

「食品素材としての植物由来機能性多糖」

1. 植物多糖/オオムギ β -グルカンとは
2. 植物多糖/オオムギ β -グルカンの生合成
3. 機能性食品素材としてのオオムギ β -グルカン

教育学部教授 川嶋かほる 先生との共同取り組み

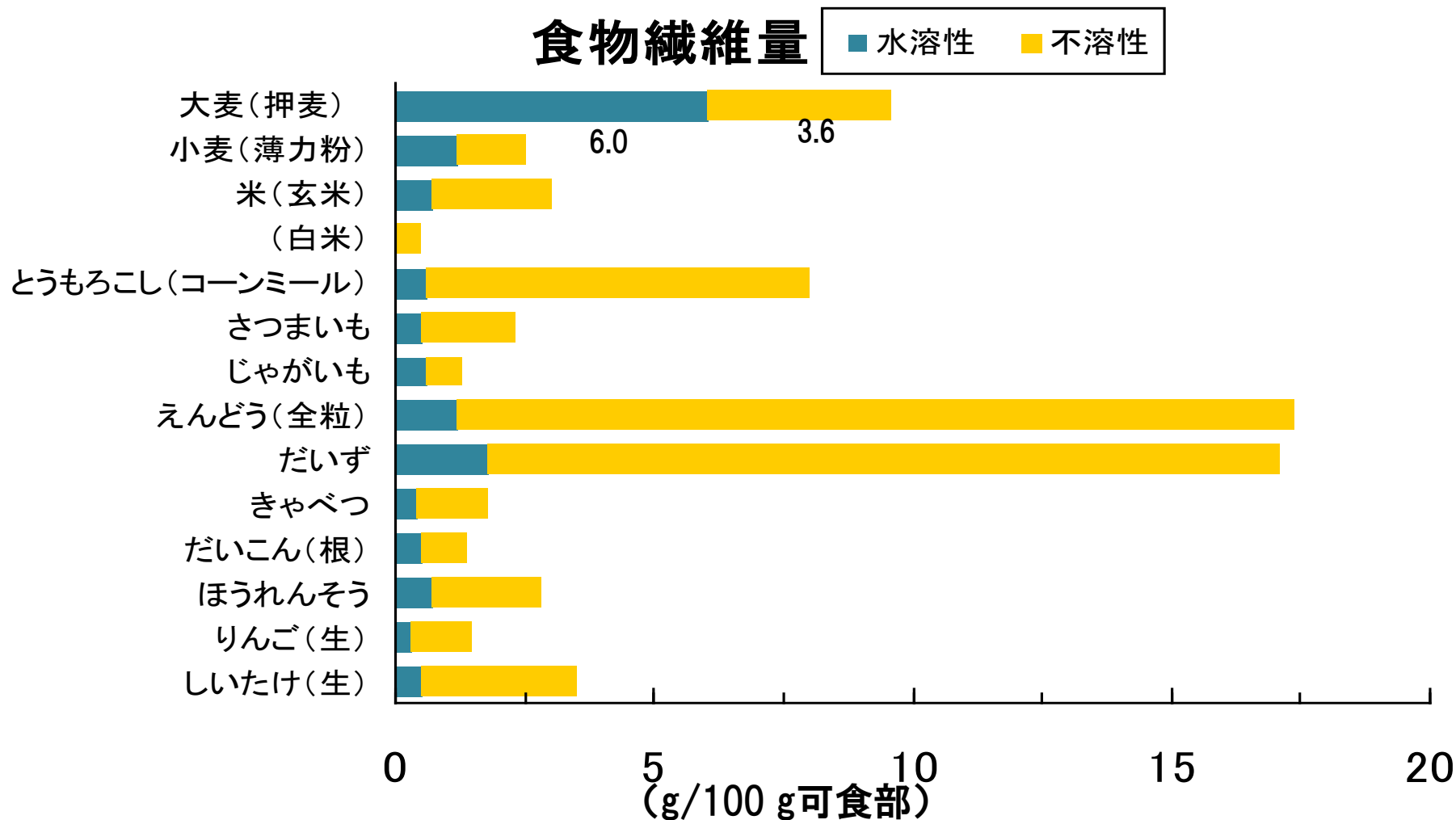
埼玉大学 大学院理工学研究科生命科学部門
(理学部 分子生物学科)
円谷 陽一



食品(植物とキノコ)と食物繊維(Dietary fibers)

食物繊維: ヒトの消化酵素で加水分解されない難消化性あるいは難吸収性の食品成分
リグニンと細胞壁多糖類(セルロース、ヘミセルロース、ペクチン、その他)

食物繊維量



特定保健用食品

食物繊維を含む食品類の例

オールブラン [小麦ふすま(ブラン)を原料]
快適繊維プルーン
今日のみそ汁 合わせ味噌仕立て
クラッシュタイプの蒟蒻畑ライトグレープフルーツ味
小岩井低脂肪のむヨーグルト[酵母食物繊維入り]
繊維補給
ナタデココ ファイバー
日清おいしさプラス サイリウムヌードル チキンタンメン
ファイバーチョコレP
ファイブミニ
メナード 緑の健康野菜
ファイバー食パン 爽快健美



作用・効果例:

整腸作用(腸の蠕動運動活発化、排便状態改善、老廃物除去、等)、血中脂質調整作用、血糖値調節作用、等

国立健康・栄養研究所ホームページから抜粋

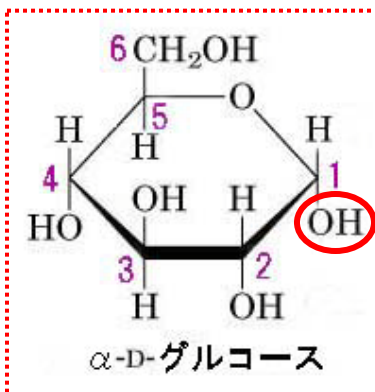
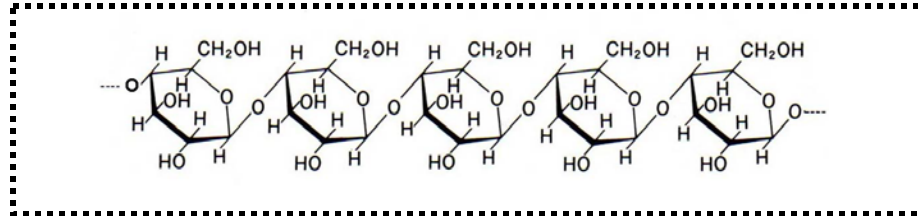
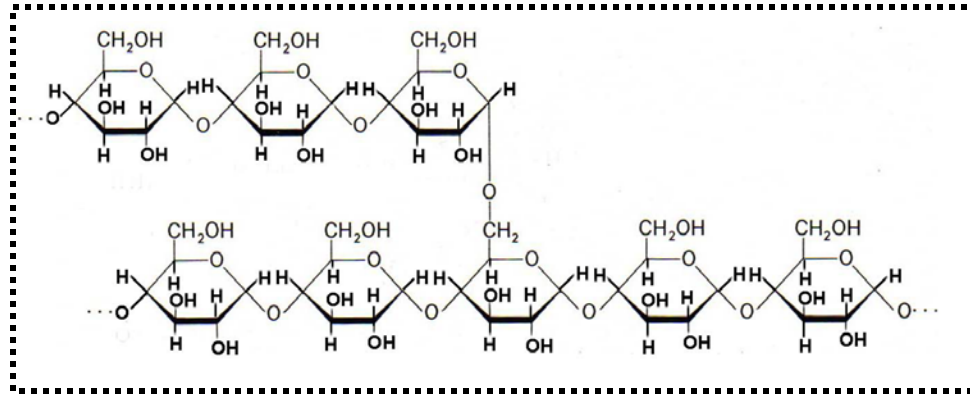
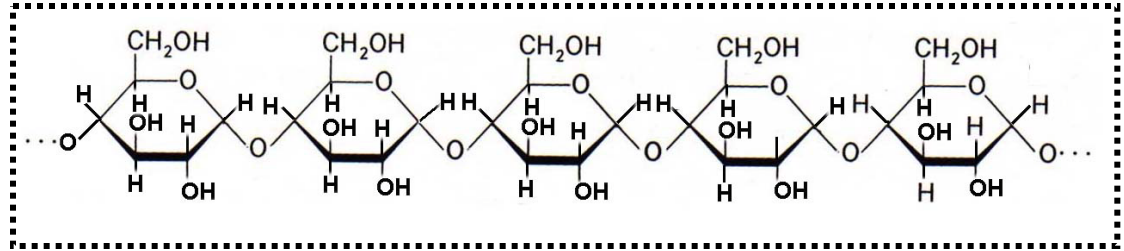
様々な植物多糖

グルカン = グルコースの重合体

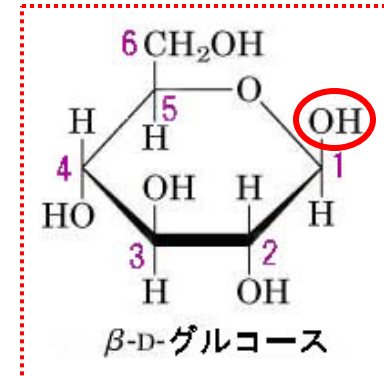
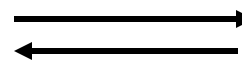
アミロース: (1→4)- α -グルカン
デンプンの成分
(ヒトの栄養源)

アミロペクチン:
(1→4), (1→6)- α -グルカン
デンプンの成分
グリコーゲンも同じ構造

セルロース: (1→4)- β -グルカン
植物細胞壁多糖
(製紙業、など)



相互変換



オオムギの(1→3),(1→4)- β -グルカン (β -グルカン)

(1→3),(1→4)- β -グルカン (略して単に β -グルカン)の性質

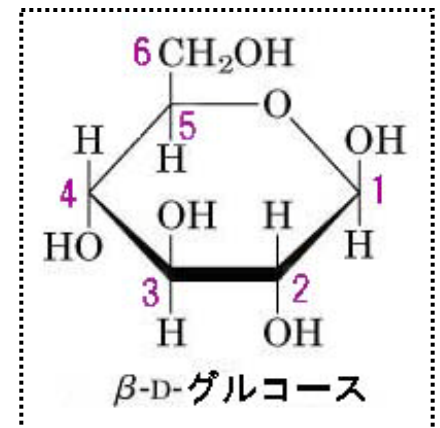
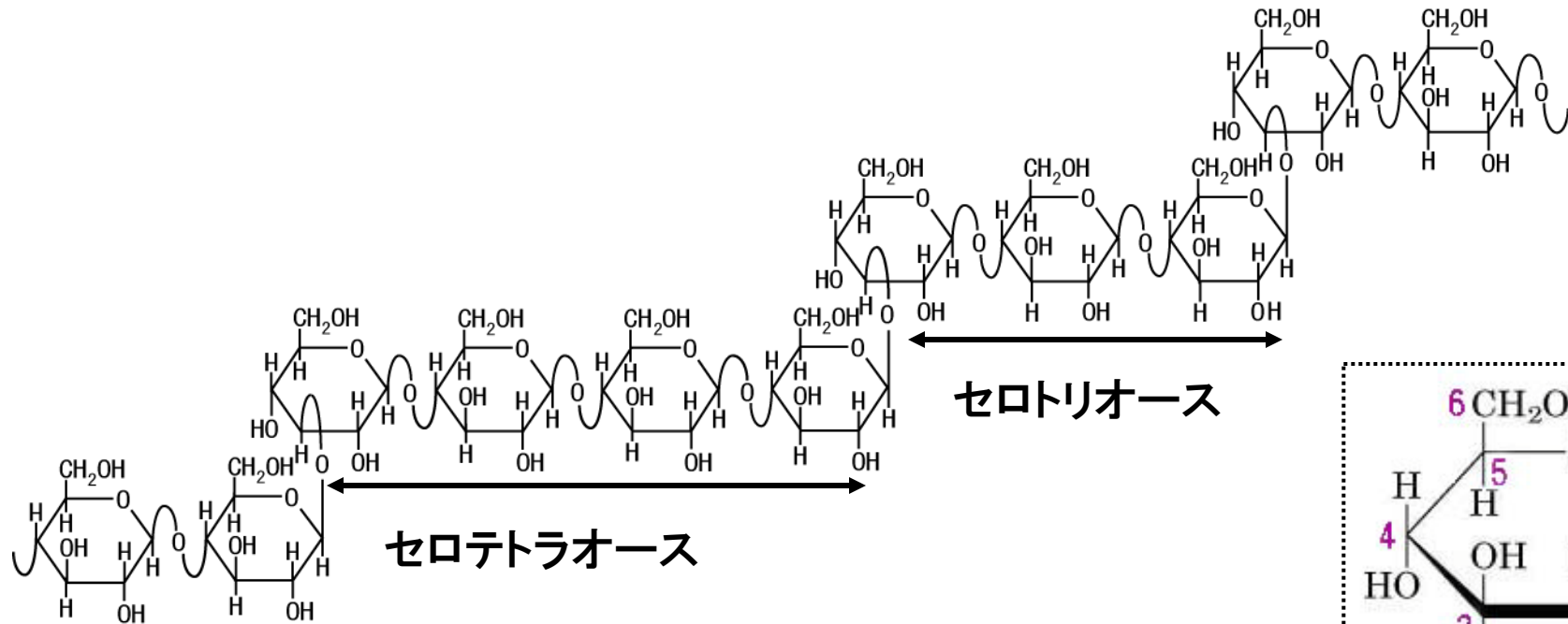
構造: 細胞壁多糖(ヘミセルロース)の一種、

β -グルコースが(1→3)-結合と(1→4)-結合で千~1万個連なった多糖、

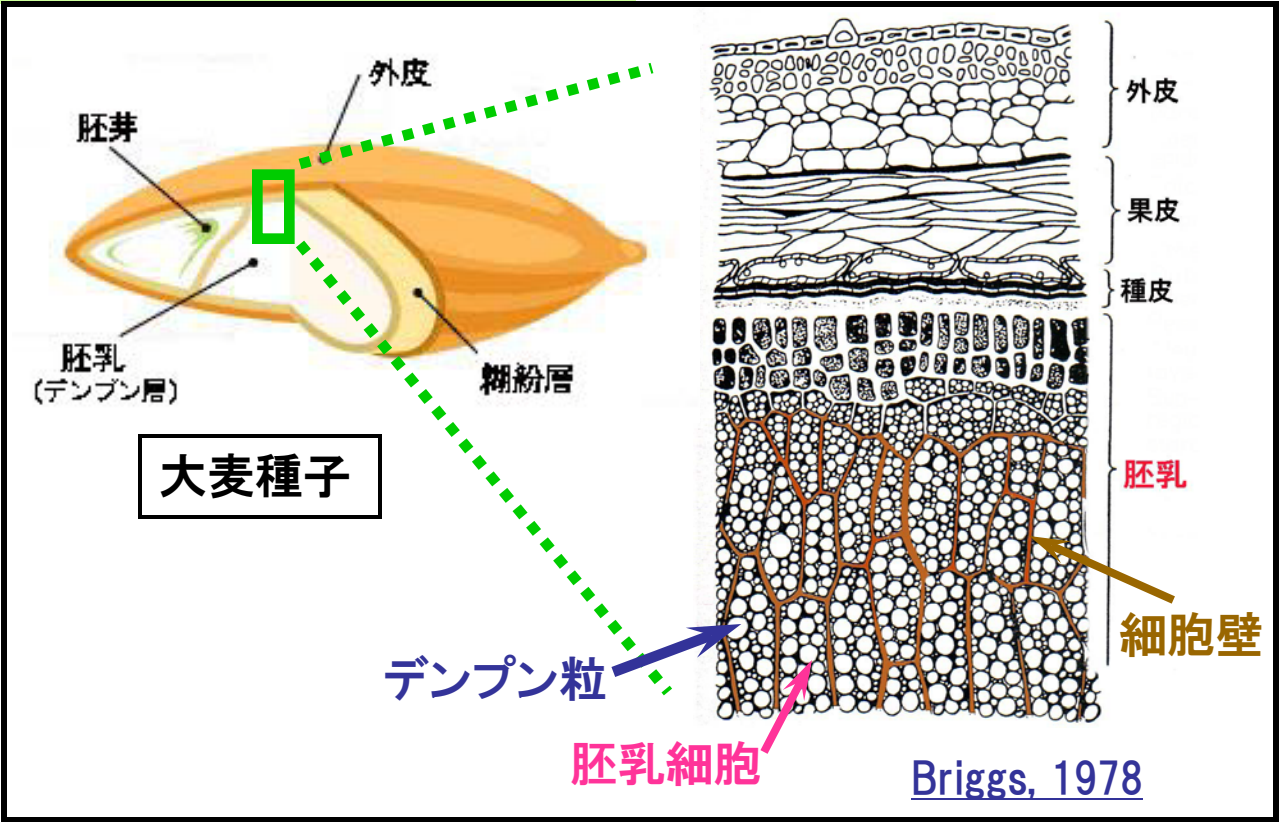
分布: イネ科植物(穀物)の種子に多く含まれる。特にオオムギ種子に多い。

働き: 植物細胞壁の形・成長の制御、種子の発芽時の栄養源

利用: 様々な健康維持・促進機能



大麦胚乳細胞壁多糖



オオムギ種子の主成分(全体の60～70%)はデンプン。細胞壁多糖は全体の約10%を占める。

細胞壁多糖

(1→3),(1→4)-β-グルカン (β-グルカン)

アラビノキシラン

グルコマンナン

セルロース

細胞壁多糖中の割合

～ 75%

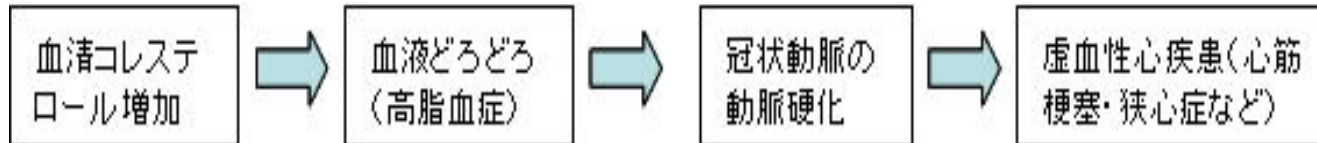
～ 20%

～ 2%

～ 2%

オオムギβ-グルカンの生理機能(2)

米国食品医薬品局(FDA)は2006年5月、大麦の可溶性食物繊維(β-グルカン)の摂取が、血清コレステロール値を低下させる作用がある事を認め、
大麦及びそれを含む食品に含まれる大麦の可溶性食物繊維が、1食あたり0.75g以上含む製品に対し、冠状心疾患の危険を減らす
という 健康強調表示 を認可した。



米国のスーパーマーケットで増えている大麦食品

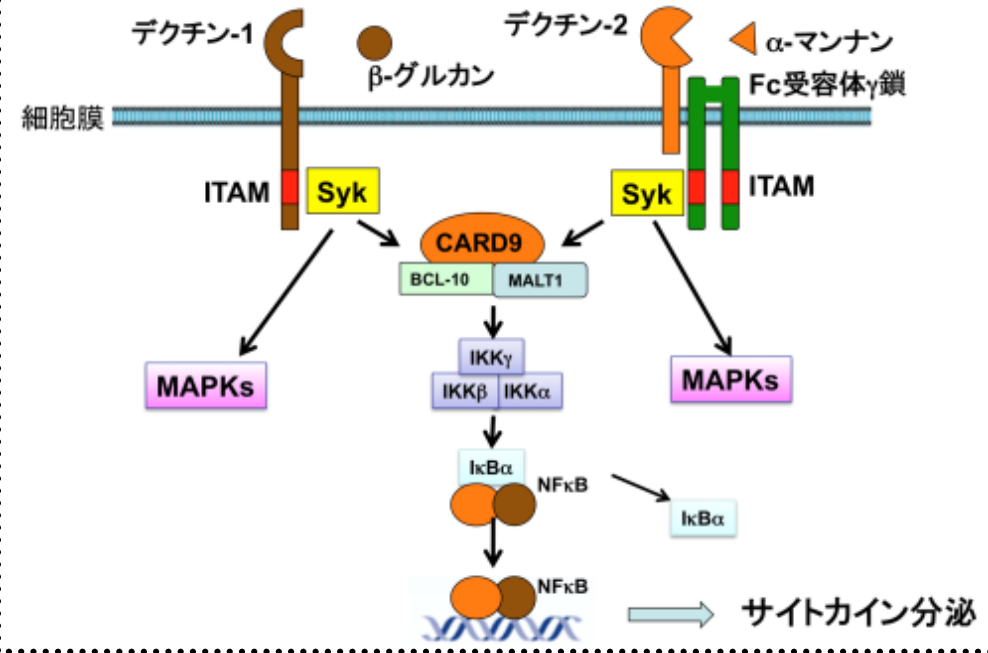
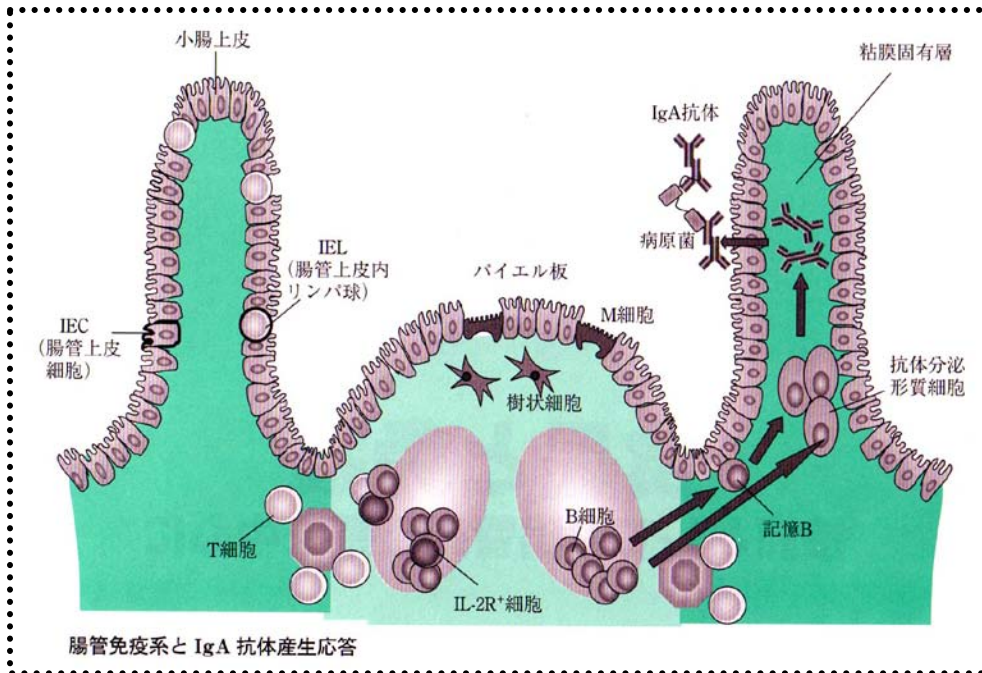


アメリカ穀物協会ホームページ

<http://www.grainsjp.org/2009/08/post-22.html>

オオムギ β -グルカンの生理機能発現のメカニズム

β -グルカン→腸管の樹状細胞(免疫担当細胞の一種)→デクチン受容体と結合
→情報伝達→抗体産生→免疫機能の活性化



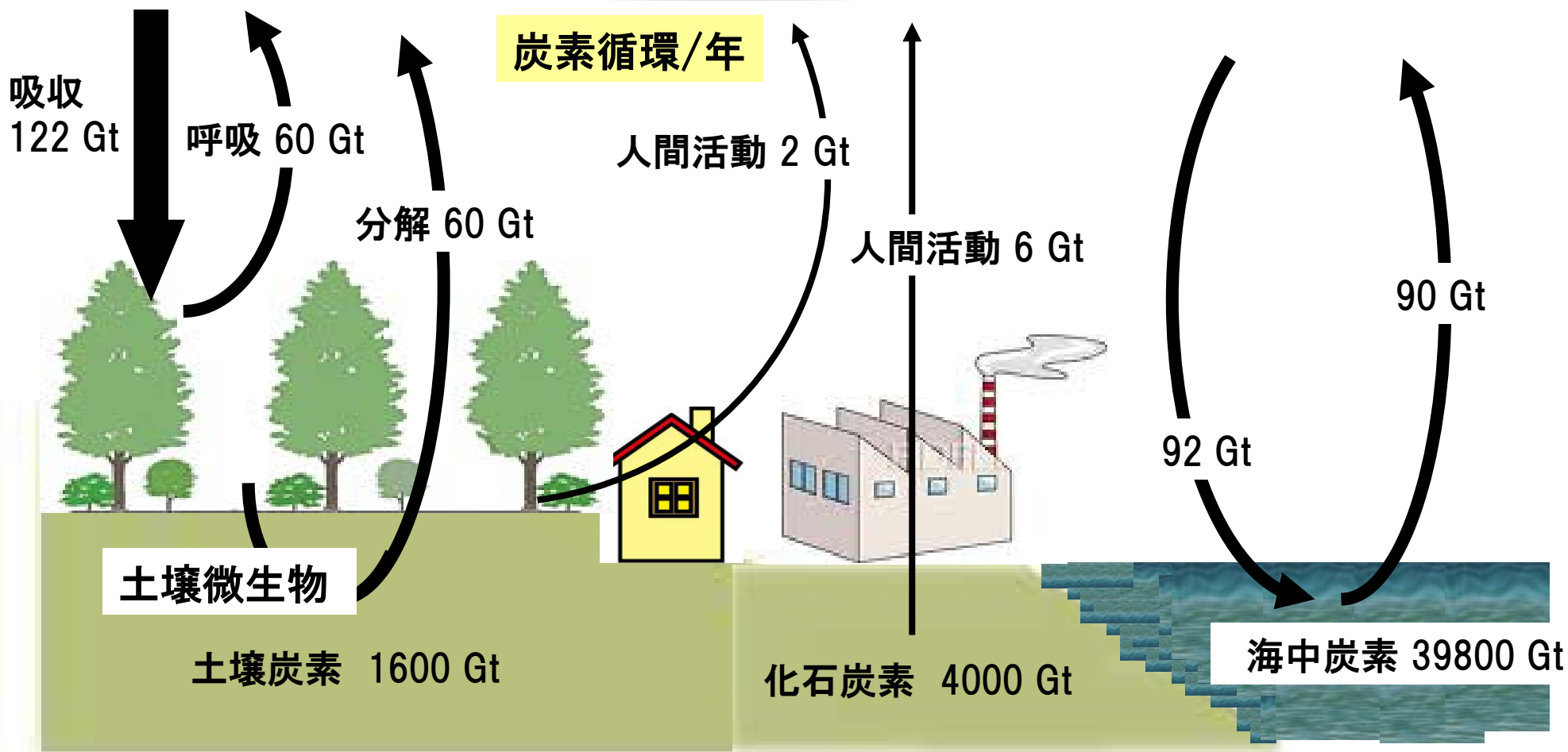
八村敏志、化学と生物、2005
東京大学 医科学研究所ホームページ

<http://www.ims.u-tokyo.ac.jp/imsut/jp/research/papers/2il17t.php>

炭素循環：循環型炭素資源としての植物細胞壁多糖

植物細胞壁多糖の合成の仕組み → 低炭素社会・循環型社会
→ バイオマス(バイオエタノールの効率生産、等)

大気中 CO₂ 750 Gt(ギガトン;10億トン)



植物多糖類の合成経路

二酸化炭素

光合成(炭酸同化)

グルコース → エネルギー・
組織成分

糖代謝

各種糖ヌクレオチド(約20種類)

多糖合成: 含量と構造の制御

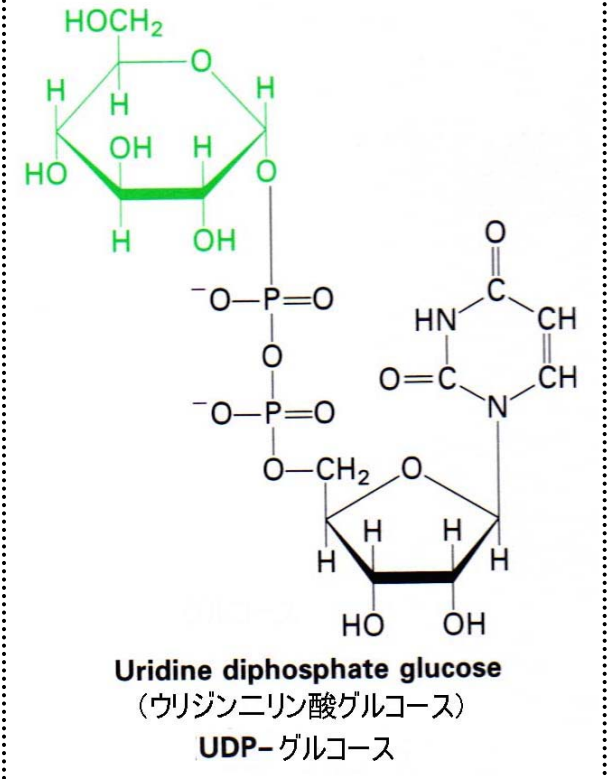
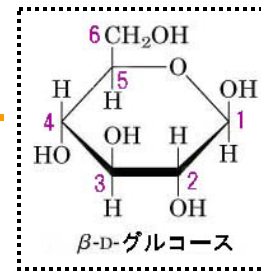
デンプン・細胞壁多糖

抽出・加工: 低分子化、化学修飾、など

食品、工業製品など

太陽
エネルギー

植物体



その他の糖ヌクレオチドの例

UDP-ガラクトース、UDP-L-アラビノース、
UDP-キシロース、GDP-マンノース、
ADP-グルコース(デンプン合成)、など

多糖の合成

- グルコースが出発物質
- その他の糖(約20種類)は糖ヌクレオチドの形で合成・変換される。
- 多糖は糖ヌクレオチドが基質となって、多糖合成酵素によって合成される。

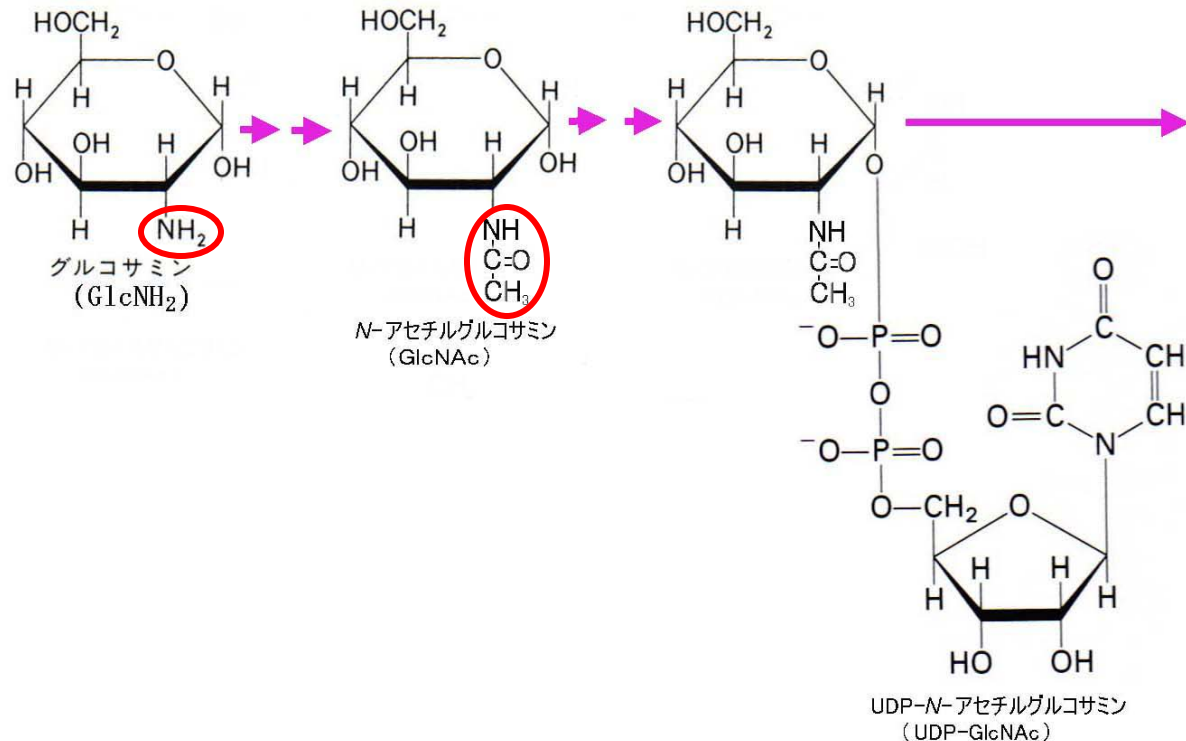
ヒトの多糖類(糖鎖)の合成経路

グルコース(出発物質)から全ての糖(植物とは異なるが約20種類)を作る。

ヒトには“必須糖”はない ⇔ “必須アミノ酸”。

糖の合成・変換は糖ヌクレオチドを介する。

糖鎖合成例



グルコサミンを含む生体成分
例:コンドロイチン硫酸

こんなにたっぷり入って
こんなに多くの素材が入って
こんなに人気で500万個突破!! (売上累計個数)

グルコサミン+コンドロイチン

(サメの軟骨由来)

グルコサミン (カニ・エビ由来) 1,200mg

ヒアルロン酸 (乳酸菌由来) 5.04mg

鶏軟骨抽出物 (ヒアルロン酸含有) 3.36mg

ビタミンC 40.08mg

ヒアルロン酸とコラーゲンも配合

サメの軟骨 (コンドロイチン20%含有) 300mg

2009年度「モンドセレクション」金賞受賞

グルコサミン+コンドロイチン (サメの軟骨由来)

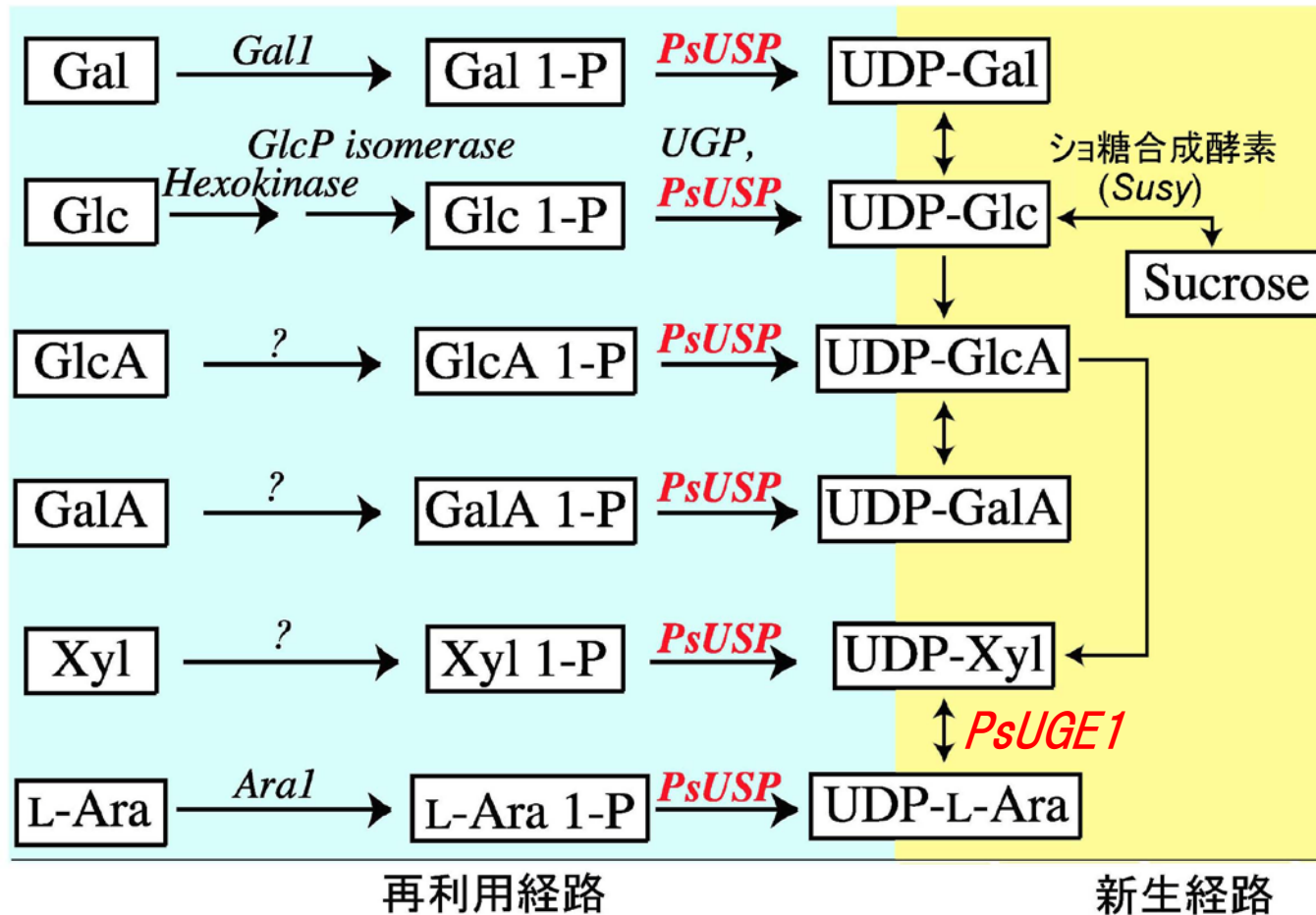
糖転移ビタミンP (柑橘系果物由来) 10.08mg

ショウガ末 12mg

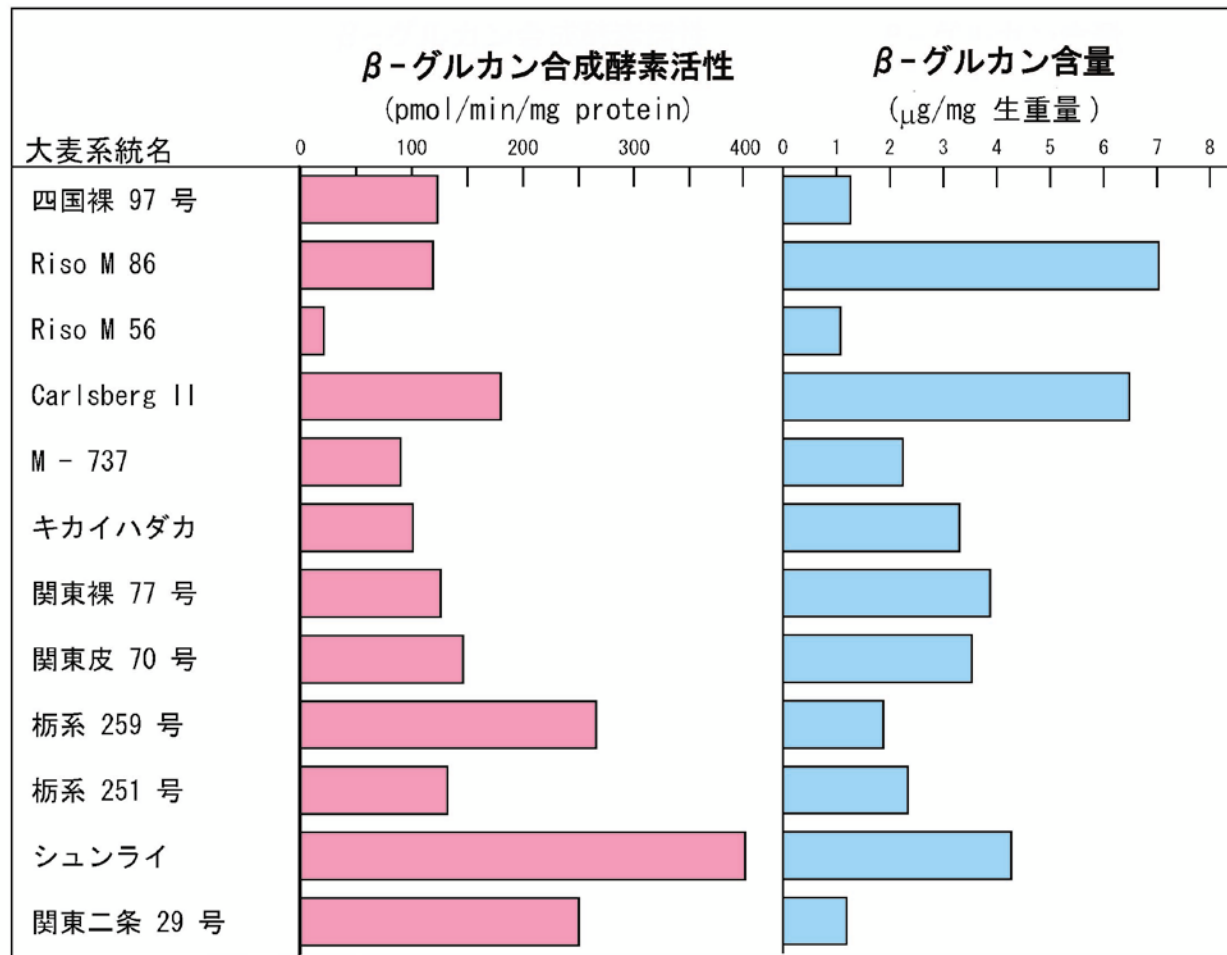
朝日新聞 (2010. 10. 30) 広告の一部

各種糖ヌクレオチドの合成と相互変換

- 1) 再利用経路で様々なUDP-糖を合成するUDP-糖ピロホスホリラーゼ(USP)を発見
- 2) L-フコースをGDP-L-フコースに変換する二機能性酵素(FKGP)の発見
- 3) 細胞質性のUDP-L-アラビノース合成酵素(PsUGE1)の発見



オオムギ品種間の β -グルカン合成酵素活と β -グルカン含量



- β -グルカン合成酵素活性は品種によって大きく異なる。
- β -グルカン合成酵素活性と β -グルカン(グルコース)含量の相関性は不明瞭
⇒ その他の要因(UDP-グルコースの供給量)も関与？
- 大麦胚乳提供: つくば作物研究所 小前幸三博士、河田尚之博士

(1→3),(1→4)- β -グルカン (β -グルカン)の含量の制御

オオムギ胚乳細胞

グルコース/ショ糖 → エネルギー・組織成分

合成/輸送
の抑制

合成/輸送
の促進

ADP-グルコース

UDP-グルコース

UDP-キシロース

UDP-L-アラビノース

デンプン
合成酵素

デンプン

アミロプラスト

セルロース
合成酵素

セルロース

ゴルジ体

β -グルカン
合成酵素

(1→3),(1→4)- β -グルカン
(β -グルカン)

キシロース
合成酵素

L-アラビノー
ス転移酵素

アラビノキシラン

細胞壁多糖

- 原料の糖ヌクレオチドの合成と輸送の制御
 - 多糖合成酵素(糖転移酵素)の活性の制御
- ⇒ 高 β -グルカン オオムギ

機能性多糖、オオムギβ-グルカン、に着目した食品開発

従来技術

オオムギβ-グルカンは、抽出、分別などによって高濃度の製品が得られてきたが高価格。

β-グルカン高含量の穀物品種も開発されてきているが、従来の粉砕法では粒子径が大きく、利用に限界があった。



埼玉大学の機能性食品開発コンセプト

高β-グルカン含量のオオムギ栽培種を使用。

オオムギの天然組成を維持した穀物粉体を利用。

粉砕方法を工夫して微粉にすることで、食品として利用しやすくする。

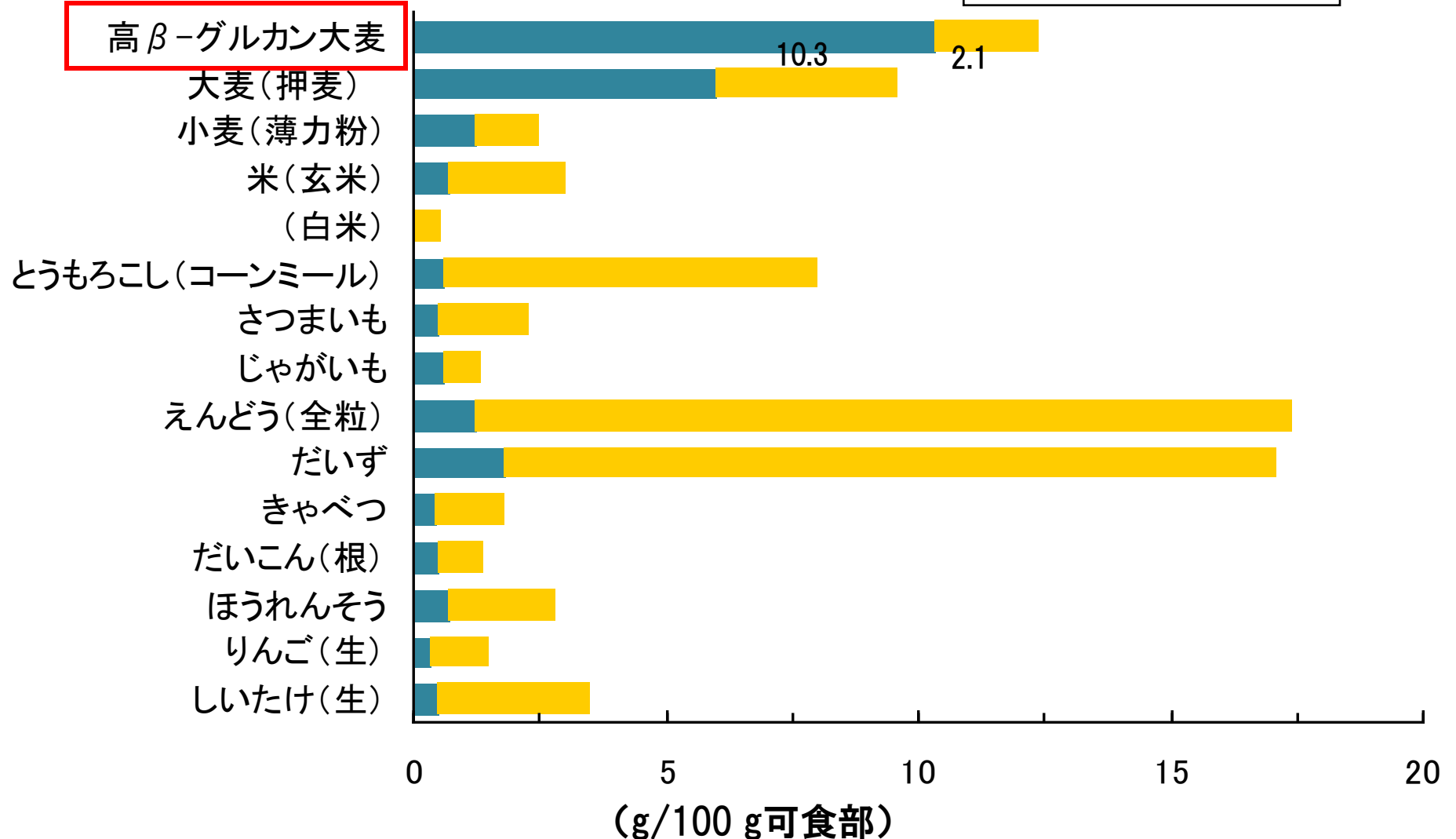


おいしい、健康食品

埼玉県産の β -グルカン含量の高い大麦栽培種の利用

食物繊維

■ 水溶性 ■ 不溶性

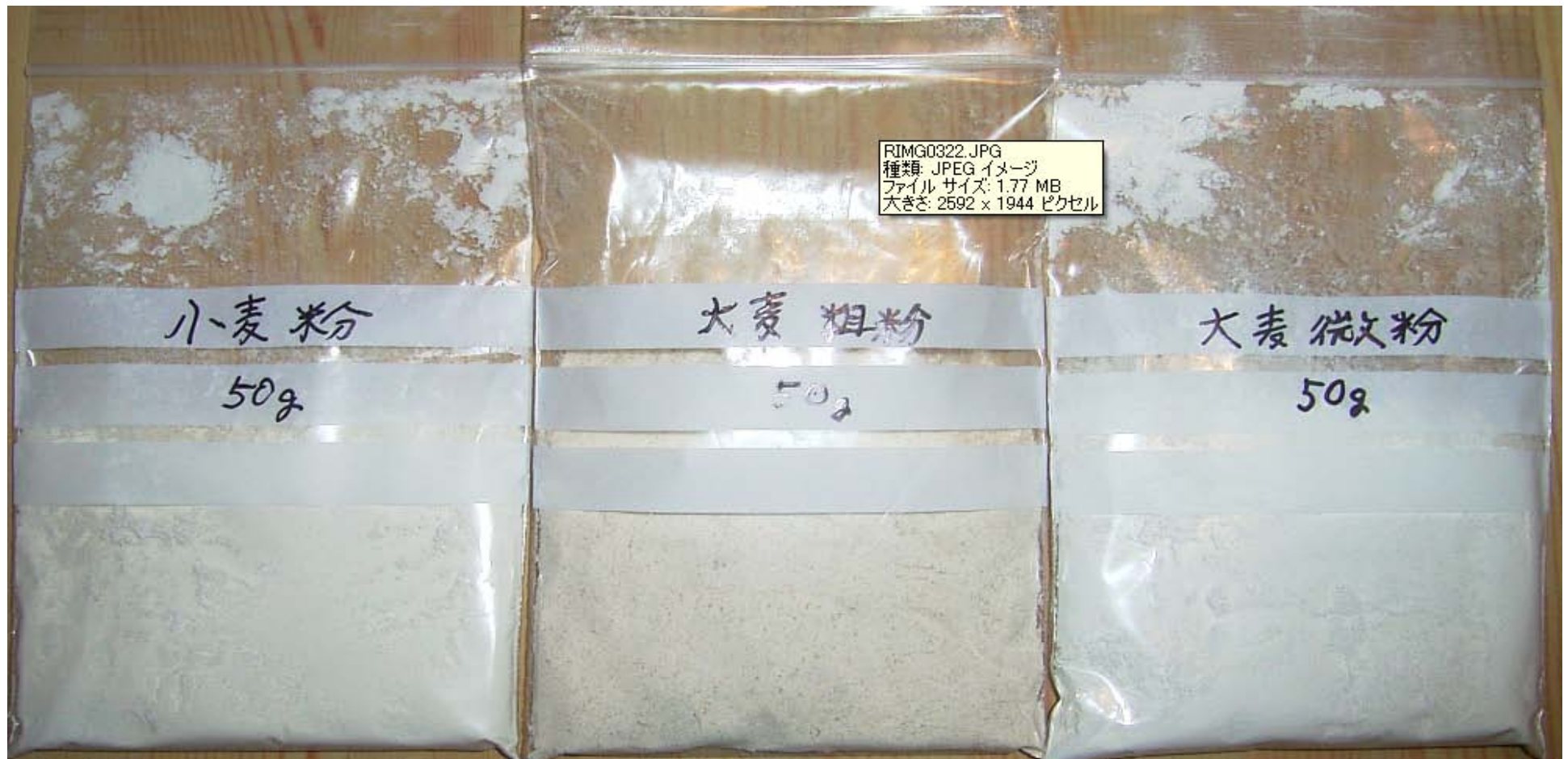


高 β -グルカン含有大麦

小麦粉

粗粉

微粉



手延べ生麺 試作品

大麦粗粉
50%

3 g

大麦微粉
50%

3 g

大麦微粉
100%

6 g

β -グルカン含量/1食100 g



生麺 食味評価

(大麦粉 配合 生麺)

大麦粉の種類		微粉					粗粉
大麦粉配合率		0%	15%	30%	50%	100%	15%
外観	色	4.7	5	4.5	4	3.7	4.3
	異物感	5	5	5	5	5	2
におい		5	5	5	5	4	5
味		4.7	5	5	5	3.7	5
コシの強さ		4	5	4.5	4.3	4	4.7
のど越し		4	5	5	4.5	4	4.7
総合評価(美味しい)		4	5	4.7	4.5	4	4.5

評価スコア付け

評価	美味しい		普通		まずい
	良い		普通		悪い
評点	5	4	3	2	1
	◎	◎～○	○	△	×
塗りつぶし色					

高β-グルカンオオムギを配合したうどんの試作・販売

第61回 むつめ祭(埼玉大学学園祭;2010.10.29 - 31)での出店販売
焼きうどん試作は埼玉県八潮市のうどん加工業者に依頼
乾麺は秋田県のメーカーに依頼

宣伝チラシ

むつめ祭限定 埼玉大開発 ￥200円
800食 大麦力焼きうどん販売!!
選べる!ソースor塩
*麵一筋四十年の中野食品(株)が協賛しています!

日時: むつめ祭期間中・AM10時~PM7時
場所: A12, A13 (総合研究棟の前)

◎お持ち帰り用商品
・埼玉大学 大麦力稲庭うどん(乾麺) ￥800

△埼玉大 大麦力焼きうどんの特徴 とは!?
●一般のうどんよりモチモチ感がスゴく、具だくさんでボリューム満点!
●埼玉県産特選コムギに、独自開発したオオムギを使用。オオムギの栄養成分の一つβ-グルカン通常のものより多く含む、あなたの健康をサポートします!
*β-グルカン⇒可溶性食物繊維で、血清コレステロール値の低下(つまりメタボ予防)、ダイエット補助、免疫力向上、がん予防などの健康促進効果が多数報告。

◎写真はイメージです。
提供: 大麦食品研究会 & 理学部分子生物学科有志学生

出店風景

乾麺

