和食文化国民会議・食と健康シンポジウム
2023年2月20日、富士ソフト アキバプラザ



日本人の食生活と米

～米を巡る最近の社会・研究動向～

新潟薬科大学応用生命科学部
大坪研一

本講演の内容

1．米を巡る情勢

2．日本人の食生活史

3．米の量的充足と良食味志向

4．多様な米の開発と利用

5．米と健康

6．当研究室の研究開発例

7．最後に

－米をめぐる情勢－

（1）米は世界で年間約7.5億トン（籾ベース）生産され、トウモロコシ、小麦と並んで、世界の三大穀物とされている。

（2）特に主食として、世界の人口の過半のカロリー源となっており、その生産と消費は、アジアに90%が集中している、自給的作物である。

（3）世界のイネには長粒で硬い米飯となるインド型米と、短粒で軟らかい米飯となる日本型米があり、日本人の好む日本型米は、約20%と少数派であるが、最近、顕著に増加傾向を示している。

（4）世界の食料需給は、人口増加と耕地面積の減少、異常気象や水不足、BRICs(Brazil, Russia, India, China)等における食生活の変化等の観点から長期的には不足するものと予想され、トウモロコシ、小麦、米等の国際価格は変動が大きい。これはウクライナ問題でさらに顕在化している。

（5）わが国の米生産量は、年間約700万トンであり、消費量は毎年減少している。主食用途が90%以上を占めている。

（6）食料自給率（カロリーベース）が約38%と、先進国中最低水準であり、食料自給率向上のための努力が必要である。

本講演の内容

1．米を巡る情勢

2．日本人の食生活史

3．米の量的充足と良食味志向

4．多様な米の開発と利用

5．米と健康

6．当研究室の研究開発例

7．最後に

日本の食文化史

第一部　日本の食文化史

稲作以前（旧石器時代、土器、縄文時代の社会と食生活）
稲作社会の成立（稲作の伝播、米の料理法、米の酒、調味料）
日本的食文化の形成期（肉・乳の欠如、年中行事、配膳等）
変動の時代（喫茶、南蛮人、新しいスタイル、食事回数等）
伝統的な食文化の完成期（醤油、料理店、料理技術と料理書）
近代における変化（肉・乳の普及、外来料理・新食事様式等）

第二部　日本人の食の文化

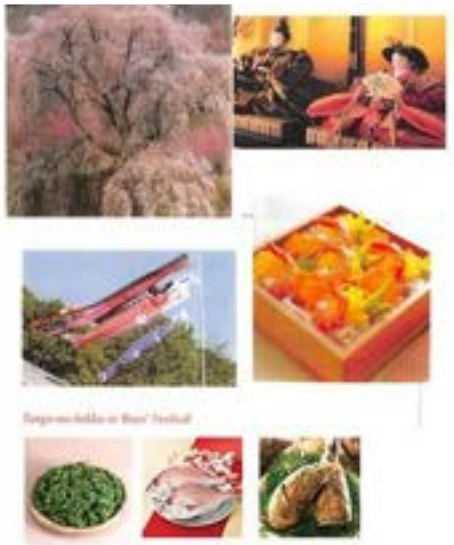
食卓で（飯、酒、茶、食卓、盛りつけ、箸）
台所で（台所、飯炊き、包丁とまな板、汁とだし）
外食、料理、飲みもの（外食店、刺身、スシ、スキヤキ、
豆腐と納豆、精進料理、テンプラとトンカツ、
麺類、漬物と干物、餅と菓子、酒と茶）

（石毛直道：日本の食文化史、岩波書店、2015年）

おせち料理



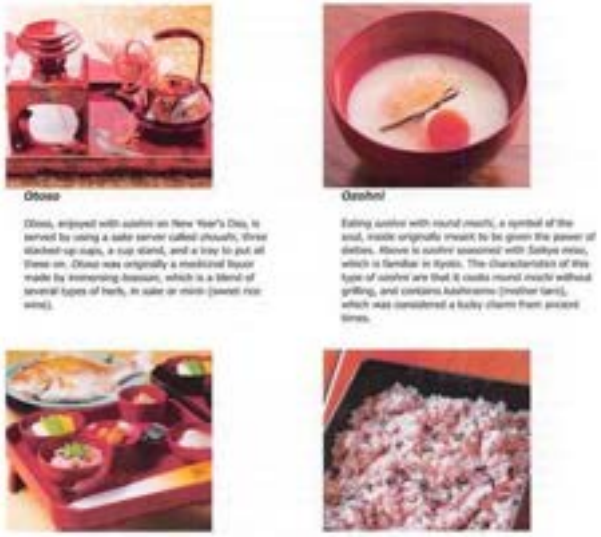
春



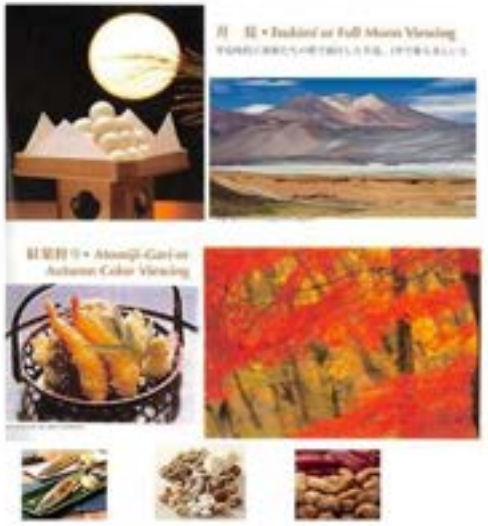
夏



祝い膳



秋



冬



英語で作る和食：藤田裕子、ナビインターナショナル

多様なご飯料理

1．奥村彪生、米食文化を語る

ごはんと日本人、米とのつきあい方の知恵

2．おいしいごはんの炊き方指南

ごはんを炊く前にこれだけは、体験的「かまど炊き」の基本

3．ごはん道楽－古今東西の米料理

もち料理、水漬け・湯漬け・茶漬け、汁かけ飯、丼飯、
炊き込み飯・混ぜ飯、赤飯・おこわ、ピラフ・炒飯、
特徴ある米を楽しむ、すし、おにぎり、型抜き飯、
かゆ・雑炊

（奥村彪生：おくむらあやおのごはん道楽、農文協、2006年）

行事食と深く関わっている米



米の豊作を願うとともに家族の健康や長寿の祈りがこめられた行事と行事食が今でも多く受け継がれている。

公益社団法人　米穀安定供給確保支援機構 「お米・ごはんBOOK」

本講演の内容

1．米を巡る情勢

2．日本人の食生活史

3．米の量的充足と良食味志向

4．多様な米の開発と利用

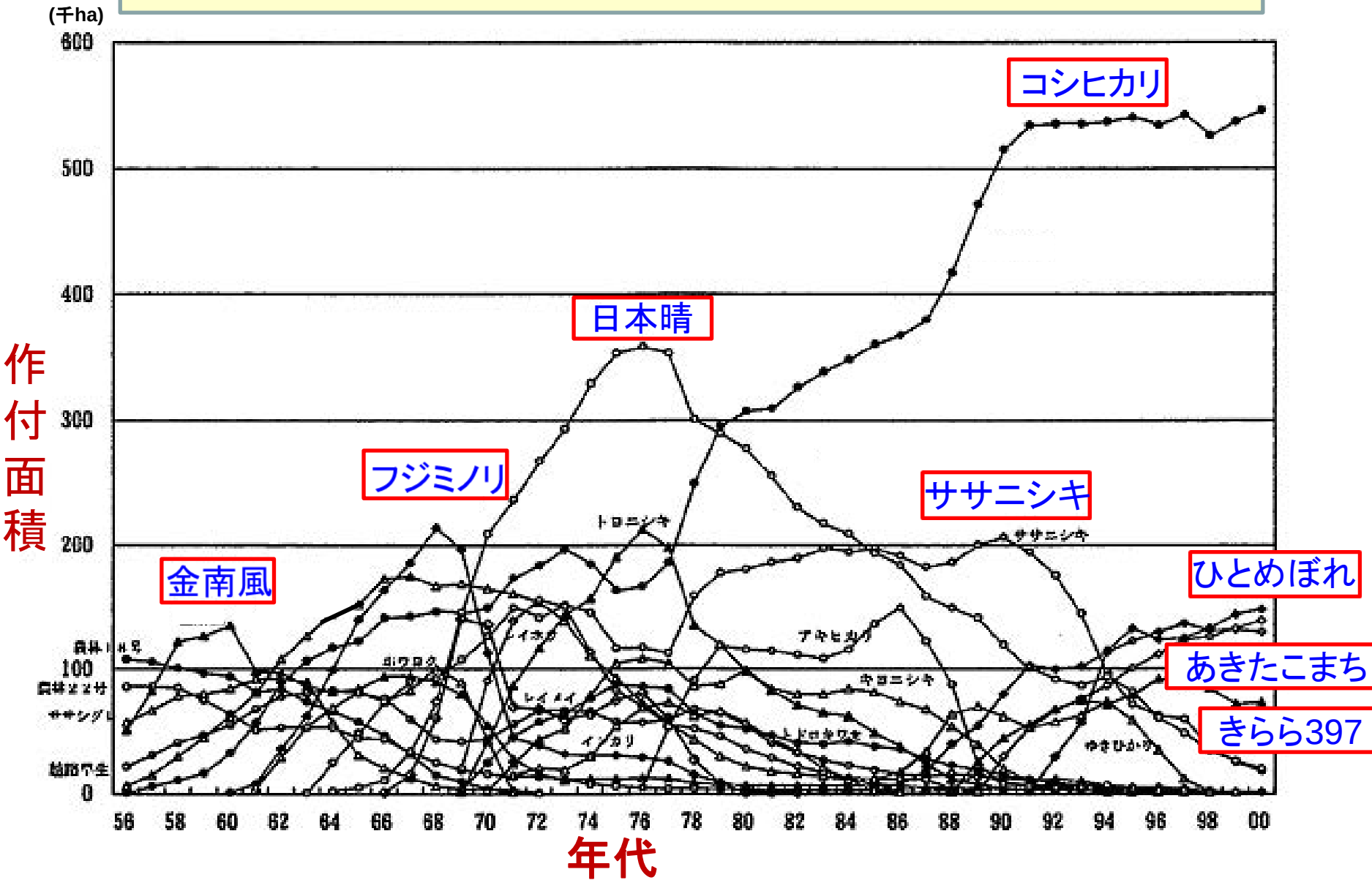
5．米と健康

6．当研究室の研究開発例

7．最後に

主要水稲品種の作付面積の変遷

耐肥性・多収性　耐冷性・耐病性　良質・良食味性　　地域ブランド品種



日本全国で作付けされている品種

日本人の主食である米は、これまでに先人の努力により、気候条件や病害虫に強く、たくさん収穫できておいしい主食用の品種やもち米、酒用の米なども合わせて956品種（令和４年３月31日現在）が登録されています。このうち主食用として作られているのは約300品種です。

最近では、地球の温暖化に対応したおいしくて暑さに強い品種や、カレーライスやすしなどに合う品種、米のもつ健康面での働きを追求した品種なども登場しています。ここでは、全国の収穫量と主食用としての作付上位３品種を紹介します。

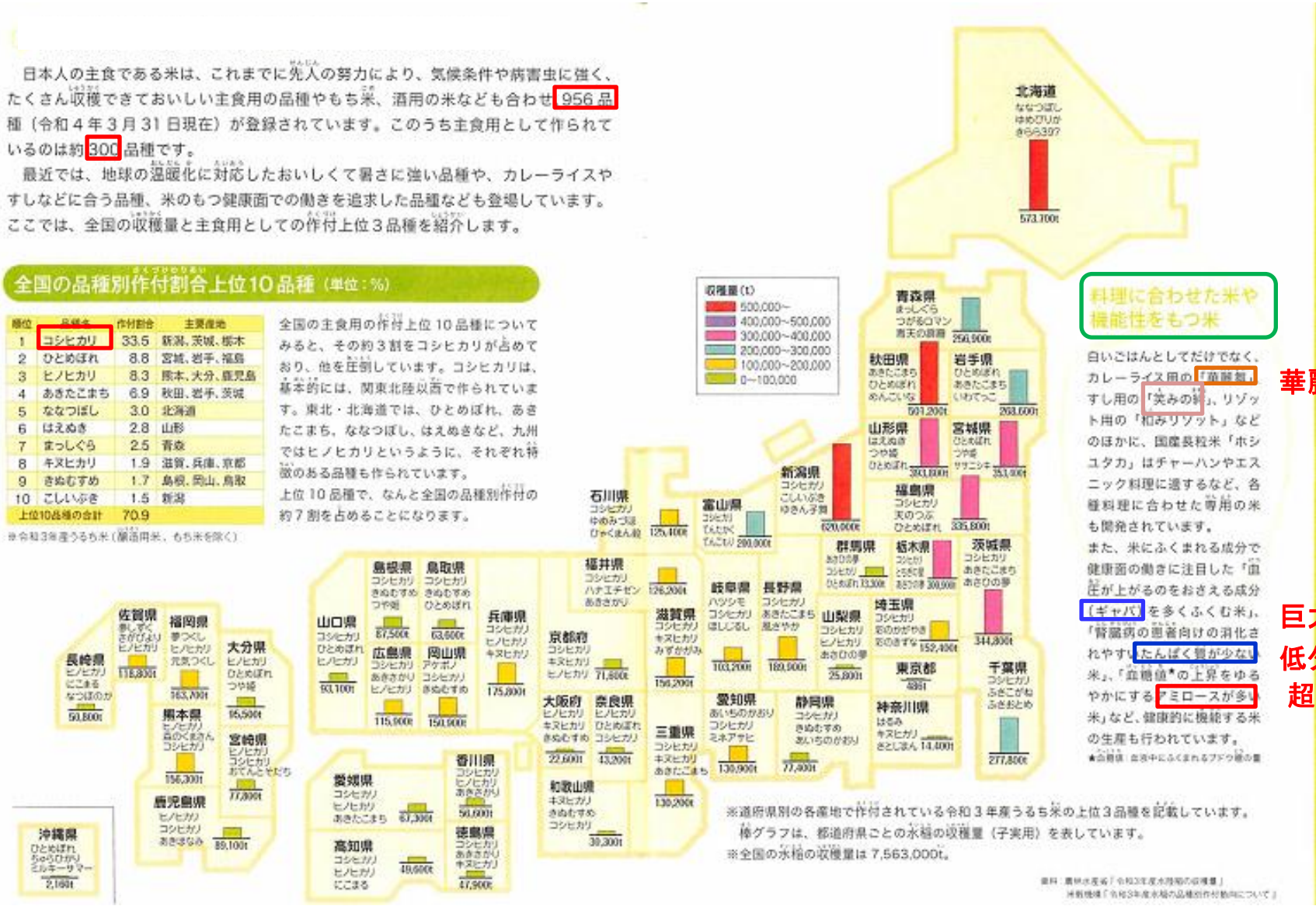
全国の品種別作付割合上位10品種（単位：%）

順位	品種名	作付割合	主要産地
1	コシヒカリ	33.5	新潟、茨城、栃木
2	ひとめぼれ	8.8	宮城、岩手、福島
3	ヒノヒカリ	8.3	熊本、大分、鹿児島
4	あきたこまち	6.9	秋田、岩手、茨城
5	ななつぼし	3.0	北海道
6	はえぬき	2.8	山形
7	まっしぐら	2.5	青森
8	キヌヒカリ	1.9	滋賀、兵庫、京都
9	きぬむすめ	1.7	島根、岡山、鳥取
10	こしいぶき	1.5	新潟
上位10品種の合計		70.9	

※令和3年産うるち米（醸造用米、もち米を除く）

全国の主食用の作付上位10品種についてみると、その約３割をコシヒカリが占めており、他を圧倒しています。コシヒカリは、基本的には、関東北陸以西で作られています。東北・北海道では、ひとめぼれ、あきたこまち、ななつぼし、はえぬきなど、九州ではヒノヒカリというように、それぞれ特徴のある品種も作られています。

上位10品種で、なんと全国の品種別作付の約７割を占めることになります。



※道府県別の各産地で作付されている令和３年産うるち米の上位３品種を記載しています。
棒グラフは、都道府県ごとの水稲の収穫量（子実用）を表しています。
※全国の水稲の収穫量は7,563,000t。

資料：農林水産省「令和3年産水陸稲の収穫量」
米穀機構「令和3年産水稲の品種別作付動向について」

料理に合わせた米や機能性をもつ米

白いごはんとしてだけでなく、カレーライス用の「華麗米」、すし用の「笑みの絆」、リゾット用の「和みリゾット」などのほかに、国産長粒米「ホシユタカ」はチャーハンやエスニック料理に適するなど、各種料理に合わせた専用の米も開発されています。

また、米にふくまれる成分で健康面の働きに注目した「血圧が上がるのをおさえる成分（ギャバ）を多くふくむ米」、「腎臓病の患者向けの消化されやすいたんぱく質が少ない米」、「血糖値*の上昇をゆるやかにするアミロースが多い米」など、健康的に機能する米の生産も行われています。

★血糖値：血液中にふくまれるブドウ糖の量

華麗米

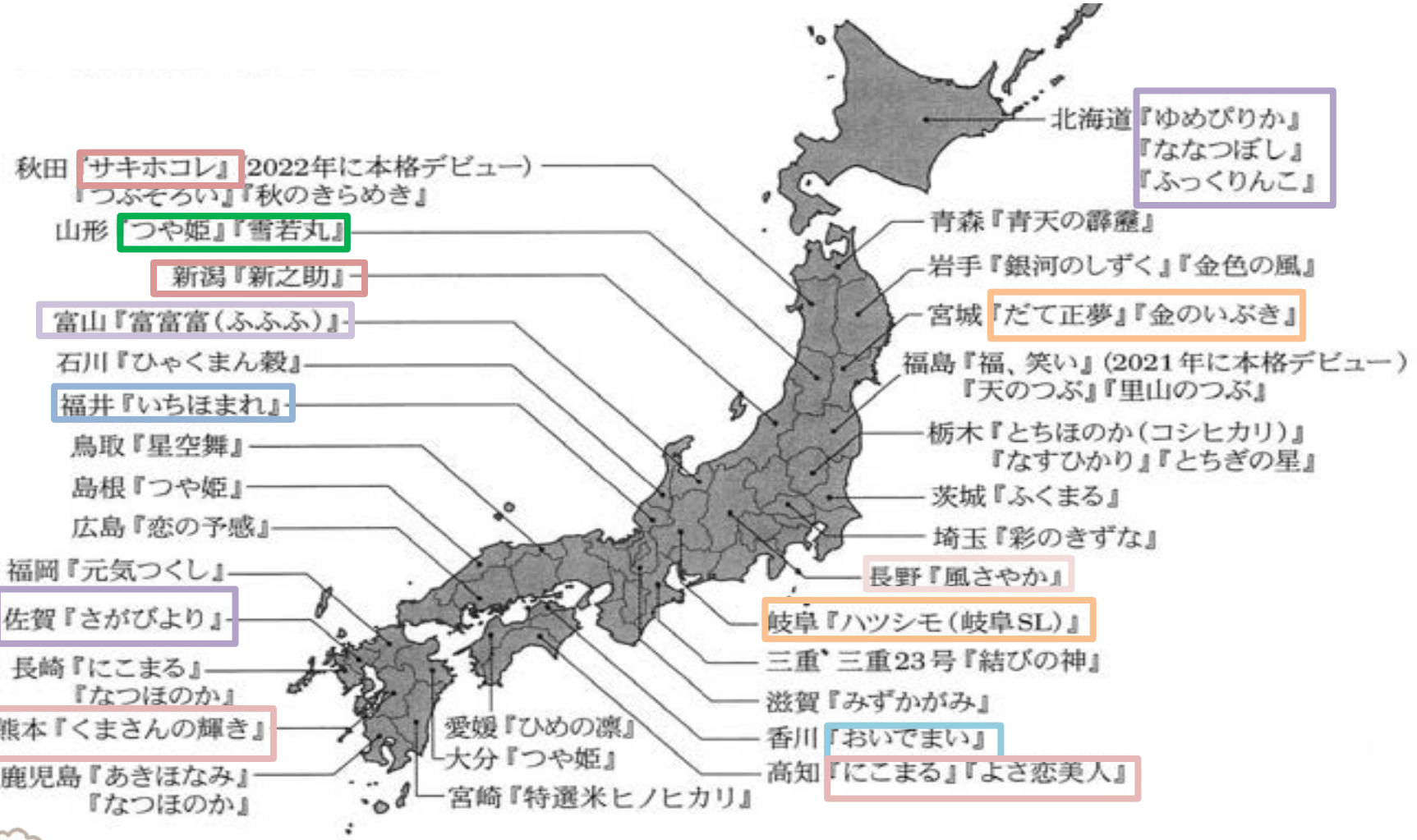
巨大胚芽米

低タンパク質米

超硬質米

公益社団法人　米穀安定供給確保支援機構　「お米・ごはんBOOK」

平成22年以降に道府県レベルでブランド化を推進・計画中の新品種等



「食糧ジャーナル増刊号 2020年度版」より



ただ美味しいだけでは、ブランド米にはならず！



鶴田　裕：米の機能性食品化と新規利用技術・高度加工技術の開発. テクノシステム.大坪研一監修. 2022. P651

主要なブランド米の特徴

◆ゆめぴりか＝**北海道**上川農試育成
アミロース含有率が適度に低く，**甘み，粘り，やわらかさ**，総合的な食味は常に全国トップ水準の評価。「口に入れると弾むような粘りがあり，米の甘みがストレートに感じられる」と評される。耐倒伏性は強。

◆青天の霹靂＝**青森県**農技センター育成
コシヒカリとは異なり，**さっぱりした美味しさ**が特徴。青森県の育成品種として初めて食味ランキング「特 A」評価を継続的に得ており，このタイプの美味しさを好む固定客を掴んでいる。耐冷性やいもち病圃場抵抗性はともに強。

◆サキホコレ＝**秋田県**農試育成
コシヒカリを超える良食味品種育成を目的として東北以外の遺伝資源も活用して育成した極良食味品種。令和 4 年産のデビューを目指し，知事を本部長とするブランド化戦略本部を設置して取り組む。**あきたこまちとは異なる高価格米購入層に向けてアピール**する新たなトップブランド米。

◆つや姫＝**山形県**農研センター庄内支場育成
食味的には「**粘りや旨味などのバランスが良く，外観も素晴らしく**，余韻の残る心地よい美味しさ」と評される。毎年 1 等比率でも全国トップク ラスだが，その理由は①品種特性として短稈で耐 倒伏性が強，山形基準では晩生のため，高温被害 もなく登熟が高まる，②生産者限定で基準も厳格なため適正栽培が徹底されている。5 万 t 水準の生産量全量が特別栽培米。

◆新之助＝**新潟県**農総研育成
高温登熟性が強～やや強。晩生のため登熟期の高温を回避できるので毎年 1 等比率が高い。食味的には「コシヒカリとは異なる美味しさで，**しっかりとした粘りと弾力，豊潤な甘みとコク**が特徴」と評される。

◆つきあかり＝**農研機構**中央農総研センター育成育成地が新潟県のため，新潟県内から作付けが始まり，評価の高さから急激に作付け地域が拡大した。**業務用向けの多収米**として育成したが，**極良食味**の特性を備えているため，様々な活用方法が模索されている。

◆さがびより＝**佐賀**農試研究センター育成
高温登熟耐性に優れた極良食味品種。玄米千粒重はヒノヒカリより 1 g 重く，全県的に 1.9 mm網を使用しているほか，品質食味基準は厳格に遵守しているため，取引先からの信頼度が高く，常に引き合いが強い状態が続いている。

本講演の内容

1．米を巡る情勢
2．日本人の食生活史
3．米の量的充足と良食味志向
4．多様な米の開発と利用
5．当研究室の研究開発例
6．最後に

新潟米の多様性

新潟県農林水産部・「新潟米図鑑」

お米チャート

いろいろあって、いろいろおいしい新潟米。

品種・ブランドごとに特徴のある新潟米だから、
料理との相性を考慮して最適なお米を選択できます。



新之助

おにぎり



洋食

つきあかり

ちほみのり

表面の硬さ
硬め
（粒感がある）

粘り
もっちり

和食

コシヒカリ



あきあかね

柔らかめ
（初めに甘みを感じやすい）

定食

あきだわら

弁当

みずほの輝き

こしいぶき

家庭料理



ゆきん子舞

炒飯

丼もの

中華

カレー

酢飯



あっさり

※「ちほみのり」、「あきあかね」については平成[illegible]産産地品種銘柄ではありません。

料理との相性を考えて開発されたお米









「笑みの絆」は、コシヒカリよりわずかに澱粉のアミロースが多く、米飯表層の粘りがやや少ないため、寿司に好適とされている。「和みリゾット」は粒が大きく、米飯の粘りが弱く、リゾット適性がある。「華麗舞」は日本型米とインド型米の交配によって育成され、米飯内部は軟らかいが、表層の粘りが弱く、カレーライスに向いている。「越のかおり」はインド型米に近い特性で、ライスヌードルやピラフなどに適しており、食後血糖上昇も緩やかと報告されている。　**（新潟県農林水産部・「新潟米図鑑」）**

様々な米加工食品



強化米　　餅



味噌　　米粉



米粉麺　　米菓



飲料　　米油・酒・米酢

新潟県の育成した各種の新形質米



A:hard rice, B:soft rice, C:very soft rice, D:aromatic waxy rice, E:aromatic rice, F: aromatic rice, G:red rice, H:red waxy rice, I:purple waxy rice, J:giant embryo rice





グルテンフリーパン　　通常の米粉パン

新潟県農総研食品研究センター

様々な新規米加工食品



易炊玄米



発芽玄米



天ぷら粉



ケーキ用ミックス粉



トマトパン



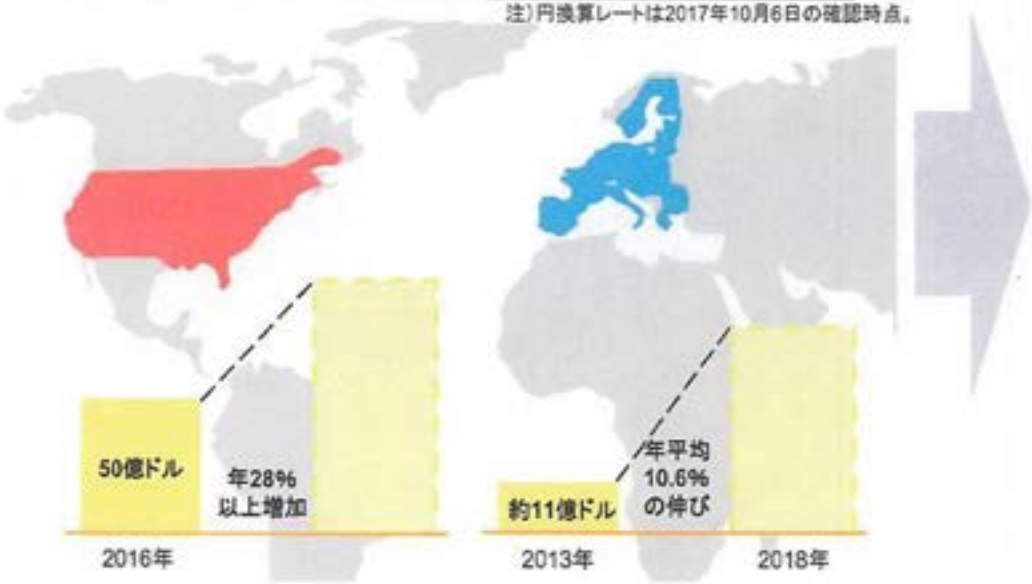
お米パスタ

米粉によるグルテンフリー食品市場の取り込みに向けて

欧米のグルテンフリー食品市場規模（日本貿易振興機構調べ）

米　国	欧　州
・現在50億ドル（約5．6千億円） ・毎年28%以上の増加 （2016年調査）	・2013年時点は約11億ドル（約1．2千億円） ・2018年まで年平均10.6%伸びる予想（2015年調査）

注）円換算レートは2017年10月6日の確認時点。



グルテンフリー食品市場：麦類に含まれるグルテンにアレルギーを持つ消費者、セリアック病患者（グルテン摂取に起因する遺伝性免疫疾患）、グルテン過敏症（グルテン摂取に起因する非遺伝性疾患）、ダイエット等のニーズにより形成する食品市場

米粉によるグルテンフリー食品市場の取り込みに向けて

◆ 欧米等では、麦類に含まれるグルテンが誘発する「セリアック病」の対策用に「グルテンフリー表示」が制度化

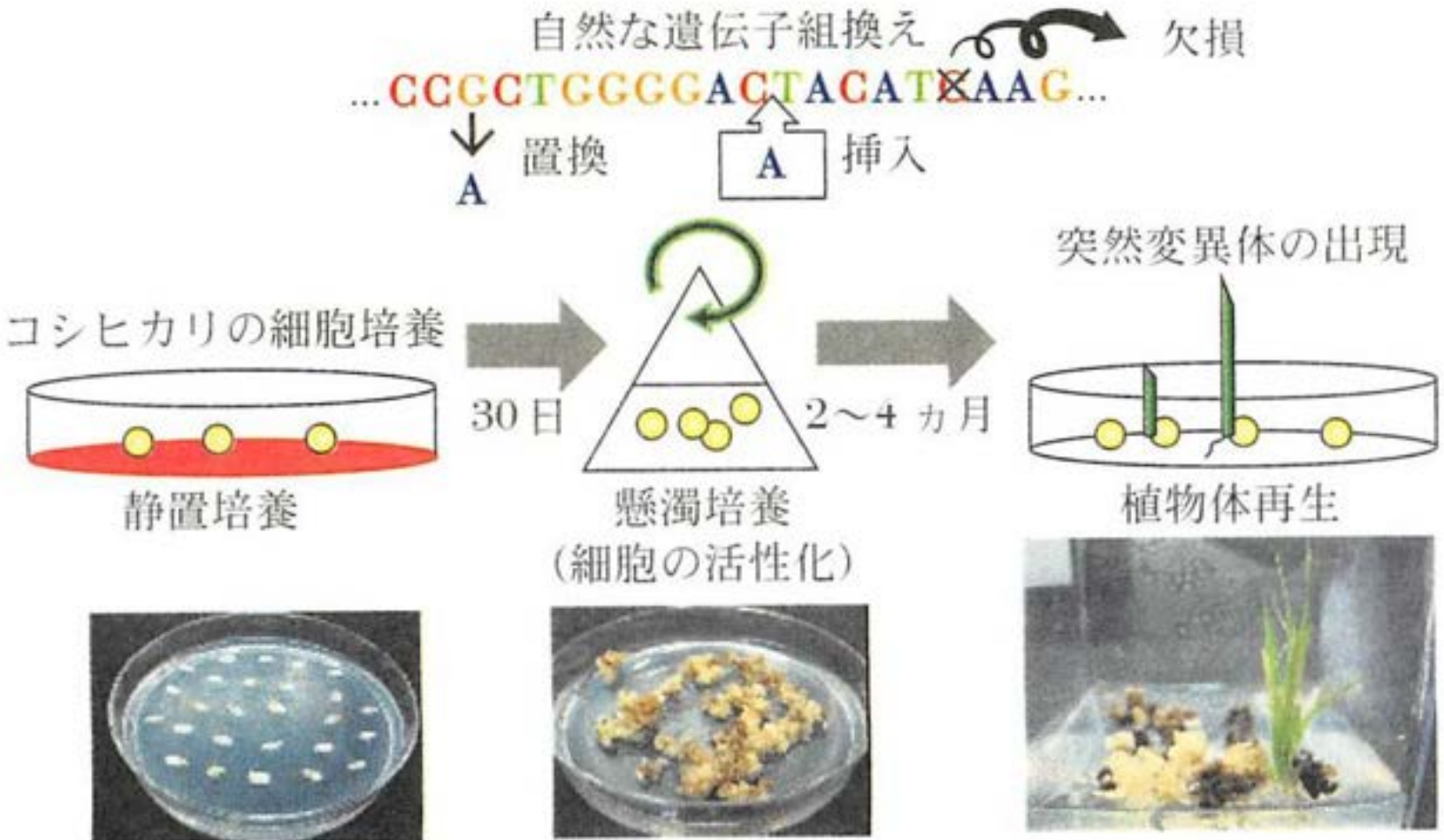
※）表示の基準となるグルテン含有量は20μg／g（=20ppm）

◆ 米は成分としてグルテンを含んでいないため、近年、米粉やその米粉を利用した商品の製造に取り組むメーカーも増加

◆ 平成29年3月29日、世界最高水準のタンパク質定量技術を活用し、グルテン含有「1ppm以下」の米粉を「ノングルテン表示」でアピールする「米粉製品の普及のための表示に関するガイドライン」を公表

◆ 日本米粉協会の発足（2017年5月）
米粉の認証制度の開始（2018年）

培養変異による高温耐性稲の作出


自然な遺伝子組換え
欠損
...CCGCTCGCGGACTACATCAAG...
置換
A
A
挿入
突然変異体の出現
コシヒカリの細胞培養
30日
2～4カ月
静置培養
懸濁培養
(細胞の活性化)
植物体再生

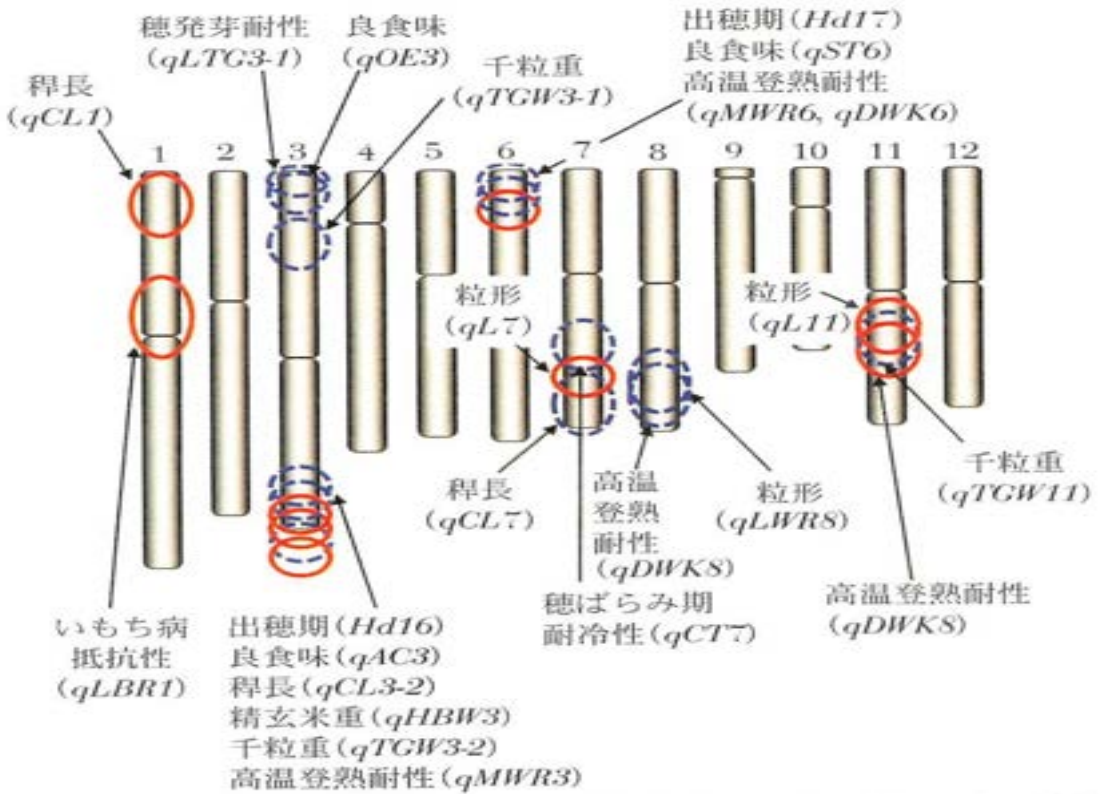
コシヒカリ培養変異体の作出 → NU1号の開発

（高温耐性稲）

高温登熟耐性コシヒカリ系統の出現率は1.5%

新潟大学・三ツ井敏明教授

イネの重要農業形質の遺伝解析



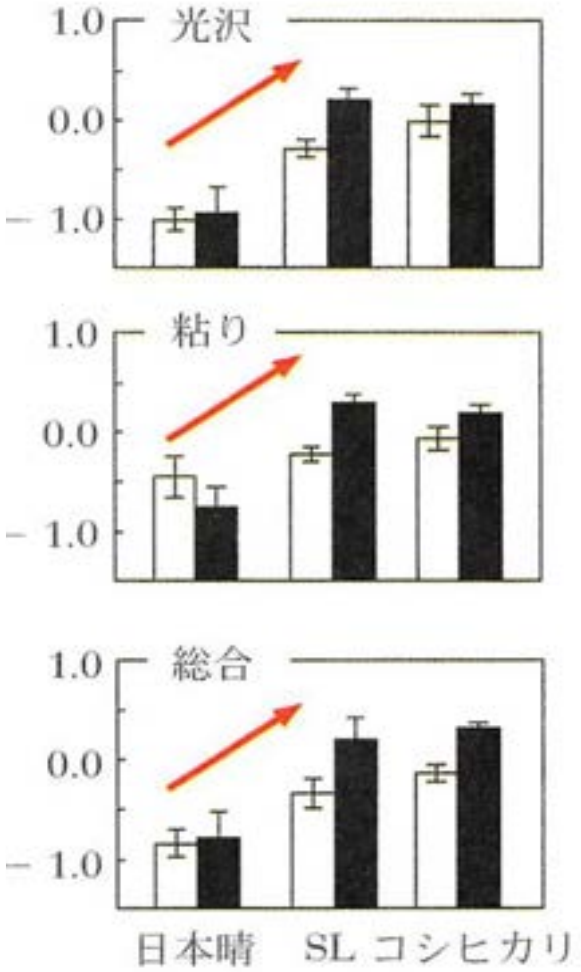
「コシヒカリ」型が形質値を改良する効果をもつQTLを点線で，「日本晴」型が形質値を改良する効果をもつQTLを実線で示す。（　）内は各QTLの名称を示す。

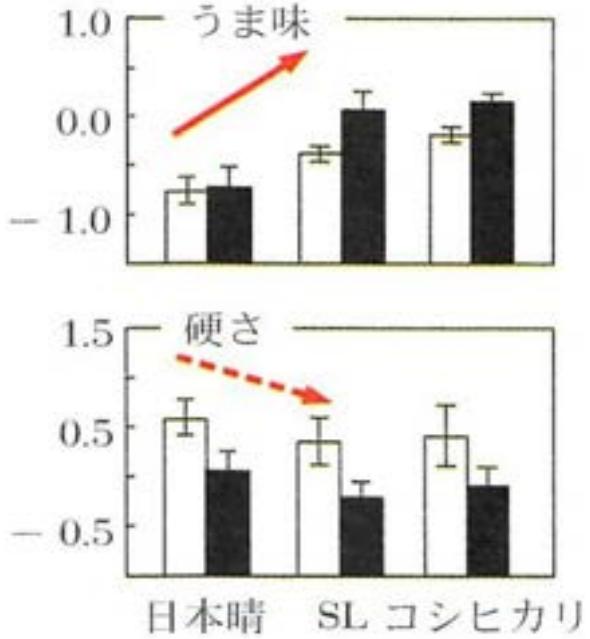
「コシヒカリ」の特徴的な農業特性を決定する遺伝子領域(QTLs)の位置

堀　清純：イネの重要農業形質の遺伝解析、「米の機能性食品化と新規利用技術・高度加工技術の開発」、㈱テクノシステム、2022年３月

DNAマーカーを活用した良食味系統の作出



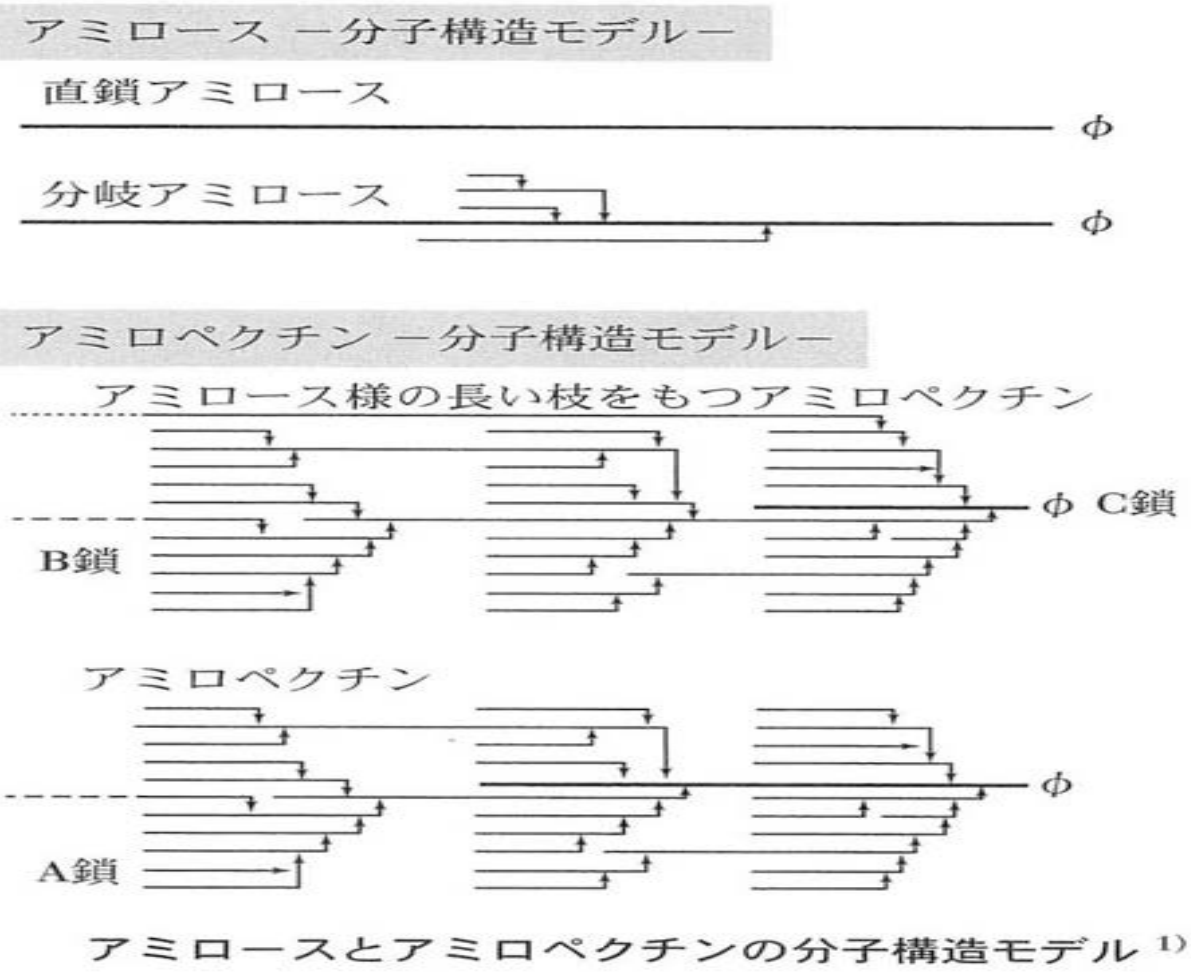




第3染色体短腕のコシヒカリの良食味遺伝子(QTLs)を導入した日本晴系統(SL)の草型、および食味の改良効果

堀　清純：イネの重要農業形質の遺伝解析、「米の機能性食品化と新規利用技術・高度加工技術の開発」、㈱テクノシステム、2022年３月

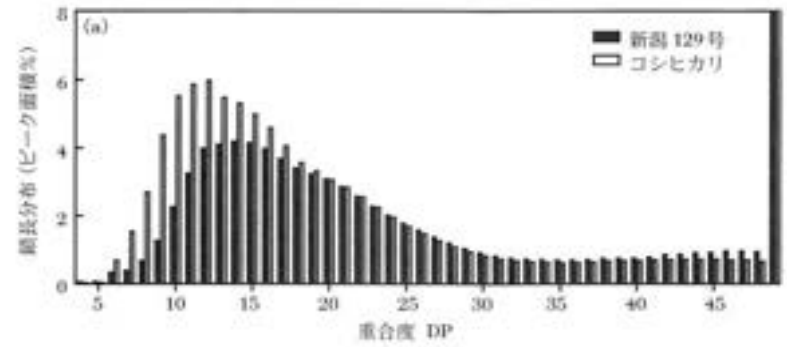
米のデンプン特性と食味、加工適性



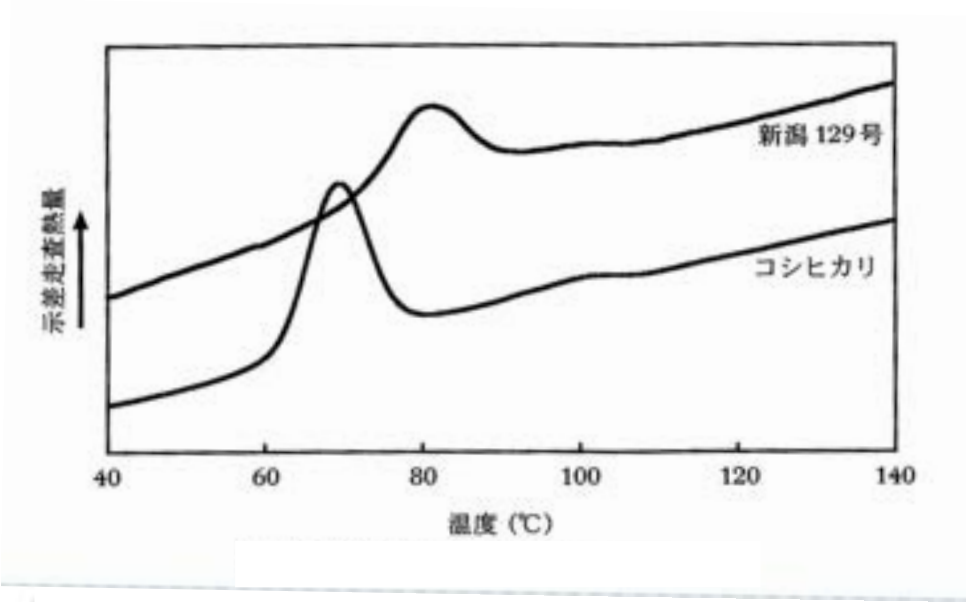
アミロースとアミロペクチンの分子構造モデル [1)]

梅本貴之：米のデンプン特性と食味、加工適性
「米の機能性食品化と新規利用技術・高度加工技術の開発」
㈱テクノシステム、2022年３月

アミロペクチン長鎖型の超硬質米のデンプン特性



新潟129号およびコシヒカリのアミロペクチン鎖長分布(a)と新潟129号とコシヒカリの鎖長の差分(b)



新潟129号とコシヒカリの糊化温度および吸熱エンタルピー（デンプンの示差走査熱量分析の結果）

超硬質米は、難消化性澱粉が多く、糖尿病予防効果が期待されている

松木順子・佐々木朋子：米でんぷんの消化性、「米の機能性食品化と新規利用技術・高度加工技術の開発」、㈱テクノシステム、2022年３月

こめ油の特徴とγ-オリザノール

１．こめ油の特徴

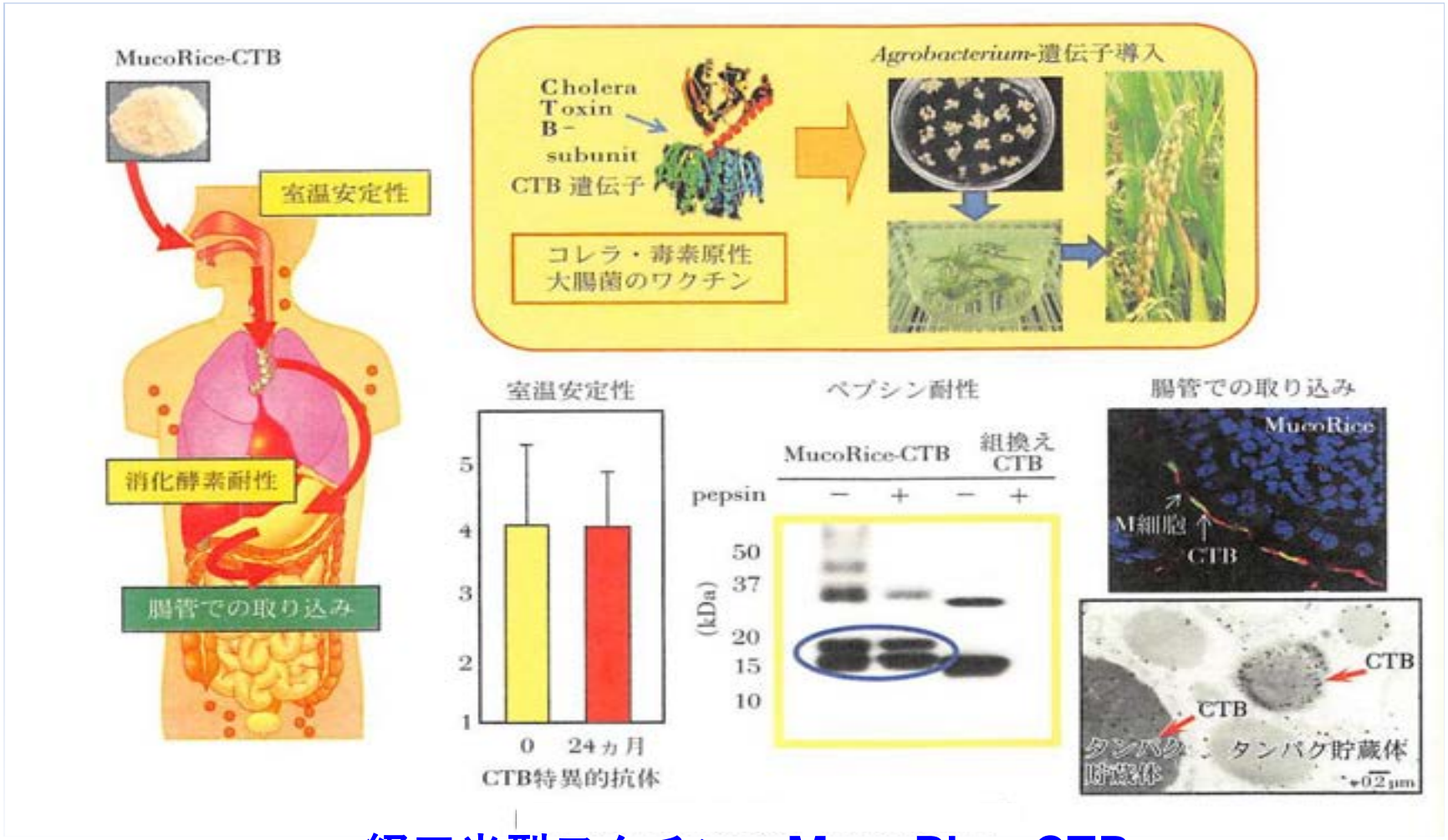
（１）風味に優れ、日本料理でよく利用される。
（２）加熱安定性、抗酸化性に優れている。
（３）中性脂質、複合脂質に加え、不けん化物として、植物ステロール、γ-オリザノール等を含む。

２．γ-オリザノールの機能性

（１）抗酸化、高血糖改善、コレステロール吸収阻害
（２）Ｉ型アレルギー抑制、インスリン抵抗性改善
（３）高脂肪食への依存の緩和、脳機能改善の可能性

澤田一恵・松木　翠・橋本博之：こめ油とその機能性成分、「米の機能性食品化と新規利用技術・高度加工技術の開発」、㈱テクノシステム、2022年３月

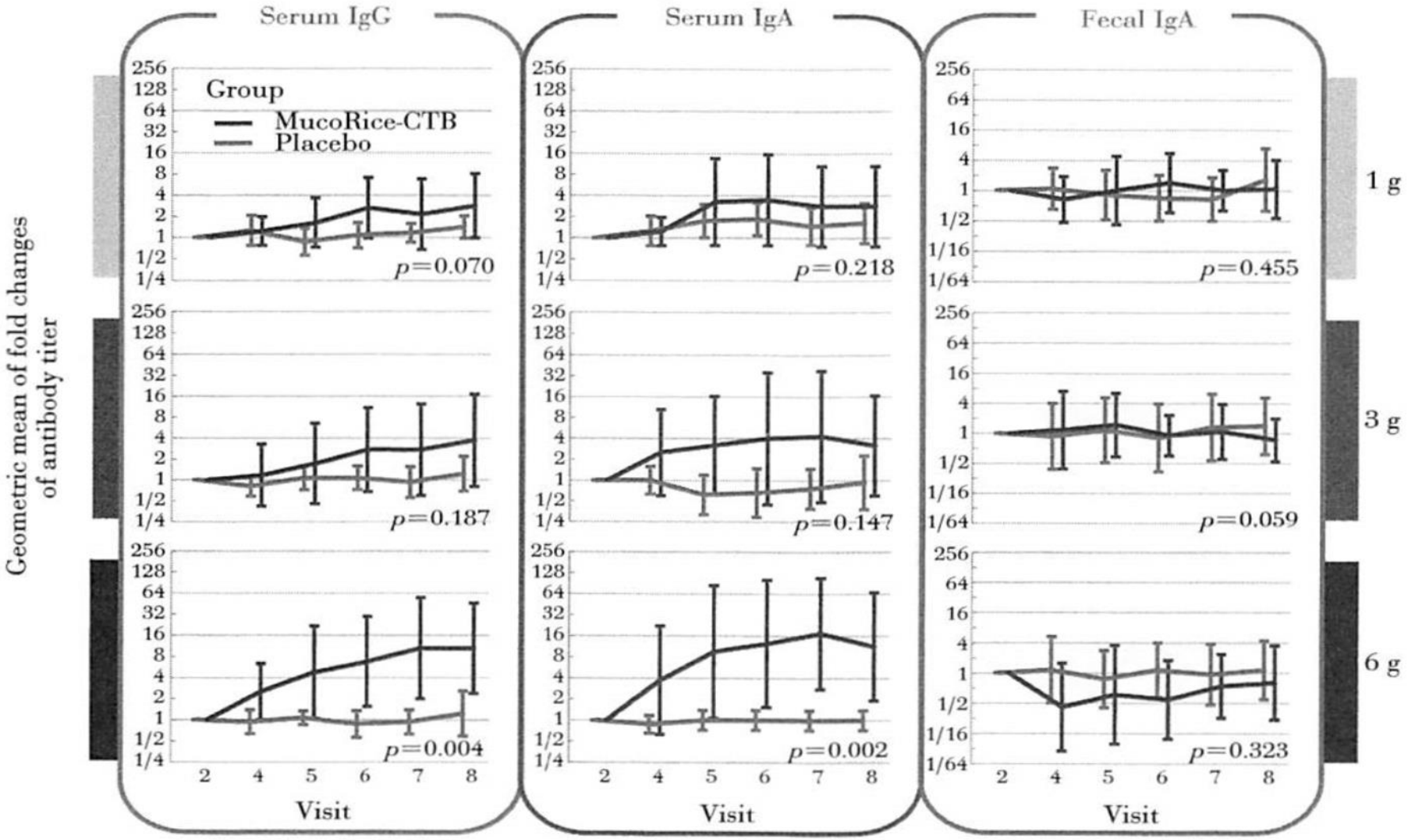
米によるコレラワクチンの開発



経口米型ワクチン、MucoRice-CTB

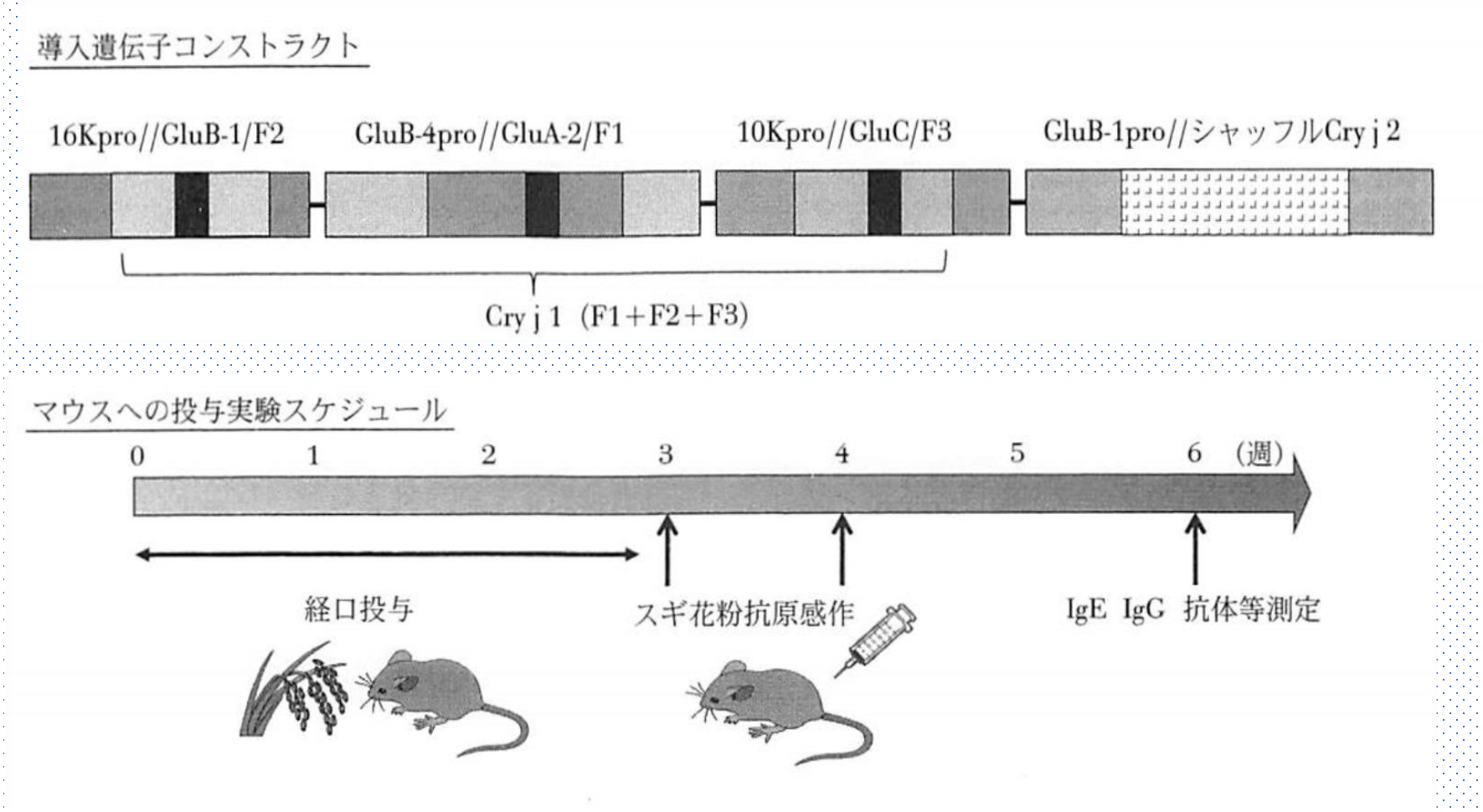
幸　義和・清野　宏：米によるコレラワクチンの開発、「米の機能性食品化と新規利用技術・高度加工技術の開発」、㈱テクノシステム、2022年３月

ヒト試験による米型ワクチンによる抗体価上昇の証明



経口MucoRice-CTBはヒトでCTB特異的免疫応答を有することが示された

スギ花粉症向け米品種の育成



高岩文雄：スギ花粉症向けの米開発、「米の機能性食品化と新規利用技術・高度加工技術の開発」、㈱テクノシステム、2022年３月

スギ花粉症向け米品種の育成（２）

スギ花粉抗原特異的 IgE および IgG 産生の抑制，症状の緩和

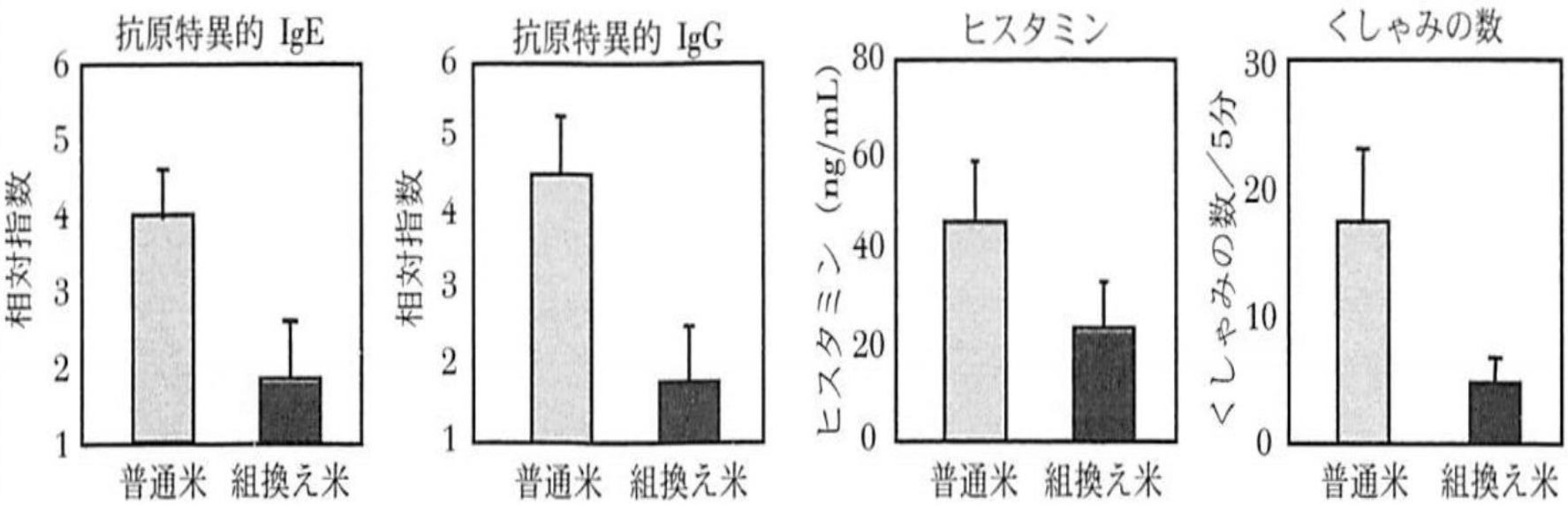
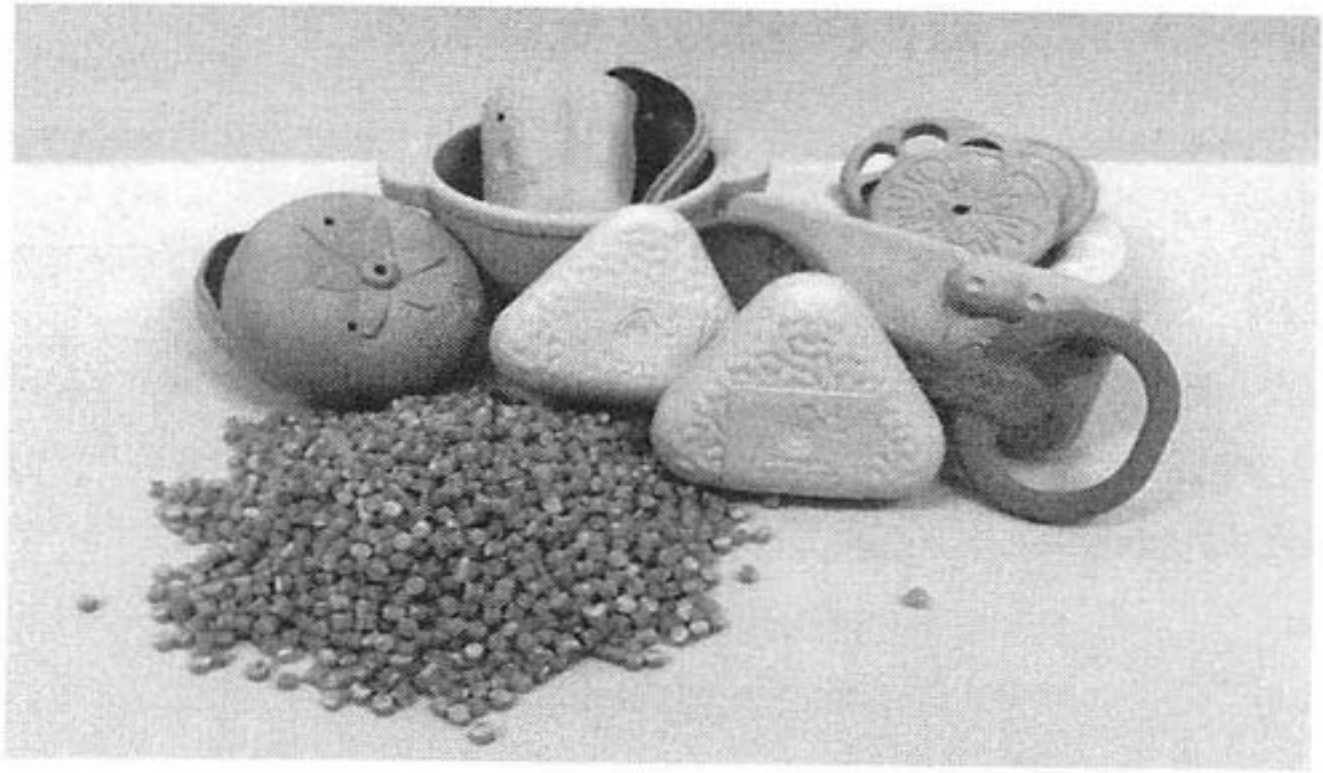


図４　立体構造を改変した Cry j 1 および Cry j 2 抗原を発現させた組換え米のモデルマウスへの経口投与によるスギ花粉抗原特異的免疫反応の抑制

高岩文雄：スギ花粉症向けの米開発、「米の機能性食品化と新規利用技術・高度加工技術の開発」、㈱テクノシステム、2022年３月

米由来のバイオマス樹脂 (ライスレジン)

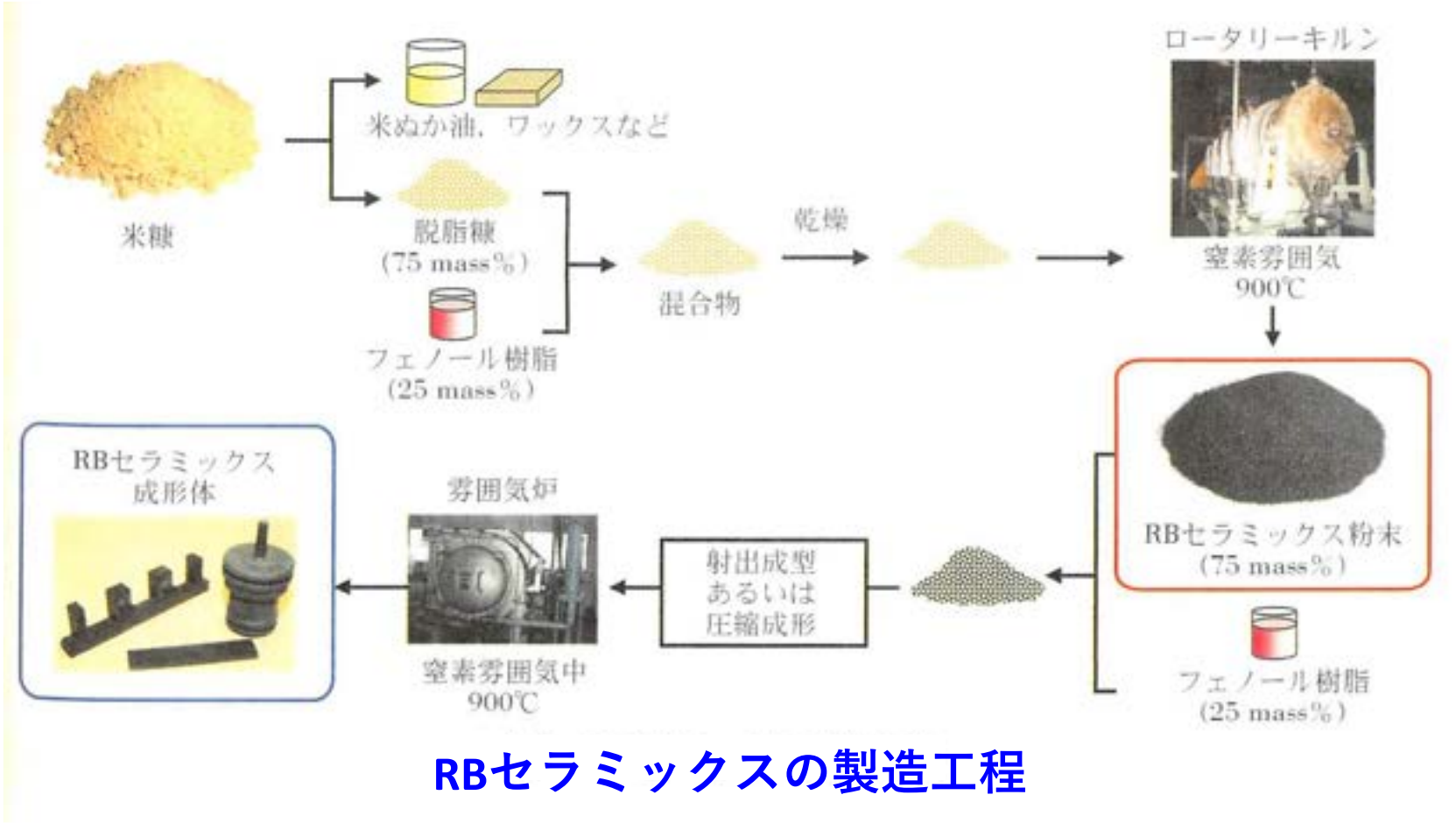


ライスレジンペレットと射出成形サンプル

低価格米を加熱押出成形等により樹脂化　→　バイオマス樹脂として活用

坂口和久：米由来のバイオマスプラスチック「ライスレジン」、「米の機能性食品化と新規利用技術・高度加工技術の開発」、㈱テクノシステム、2022年３月

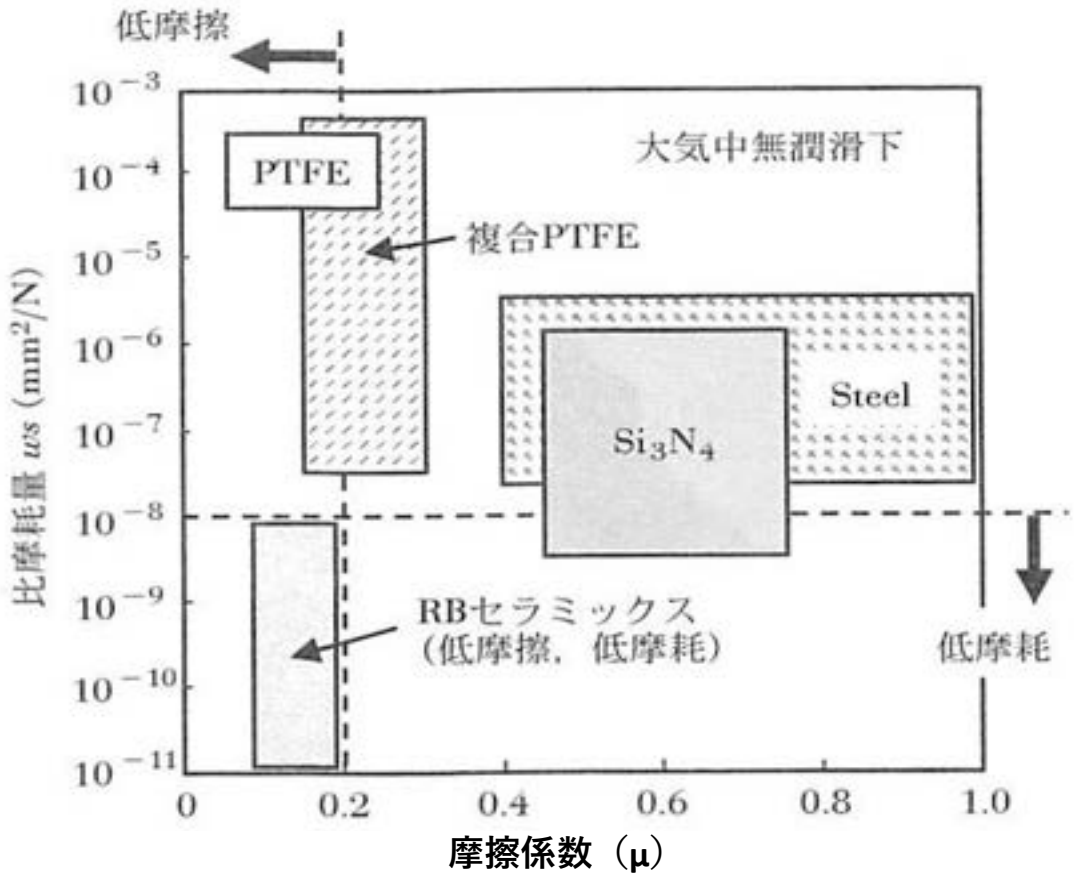
米糠を原料とする高機能炭素材料セラミックの開発と応用



RBセラミックスの製造工程

山口　健・堀切川一男：米糠を原料とする高機能炭素材料セラミックの開発と応用
「米の機能性食品化と新規利用技術・高度加工技術の開発」
㈱テクノシステム、2022年３月

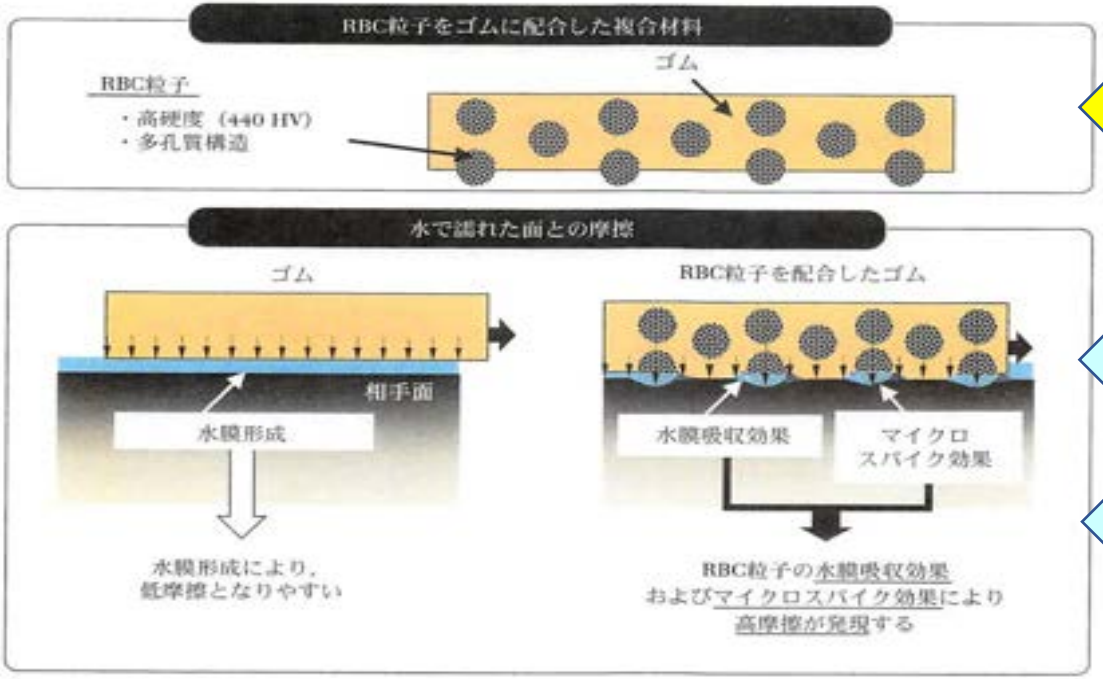
RBセラミックスおよび他の材料の大気中無潤滑下における摩擦係数と比摩耗量の関係



米糠セラミックスは、他の材料に比べ、摩擦係数が小さく、比摩耗量が極めて小さい

山口　健・堀切川一男：米糠を原料とする高機能炭素材料セラミックの開発と応用
「米の機能性食品化と新規利用技術・高度加工技術の開発」
㈱テクノシステム、2022年３月

米糠セラミックスを配合した高摩擦ゴム



RBCをゴムに配合

水膜を吸収

微細なスパイク



(a) 紳士靴　(b) メカニックシューズ　(c) 安全靴　(d) 入院患者用安全サンダル

滑りにくい
靴底

図 2　RBセラミックス粒子を配合したゴムを靴底に用いた耐滑履物

山口　健・堀切川一男：米糠を原料とする高機能炭素材料セラミックの開発と応用
「米の機能性食品化と新規利用技術・高度加工技術の開発」
㈱テクノシステム、2022年３月

本講演の内容

1．米を巡る情勢

2．日本人の食生活史

3．米の量的充足と良食味志向

4．多様な米の開発と利用

5．米と健康

6．当研究室の研究開発例

7．最後に

和食と健康

1．今日につながる養生の思想
健康とは、古代中国の食事と健康、養生訓の世界

2．栄養学を取り入れた近代の健康と食
日本の栄養学の発展、日本型食生活の特徴、和食給食と健康

3．現在とこれからの健康と食
食品成分表、食事を科学的に考える、健康のための食育事例

4．日本人の食事の健康度を検証する
健康と食品の機能性研究、日本人と米国人の食事の違い、
1975年の食事の有益性、長寿効果、エネルギーバランス

（渡邊智子・都築　毅：和食と健康、和食文化ブックレット、思文閣出版、2016年）

和食と長寿

日本人は、心臓病とがんが少なく、平均寿命が長い。

これは、肥満が少なく、赤身肉、飽和脂肪酸の摂取が少なく、魚、特にn-3不飽和脂肪酸、大豆のような植物性食品、緑茶のような非糖質飲料の摂取が多いためと思われる。

植物性食品と魚に特徴づけられる典型的な和食に、肉、乳製品などの適度な西欧化食品を加えた食事が日本人の長寿と関係があるのかもしれない。

Why has Japan become the world's most long-lived country: insights from a food and nutrition perspective
Shoichiro Tsugane: European Journal of Clinical Nutrition volume 75, pages921–928 (2021)

和食の栄養機能面での特徴

1. PFC 熱量バランス(P:13.0%, F:25.5%, C:61.5%)
2. 高炭水化物、低脂質(米など)
3. 高食物繊維(米、大豆、野菜、おいも)
4. 高ミネラル (海藻、野菜)
5. 高ビタミン (野菜、玄米)
6. 高消化性(麹菌などによる発酵食品が多い)
7. ω-3 脂肪酸が多い(水産食品、DHA 、EPA)
8. 高ポリフェノール (茶, 野菜, 大麦, 大豆)
9. 高食塩 (漬け物, 塩, 醤油)
10. Ca と Feが不足気味
11. 地中海食と比べて科学的試験結果が少ない。

Ken'ichi Ohtsubo:Rice the Symbolic Food of Japan,
American Chemical Society Fall Meeting , 2021, 8, 22, Atlanta, USA

和食における微生物による発酵の意義

1．和食に味噌、醤油、日本酒などの発酵飲食品が重要な役割を果たしている。

2．和食の食文化としての特徴の一つと言える。

3．食品素材としての風味や食感を向上させる。

4．特に麹菌（日本の「国菌」）の役割が大きい。

5．味噌、日本酒、甘酒などの健康機能性について最近研究が進みつつある。

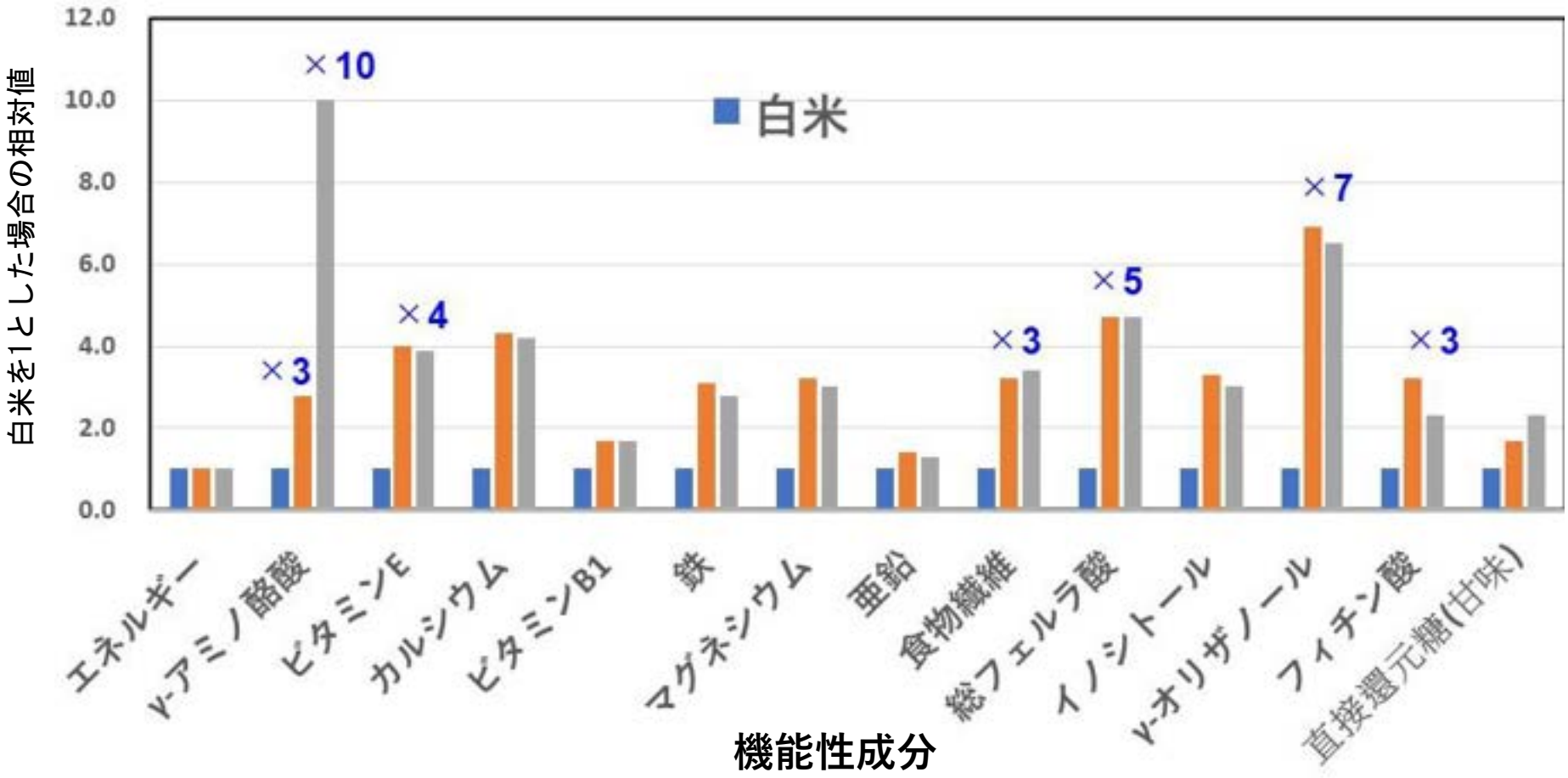
米の一般成分

食品名	エネルギー (kcal)	水分 (g)	タンパク質 (g)	脂質 (g)	炭水化物 (g)	灰分 (g)	食物繊維 (g)
玄米	350.0	15.5	6.8	2.7	73.8	1.2	3.0
半つき米	353.0	15.5	6.5	1.8	75.4	0.8	1.4
七分つき米	357.0	15.5	6.3	1.5	76.1	0.6	0.9
精白米	356.0	15.5	6.1	0.9	77.1	0.4	0.5
胚芽精米	354.0	15.5	6.5	2.0	75.3	0.7	1.3
飯（玄米）	165.0	60.0	2.8	1.0	35.6	0.6	1.4
飯（精白米）	168.0	60.0	2.5	0.3	37.1	0.1	0.3

数値は可食部100gあたりのエネルギーおよび含有量を示す

米の主成分は澱粉であり、主としてエネルギーの供給源であること、
玄米は、精米に比べて、脂質、灰分、食物繊維、ビタミンが多いことがわかる。
玄米の炊飯米は、精米の炊飯米に比べ、食物繊維含量 (4.7倍),
脂質 (3.3倍), 灰分 (6.0倍), タンパク質 (1.1倍)を示し、炭水化物 (0.96 倍),
エネルギー (0.98 倍)とやや低い値を示す。

玄米・発芽玄米の機能性成分



白米を1とした場合の相対値として、玄米および発芽玄米は、ビタミンE（約4倍）、食物繊維（約3倍）、総フェルラ酸（約5倍）、脳機能の賦活化が報告されているγ-オリザノール（約7倍）、フィチン酸（約3倍）、GABA（玄米3倍、発芽玄米10倍）という多くの機能性成分を含有する。



メディカルライス協会の設立

（2019年5月）

米の機能性が人の健康に与する研究
米の機能性に関する情報発信
メディカルライスの基準の策定、並びに国際的標準化の推進
メディカルライス認証制度の構築
メディカルライスを活用した新しい食品、料理の開発
研究助成金の授与
その他当法人の目的を達成するため必要な事業



渡邊理事長



メディカルライス協会の未病対策

玄米食の機能性

腸内環境を調整
腸内細菌と共生
自然免疫力を保つ
短鎖脂肪酸で代謝調整
口腔・歯を健康に
抗酸化力で細胞保護

未病状態から健康に戻る生き方

メタボのヒトにメディカル有機玄米
腎臓の悪いヒトにメディカル低タンパク質玄米
血糖の高いヒトにメディカル低GI玄米
脳機能の維持にメディカル胚芽玄米

複雑系の食品

セリアック病にメディカル玄米粉パン・パスタ





複雑系の人間

複雑系の
健康事象



（メディカルライス協会・渡邊　昌）

本講演の内容

1．米を巡る情勢

2．日本人の食生活史

3．米の量的充足と良食味志向

4．多様な米の開発と利用

5．米と健康

6．当研究室の研究開発例

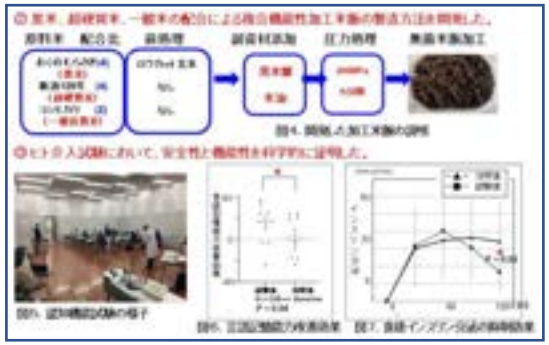
7．最後に

当研究室における米の健康機能に関する研究例

1. 発芽玄米（栄養機能性成分が豊富）
2. 巨大胚芽米（高血圧予防、血糖上昇抑制）
3. 色素米（抗酸化性の強い黒米、赤米）
4. 高アミロース米（肥満・糖尿病の予防）
5. 超硬質米（低吸油性、血糖上昇抑制）
6. 黒米・超硬質米（糖尿病・認知症複合予防）
7. メディカルライス協会に参加







各種の新形質米の機能性で健康維持増進！

各種の新形質米の特徴と利用用途

品種例	特徴	推奨用途
一般米（コシヒカリ等）	米飯食味が良好	白飯
色素米（赤米、黒米）	ポリフェノールが多い	抗酸化食品
高アミロース米	物性が硬く、粘りが少ない	低GI食品
巨大胚芽米	GABA、ビタミンE等が多い	発芽玄米
超硬質米(ちくし粉85号)	難消化性澱粉が多い	低GI食品
蛋白質変異米（春陽）	プロラミンが多い	腎臓病向け

巨大胚芽米

胚芽は、タンパク質、脂肪、ビタミン、ミネラルに富む

特にビタミンB1、E、GABAが豊富

胚芽の大きさが
通常品種の
２～３倍



＝＝

栄養素が豊富

GABAとは

γ-アミノ酪酸の略称
（Gamma-AminoButyric Acid）

主に抑制性の神経伝達物質
血圧上昇抑制効果
ストレス軽減作用

胚芽飯、栄養食品として利用可能

発芽玄米の機能性に関するヒト試験



通常のパックライス（対照）

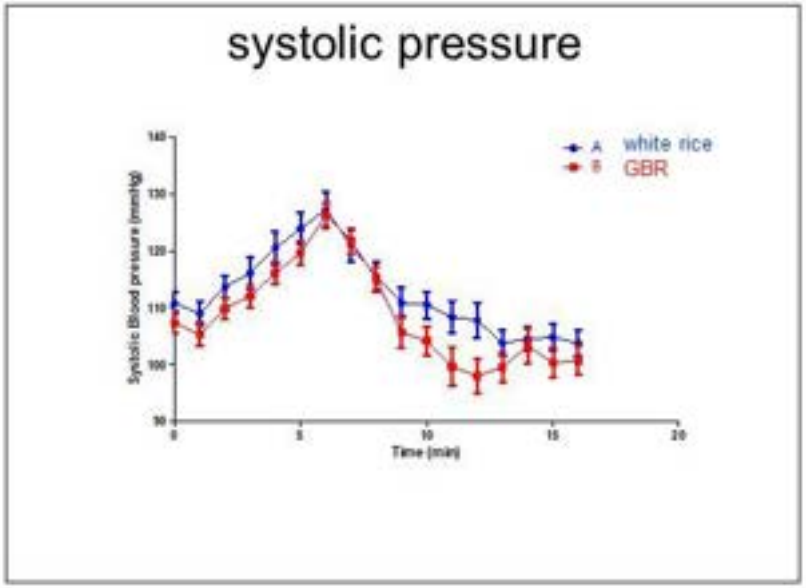


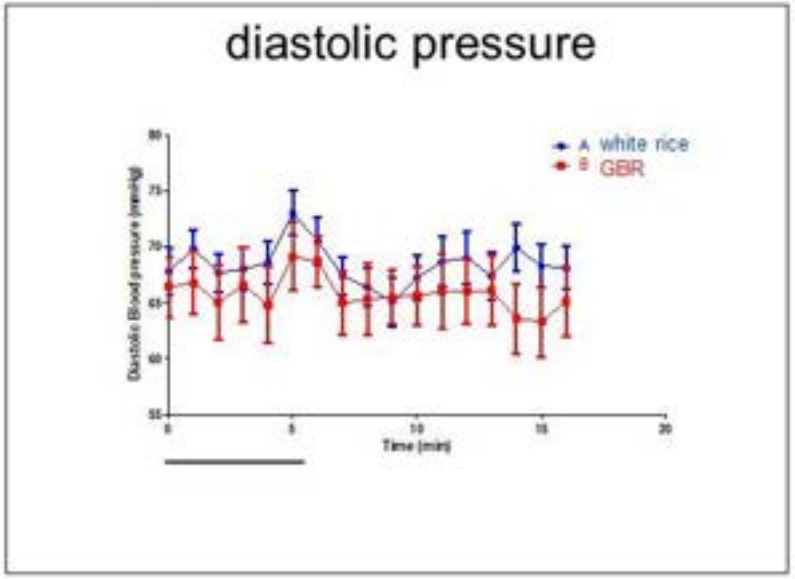
発芽玄米混合パックライス(50%)
(巨大胚芽米)

巨大胚芽米を発芽玄米として５０％配合したパックライスによるヒト試験を実施し、食後血糖値及び血圧を測定した。

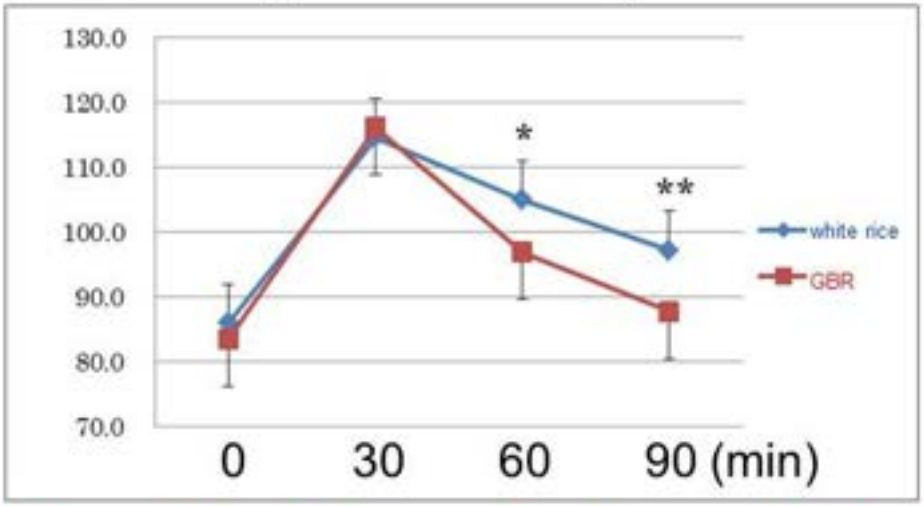
渡辺賢一ほか, 新潟医学会誌, 129, 199-209, 2015.

摂食後の血圧測定結果

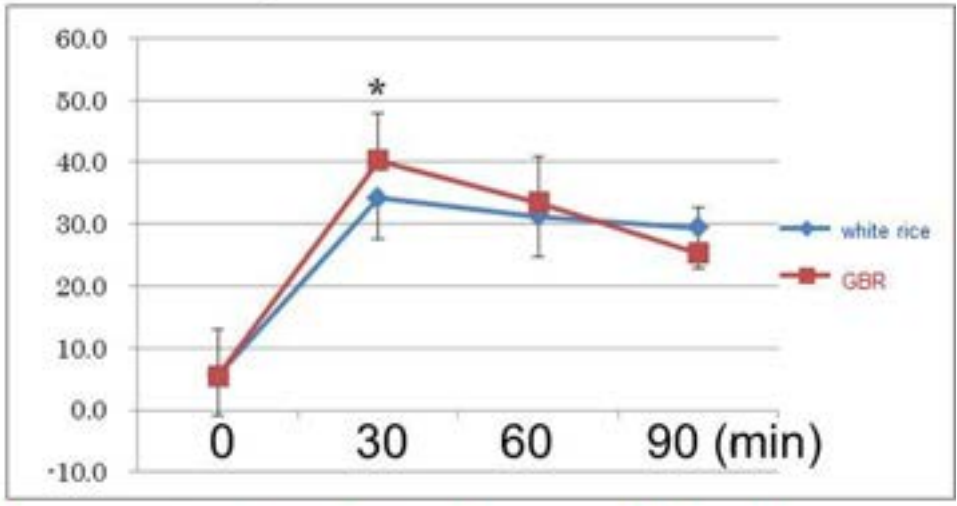




食後血糖値



食後血中インスリン濃度



発芽玄米は、食後血糖値および食後血圧を低下させる効果が認められた

有色素米



■糠層にタンニン系もしくはアントシアニン系の色素を含み、
ポリフェノール含量が高く、抗酸化能が強い。

■ビタミン（B群、E）、ミネラル（Fe, Ca, Mgなど）を多く含む。

■様々な機能性が報告され、最近は「Super Food」の一つとされている。



新潟県で開発された有色素米



・**赤うるち米『紅更紗』**
赤褐色褐色の果皮を持つ粳米。タンニン系の色素を利用した玄米米や玄米粥、玄米茶、米菓などの利用が期待される。



・**香り赤もち米『紅香』**
果皮が赤褐色を呈する赤もち米で、「はぎのかおり」に由来する香りを持つ。
単品あるいはブレンド用としてもち加工に用いるほか、景観始原用稲としての利用も期待される。



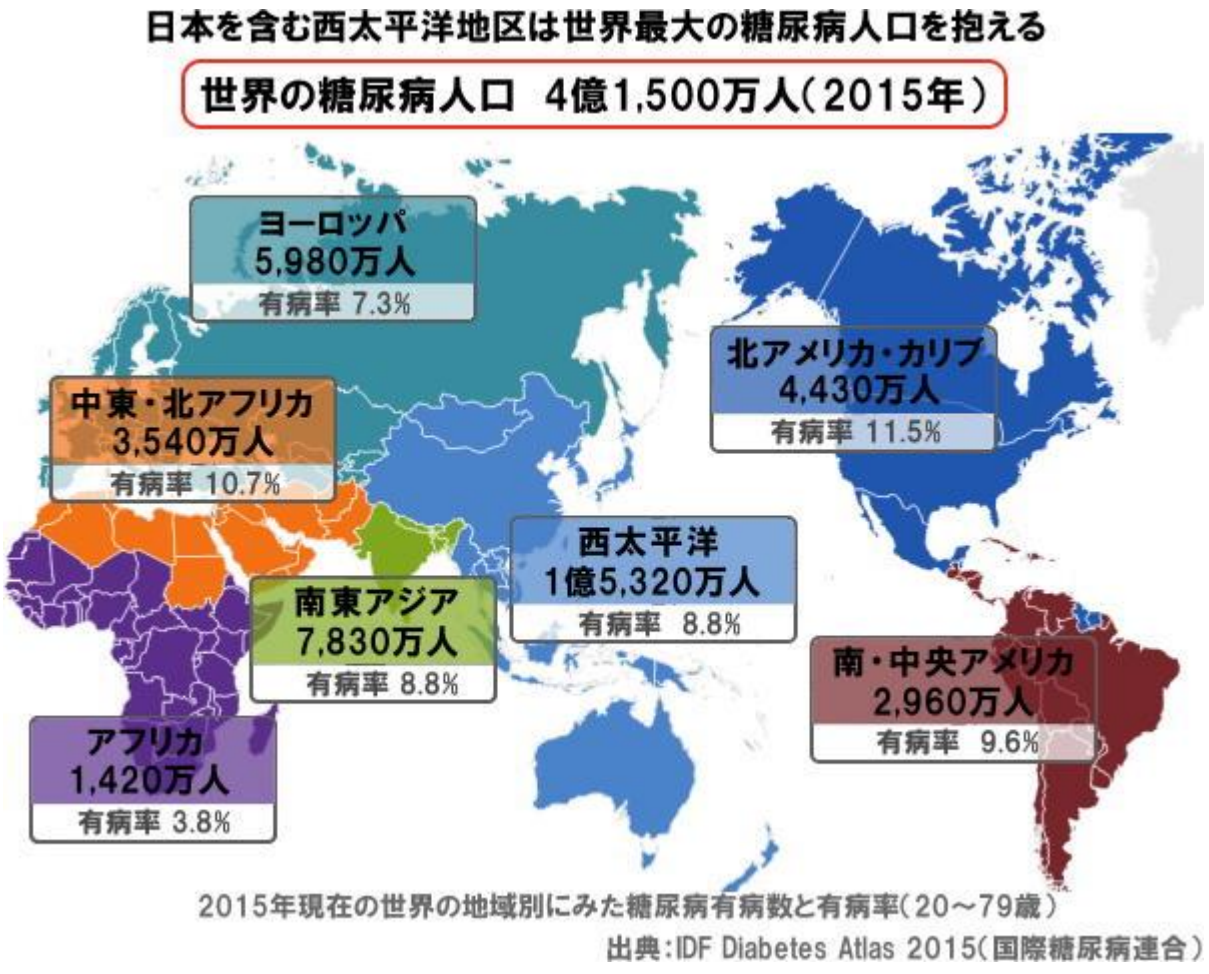
・**紫黒もち米『紫宝』**
紫黒色の果皮を持つもち米。アントシアニン系の色素を利用した赤飯、玄米粥、赤餅、赤酒、水あめ。米菓など多種多様な加工原料に向く。

有色素米に期待される機能性

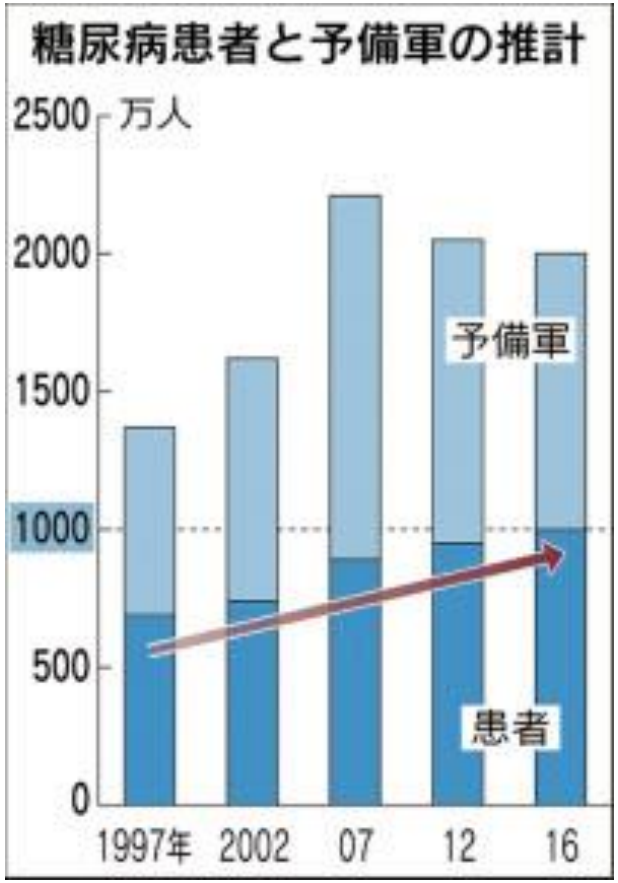
1. 心臓病の予防（血中総コレステロール、LDL、総トリグリセライド減少→動脈硬化、心筋梗塞予防）
2. 高血圧の予防（アントシアニンの抗酸化性）
3. 消化性改善、便秘改善（高食物繊維による効果）
4. 抗炎症効果、抗アレルギー効果（皮膚炎や鼻炎の抑制、ヒスタミン分泌抑制、IL4発現の抑制など）
5. 解毒作用（抗酸化、肝臓保護、高脂血症や食事性高血糖の防止など）
6. 糖尿病予防（肝機能改善→インスリン抵抗性抑制）
7. その他（視力改善、体重減少、がん成長抑制など）

Black Rice: U.K.S. Kushwaha, Springer, 2016

世界および日本における糖尿病人口



日本における

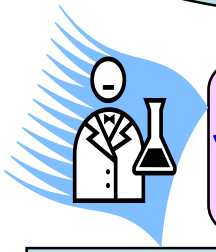


(厚生労働省調査)

糖尿病発症予防のための米加工品の特性評価および臨床試験

新潟大・食総研・キユーピー研・幾央大・慈恵医大

1900万人の予備軍を糖尿病発症から守る食品が必要



食品評価利用技術 ＋ 科学的根拠



各種の高アミロース米

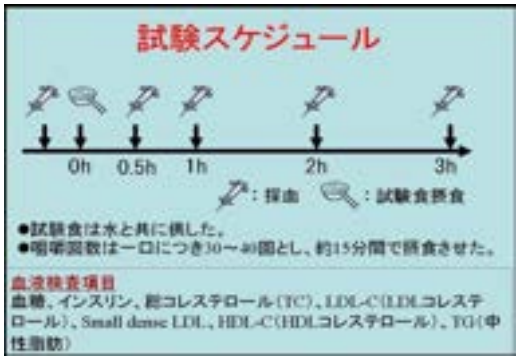


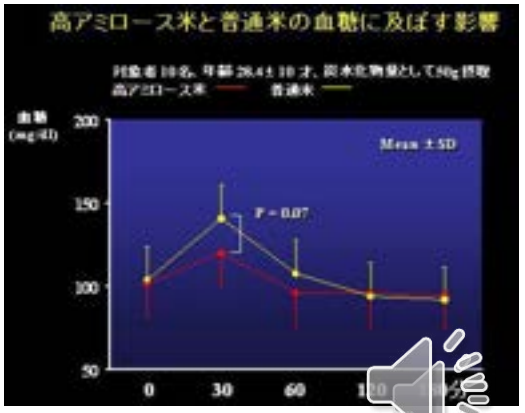
各種の調理・加工



有効性
良食味

機能性
安全性



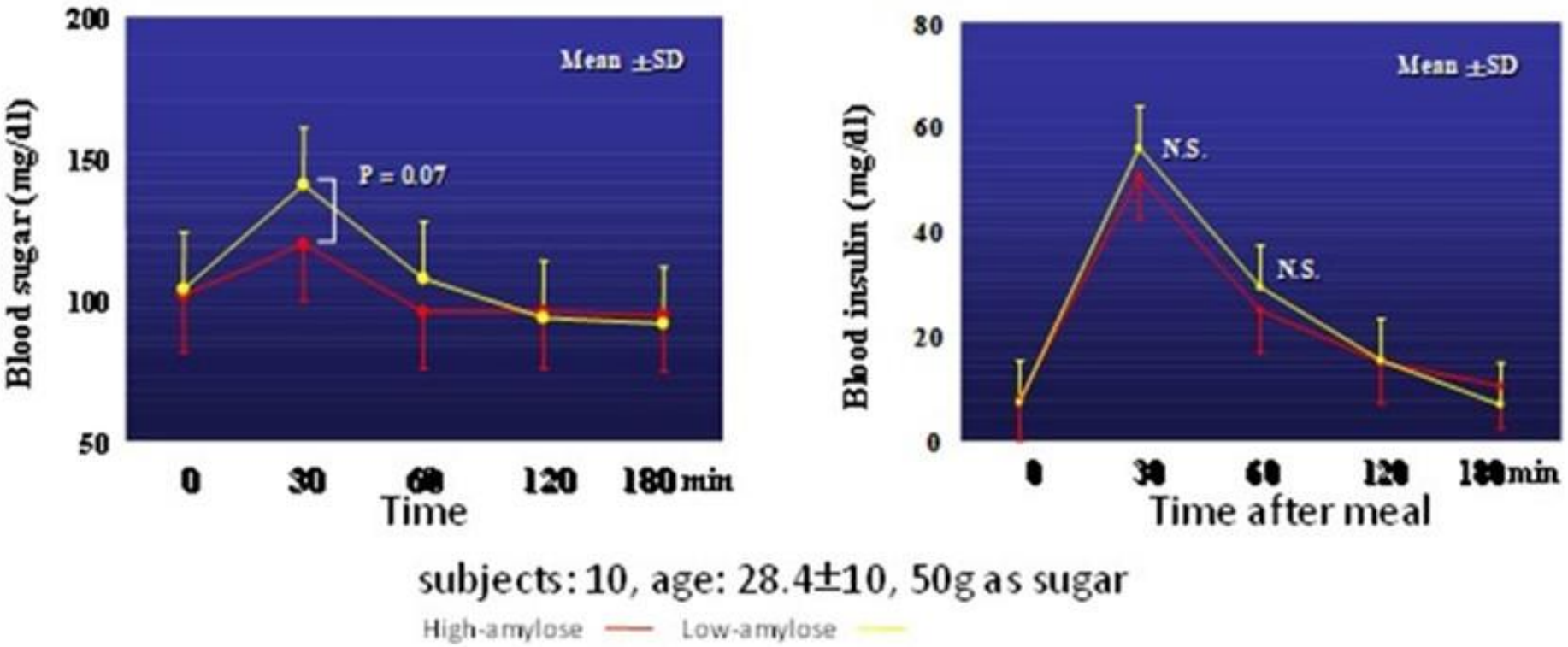


糖尿病発症予防

大坪研一ほか4名：硬質米と糖尿病発症予防，食品工業，53(14)，46-51(2010)

摂食後の血糖値、インシュリンの比較

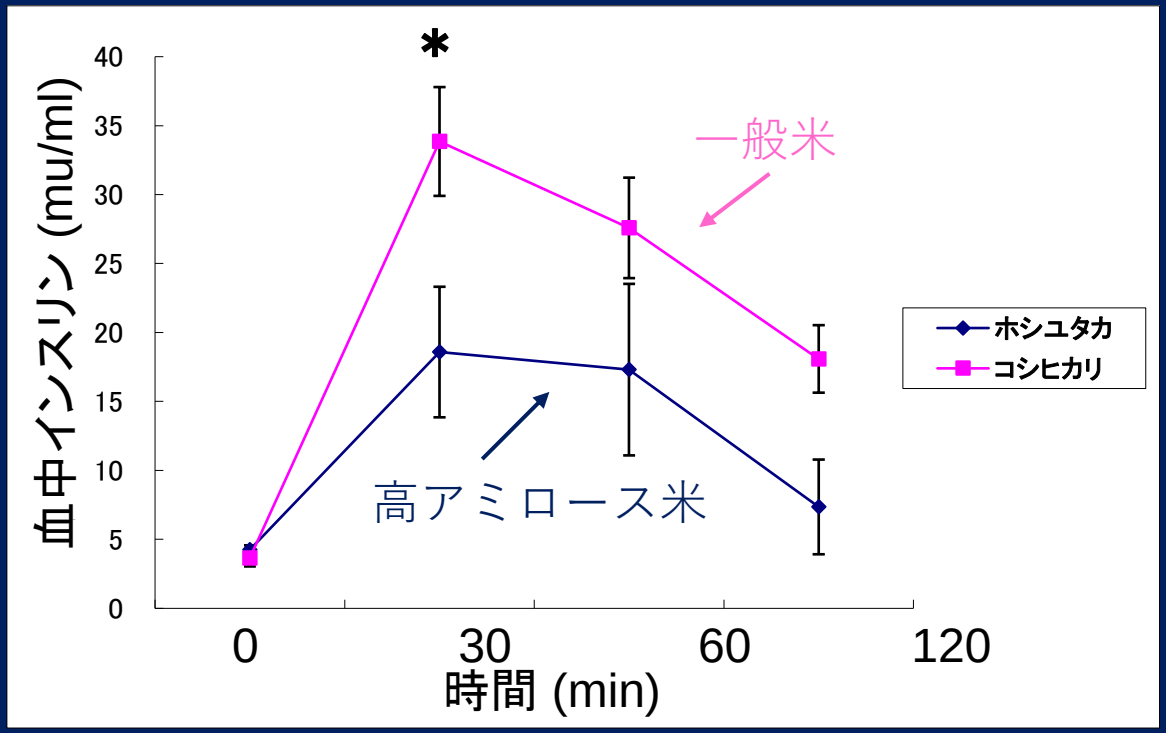
（慈恵医大・キユーピー）



高アミロース米の米飯摂食後の血糖値は一般米の場合より有意に低かった。

Ohtsubo K., et al.: Possibility of Diabetes Prevention by High-amylose Rice and Super Hard Rice, *J. Diabetes Obes*., 3(1), 1-8 (2016).

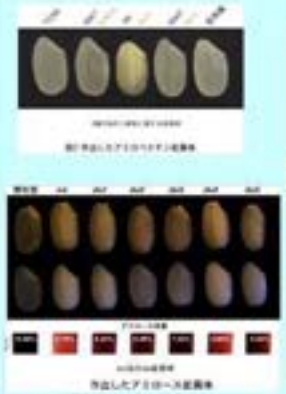
食後血中インスリン濃度の変化

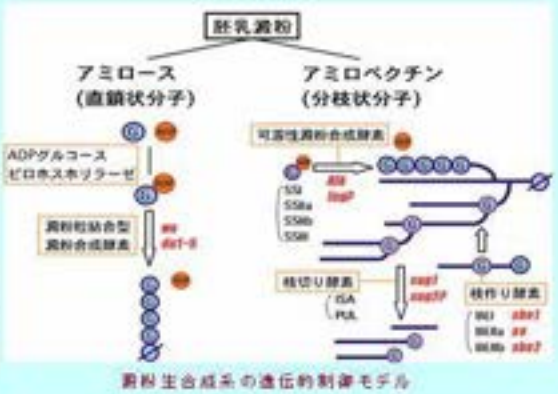


一般米に比べ、高アミロースの硬質米を、炊飯後2時間経過の老化米飯として餌料とすることにより、ネズミの食後血中インスリン濃度は顕著に抑制された。

農水省の「超硬質米」共同研究プロジェクト

化学的突然変異による開発

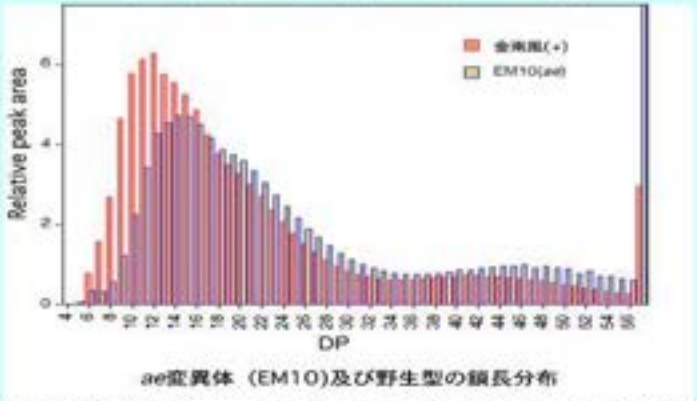




澱粉生合成系の遺伝的制御モデル

MNU処理で各種の澱粉変異系統が得られる

超硬質米の澱粉の分子構造

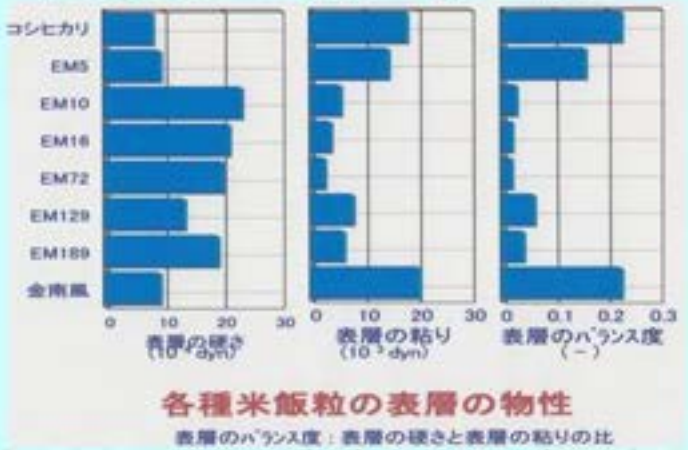


ae変異体（EM10）及び野生型の鎖長分布

図36 枝作り酵素に関する変異体の澱粉特性の解析

超硬質米はｱﾐﾛﾍﾟｸﾁﾝ短鎖が少なく、長鎖が多い

超硬質米の米飯の物理特性



各種米飯粒の表層の物性

表層のﾊﾞﾗﾝｽ度：表層の硬さと表層の粘りの比

超硬質米は、米飯がきわめて硬く、粘りが弱い

超硬質米の難糊化性

DSC測定法によるBE変異デンプンの熱糊化特性

系統	糊化開始温度 To (℃)	糊化ピーク温度 Tp (℃)	糊化終了温度 Tc (℃)	糊化熱量 ΔH(mJ/mg)
T65(通常型)	52.7	61.3	70.3	6.5398
*Sbe1*欠	49.8▼	58.6▼	66.9▼	4.6745▼
*BEIIa*欠	55.6▲	64.0▲	73.4▲	6.8726▲
超硬質米	65.8▲	76.9▲	85.5▲	6.1998▲
金南風(通常型)	55.9	63.6	72.2	5.7708

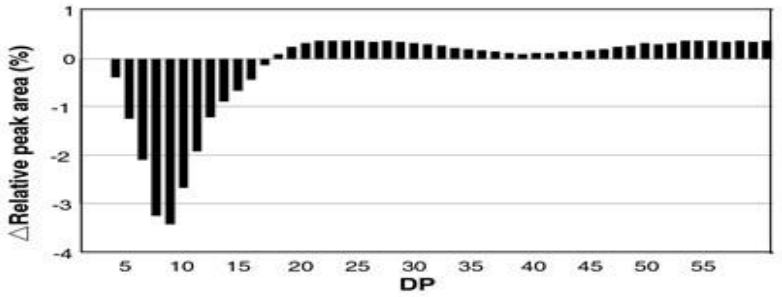
▲ :著しく増加　▼ :著しく減少

▲ :増加　▼ :減少

各種の超硬質米とも、きわめて糊化しにくい



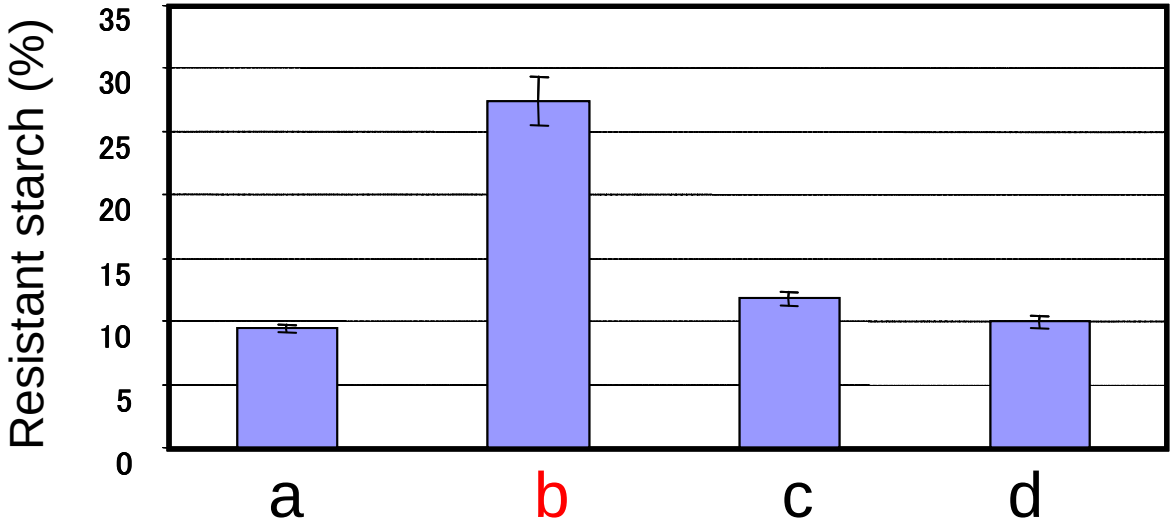
枝作り酵素に関する変異体



超硬質米は澱粉分子の構造が特異

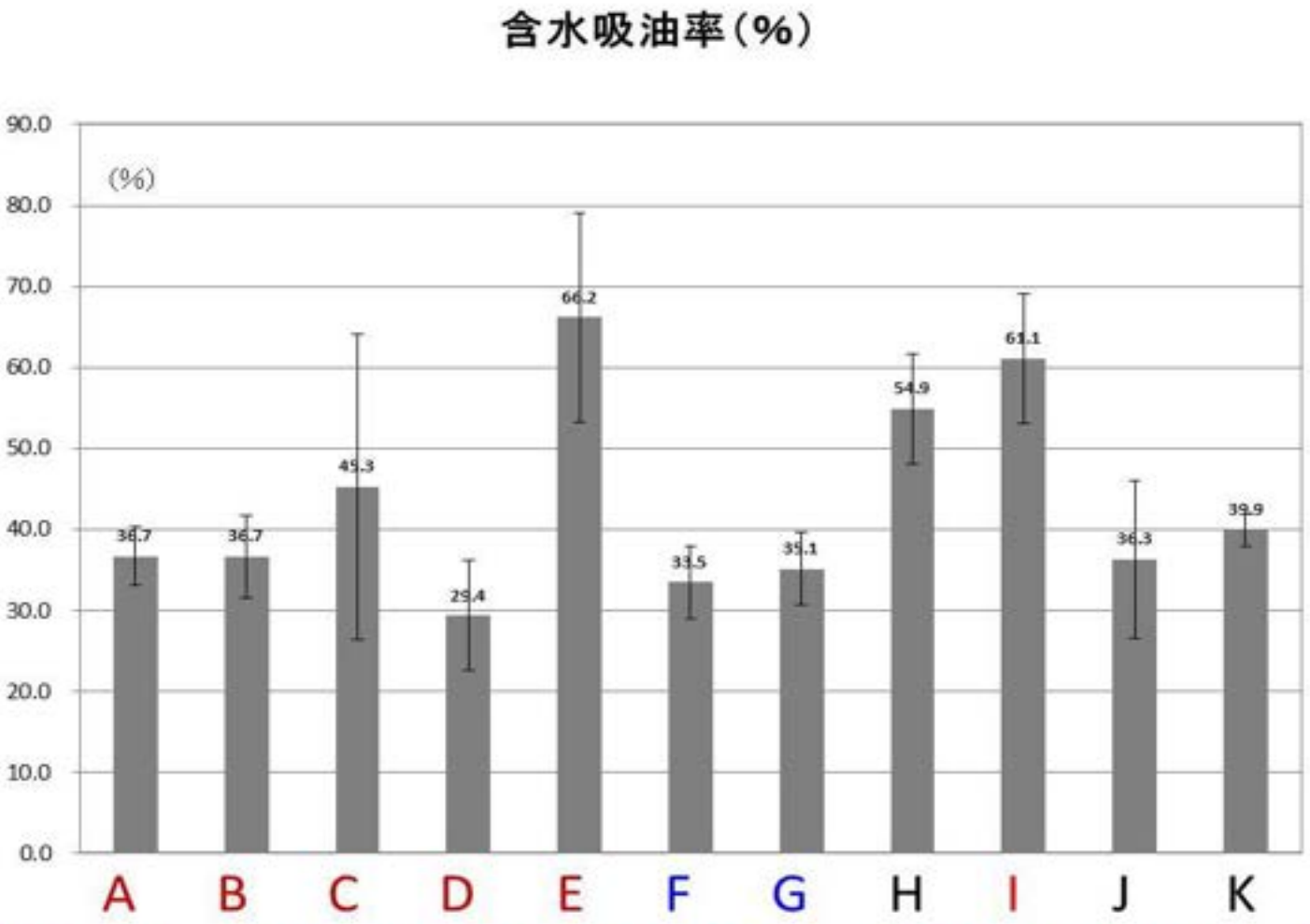
デンプンの分子構造

アミロペクチンの短鎖が少なく、中長鎖が多い



超硬質米の難消化性デンプン含量

a: 小麦, b: 超硬質米・EM10, c: 高アミロース米, d: 低アミロース米



A: こしのめんじまん（UDY） B: ホシユタカ（UDY） C: コシヒカリ（UDY） D: EM10（UDY）
E: こがねもち（UDY） F: コシヒカリ（静岡製機） G: こしのめんじまん（静岡製機）
H: 市販米粉A I: 薄力粉 J: 市販米粉B K: 市販米粉C

各種米粉および小麦粉の含水吸油率

S. Nakamura and K. Ohtsubo: *Biosci. Biotechnol. Biochem*., 74, 2484-2489, 2010

A1－2 米加工品の試作
パンの加工品のRS含量とGI値

新潟県農総研食品研究センター
赤石隆一郎、野呂 渉ほか

○米粉85%配合したフランスパンを製造



ラスクの製造 → 90℃30分素焼き

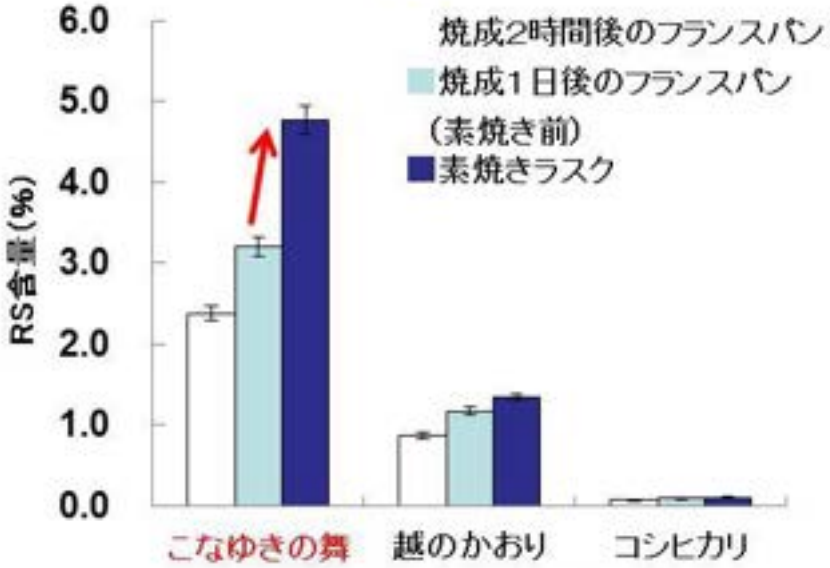


図 フランスパン及びラスクのRS含量

GI値測定 n=9

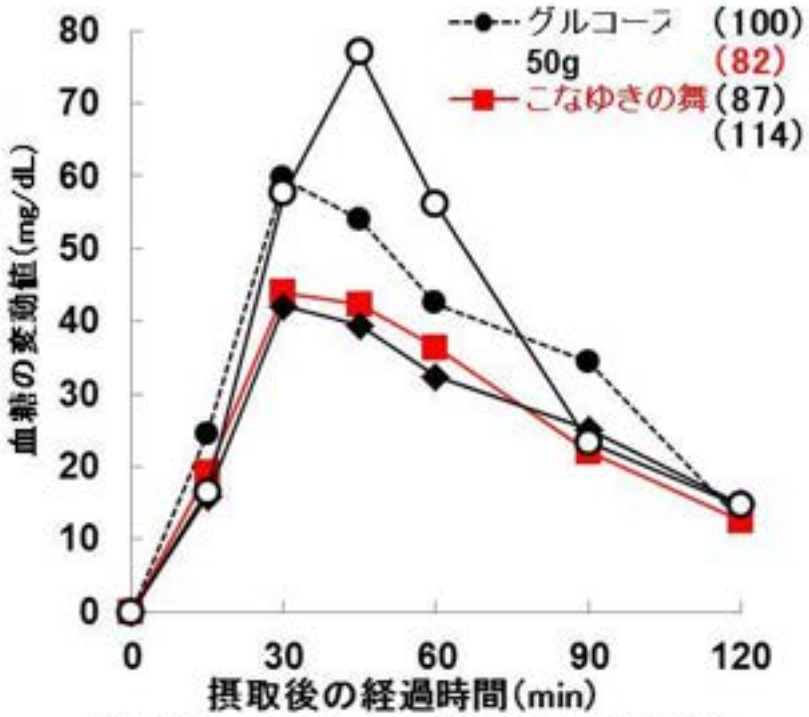
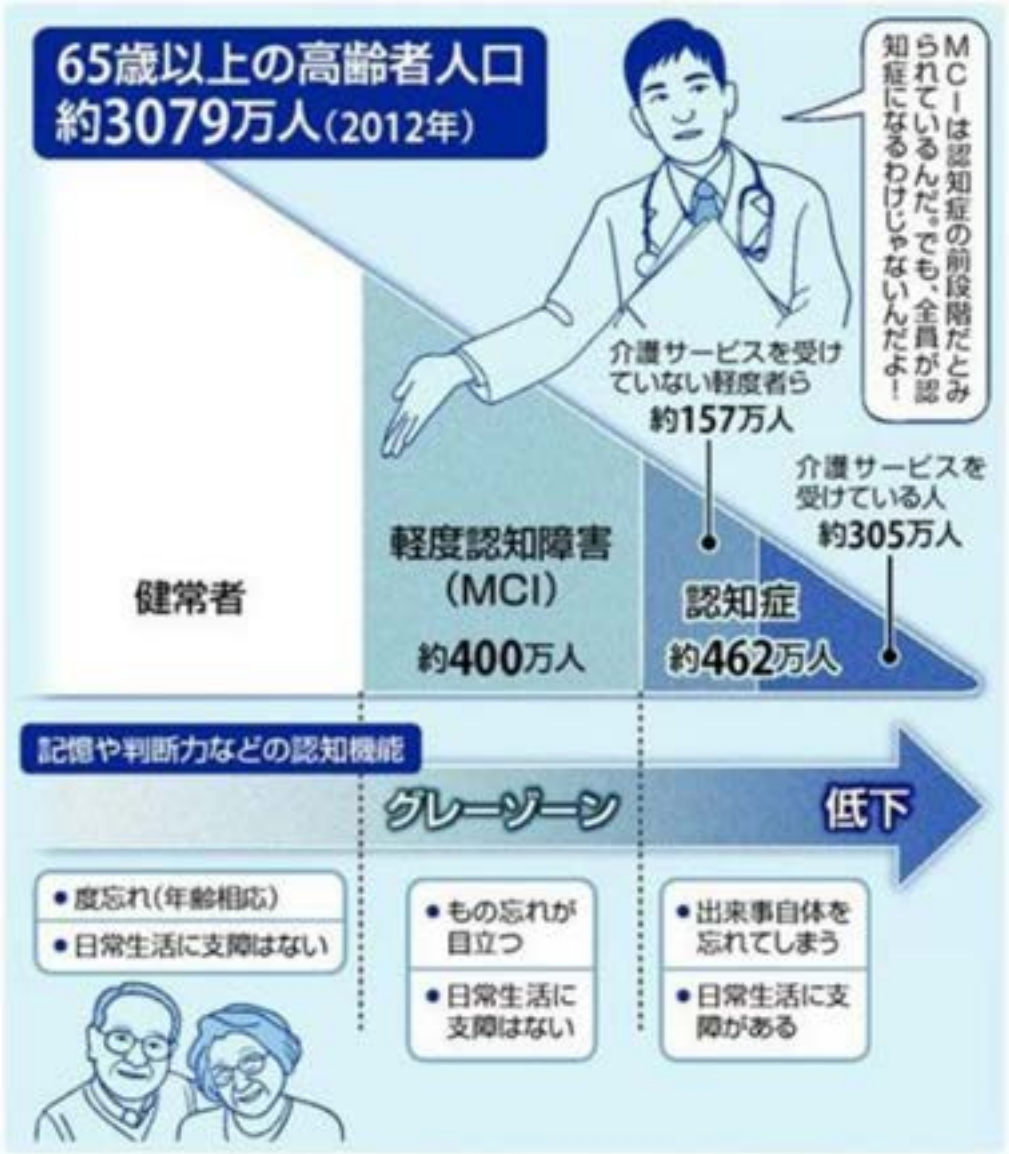
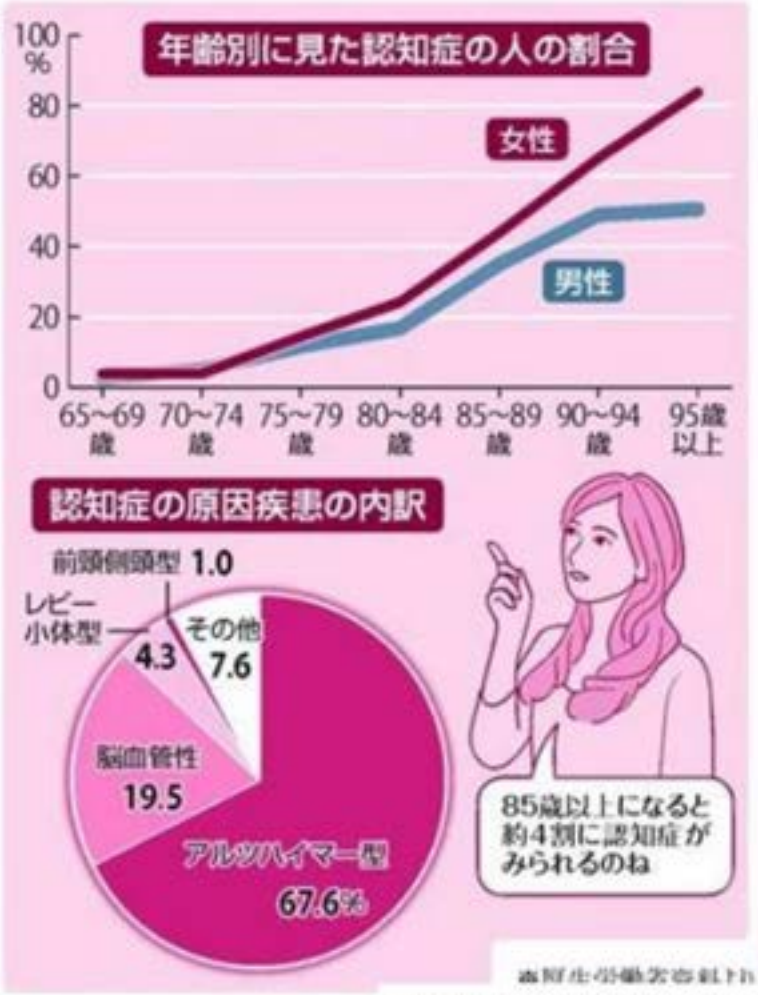


図 フランスパン摂取後の血糖値の変化
()の数値はGI値

○「こなゆきの舞」のフランスパンは、ラスクに加工することでRS含量がさらに増加した。
○「こなゆきの舞」のフランスパンは、「コシヒカリ」に比べ、食後の血糖値上昇が緩やかでGI値が低い傾向を示した。

増加する認知症患者数



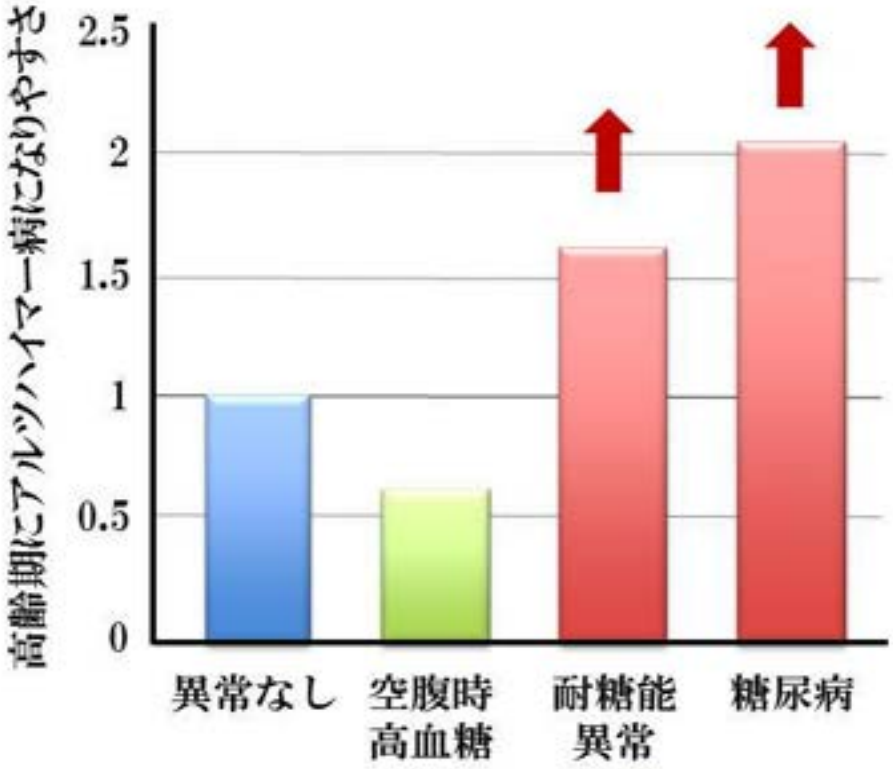


厚生労働省資料より

生活習慣(病)とアルツハイマー病の関連

最近，糖尿病とアルツハイマー病の深い関係が注目されています。中年期に糖尿病があると，将来アルツハイマー病になるリスクが高くなります。





75gブドウ糖負荷試験の結果

久山町研究
Neurology 2011

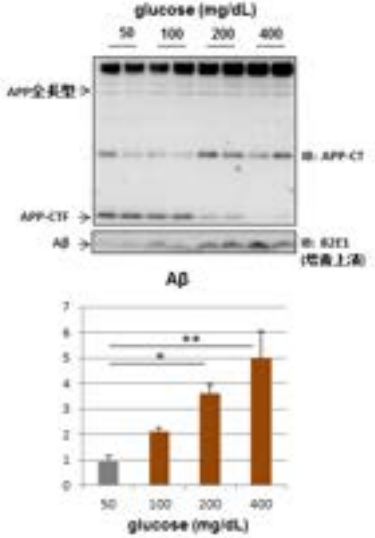
（池内　健教授：新潟大・脳研究所）原図

内閣府SIP　認知症予防効果の期待される米飯及び米加工食品の開発

認知症の科学的解明 → **有望素材の探索** → **新評価方法の開発** → **加工食品の開発と動物試験の開始**

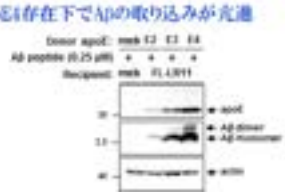
高血糖によるアミロイドβ産生亢進
高インスリンによるアミロイドβ産生亢進
GABAによる神経細胞興奮抑制効果
脂質がアミロイドβ産生に及ぼす影響

➢ N2a-swe細胞（APP発現細胞）

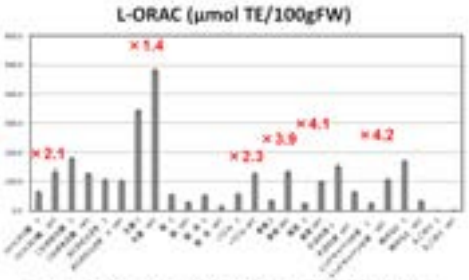


アポE多型依存性のアミロイドβ取り込み機序の解明
Yajima et al. Biochemical Biophysical Research Communications 2015

✓ApoE4存在下でAβの取り込みが亢進



抗酸化性（ORAC）、アセチルコリンエステラーゼ阻害活性、β-セクレターゼ阻害活性による選抜を行い、超高圧処理でさらにそれらの機能増強を図った



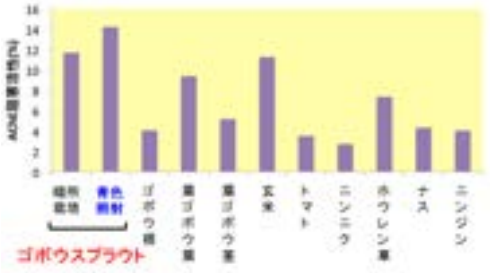
超高圧処理によるL-ORAC値の増加効果

超高圧処理の有無とβ-セクレターゼ阻害率

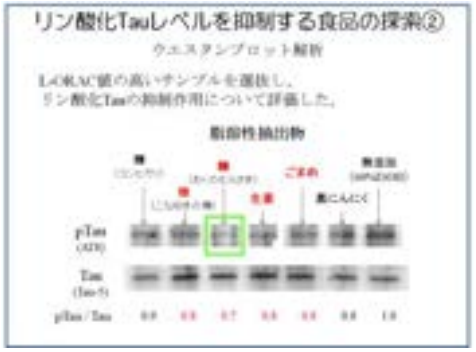
	βセクレターゼ50%阻害率(%)/0.05mg	SD
コシヒカリ 酸 HPT	18.9	3.8
おくのむらさき 酸 HPT	61.2	0.5
こなゆきの黒 酸 HPT	9.5	0.1
そば 芽 HPT(0.27mg)	94.0	0.0
コシヒカリ 酸 S	17.0	0.3
おくのむらさき 酸 S	61.4	3.8
こなゆきの黒 酸 S	12.1	10.0
バジル S	82.8	0.7

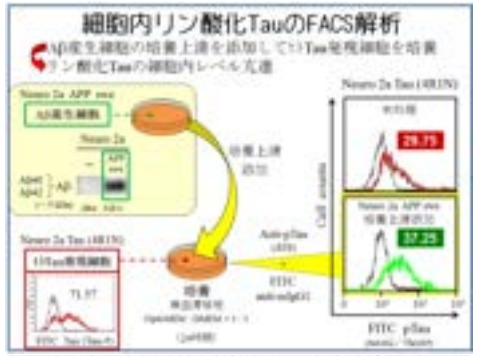
Abe TK and Taniguchi M.2014.FEBS Open Bio4:162-167

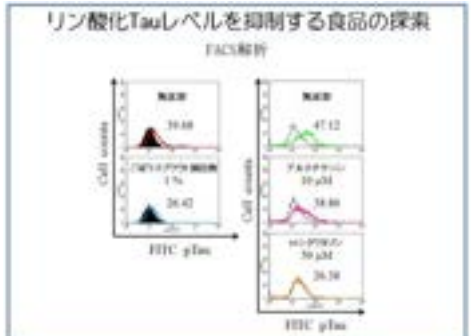
◆様々な食材抽出物の
アセチルコリンエステラーゼ阻害活性



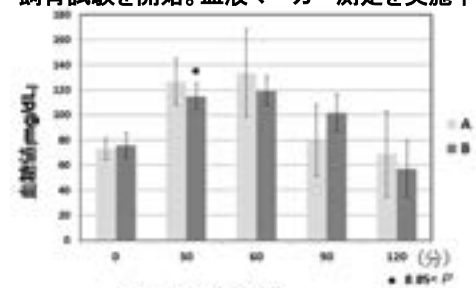
脳研究所から分譲を受けたアミロイドβ産生細胞を用い、酵素抗体法とセルソーター法による新規なリン酸化Tau検出法を開発した





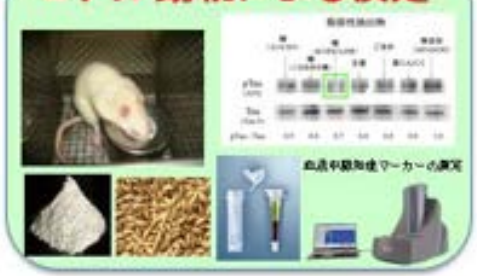


ゴボウ、ソバ、生姜、黒米糠等の有望素材を配合した飼料や米パンを用い、老齢マウスの飼育試験を開始。血液マーカー測定を実施中



A: コシヒカリ(比較例)
B: コシヒカリ 新炊飯法(本発明例)
ラットの食後血糖値
いごのり添加炊飯により、食後血糖上昇が抑制された

モデル動物による検定

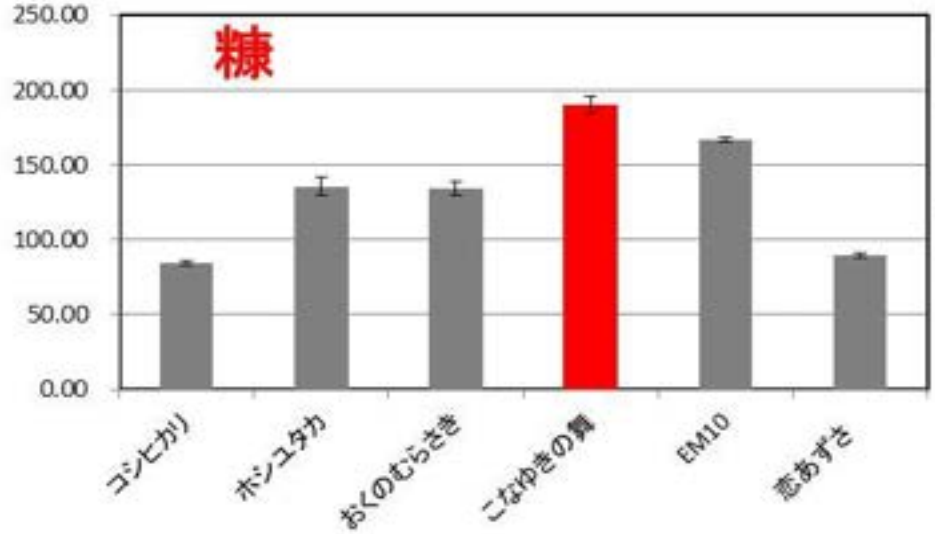


ヒト長期試験を実施

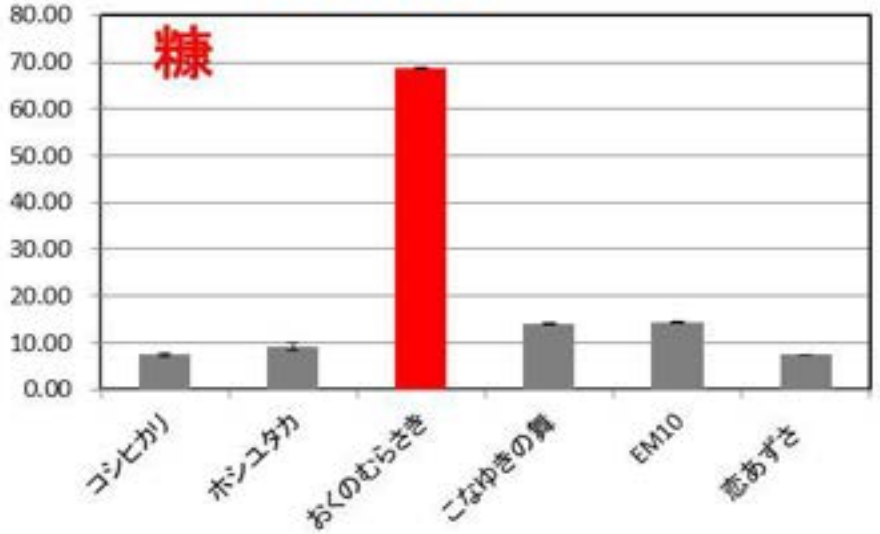


米の種類による抗酸化性の相違

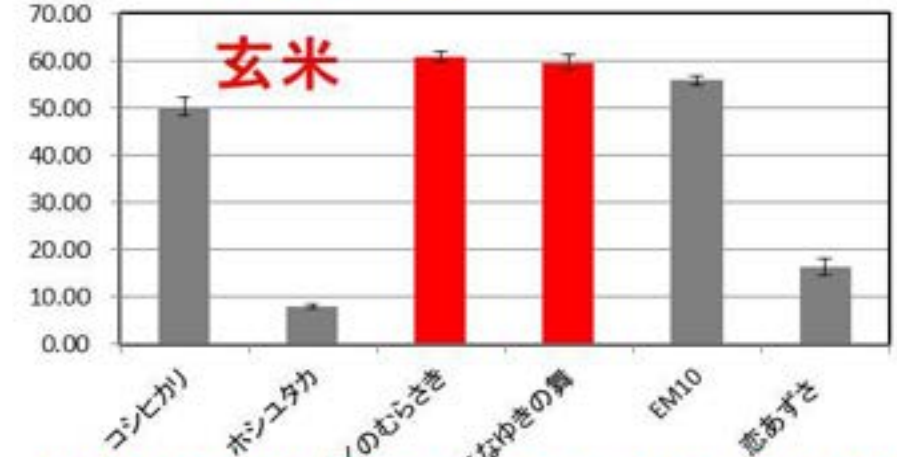
L-ORAC (μmolTE/gFW)



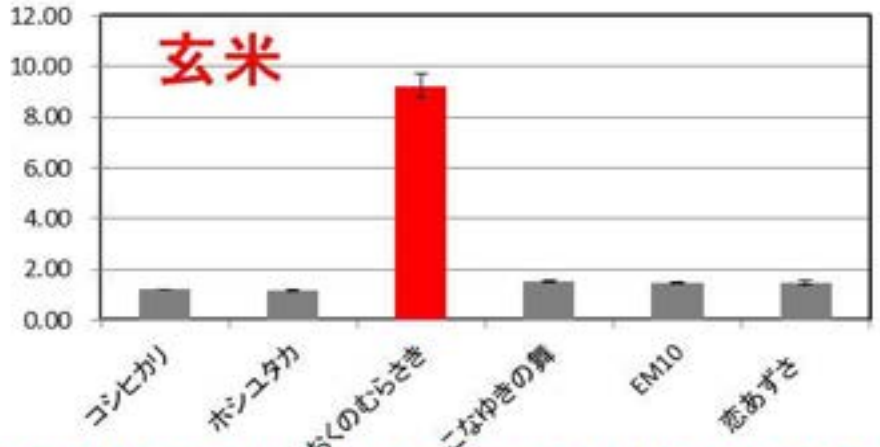
H-ORAC (μmolTE/gFW)



L-ORAC (μmolTE/gFW)



H-ORAC (μmolTE/gFW)



黒米（おくのむらさき）や超硬質米（こなゆきの舞）が有望

糖尿病がアルツハイマー病を誘導する機序（仮説）

糖尿病

▼

アミロイドβの蓄積

▼

リン酸化タウの蓄積



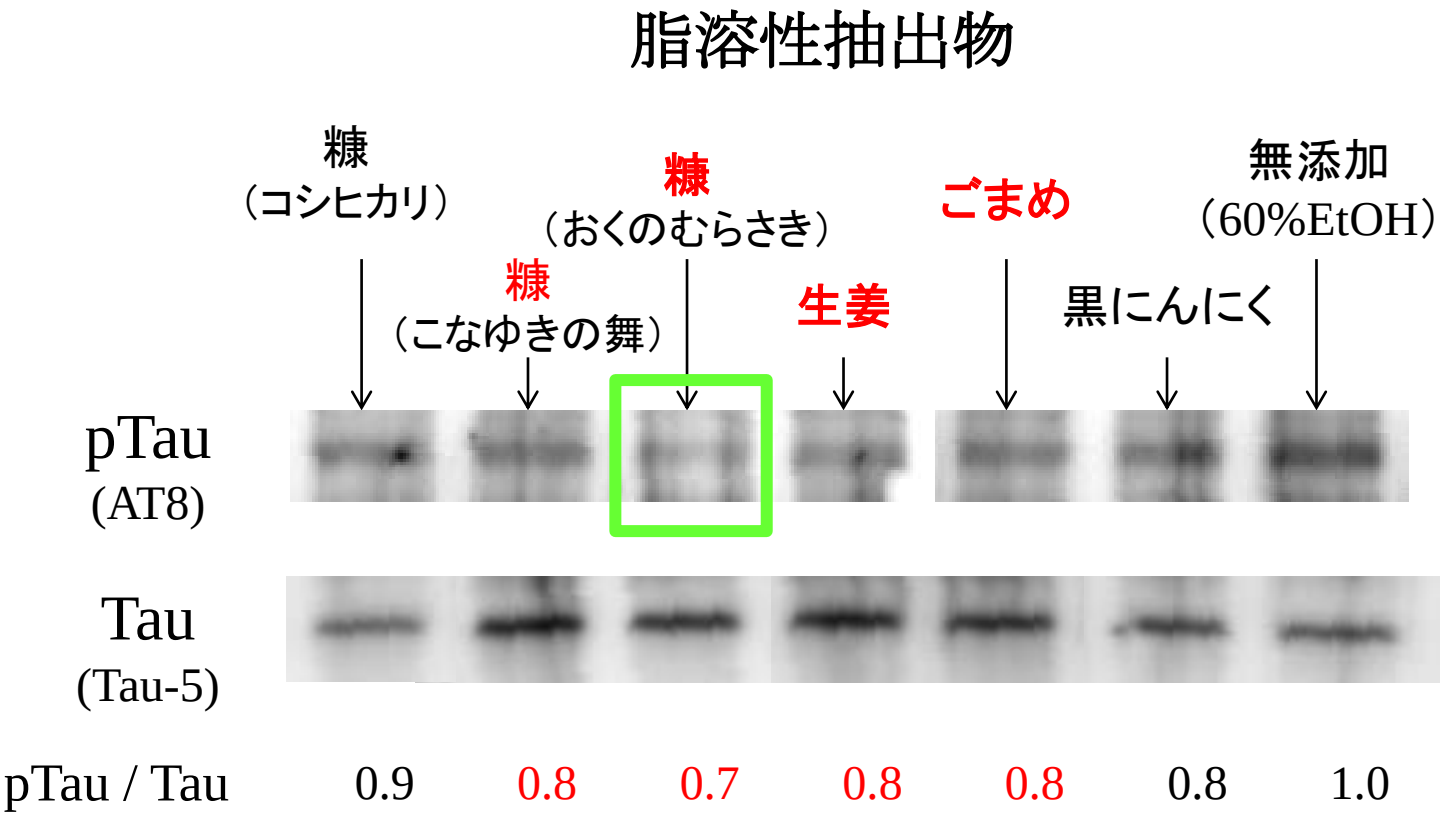


（池内　健教授：新潟大・脳研究所）原図

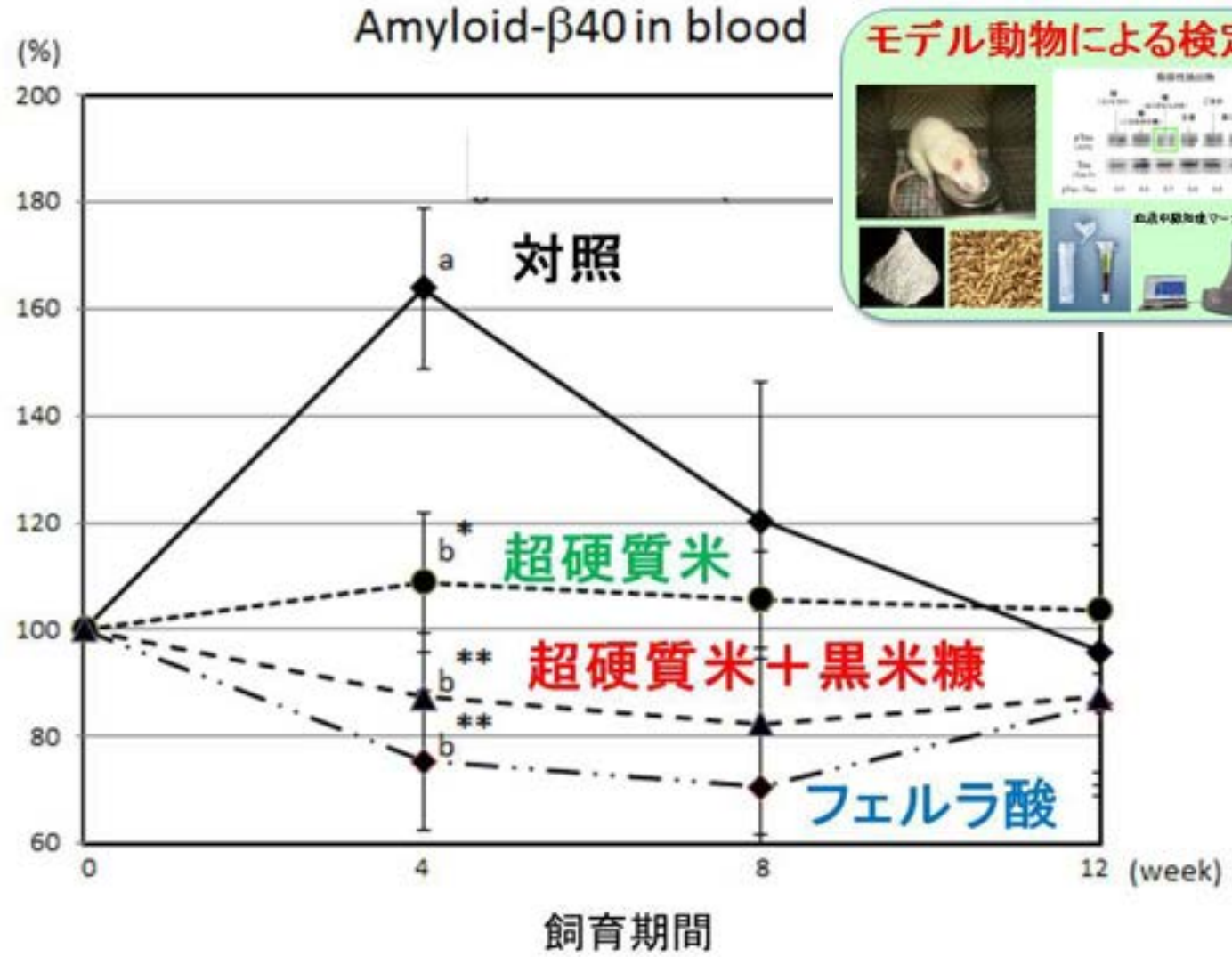
リン酸化Tauレベルを抑制する食品の探索②

ウエスタンブロット解析

L-ORAC値の高いサンプルを選抜し、
リン酸化Tauの抑制作用について評価した。



（新潟大学農学部：原　崇）





紫黒米

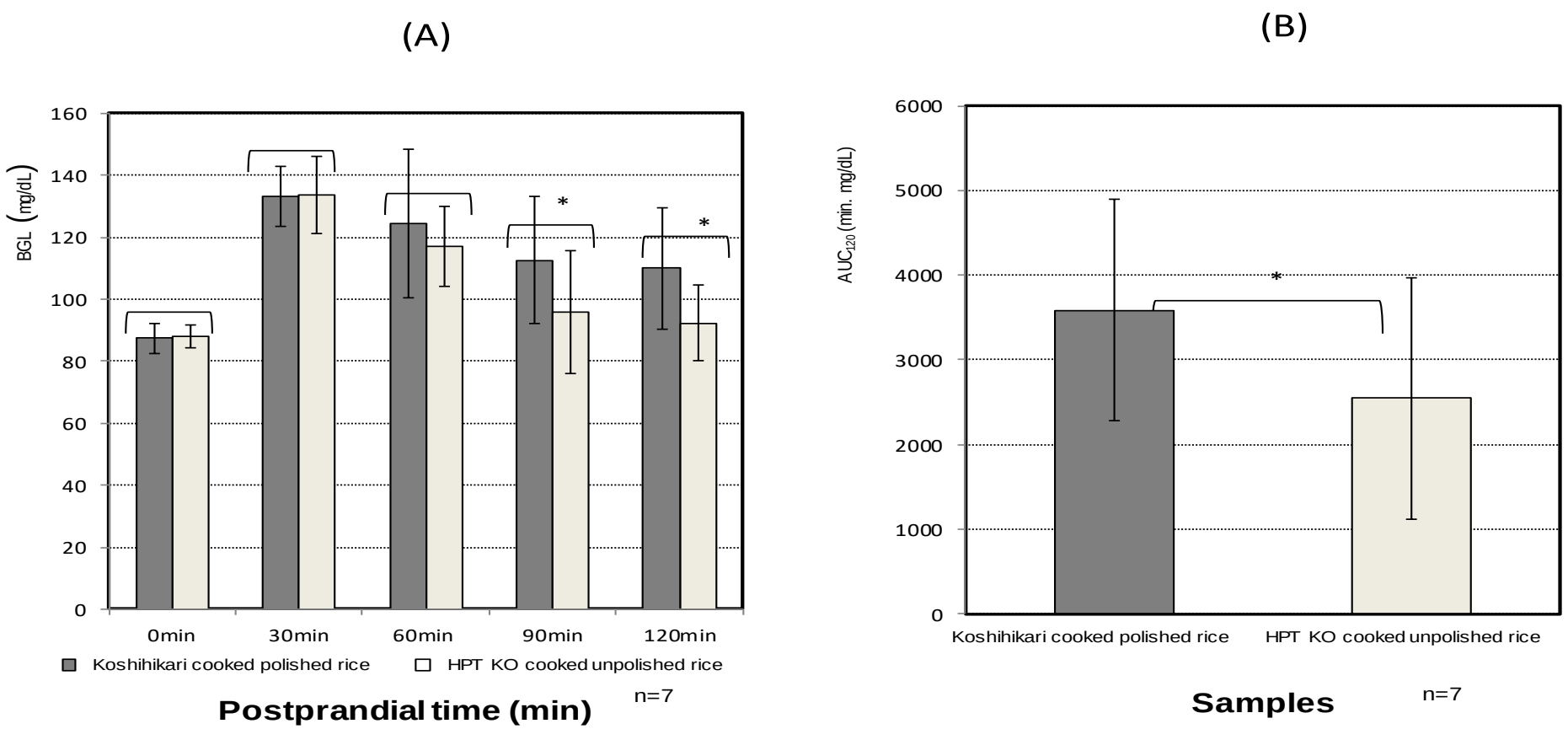


A　　B

A:通常のパン
B:黒米糠添加パン

マウス飼育試験中の血中アミロイドβ40の変化

S. Nakamura et al: *Biosci. Biotechnol.iocem.*, **81**(2), 323-334, 2017.



Notes:(A) BGL at 30, 60, 90, and 120 min.(high-BGL subjects) .

(B) AUC at 120 min.

Notes: An asterisk denotes a significant difference ($p < 0.05$)

黒米/超硬質米配合米飯は、一般米飯に比べて、有意に食後血糖値が低かった

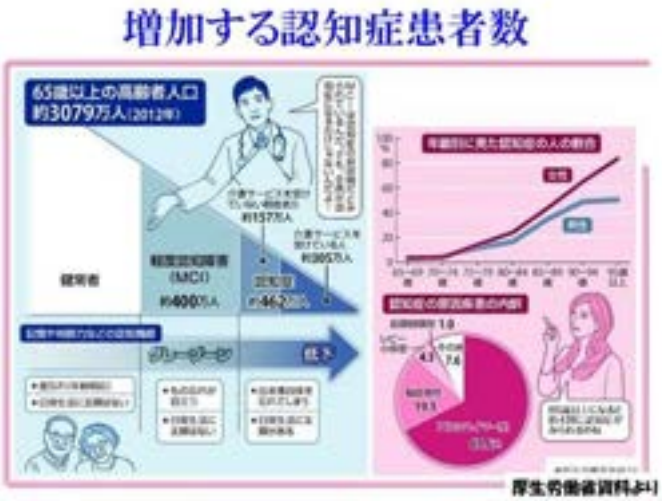
単回投与試験における食後血糖値の相違

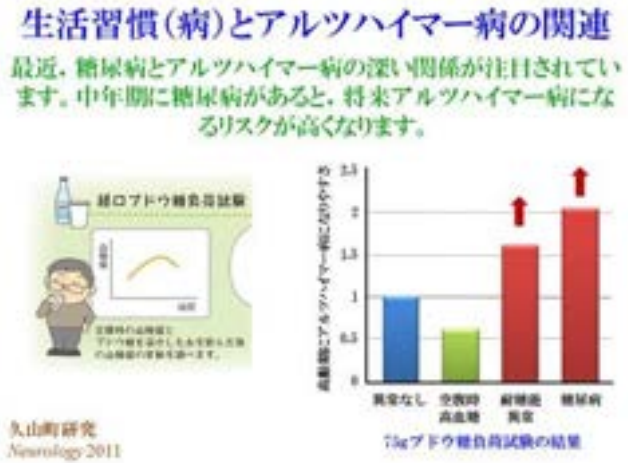
Ohtsubo K. & Nakamura S.: *Biomed J Sci & Tech Res* 2019; 19(3): 1-7.

01026C: 超高齢化社会対応と輸出促進のための認知症・糖尿病複合予防効果のある米加工食品の開発 (令和1-3年度)

新潟薬科大学（代表機関）、新潟大学、
農研機構食品研究部門、新潟県農業総合研究所、
新潟市農業活性化センター、東洋ライス（株）、
丸榮製粉（株）

【協力機関】: 大潟ナショナルカントリー（農事組合法人）、
新潟バイオリサーチパーク（株）、新潟製粉（株）





イノベーション事業の全体構成と実施計画

機能性の評価

生化学試験	細胞培養	動物試験	ヒト試験	コホート研究
（新潟薬科大）	(新潟大)	(新潟大)	（新潟BRP）	(ﾒﾃﾞｨｶﾙﾗｲｽ協会)

素材	一次加工	加工食品
主原料 （新潟県作物研） 黒米 赤米 超硬質米 副原料 ハーブ 赤タマネギ	ロウカット玄米 （東洋ライス） 機能性向上発芽処理 （新潟薬科大） 加熱処理 （新潟県食品研） 微細製粉 （新潟県食品研）	加工米飯 （東洋ライス） 米粉パン （丸榮製粉） 米粉麺 （丸榮製粉等） 新規加工食品 （新潟県食品研）

12







包装米飯・パン

超硬質米

＋

黒米

ロウカット玄米





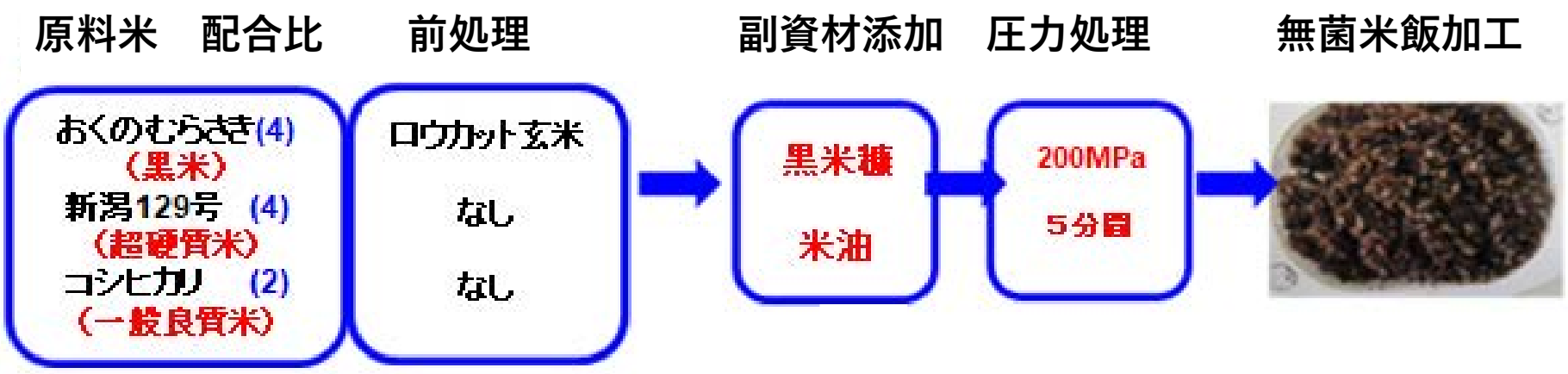


医療現場で
効果を確認



工場規模の試料米飯の製造

試料：抗酸化性の強い黒米玄米、難消化性の超硬質米玄米、一般米コシヒカリ玄米を４：４：２の割合で配合し、黒米糠と米油を添加して密封し、200MPaの高圧処理の後、無菌包装米飯を調製して試験米飯とし、市販のコシヒカリ白米の高圧処理無菌包装米飯を対照米飯とした。



開発した複合機能性米飯の製造工程

試験食・対照食の成分組成

構成成分名【摂取量中】	試験食	対照食
摂取量(g)	190	200
炭水化物(g)	64.0	66.8
タンパク質(g)	6.3	4.8
脂質(g)	2.9	1.0
水分(g)	116	127
ミネラル(mg)	1.1	0.2
食物繊維(g)	16.2	0.8
アントシアニン(mg)	15.2	0
熱量(Kcal)	268	294
【備考】 試験食は原料成分からの推定値、対照食はメーカー発表値。		

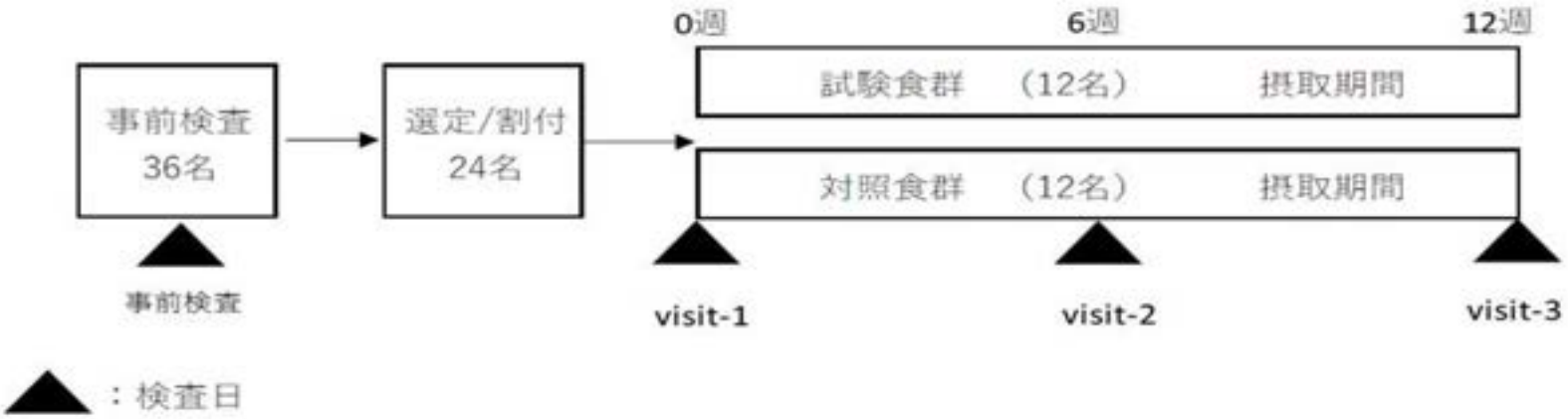
試験米飯は16.2gの食物繊維、
15.2mgのアントシアニン色素を含み、
有意に高いORAC値を示した。

ヒト試験の実施方法

試験デザイン

本試験は、プラセボ対照ランダム化並行群間試験にて実施した。

【試験全体のフロー図】



24名の被験者をミニメンタルステート（MMSE）試験で均等に２群に割り付け、毎日１食を12週間継続摂食し、試験開始時と終了時の認知機能をCognitraxによって評価した。最終日に食後血糖と血中インスリンの単回試験を実施した。

群間比較結果

項目	試験食群		対照食群		Paired-*t*
	平均値	SD	平均値	SD	*P*値
BMI	21.9	2.4	21.0	2.3	0.6763
空腹時血糖	94.9	5.2	95.2	9.3	0.9306
H b A1c	5.6	0.2	5.6	0.3	0.7525
MMSE	29.0	1.0	29.3	0.8	0.4649

BMI: body mass index(kg/m2) HbA1 c ： hemoglobin A1c

MMSE: mini-mental state examination

有意差なし

ヒト長期試験における検査風景

全景





摂食

採血





認知機能
(Cognitrax)

認知機能の試験結果

認知機能に関するCognitrax試験の結果、12週間後の試験食群は、対照食群に比べて有意な言語記憶能力の改善を示した。

認知機能の変化率（１２週後と開始時の差分）

	VCI		統合記憶力		言語記憶力		視覚記憶力		認知機能速度	
	試験食	対照食	試験食	対照食	試験食	対照食	試験食	対照食	試験食	対照食
平均値	5.167	2.417	7.25	-0.8333	16	1	-3.667	-2.75	4.083	0.1667
標準偏差	7.90	8.68	13.9	12.2	18.4	15.1	12.3	14.1	7.18	7.33
p値	0.4256		0.1436		0.0396		0.8664		0.1997	

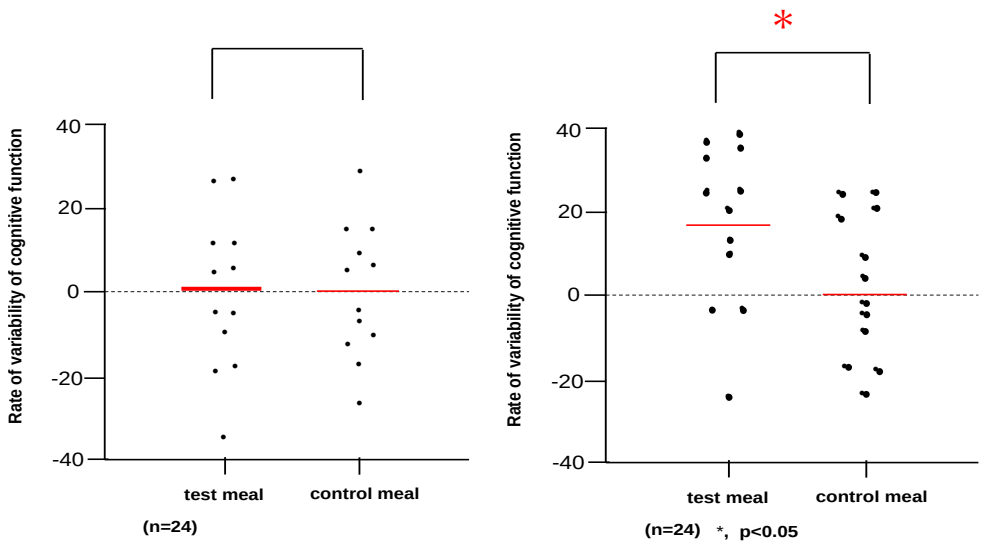
言語記憶テスト（VBM）

	正解ヒット数（即時）		正解パス数（即時）		正解ヒット数（遅延）		正解パス数（遅延）	
	試験食	対照食	試験食	対照食	試験食	対照食	試験食	対照食
平均値	6.75	-5.833	-7.917	-1.083	32.42	11.83	-10.5	-6.5
標準偏差	17.05	28.5	17.28	9.239	23.55	26.27	24.58	16.13
p値	0.2029		0.2399		0.0557		0.8234	

視覚記憶テスト（VIM）

	正解ヒット数（即時）		正解パス数（即時）		正解ヒット数（遅延）		正解パス数（遅延）	
	試験食	対照食	試験食	対照食	試験食	対照食	試験食	対照食
平均値	-2	5.083	-2.833	-3.917	3	2.833	-5.833	-8.417
標準偏差	19.21	12.82	16.57	16.33	17.04	14.35	11.61	16.08
p値	0.2995		0.8733		0.9796		0.6562	

	指たたきテスト（FIT）				SCDテスト				ストループテスト
	右手		左手		正答応答		誤答		単純反応時間
	試験食	対照食	試験食	対照食	試験食	対照食	試験食	対照食	試験食	対照食
平均値	1.917	0.25	0.5	-6	6.667	5.083	-7.5	2.833	-6.7	11.42
標準偏差	9.288	6.468	4.056	9.723	10.55	5.125	18.3	8.386	27.2	18.53
p値	0.6151		0.0439		0.6447		0.0892		0.0788	

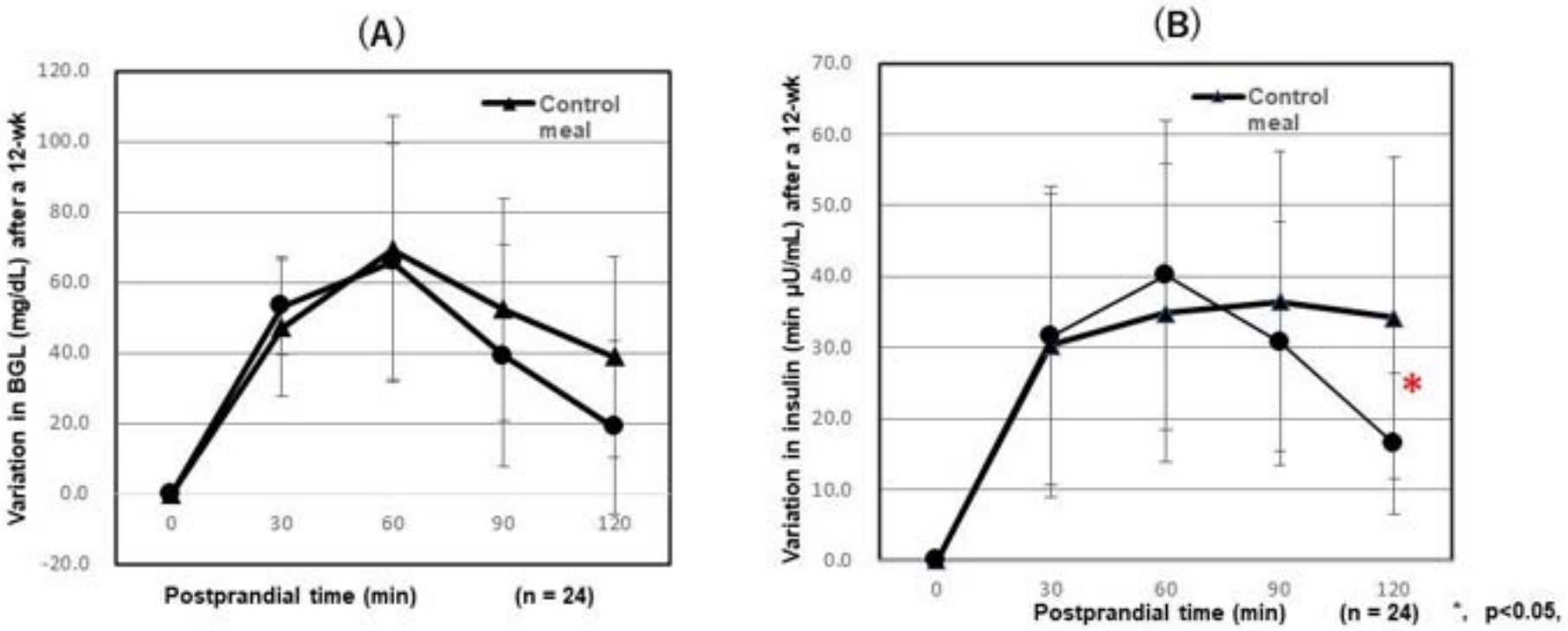


試験開始時　　１２週間後

開始時と終了時の言語記憶能力

Sumiko Nakamura et al: *Foods* 2022, 11(6), 818; https://doi.org/10.3390/foods11060818

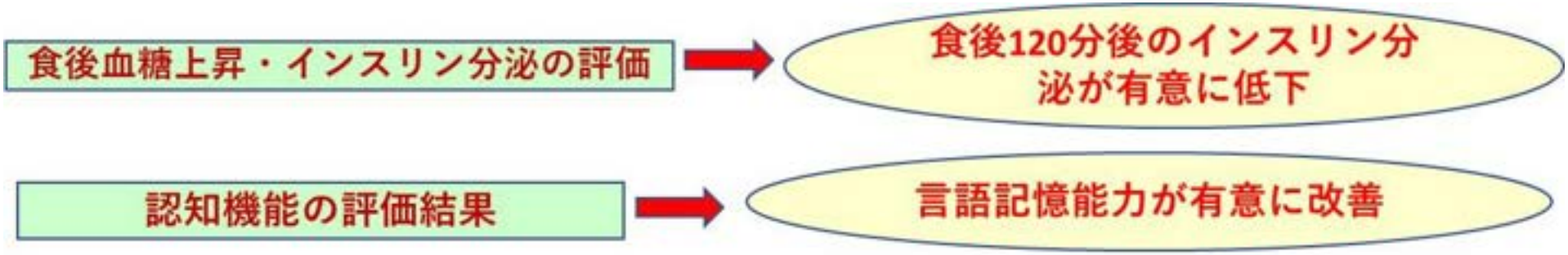
12週間後の血糖値とインスリン濃度の変化



(A)に示した血糖値の変化には、試験食群と対照食群の間に有意差は示されなかったが、(B)に示したインスリン値においては、120分後に有意に試験食群が対照食群に比べ低下した ($p<0.05$)。インスリンは、脳の糖エネルギー代謝を調整する他に、神経伝達やシナプスの可塑性にも作用する。インスリンは、脳血管関門を介して脳内に輸送されるが、高インスリン血症では、脳へのインスリンの移行が低下するため、脳におけるこれらのインスリン作用が低下し、神経保護的作用が、減弱すると報告されている.[1)]

1) Tokutake, T.; Kasuga, K.; Yajima, R.; Sekine, Y.; Tezuka, T.; Nishizawa, M.; Ikeuchi, T. Hyperphosphorylation of Tau induced by naturally secreted amyloid-*β* at nanomolar concentrations is modulated by insulin-dependent AKt-GSK3*β* signaling pathway. *J Biol Chem*. 2012, 287(42), 35222–35233.

ヒト試験の結論および考察



試験米飯は、超硬質米に起因する難消化性を示し、摂食後のインスリン分泌が有意に低いことが示された。

このことから、試験米飯は、脳中のインスリン濃度を確保できる可能性が考えられる。

また、黒米のアントシアニン色素による抗酸化性およびβ-セクレターゼ阻害活性も、認知機能の改善に有効と期待される。

12週間のヒト試験において、試験食に起因する有害事象は認められず、12名の被験者全員が試験を完了したことから、本試験米飯は、「毎日食べる機能性食品」としての実用化が有望と考えられる。

本講演の内容

1．米を巡る情勢

2．日本人の食生活史

3．米の量的充足と良食味志向

4．多様な米の開発と利用

5．米と健康

6．当研究室の研究開発例

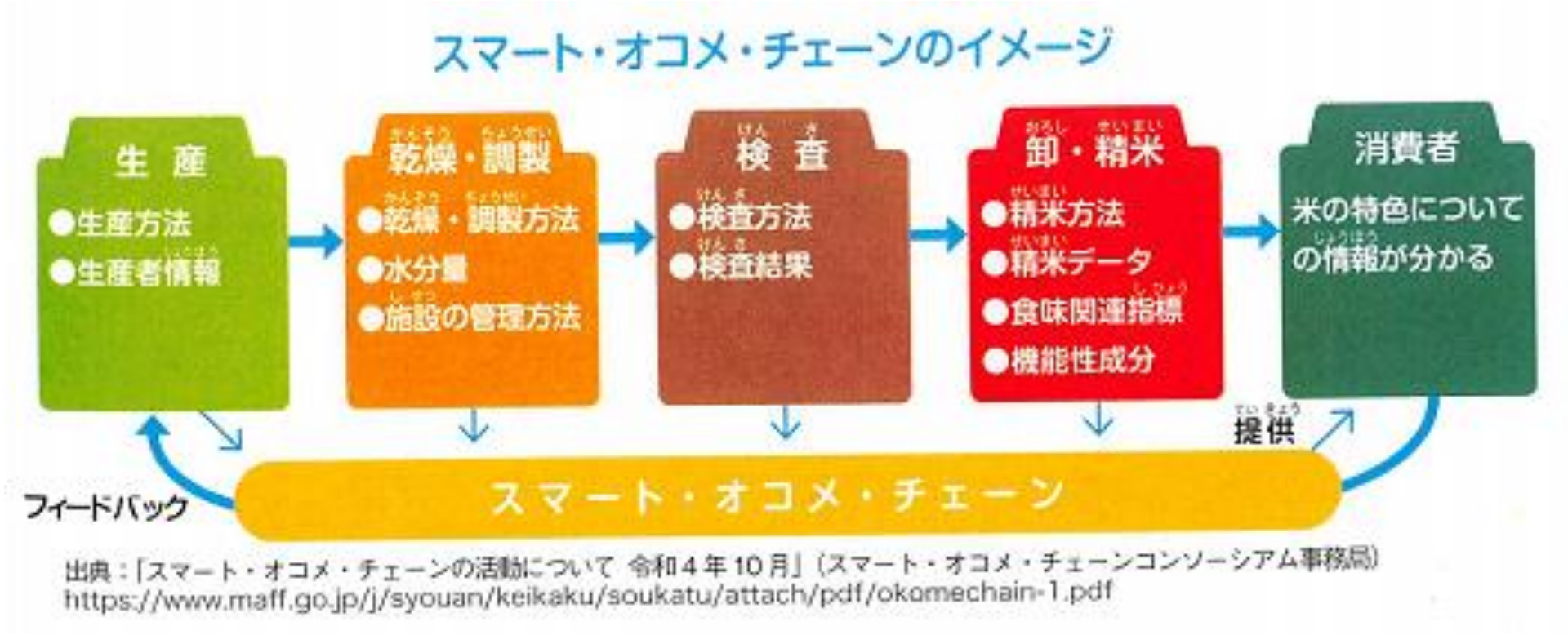
7．最後に

米に対する社会的ニーズ

（１）主食としての安定供給。
（２）毎日食べる食品としての安全性確保。
（３）和食・洋食・中華の各料理と良く調和する米飯素材。
（４）和菓子、パン、麺等の米加工品の原料としての適性。
（５）抗酸化性、高血圧防止、便秘改善、肝機能向上、発ガン予防等の機能性素材。
（６）品種・産地・産年の表示への信頼性確保。
（７）他の穀類素材に比較しての価格の低下。
（８）輸出用の米および米加工食品の開発

スマート・オコメ・チェーンの発足

農林水産省では6月、「スマート・オコメ・チェーンコンソーシアム」を設立しました。コメの分野で生産から消費に至るまでの情報を連携し、生産の高度化や販売における付加価値向上、流通最適等による農業者及び関連事業者の所得向上を可能とするデータ連携基盤、とのことです。



出典：「スマート・オコメ・チェーンの活動について 令和4年10月」（スマート・オコメ・チェーンコンソーシアム事務局）
https://www.maff.go.jp/j/syouan/keikaku/soukatu/attach/pdf/okomechain-1.pdf

水田の多面的機能



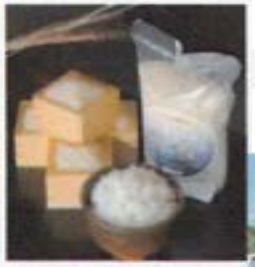
資料：日本学術会議「地球環境・人間生活にかかわる農業及び森林の多面的な機能の評価について（答申）」
（平成13年11月）及び関連付属資料

生物多様性保全機能を高める取組事例

○マガンとつくる「ふゆみずたんぼ米」（宮城県大崎市）



ふゆみずたんぼに飛来するマガン等



ふゆみずたんぼ米



田んぼの生きもの調査

蕪栗沼（かぶくりぬま）の周辺水田では、冬期湛水により、蕪栗沼をねぐらとするマガン等の渡り鳥が分散し、「ふゆみずたんぼ」でも過ごす。

※蕪栗沼・周辺水田はラムサール条約登録湿地

○コウノトリを育む六方田んぼ（兵庫県豊岡市）



田んぼを訪れるコウノトリ

「水田魚道」の設置や冬期湛水により、水鳥の休憩の場を提供するなど、コウノトリの餌場にもなる水田づくり。



「コウノトリを育む農法」で栽培した米

○朱鷺（とき）と暮らす郷づくり（新潟県佐渡市）



田んぼで採餌するトキ



「朱鷺と暮らす郷づくり認証制度」の認定米



江(え)（深み）の設置による湛水状態の維持
中干し期の生きものの避難場所にも

トキの餌となるカエルやドジョウが生息出来るよう、「生きものを育む農法」により栽培された佐渡米を認証する「朱鷺（とき）と暮らす郷づくり認証制度」を創設。

最後に

1．米は日本人の主食であり、戦略物資でもある
2．水田は永続的な食糧生産の場であるとともに国土保全や地下水や生物多様性の確保等、多面的な機能を持つ
3．米の多様な消費を拡大し、水田を確保することが必要
4．稲作：多収、高温耐性、病虫害耐性、ｽﾏｰﾄ農業、省水栽培
5．米粒：良食味、中外食用、高栄養性、高機能性、食文化
6．米粉：パン用、麺用、菓子用、天ぷら粉用、飲料用
7．発酵：酒、味噌、甘酒
8．工業：プラスチック、セラミックス
9．医療：ワクチン製造、スギ花粉対応
10．その他：植物工場、宇宙食、非常食

お米の大切さ



お米は日本の宝物

- 食料生産
  - 気候、土壌、水の恵みが一杯！
    国土保全など、水田の多面的機能
- おいしさ
  - 和食・洋食・中華、多様な食材とよく合う
    淡白だが毎日食べられるおいしさがある
- 健康機能
  - 食後血糖上昇が緩やか→糖尿病予防
    油脂の過剰摂取にならない→肥満抑制
- 広い用途
  - 食文化の重要な素材／加工食品の原料
    食用以外の医療用、工業用、飼料用の用途

謝辞

本講演の機会を与えてくださいました、
和食文化国民会議の的場輝佳先生、
中澤弥子先生、渡邉智子先生に深く
感謝申し上げます。

共同研究者である本学の中村澄子准教授
をはじめ、多くの共同研究者の皆様に
感謝いたします。