

東北ハイテク研究会 セミナー

「米食の価値を考える」

令和5年9月5日、東北地域農林水産食品ハイテク研究会

「米飯摂取を基本にした日本食の健康有益性」

東北大学 未来科学技術共同研究センター (NICHe)

戦略的食品バイオ未来産業拠点の構築

プロジェクトリーダー・教授 宮澤 陽夫

teruo.miyazawa.a7@tohoku.ac.jp

宮澤 陽夫（みやざわ てるお）1950年 北海道 小樽市生まれ
両親は 新潟県聖籠村 出身、父は ビルマ・インパールから帰還

1982年 東北大学 大学院農学研究科 博士課程修了、農博

1998年 東北大学農学研究科 機能分子解析学分野、創設教授

2013年-現在 東北大学 未来科学技術共同研究センター(NICHe)
「戦略的食品バイオ未来産業拠点の構築」
プロジェクトリーダー・教授

日本栄養・食糧学会会長、アジア栄養学会連盟（FANS、ジャカルタ）
会長、国際栄養科学連合（IUNS、ロンドン）理事、国際生命科学研究
機構（ILSI Japan）会長・理事長、国際こめ油協会（IARBO、ムン
バイ）会長を務める。

日本油化学会賞（2000）、日本栄養・食糧学会賞（2009）、
日本農芸化学会賞（2014）、日本ビタミン学会賞（2015）、
紫綬褒章「食品学研究」（2015）
瑞宝中綬章「教育研究功労」（2023）



FAO, 米国
次期会長



国際栄養科学連合 (IUNS, ロンドン, 加盟96か国)
理事会メンバー

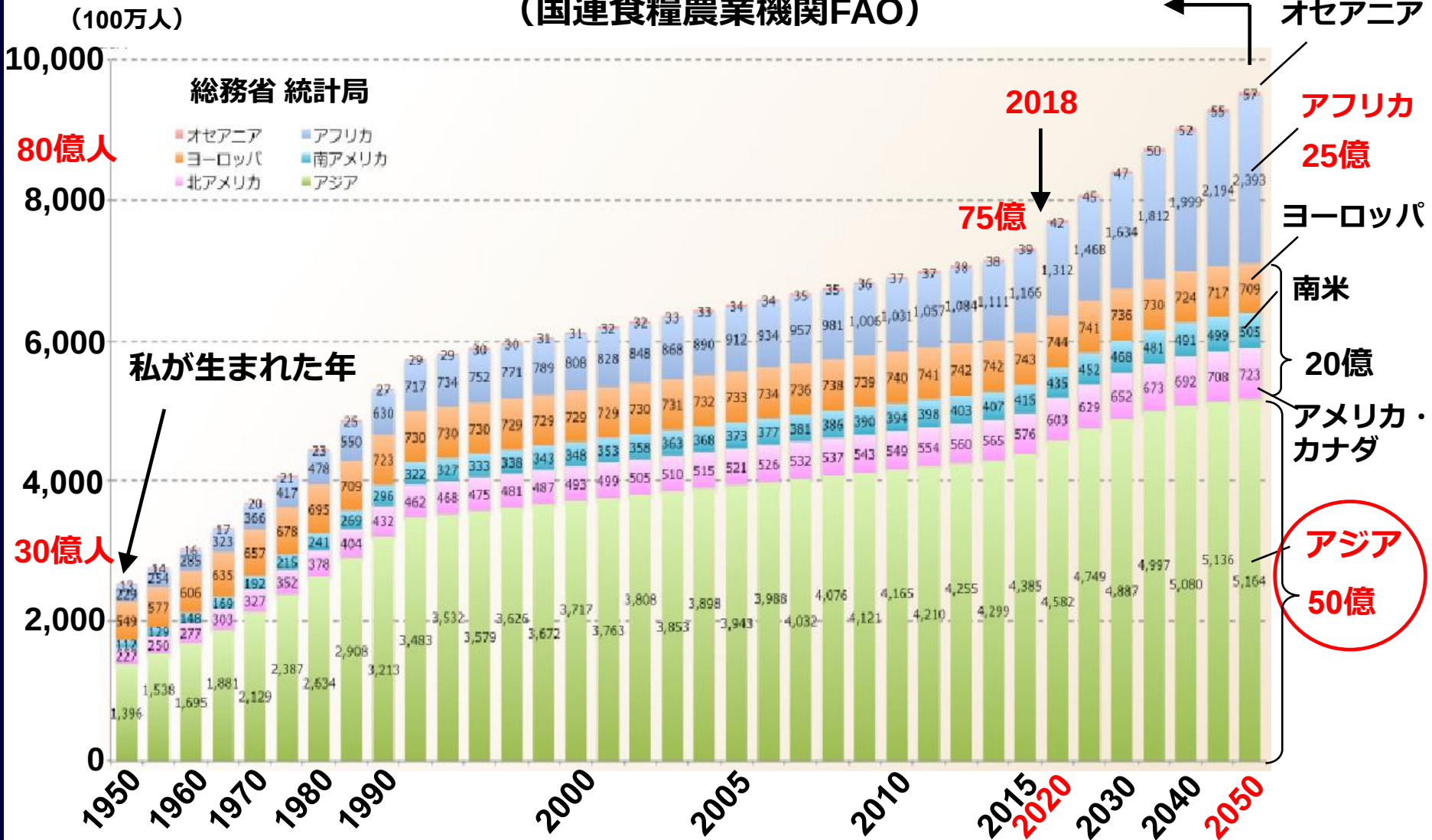
2013年～現在 理事



IUNS-ICN 22ND
INTERNATIONAL CONGRESS OF
NUTRITION IN TOKYO, JAPAN
SEPTEMBER 14-19, 2021

世界の人口推移

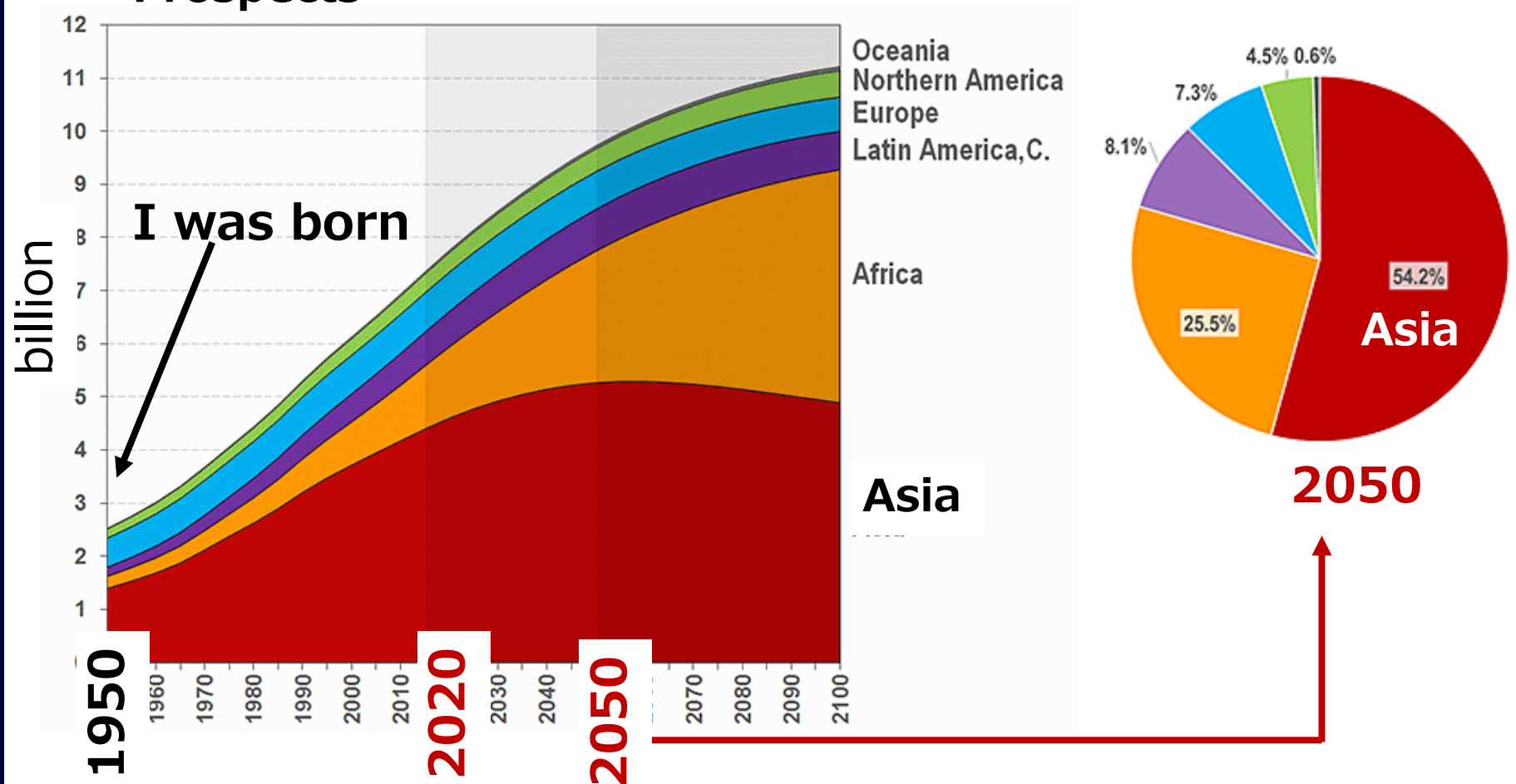
2050年までに世界の食料生産を70%増やす必要がある
(国連食糧農業機関FAO)



米をどれだけ増産させるべきか？

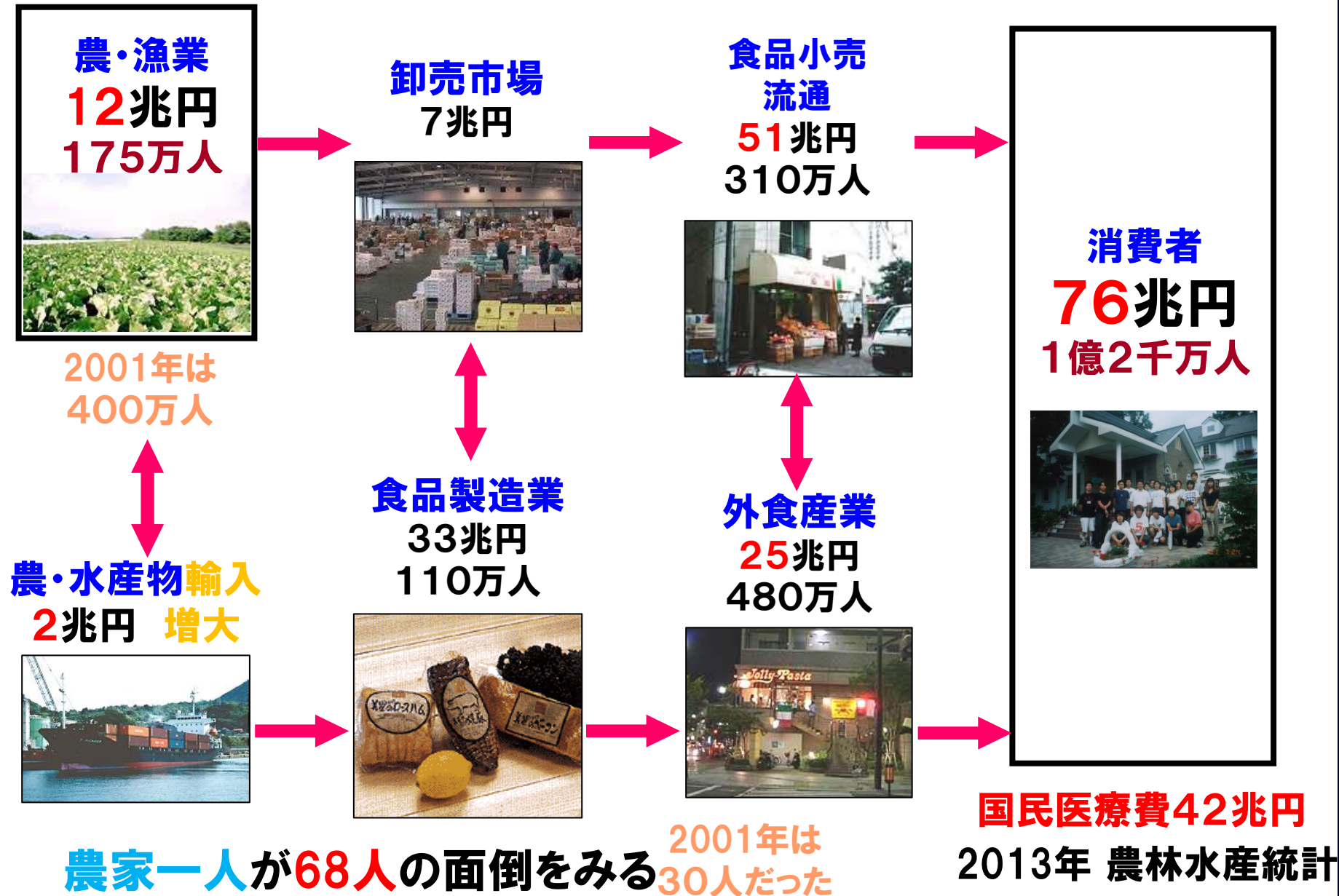
The United Nation's 世界の人口予測 Population Prospects

Prospects



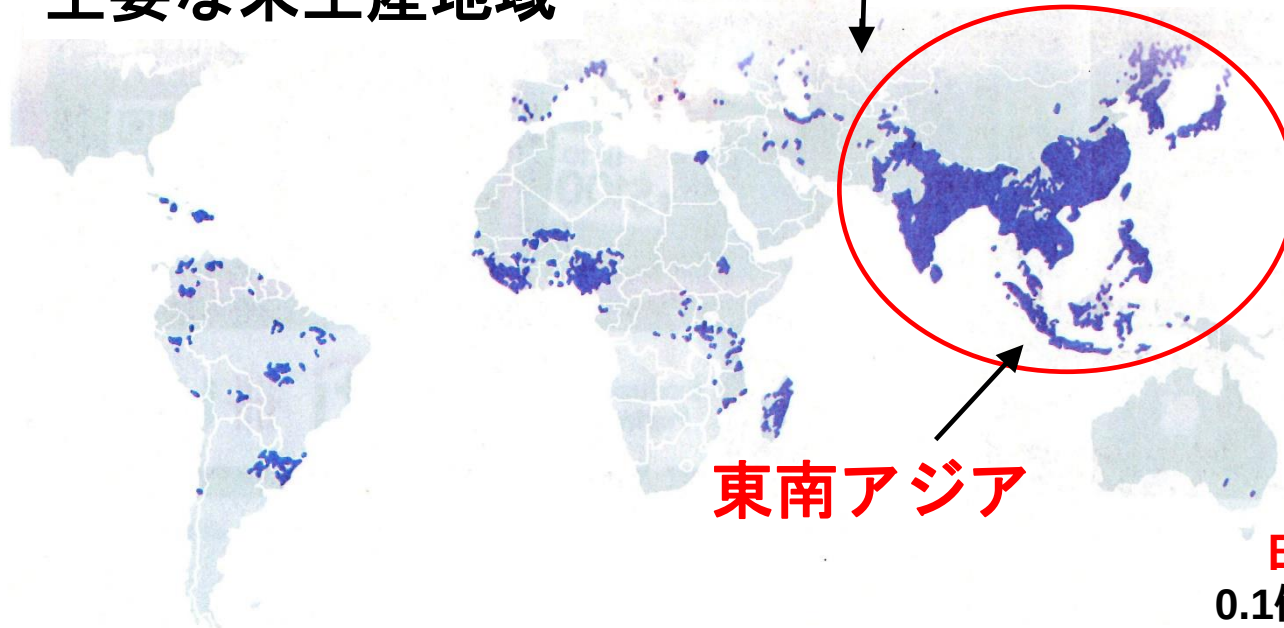
United Nations (2017). World population Prospects: the 2017 Revision.

**Approx. 5 billions (>50% of the world population)
will reside in Asia in 2050**

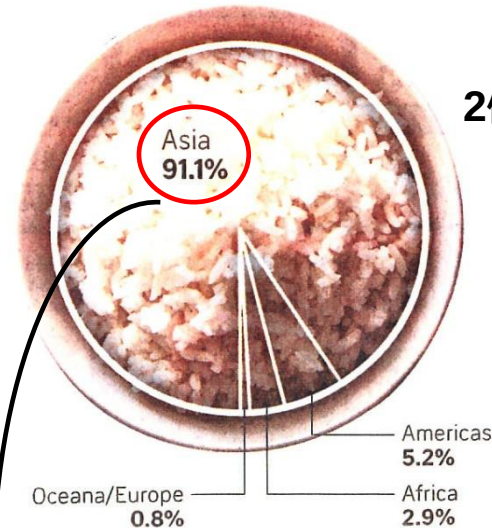


東南アジアの人口が急速に増加しているため、米の収穫量の低下と地球温暖化による異常気象が食糧不足の地域に多大な影響を与えている。

主要な米生産地域



Production share of rice (by region)



Top rice producers (In 1,000 tonnes)

中国
2億トン

China
191,224

India
138,125

Indonesia
58,416

Bangladesh
40,680

Vietnam
35,740

Thailand
29,129

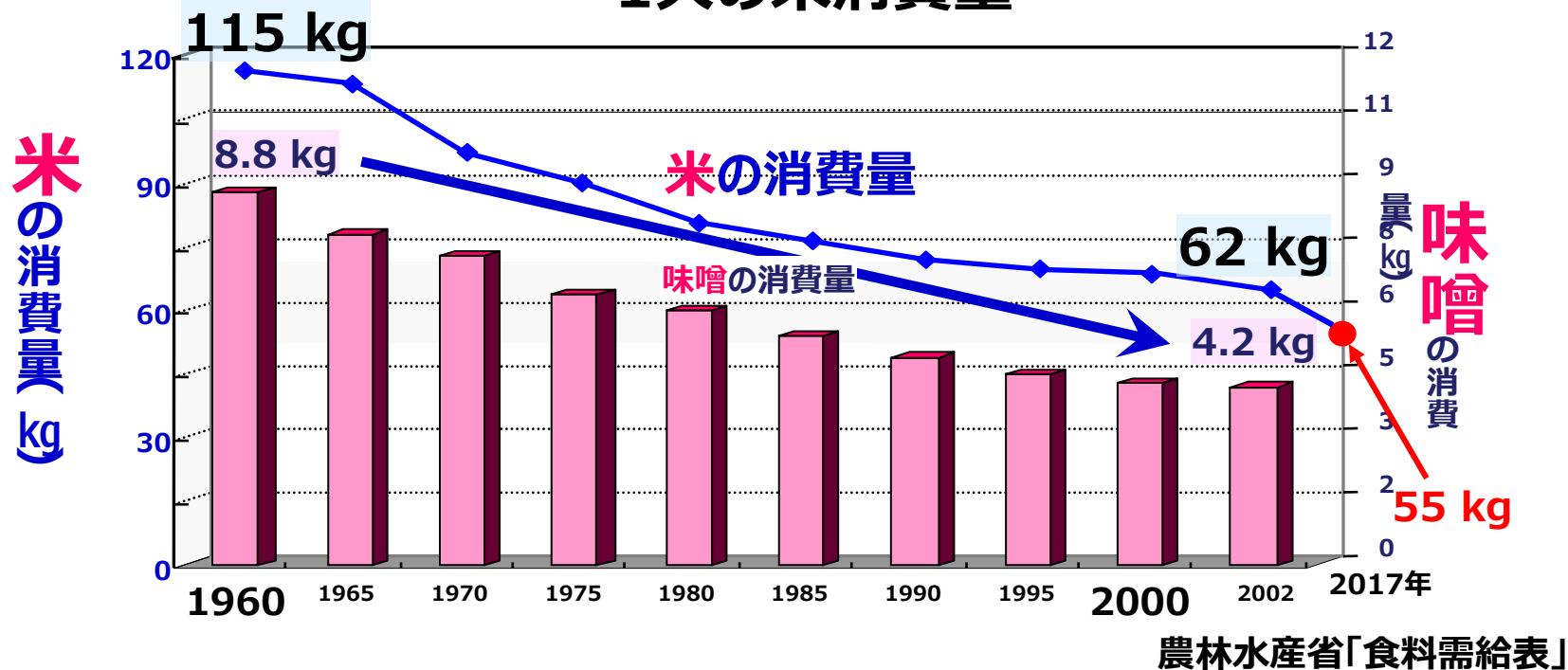
Myanmar
24,427

Philippines
14,500

Brazil
11,183

日本
0.1億トン
Japan
11,180

1人の米消費量



米飯を基本にした日本型食生活の変化

肉・油脂の消費増大

ガン・生活習慣病・肥満の増加

長寿者は幼少期から米飯食を継続

巻頭言

Top Column

イネの根から穂先まで：これぞ農芸化学

宮澤陽夫

東北大学大学院農学研究科

イネ（水稻）の根から穂先までを化学的に徹底的に分析し、産業資源として完璧に利用し尽くす地域社会の循環システムを創れないか思案している。

今、世界の人口は63億人を越えようとしている。世界の三大穀物はコメ（米）、小麦、トウモロコシであるが、その年間生産量は各5億ないし6億トンくらいで推移している。世界の人口の約半数がコメを主食にしている、世界のコメの93%は我が国を含むアジア地域で生産されている。今後の世界の食糧需給を考えるとコメ資源の有効活用は世界規模での大きな課題になる。

たので、コメ糠からの製油副産物でありコメの特徴成分ではあるが未活用であったビタミンE同族体であるトコトリエノール（T3）を高純度に精製しその生理活性を調べ、強い抗血管新生作用を有することを発見した（Ann. N. Y. Acad. Sci., (2004)）。我が国のような高齢化社会では、癌、動脈硬化、糖尿病性網膜症、リュウマチ性関節炎など血管新生病の著増が見込まれる。これは世界の高齢国でも同様である。活性の強さから、イネ T3 は血管新生病の治療と予防に十分応用できると考えられる。T3 を高生産する新品種は育種が成功しているので、

遺伝子からヒト介入試験まで可能



化学発光-HPLC
酸化脂質
ポリフェノールの定量



LC-MS/MS
API-6500 QTRAP
SCIEX
超高感度定量



GC-MS/MS
GCMS-TQ8040 Shimadzu
TCA/解糖系メタボローム・香気分析



クリーンベンチ 細胞実験



顕微鏡 CO₂ インキュベータ
細胞培養



DNA マイクロアレイ
遺伝子発現



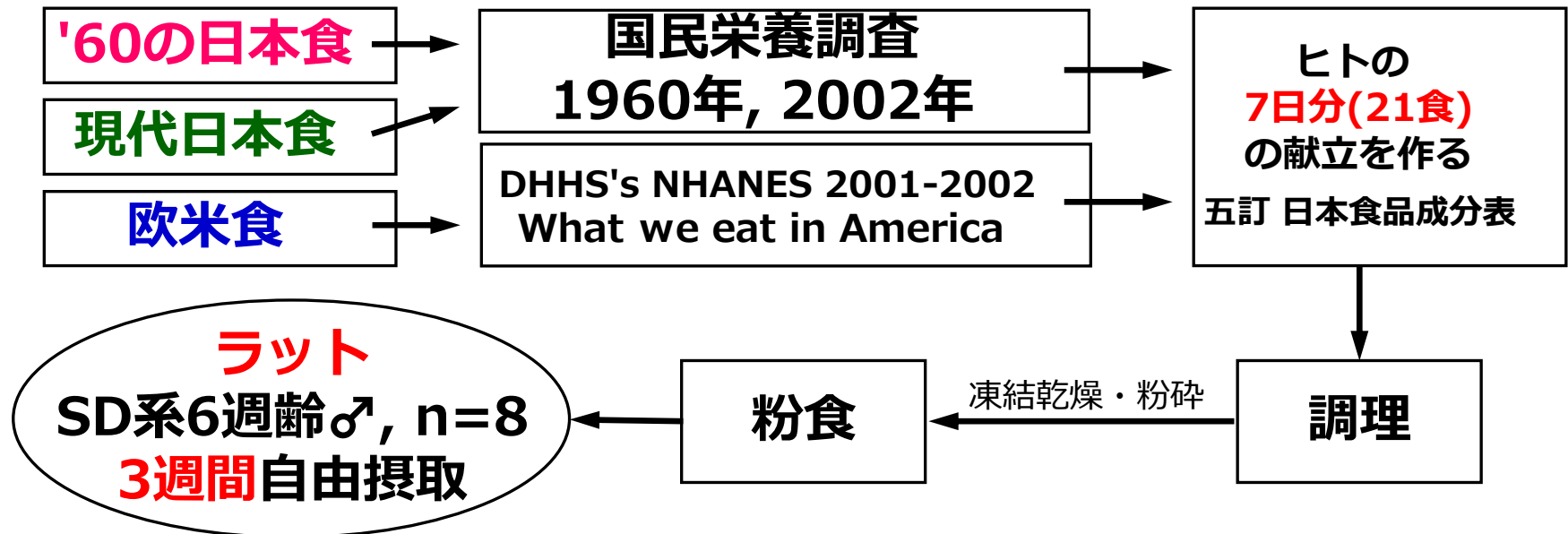
リアルタイム PCR
遺伝子定性



**LC-ESI-TOF
MS/MS**
X500R QTOF
SCIEX
20万分子種網羅解析

日本食の食事まるごとの健康価値を知りたい 11

献立を作り、調理し、ラットに与え、**肝臓の遺伝子発現を解析**



1960年代の日本食

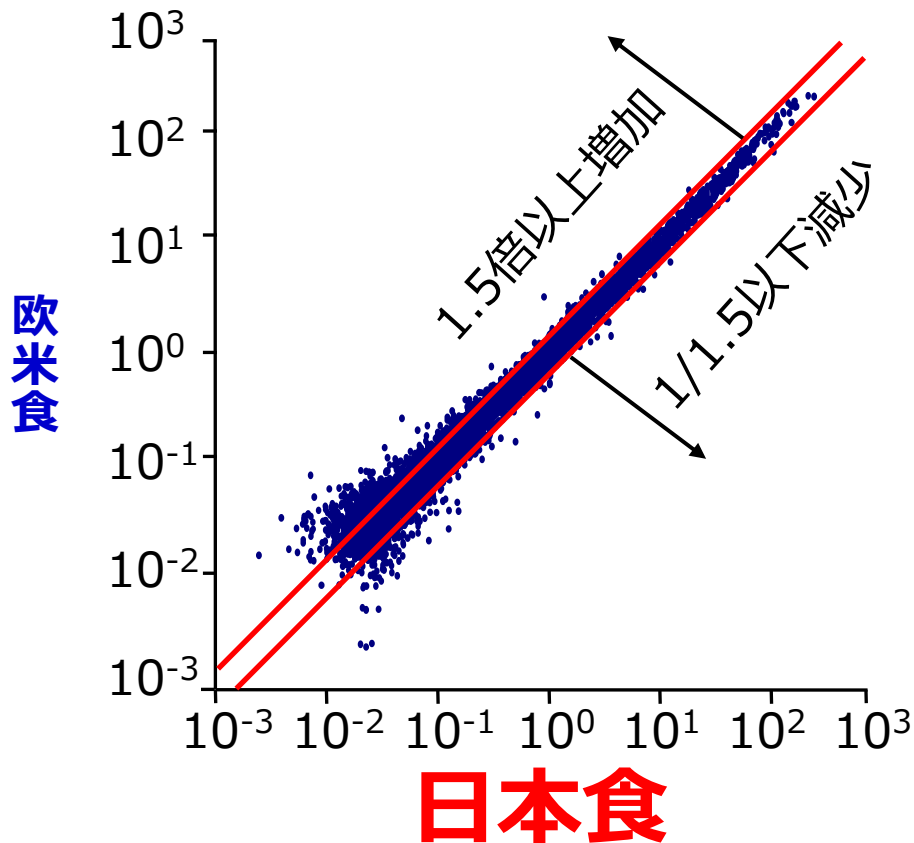


現代日本食



欧米食

肝細胞遺伝子の発現強度



解析遺伝子 10,399 個中
発現が 1.5 倍以上の増減を示したものの

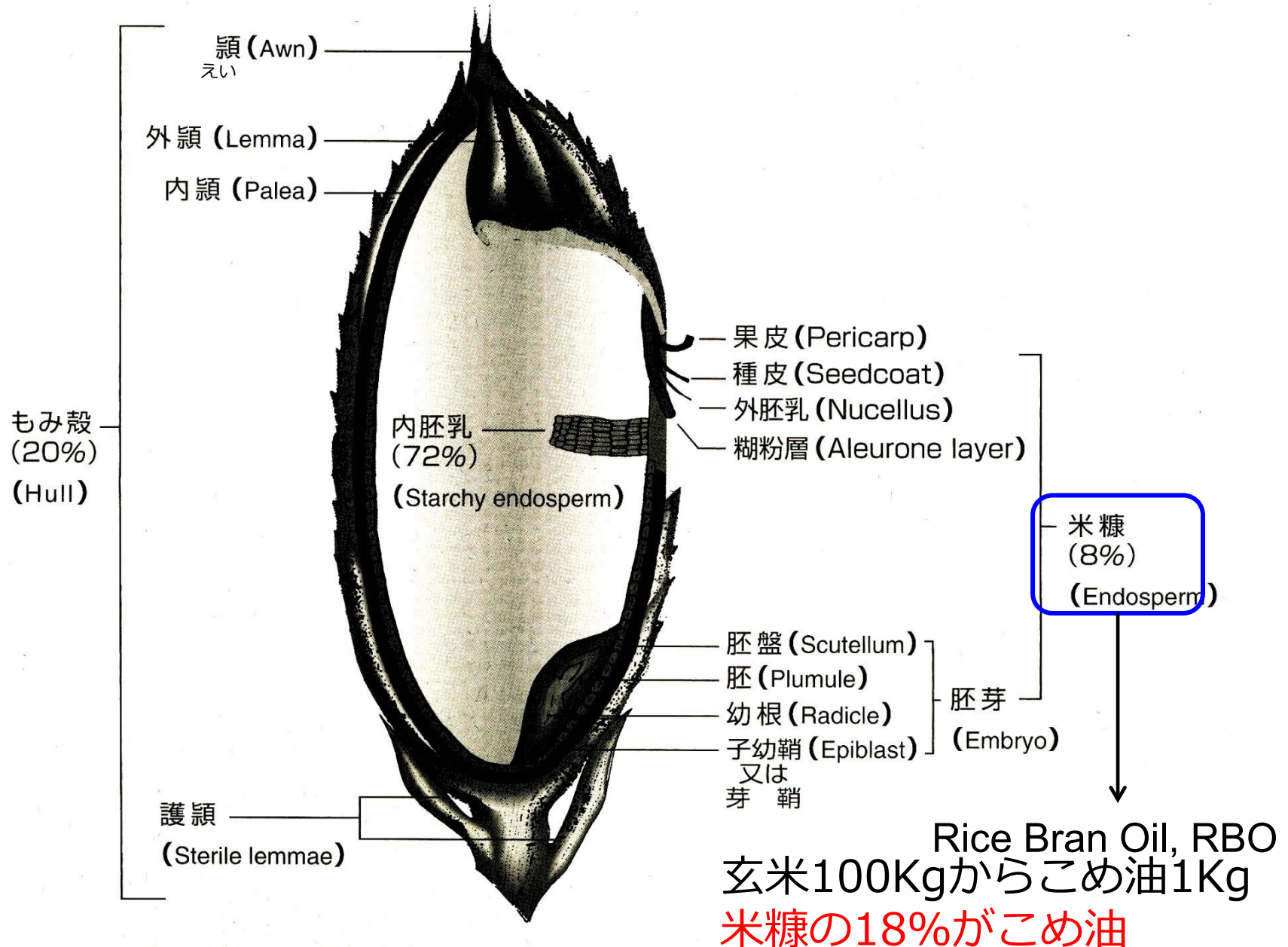
565 個 (5.4 %)

遺伝子の機能分類

遺伝子の機能	↑増加	↓減少
ストレス応答	0	7
エネルギー(糖)代謝	7	3
脂質代謝	7	3
タンパク質代謝	6	1 1
イオンチャネル／輸送	8	1 2
輸送／結合タンパク質	6	1 3
シグナル伝達	1 6	3 1
細胞構造	2	6
細胞成長／接着	8	1 1

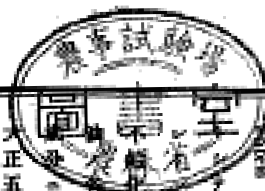
日本食は、ストレス性が低く
糖・脂質代謝を亢進

日本栄養・食糧学会誌 (2008)



米糠脂油ニ關スル研究

植 平 七 村 秀 一



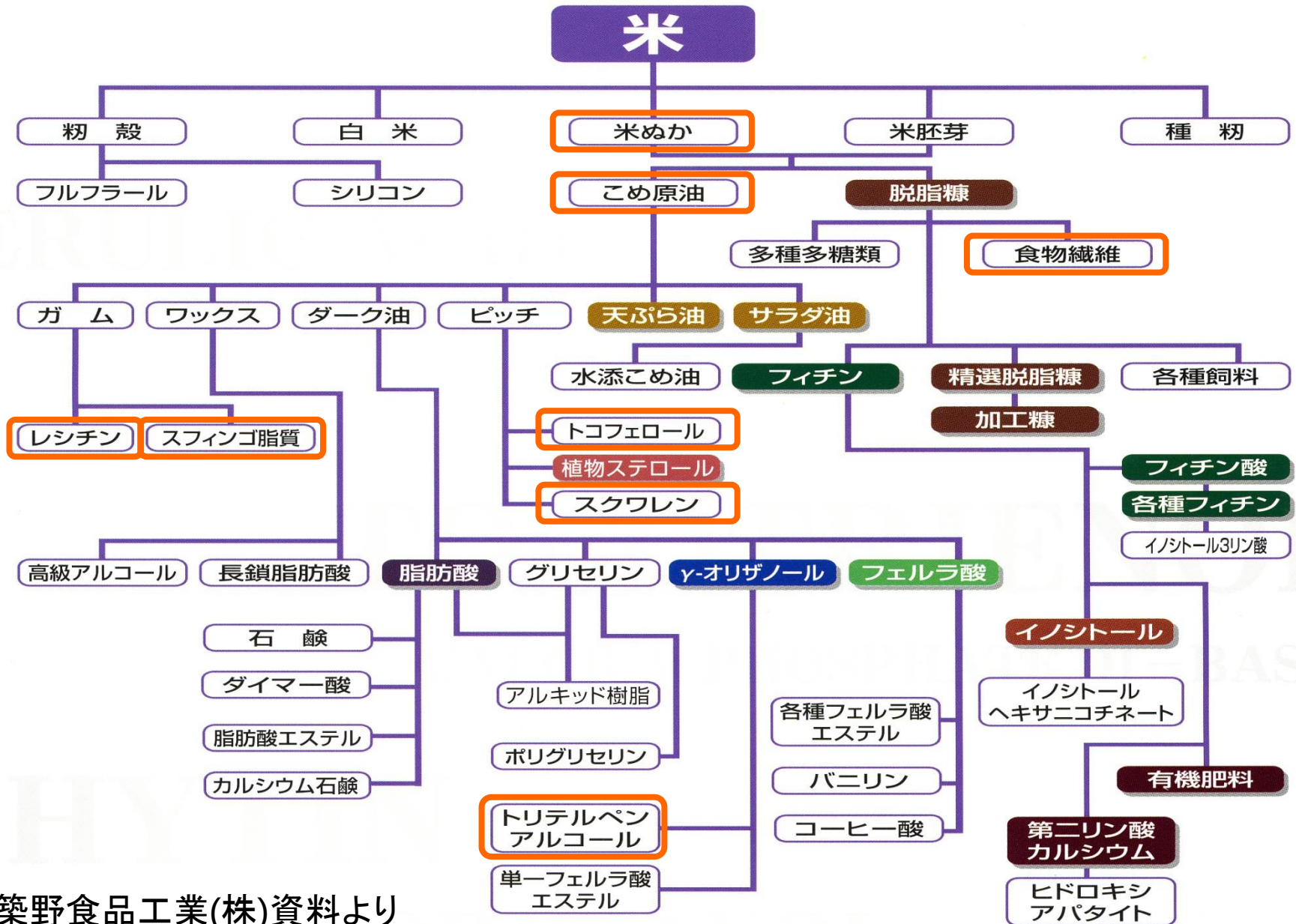
米糠ノ含有スル脂質ニ關シテハ従来研究セルモノ多シカラシム所ニハ Goshima 氏, Brown 氏
 及 G. Long 兩氏及星出芳氏ハ諸種糧穀ヲ檢定シ注米糠丸氏ハ米糠油中不飽和物質ハ主
 ト「フオトステロール」ニテ成リ飽和脂肪酸ハ多クハ「パルミチン酸」不飽和脂肪酸ハ主ニ「オ
 ーレイン酸」及「リノレン酸」ニテ成ルコトヲ發見シ又 Goshima 氏ハ米糠ノ脂肪ハ四三七%ノ
 不飽和物質(主ニ「フオトステロール」ニテ含有スル)コトヲ報告セリ然レトモ此等ノ諸氏ハ米糠脂
 質中皮芽ヲ純精ハ分離シ固ク其ノ性質ヲ研究セシム非ラテアルヲ以テ余ハ更ニ米糠脂油ノ
 性質ニ就キテ研究ヲ試ミタリ

大正五年九月新鮮ナル米糠二〇九三五グラムヲ以テ抽出シ脂油ヲ分離シ三六〇克一七
 三%ニ相當ニテ得タリ原米糠及脂油抽出後ニ於テハ殘滓ノ肥料成分ヲ比スレハ左ノ如シ

風乾物百分中	
原米糠	抽出後殘滓
水分	一
窒素	三七六
糖	六四三
灰分	五三一

米糠脂油ニ關スル研究

四十三



中性脂質 (90%)

トリアシルグリセロール (TG) = **こめ油**

極性脂質 (9%)

糖脂質 (6%)

グリセロ糖脂質

モノグリコシルジアシルグリセロール (MGDG)

ジグリコシルジアシルグリセロール (DGDG)

スルホキノボシルジアシルグリセロール (SQDG)

ステロール糖脂質

アシルステリルグルコシド (ASG)

ステリルグルコシド (SG)

スフィンゴ糖脂質

セラミドモノグルコシド (セラブロシド, CMH)

リン脂質 (3%)

ホスファチジルコリン (PC)

ホスファチジルエタノールアミン (PE)

ホスファチジルイノシトール (PI)

N-アシルホスファチジルエタノールアミン

不ケン化物 (1%)

フィトステロール

シトステロール

カンペステロール

スチグマステロール

その他

トコフェロール

トコトリエノールなど

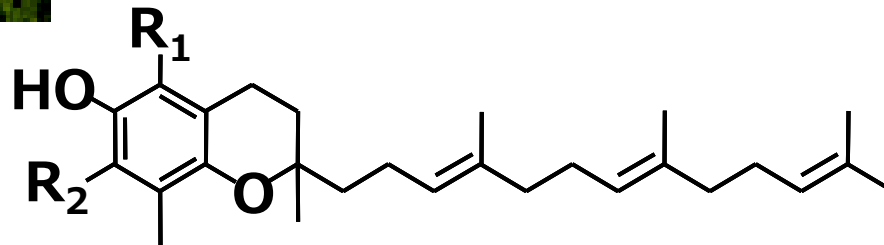
米・こめ油・日本食の健康有益性： こめのトコトリエノールによる乳がん予防



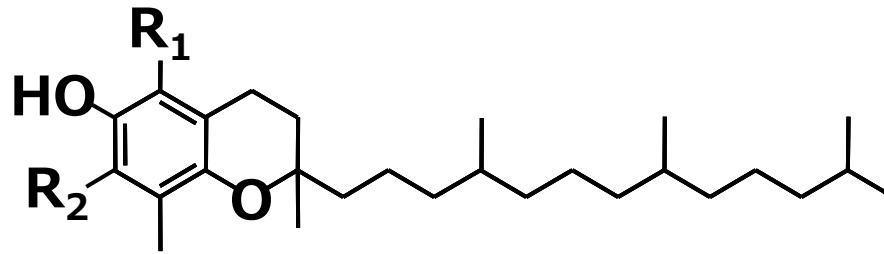


コメ・こめ油には**トコトリエノール**が多い
1mg/1g こめ油

ビタミンE

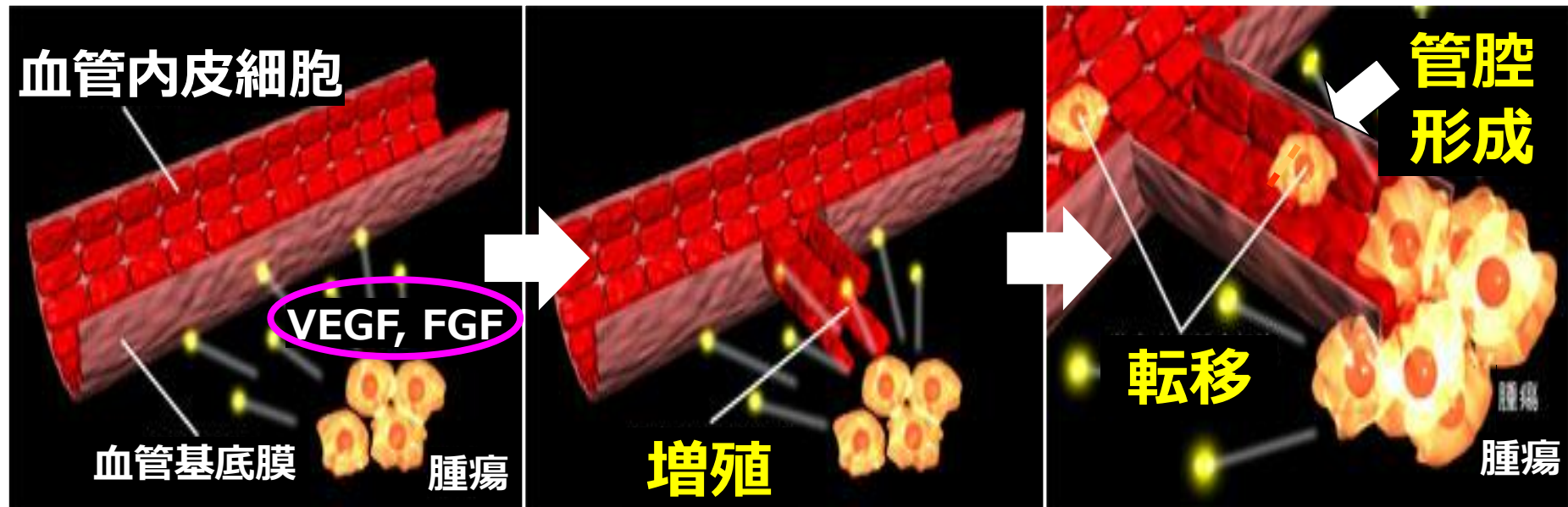


トコトリエノール (T3)、イソプレノイド側鎖
抗酸化、抗がん、抗肥満、皮膚保湿、脂質代謝改善



トコフェロール (Toc)、フィチル側鎖
抗酸化、抗不妊

老化障害に関与
既存血管から新血管が形成される現象
癌、糖尿病性網膜症、リウマチ性関節炎 等に関係

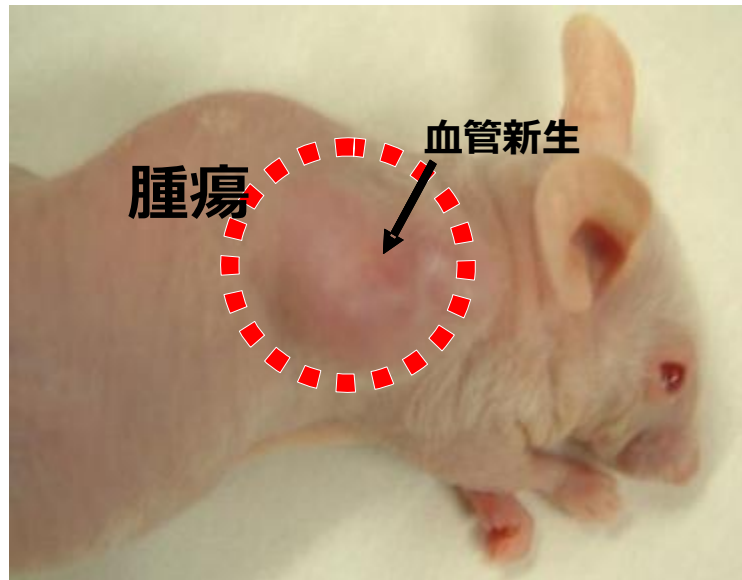


血管内皮細胞の遊走、増殖、管腔形成の3過程を経て進む
腫瘍に栄養分と酸素を運ぶ

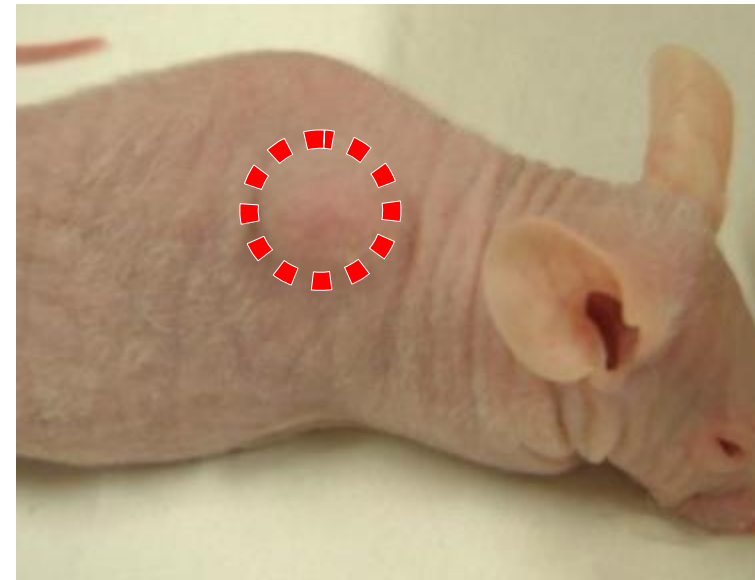
米糠トコトリエノールに抗血管新生作用を発見

宮澤、幾島 特許第 4447198号、2010年
US Patent, US6608103B2, 2003年

米トコトリエノールの経口摂取で、 腫瘍性血管新生と腫瘍成長が抑制



ヒト大腸癌細胞移植マウス
(約500万細胞) 3週目
あと残すのはヒト試験と
T3の大量調製



10mg T3/日を3週間経口投与

腫瘍体積64%減少
腫瘍重量44%減少

エクソソーム：細胞が分泌する30-100 nmの小胞で、細胞間の情報伝達に**関与**、miRNAやタンパク質（ヘレグリンなど）を含む。

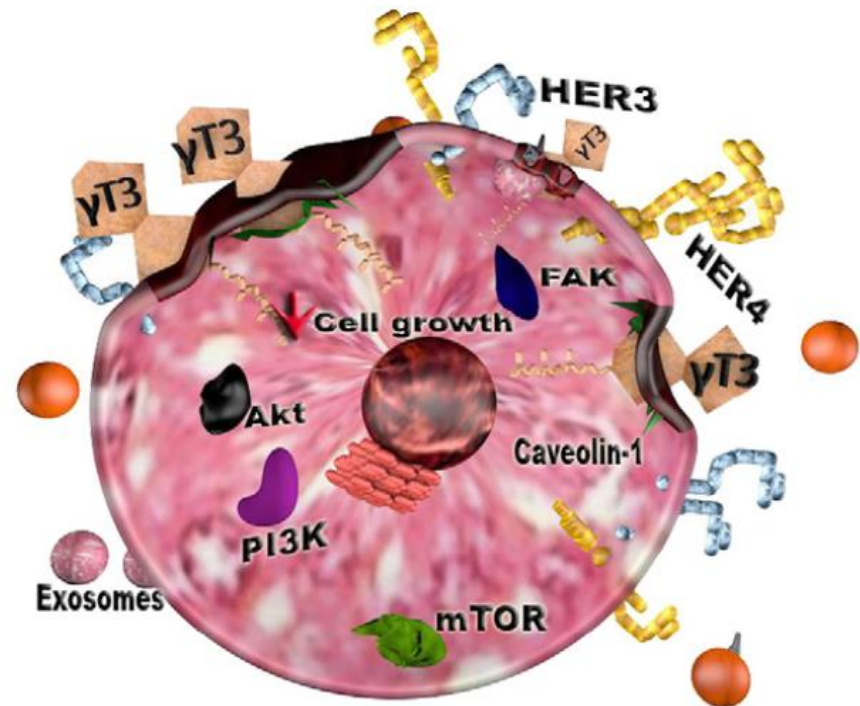
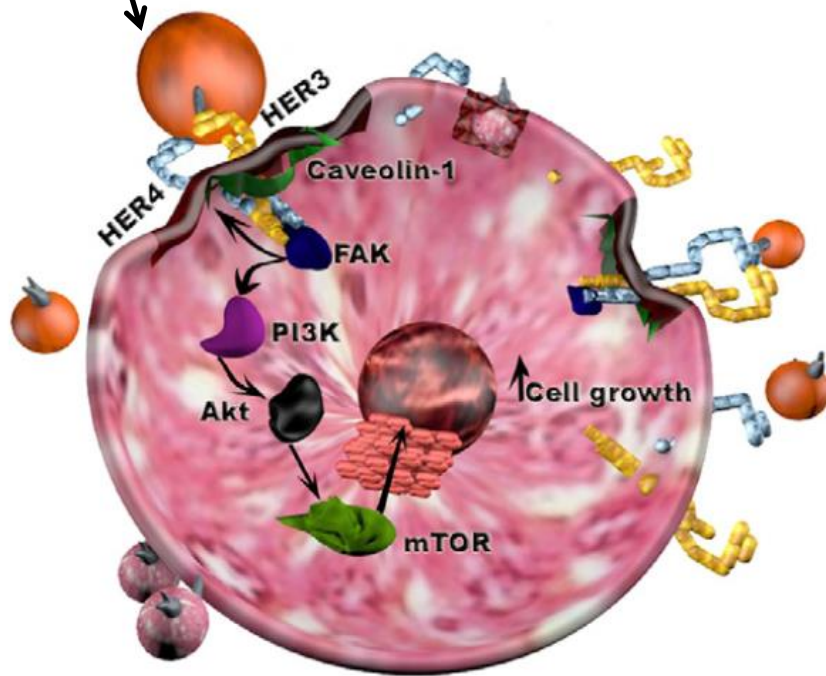
II

乳がん細胞

細胞分化促進

トコリエノール処理した
乳がん細胞

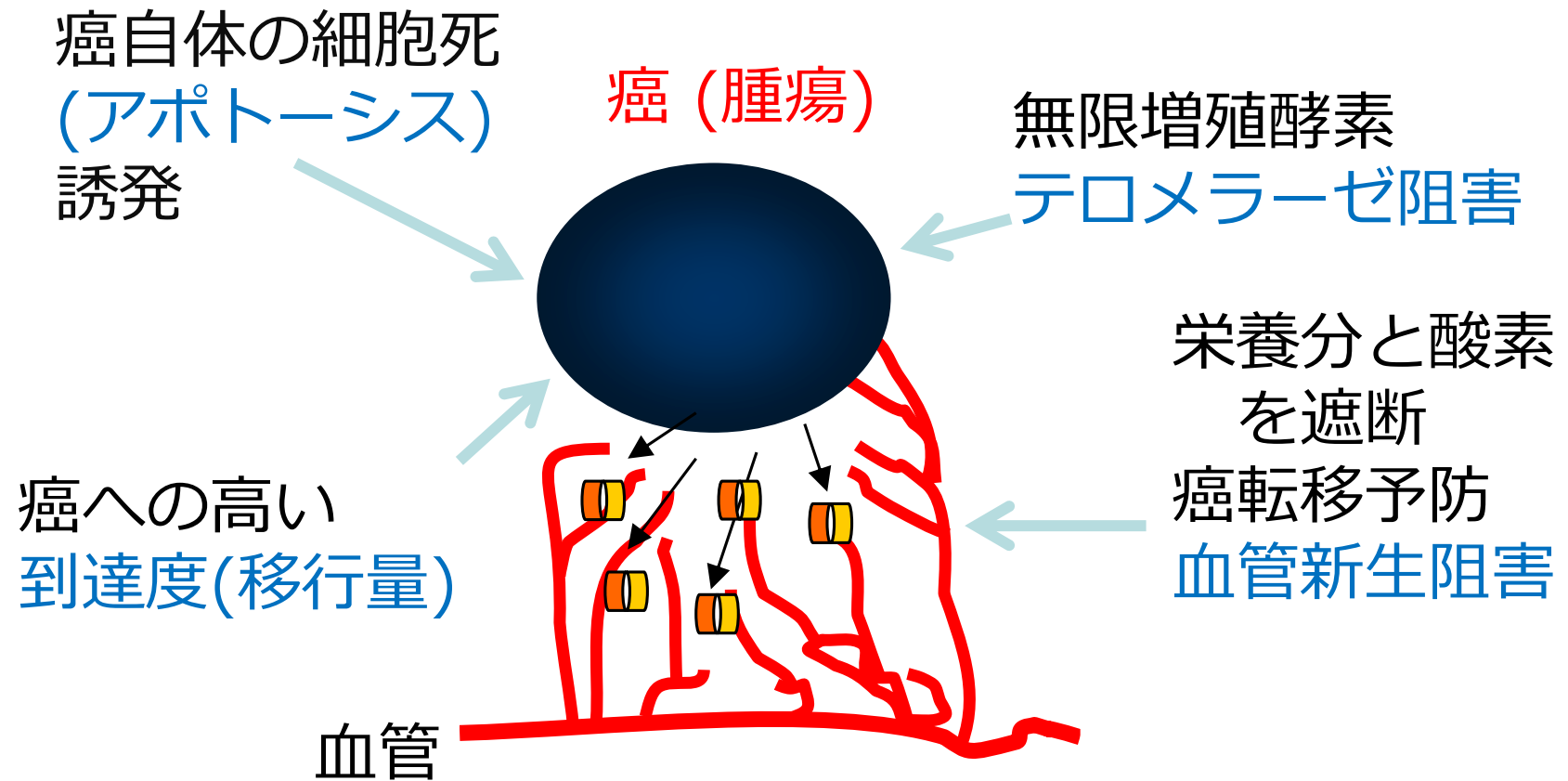
ヘレグリンを含んだエクソソーム



トコリエノールはラフトに分布してヘレグリンの活性化を阻害し、エクソソーム中のヘレグリン量を減少させることにより 乳がん細胞の増殖を抑制する。

J Nutr Biochem (2017)

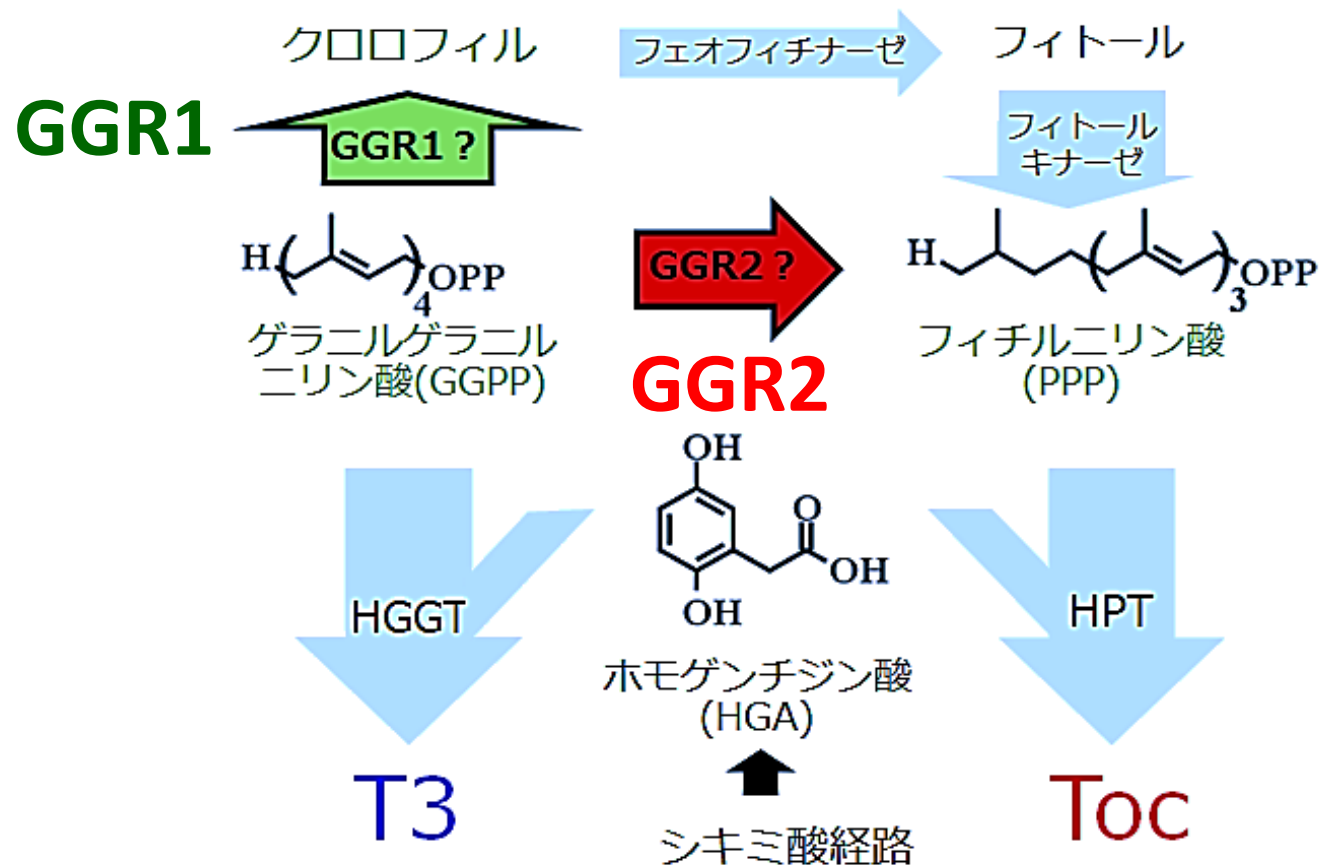
こめトコトリエノールは癌をどう抑える？ 22



米トコトリエノールによる癌の退縮

Shibata, Miyazawa et al.,
J. Nutr. (2007), *Biochem. Pharmacol.* (2008), *J. Nutr. Biochem.* (2009).

従来2経路に作用と考えられていた**GGR(GGR1)**の機能を代替する遺伝子を見出し、**GGR2**と命名した



GGR1・GGR2ダブル変異カルスは、**Tocフリー**となり、**T3のみ**を生産する

Tos17 mutantパネル((独)農業生物資源研究所)
からGGR欠損イネを作成した

GGRの遺伝子番号は (Os02g0744900)



Tos17

■ = 翻訳領域
■ = 非翻訳領域

生物研からイネ種子を購入し播種した
この種子はGGR遺伝子内にレトロトランス
ポゾンが転移し、変異している



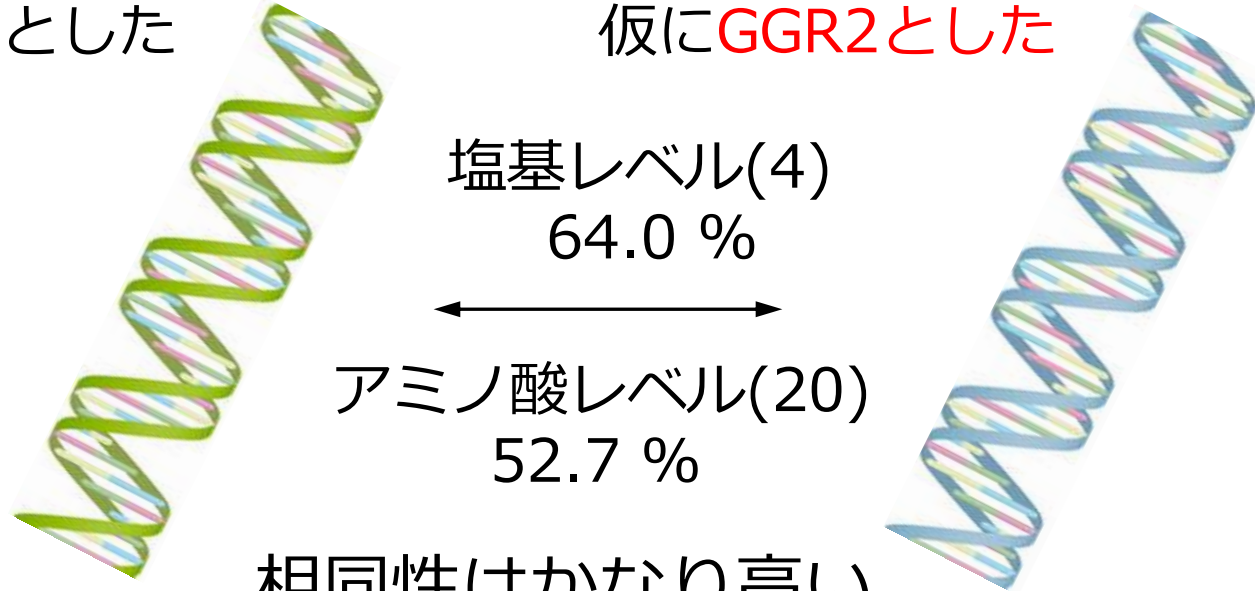
アルビノの
表現型となる

GGR(Os02g0744900)

仮にGGR1とした

新規遺伝子(Os01g0265000)

仮にGGR2とした



相同性はかなり高い

- ・ 生物研(農業生物資源研究所)のcDNAライブラリーには存在しない
- ・ 過去に新規遺伝子に言及した論文が存在せず、命名もされていない

Matsuzawa, Miyazawa et al, Food Chem (2013)
Kimura (東北農研), Miyazawa et al, Sci Rep (2018)



現行の水稻栽培体系に適した「トコトリエノール高含有かつ多収」中間母本系統の育成

**こめ成分の価値に着目した
新しい加工技術の食品開発**

こめ油、高・低アミロース米、米粉の加工技術

Matsuzawa, Miyazawa et al, Food Chem (2013)
Kimura（東北農研）, Miyazawa et al, Sci Rep (2018)

富山県農業技術センター



高トコトリエノール
稲系統の育成試験

国際こめ・こめ油会議、京都国際会議場 2018 27





**国産こめ・こめ油の増産を目指し・・自給率38%を
上げる**

油脂・大豆・小麦・砂糖は15%以下

「油糧米品種の開発」・こめ産業の発展

◎一般品種の1.5倍のこめ油生産を目指す

**社会実装・・東北・全国で普及を前提に・・
今年度からスタート**

令和5年度 オープンイノベーション研究・実用化推進事業
「こめ油と機能性成分を豊富に含み製油時の歩留まりが高いこめ油増産用
イネの育種基盤構築」 東北大学、農研機構、築野食品工業

新訂 食品の機能化学

宮澤陽夫 / 五十嵐脩 共著

SECTION 2 炭水化物

- (1) 単糖類
 - (1) 食品に存在する主な単糖
 - (1) 糖誘導体
- (2) 少糖類
 - (1) 食品に存在する主な二糖
 - (2) その他の少糖(機能性オリゴ糖)
- (3) 多糖類
 - (1) 二糖以上の糖アルコール(オリゴ糖アルコール)
 - (3) 多糖類
 - (1) 消化・吸収される多糖
 - (2) 消化・吸収されない多糖(食物繊維)

SECTION 3 脂質

- (1) 脂質の種類
- (2) 脂肪酸
 - (1) 飽和脂肪酸と不飽和脂肪酸
 - (1) 脂肪酸の不飽和結合の表記
 - (2) 一価不飽和脂肪酸
 - (2) 二価不飽和脂肪酸

栄養機能化学 第3版

栄養機能化学研究会
[編集]

- 1. ヒトの細胞の役割と機能
 - 1.1 消化
 - 1.2 細胞の役割と機能
 - 1.2.1 生体膜の構造
 - 1.2.2 細胞のシグナル
- 2. 栄養素の消化・吸収・代謝
 - 2.1 栄養素の消化・吸収・代謝
 - 2.2 栄養素の吸収
 - 2.3 ホルモン応答
- 3. 栄養素の機能
 - 3.1 糖質
 - 3.1.1 糖質の種類と構造
 - 3.1.2 代謝と機能
 - 3.1.3 糖質にかかわる疾病
 - 3.1.4 糖質の適切な摂取量
 - 3.2 脂質
 - 3.2.1 脂質の種類
 - 3.2.2 脂質の機能
 - 3.2.3 脂質の摂取

「AI ディアトロフィ (量子栄養学)」 による“食”の本質的価値の探究」を開設

ヒトは一度の食事で数千分子種を同時に体内に取り込む。健康なからだの維持や疾病予防に“食”の**多分子種・同時摂取の働き**を理解する。膨大な種類の分子種がからだの中でどのように相互干渉しあい“食”としての本来的機能を発揮しているのか、この理解は“食”にまつわる永年の大きな課題。この解決には、新たな解析ツール構築が必要。短時間で大量データを低費用で計算可能な**量子コンピュータ**を用いる“AI ディアトロフィ (量子栄養学)”の取り組みを進めている。これにより、“食”の真の価値の理解と動物実験に代わる機能性／安全性評価系が構築、新食材や新機能の発掘、食材の組み合わせ効果、**日本食**の健康有益性、望まれる食組成を有する**農林水産物の育種**、食の安全性、さらには“食”による**100歳長寿・疾病予防・治療を可能にする**。

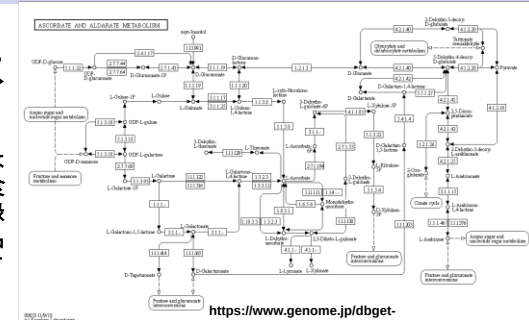
花王、ブルボン、森永乳業、雪印メグミルク、
小林製薬、森永製菓、不二製油、アサヒQI、
MIZKAN、味の素 が参加

《食品学と計算科学の融合研究》
畠山望教授、戸田雅子教授（農）、宮澤大樹准教授、平塚洋一准教授、宮澤教授

なぜ量子コンピュータでなければならないか

ビタミンCの代謝経路でもこの規模観→(KEGG*)

HMDB**には約28,000の食品成分が登録…つまり食品の代謝はとも複雑

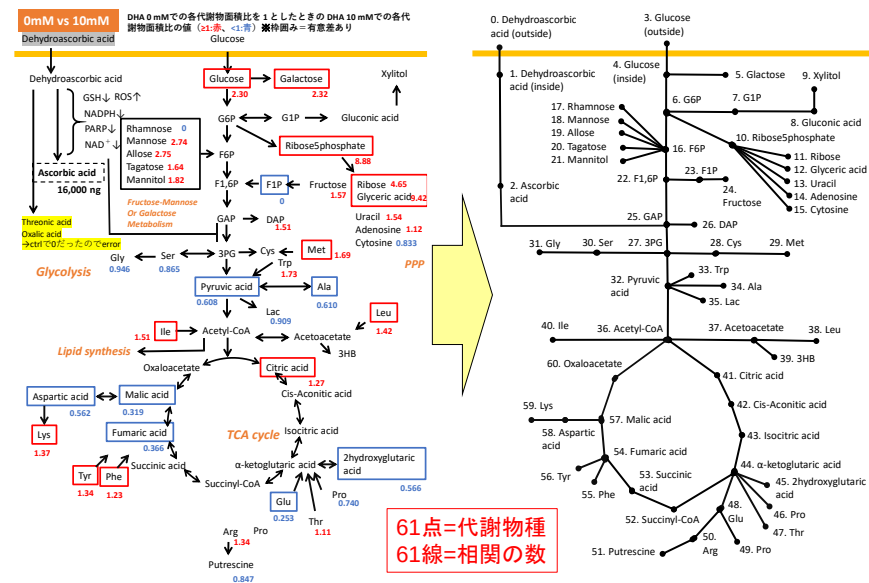


*Kyoto Encyclopedia of Genes and Genomes (日本), **The Human Metabolome Database (カナダ)

次元の呪い：データの要素数に対して、計算量が指数関数的に増加する ⇨ 古典コンピュータは1.5年で2倍 (ムーアの法則)

指数関数的高速化の可能性があるので量子コンピュータのみ

点と線の設定： 線には±1を仮置き





You are what you eat.

私たちの体は
私たちが食べたもので
できている。

食事をするのは、何のため？「今日1日を元気に過ごすため」「家族や友達、パートナーと楽しい時間を過ごすため」。その答えも、もちろん正解。だけど食事にはもうひとつ、とても大切な役割がある。それは「未来の自分をつくる」こと。今日、私たちが食べたものが、明日の、来月の、来年の、そして10年後の自分をつくる。遠い未来の出来事は予測できないけれど、それだけは間違いない事実。今日あなたが食べたものは何？ 食べなかったものは何？ ちゃんと考えて、正しく、おいしく食べること。それが未来のあなたの「きれい」と「元気」につながっている。

from “Power of Fruit and Vegetable” (祥伝社) edited by T. Miyazawa (2016)



金田尚志 東北大学名誉教授

(1922–2006)

Kaneda and Miyazawa: Lipid peroxides and nutrition.

World Review of Nutrition and Dietetics, 1987

Miyazawa: Lipid hydroperoxides in nutrition, health, and diseases.

Proceedings of the Japan Academy, 2021

1950年代に金田ら（水産庁東海区水産研究所）は、**酸化油脂の生体毒性**を世界ではじめて明らかにした。

当時「**魚油**」はからだに良くないとされていたが、「新鮮な魚油」の栄養価は高く、「**酸化した魚油**」で**体重減少などの栄養障害**を動物実験で明らかにした。

国際会議によく同行させていただいた。

食ほど人の暮らしの中核をなす
根本的なものはありません

米飯日本食は長寿健康に有益です

ご清聴ありがとうございました

