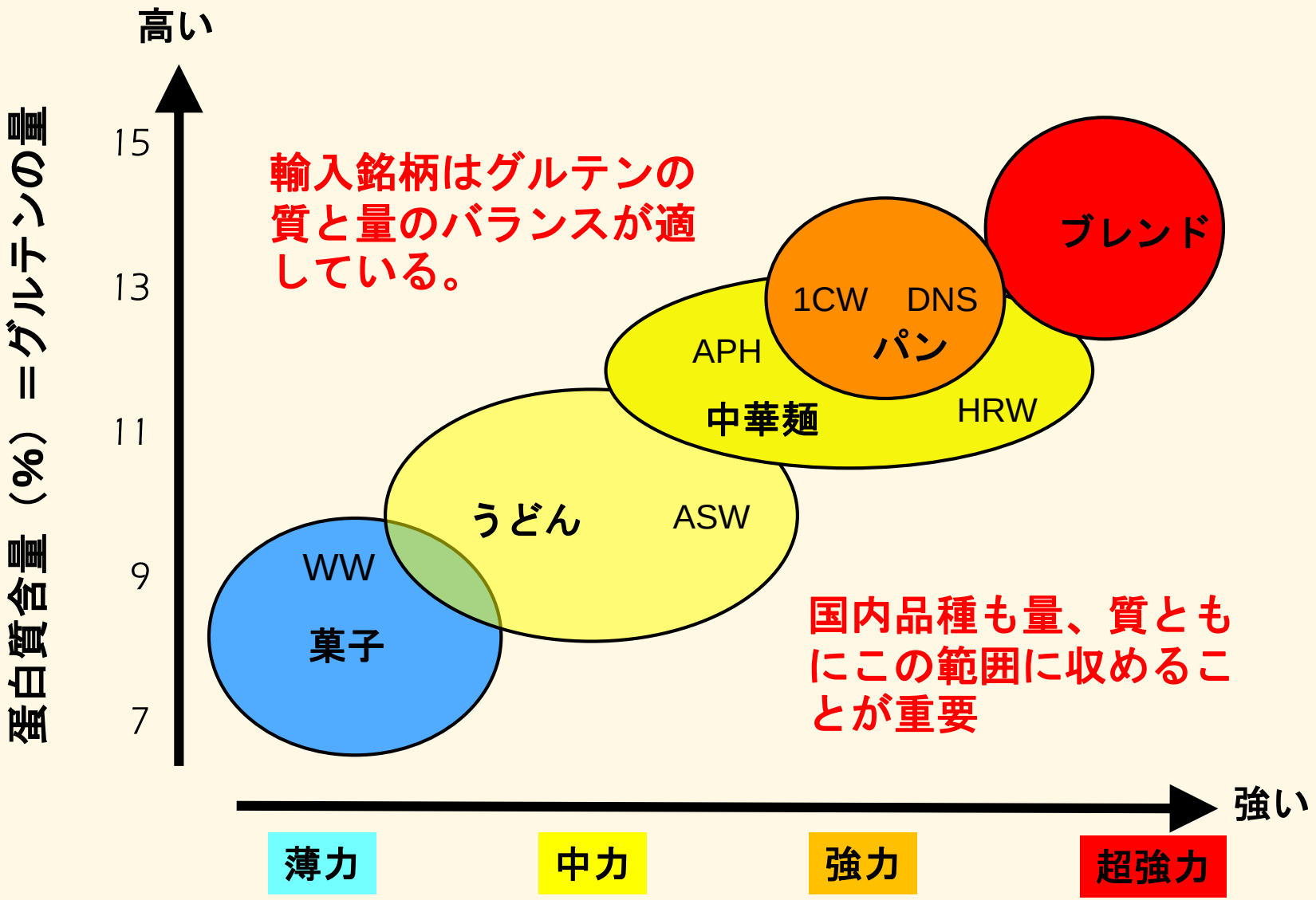
グルテニン遺伝子型による国内品種の分類～2001年



グルテニン遺伝子型による国内品種の分類～現在

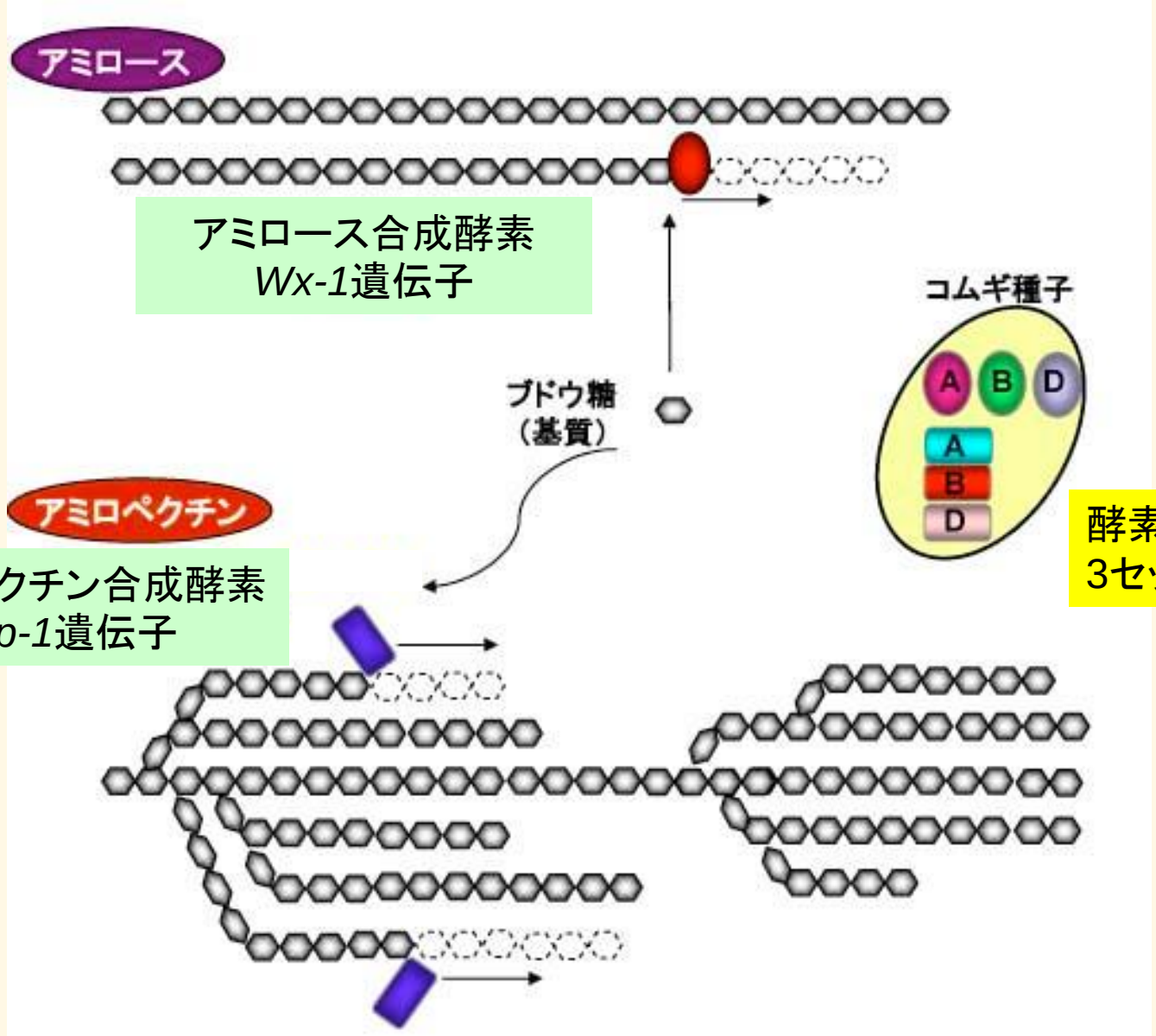


加工用途と蛋白質含量とグルテンの質



グルテンの質＝遺伝的素質

小麦のデンプン合成に関する遺伝子



酵素遺伝子は
3セットずつ

アミロース合成遺伝子(*Wx-1*)の変異とアミロース含量

タイプ	*Wx-A1*	*Wx-B1*	*Wx-D1*	アミロース含量(%)	
1	＋	＋	＋	28.7	野生型
2	－	＋	＋	28.5	1重欠失（やや低アミロース）
3	＋	－	＋	27.1	
4	＋	＋	－	28.0	
5	＋	－	－	19.8	2重欠失（低アミロース）
6	－	＋	－	25.8	
7	－	－	＋	22.9	
8	－	－	－	0.9	3重欠失（もち）

Nakamura et al. 2002

アミロース含量に対する効果：*Wx-B1*＞*Wx-D1*＞*Wx-A1*
3つの遺伝子の変異型の組合せによってアミロース含量が変わる

アミロース合成酵素遺伝子型(*Wx-1*)と食感

- 菓子、うどん -

遺伝子型	野生型	*Wx-A1*欠失	*Wx-B1*欠失	２重欠失	３重欠失
アミロース含量	多い				大きい
	～30% 通常アミロース	～27% やや低アミロース		～23% 低アミロース	～0% もち性
やわらかさ＋弾力（もちもち感）					大きい
品種	さとのそら, シロガネコムギ ナンブコムギ, 農林61号	きたほなみ, きぬあかり さぬきの夢2009		あやひかり チクゴイズミ つるぴかり	うららもち
	WW	APH	ASW		
用途	← ケーキ →			← 米粉 →	← ブレンド →
	← うどん →				

アミロース合成酵素遺伝子型(*Wx-1*)と食感

遺伝子型

野生型　*Wx-A1*欠失　*Wx-B1*欠失　２重欠失　３重欠失

多い　アミロース含量

～30%
通常アミロース

～27%
やや低アミロース

～23%
低アミロース

～0%
もち性

やわらかさ＋弾力（もちもち感）　大きい

品種

銀河のちから,タマイズミR, 夏黄金
ミナミノカオリ
ゆめかおり

ラー麦, ハナマンテン

春よ恋, キタノカオリ
つるきち, はるきらり
ゆめちから, せときらら,くまきらり, はる風
ふわり, さちかおり

もち姫

欧州

HRW

1CW, DNS

用途

← 食パン →

← フランスパン →

← ブレンド →

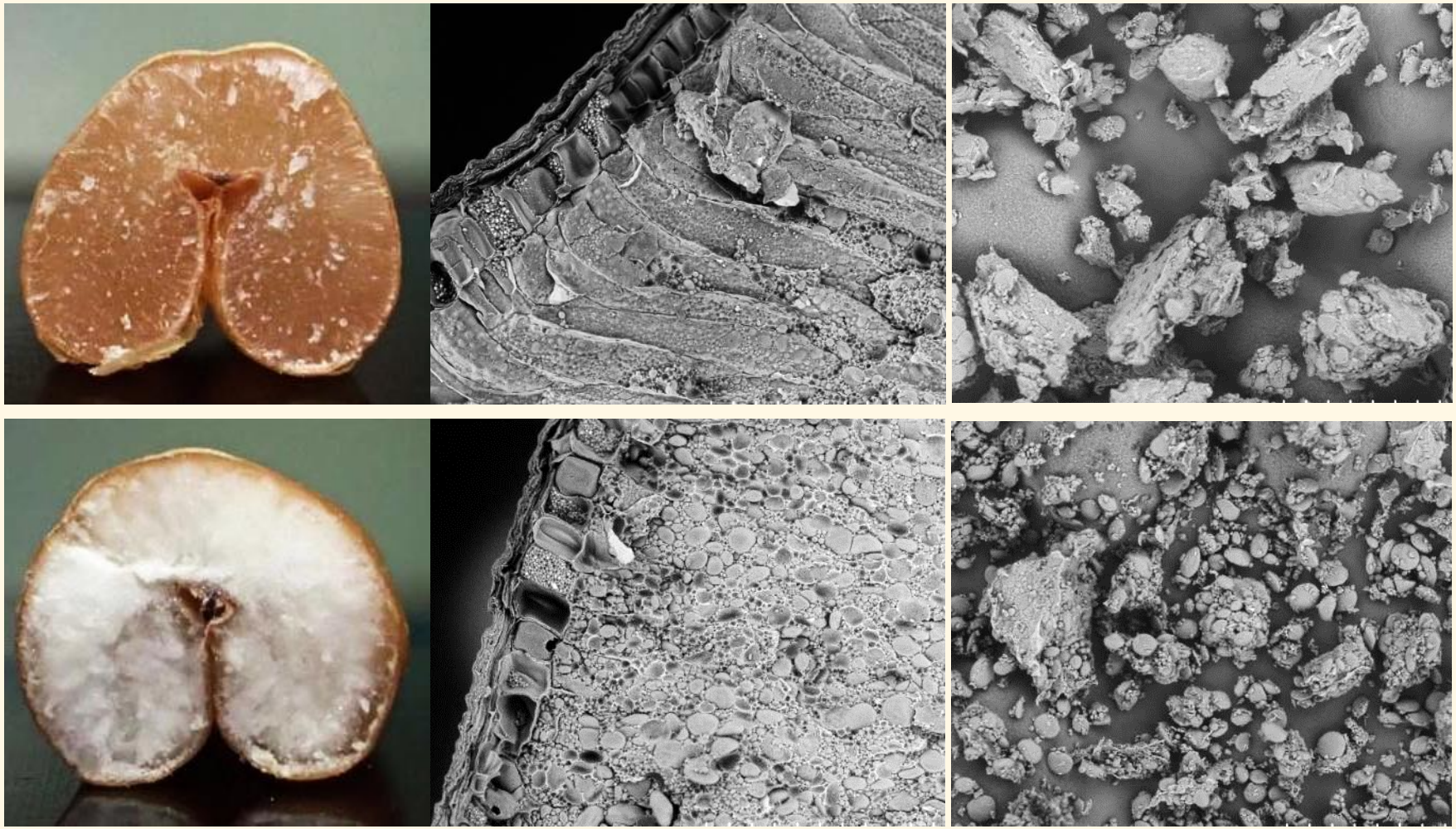
← 博多ラーメン → 札幌ラーメン →

小麦種子の硬軟質性

種子横断面　　小麦粉

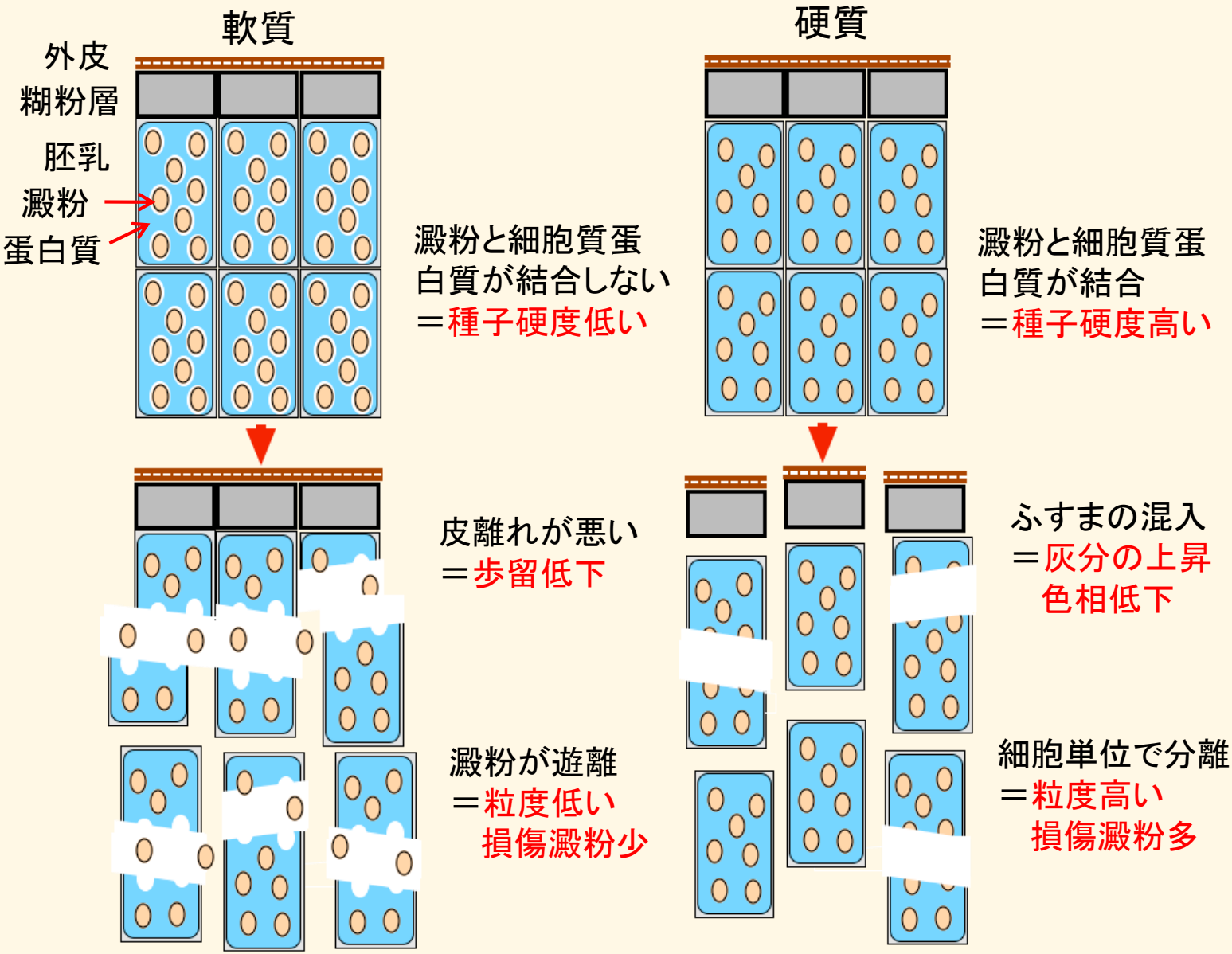
硬質小麦

軟質小麦

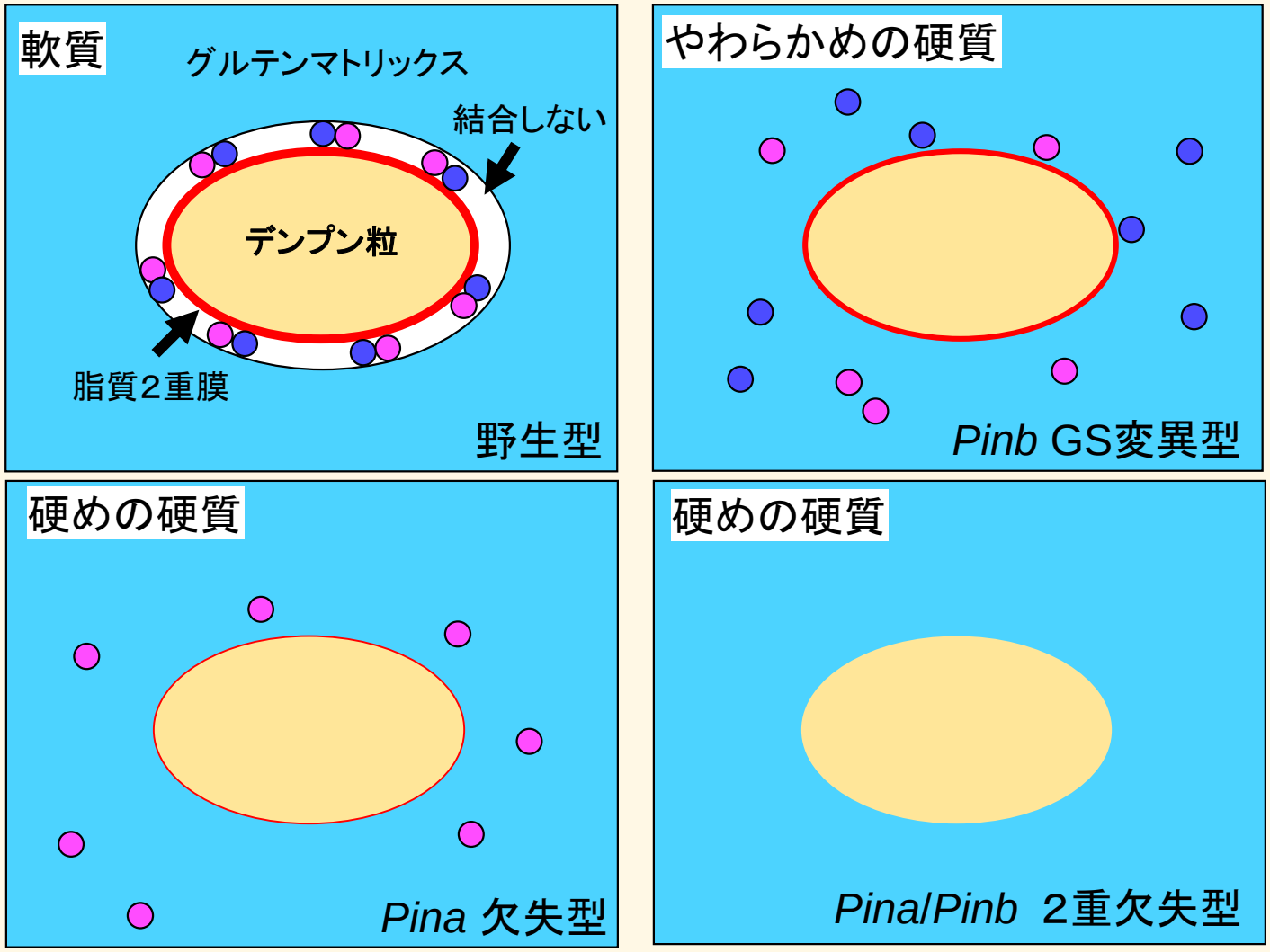


硬軟質性 = 遺伝的特性 ≠ 硝子質・粉状質 = 環境要因

硬質小麦と軟質小麦の製粉時における違い



硬軟質性とピュロインドリン（PIN）の関係



：PIN-a

：PIN-b

両方野生型
だと軟質

種子硬度（損傷デンプン量）＝ *Pina*/*Pinb*2重欠失＞*Pina*欠失＞*Pinb*変異＞野生型

デンプン関連遺伝子型による分類

硬い（損傷デンプン多）

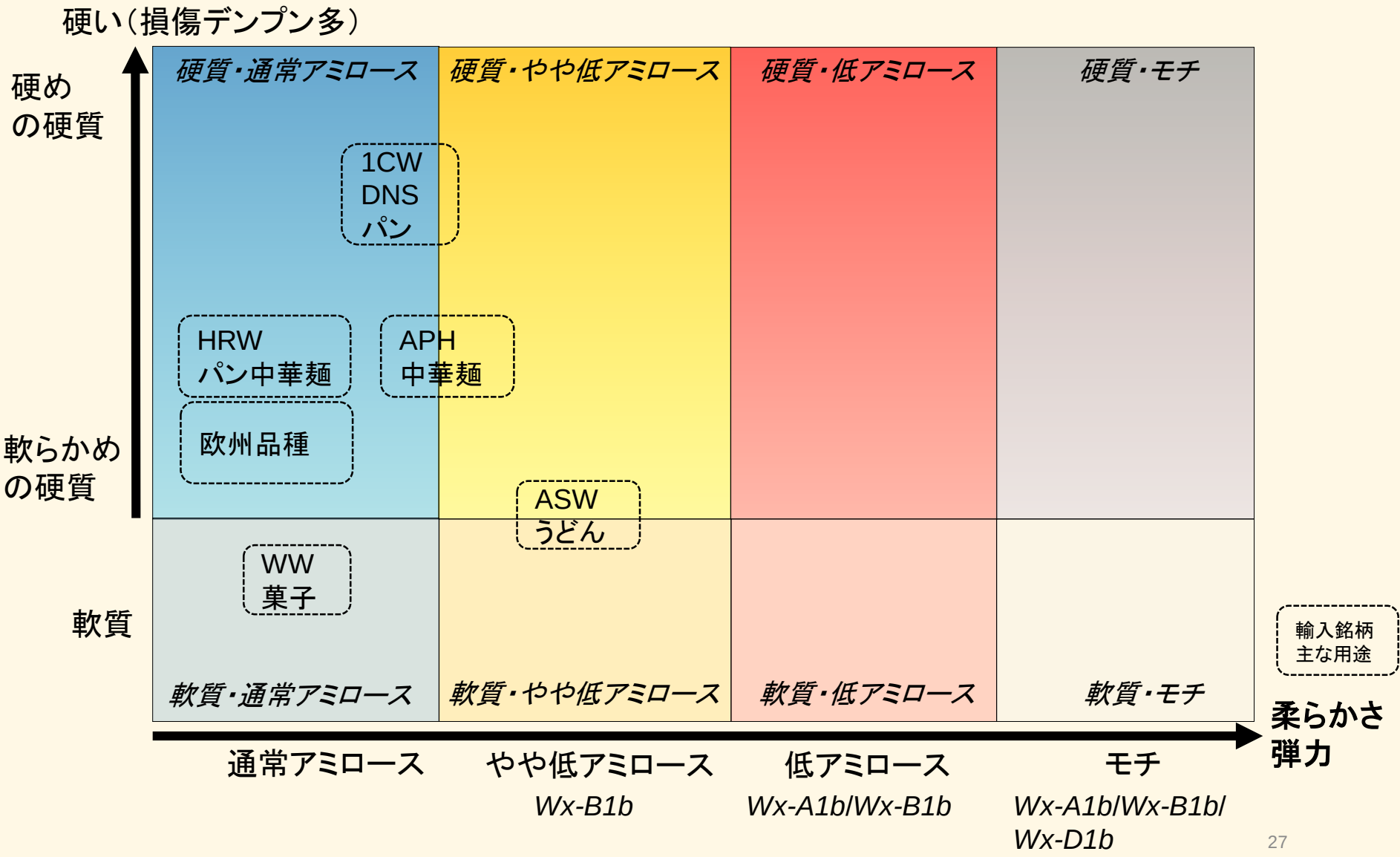
硬めの硬質	硬質 通常アミロース	硬質 やや低アミロース	硬質 低アミロース	硬質 モチ
軟らかめの硬質				
軟質	軟質 通常アミロース	軟質 やや低アミロース	軟質 低アミロース	軟質 モチ

柔らかさ
弾力

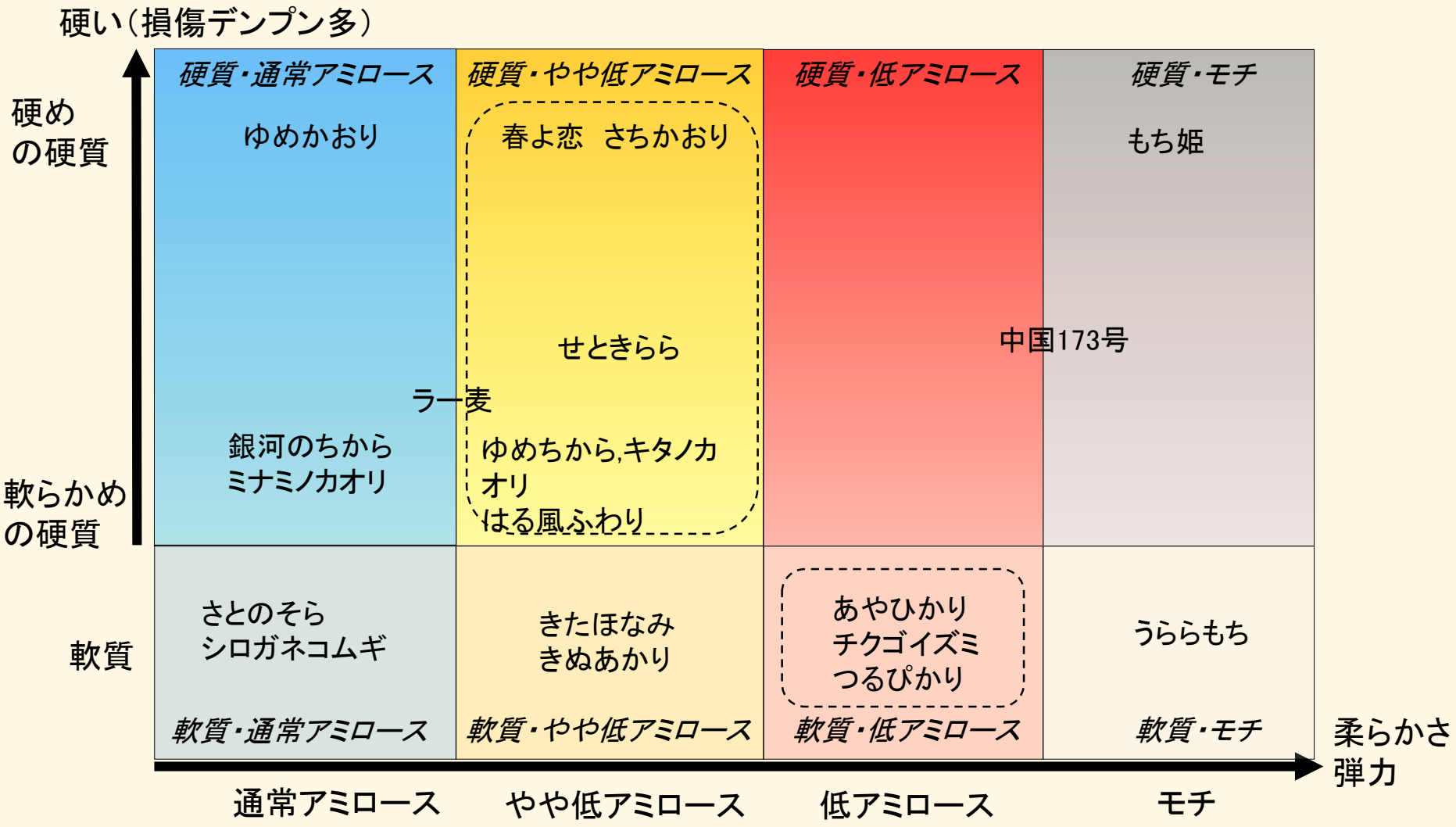
通常アミロース　やや低アミロース　低アミロース　モチ

8種のカテゴリーに分類できる

デンプン関連遺伝子型による輸入銘柄の分類

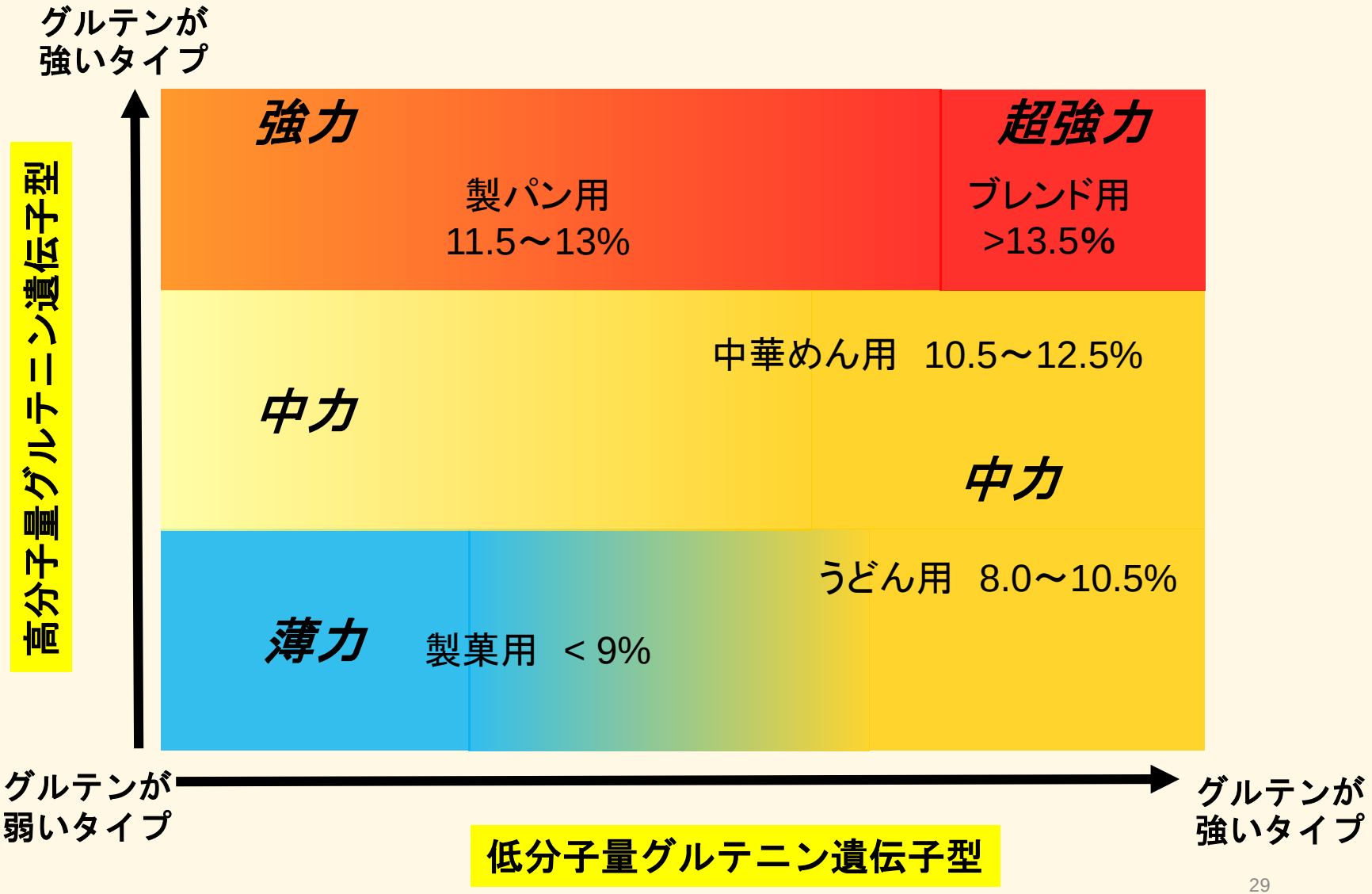


デンプン関連遺伝子型による国産小麦の分類



硬質・やや低アミロース、軟質・低アミロースは輸入小麦と差別化

加工適性のターゲットとグルテニン構成



加工適性のターゲットとデンプン特性

硬い（損傷デンプン多）

	通常アミロース	やや低アミロース	低アミロース	モチ
硬めの硬質	*硬質・通常アミロース* 食パン 中華麺	*硬質・やや低アミロース* 国産食パン バラエティブレッド 中華麺	*硬質・低アミロース*	*硬質・モチ* ブレンド
軟らかめの硬質	食パン フランスパン、うどん	うどん		
軟質	うどん・菓子 *軟質・通常アミロース*	うどん・菓子 *軟質・やや低アミロース*	うどん *軟質・低アミロース*	ブレンド *軟質・モチ*

もちもち

硬質・やや低アミロース、軟質・低アミロースが
国産小麦らしさを出しやすい

国産小麦品種の方向性

農研機構

用途ごとに目標となる遺伝子型セット(イデオタイプ)を共有化

品種が乱立しても品質は一定の範囲内にできる。

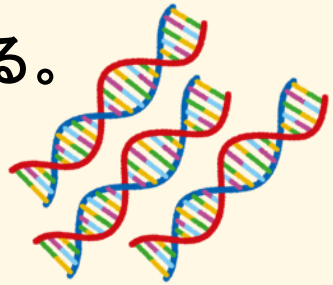
用途	グルテン特性	デンプン特性		タンパク質含量	系統・品種	国産小麦の独自性
		硬軟質	アミロース			
ブレンド・中華麺	超強力	硬質	やや低	>13%	ゆめちから	
パン・中華麺（ハード系）	強力	硬質	通常	12～14%	ミナミノカオリ ゆめかおり	1CW DNS
パン・中華麺（もちもち系）	強力	硬質	やや低	12～14%	春よ恋	
うどん	強めの中力	軟質	やや低	9～11%	きたほなみ きぬあかり	ASW
うどん（もちもち系）	強めの中力	軟質	低	8～11%	チクゴイズミ	
うどん・菓子汎用	中力	軟質	通常	6～11%	農林61号 さとのそら	WW
菓子	薄力	軟質	通常	6～8%	北見95号	クラブ

どれも高製粉性と良色相は必要

品種改良の方向性

- 国産小麦の独自性、輸入小麦の代替？
  - ➢パン用、強力～超強力、やや低アミロース
  - ➢麺用、中力、低アミロース

- 用途ごとに遺伝子型セット（イデオタイプ）を共有化
  - ➢品種が乱立しても品質は一定の範囲内にできる。
  - ➢地域単位でのブレンドによる銘柄化
  - ➢菓子用ランク区分の設定

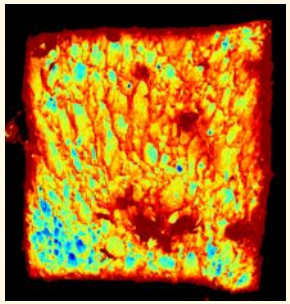


- 小麦に対する正しい理解と加工技術の高度化
  - ➢品種の特性を生かした加工技術の開発、教育、普及
  - ➢安全に基づく安心（逆ではない）

品種改良の方向性

- 市場ニーズに応え、潜在的な市場ニーズを先導する研究
  - ➢現場との情報共有、意見交換＝グルテン研究会

- 品質関連要因のさらなる解明
  - ➢最新技術の導入、測定手法の標準化、海外との研究交流



WHEAT INITIATIVE