

和食と健康 2020

免疫力をあげる

賢い「食」を考える

於・京都産業会館ホール

令和2年10月13日



伝統発酵食品が育んだ和食文化と、  
我々にもたらす健やかな未来

石川県立大学 生物資源環境学部

食品科学科 食品製造系

食品微生物学研究室

准教授 小柳 喬

# 発酵食品の歴史

酒・ヨーグルト、大昔から記録・記述が存在

## ワイン

紀元前 6000~5000 年頃?  
創世記 “ノアの箱舟” 旧約聖書:  
(※コーカサス地方説が有名)

## ビール

紀元前 4000~3000 年頃  
メソポタミア地方  
(チグリス・ユーフラテス川流域)  
シュメール人による記述

## 発酵乳 (ヨーグルト)

~紀元前 5000 年頃?  
東ヨーロッパ, 中東 (西アジア)?  
遊牧から製法が発達  
旧約聖書に “酸乳” の記載あり

# 発酵食品の歴史

水産発酵食品は、いつごろどのように現れる？

## 水産発酵食品（発酵した魚介類）

ガルム  
(魚醤油)

少なくとも ~紀元前 5 世紀  
古代ギリシア・ローマ・ビザンチウム  
において、調味料としての記載

ローマの料理資料 “アピシウス” に  
多数の記載: 紀元 4 世紀後半 ~ 5  
世紀前半に編纂

塩辛  
(鮫(キ・シ))

少なくとも紀元前 3 ~ 5 世紀  
中国の古書 “爾雅” に記載

# 発酵食品中で働く微生物たち？

## いったいどんな菌？

細菌  
(バクテリア)

### 乳酸菌：

乳酸をつくってくれる  
(酸っぱくして、漬物や  
ヨーグルトを美味しくしてくれる)

### 納豆菌：

納豆をつくってくれる  
(ねばねば成分をつくって、  
美味しく香ばしくしてくれる)

真菌  
(酵母・コウジカビ  
など)

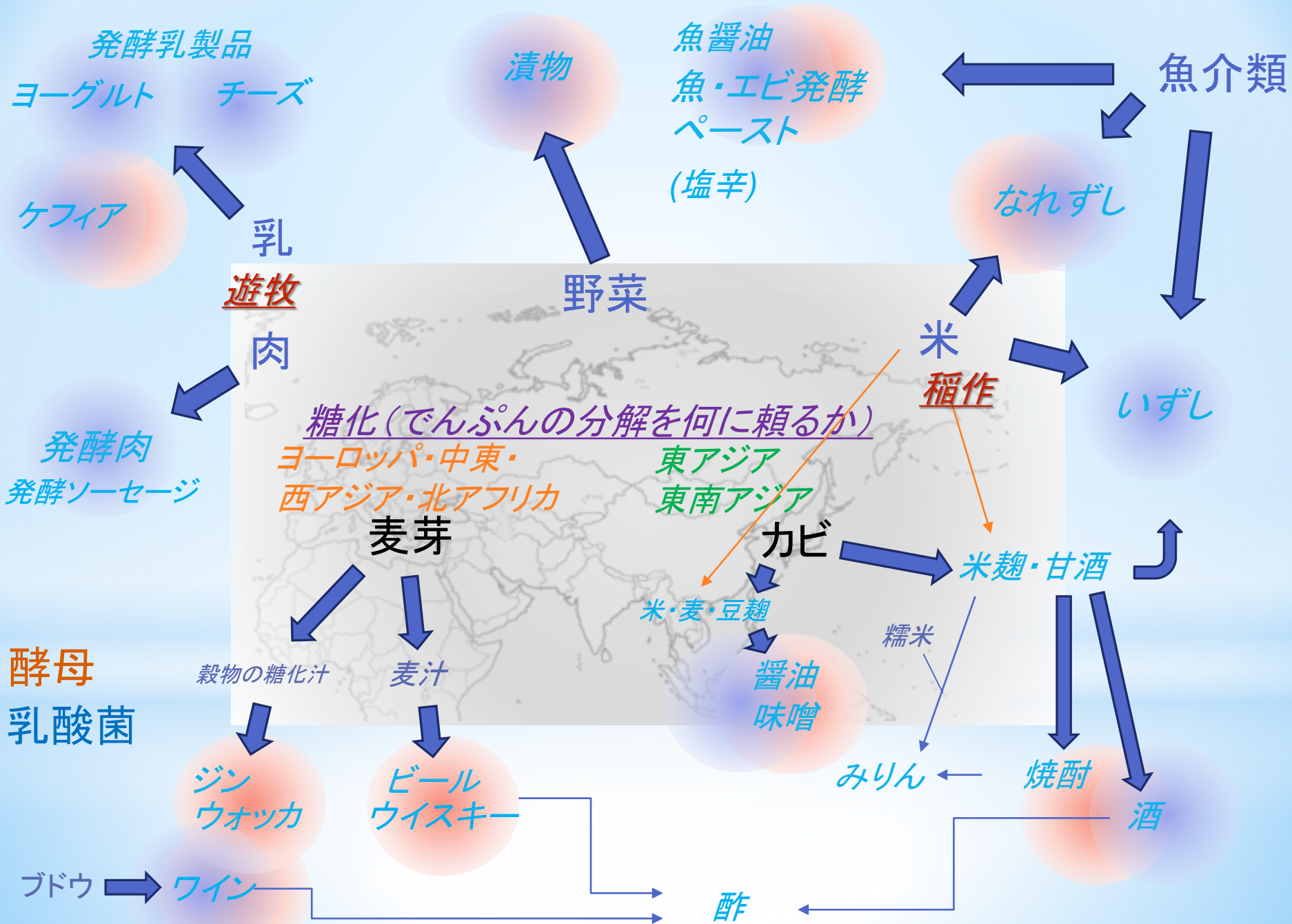
### 酵母：

アルコールをつくってくれる  
(お酒をつくってくれる)

### 麹菌(黄コウジカビ)：

デンプンからブドウ糖をつくってくれる  
(甘酒をつくってくれる)

# 微生物たちの力を結集して、世界中の様々な発酵食品が出来上がる

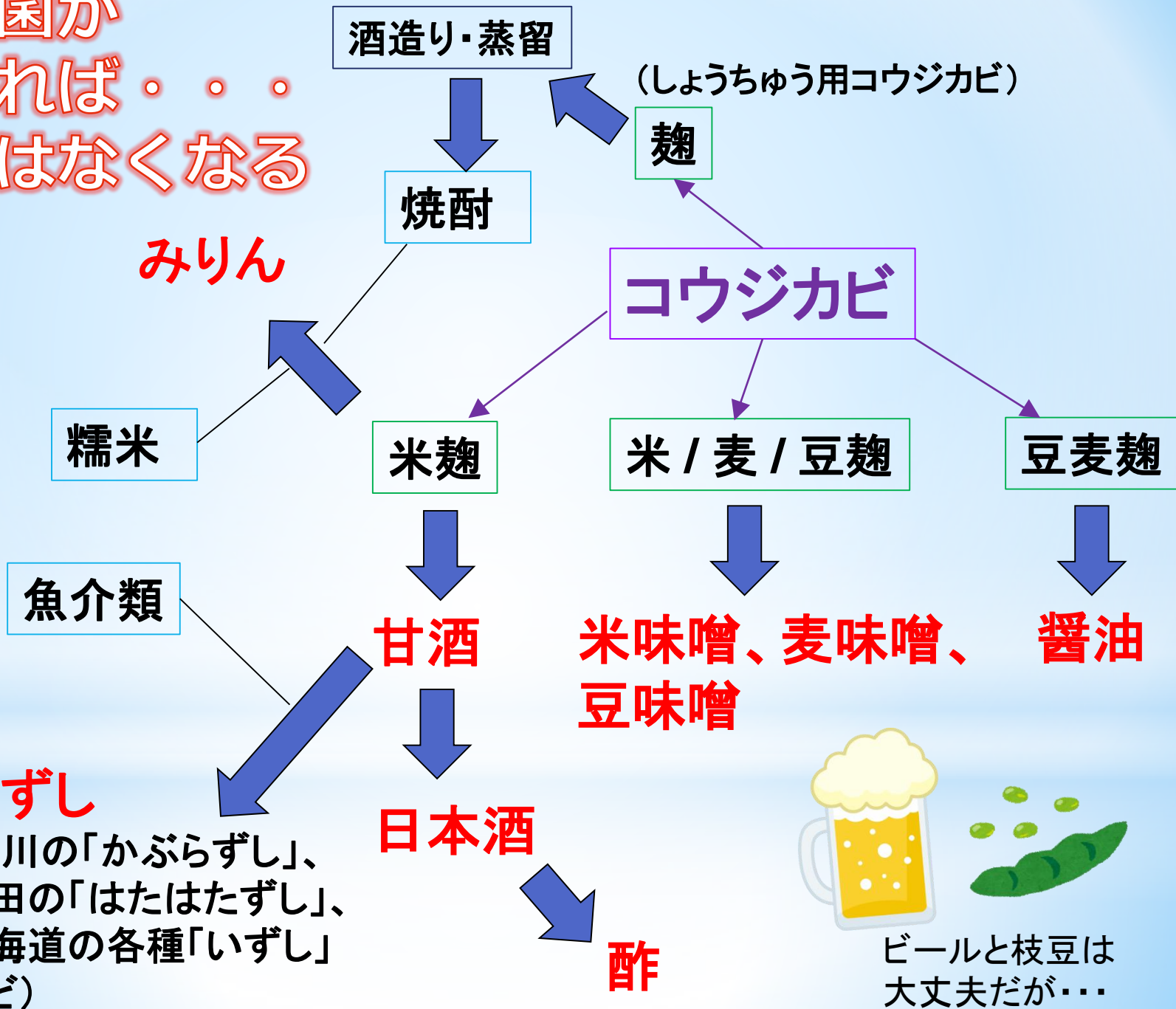


米麴： 蒸米に「麴菌 (黄コウジカビ)」を  
生やしたもの



*Aspergillus oryzae* (アスペルギルス・オリゼー)  
(黄コウジカビ) : 日本の「国菌」

もし麹菌がいなければ・・・  
日本食はなくなる



ビールと枝豆は  
大丈夫だが・・・

# 石川県の豊かな発酵食品

## 県内の発酵食品の製造文化と製造圏

能登のなれずし  
(あじのなれずし、  
あじのすす)

魚醤油 (いしる(いしり))



## 水産物を使用した発酵食品

こんか漬け (魚糠漬け)



Ishikawa pref

フグ卵巣の糠漬け  
(フグの子糠漬け)



大根ずし



かぶらずし



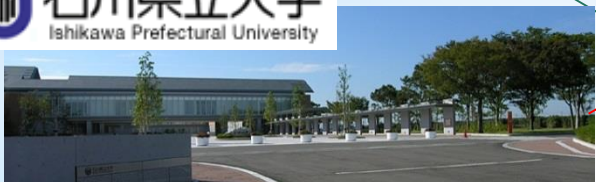
清酒



■ Kanazaw

Kaga region

石川県立大学  
Ishikawa Prefectural University



## 農産物を使用した発酵食品

(清酒、醤油、味噌)

醤油





# 加賀地方の「かぶら寿司」 「大根寿司」



**かぶらずし**

(四十萬谷本舗 ホームページより)

ブリ・カブ・米麴甘酒



**だいにんずし**

身欠きニシン・大根・米麴甘酒

**発酵・熟成**

4～10日

**かぶらずしは、冬、お正月の味覚**

# 奥能登の「あじなれずし」 (あじのすず、ひねずし)



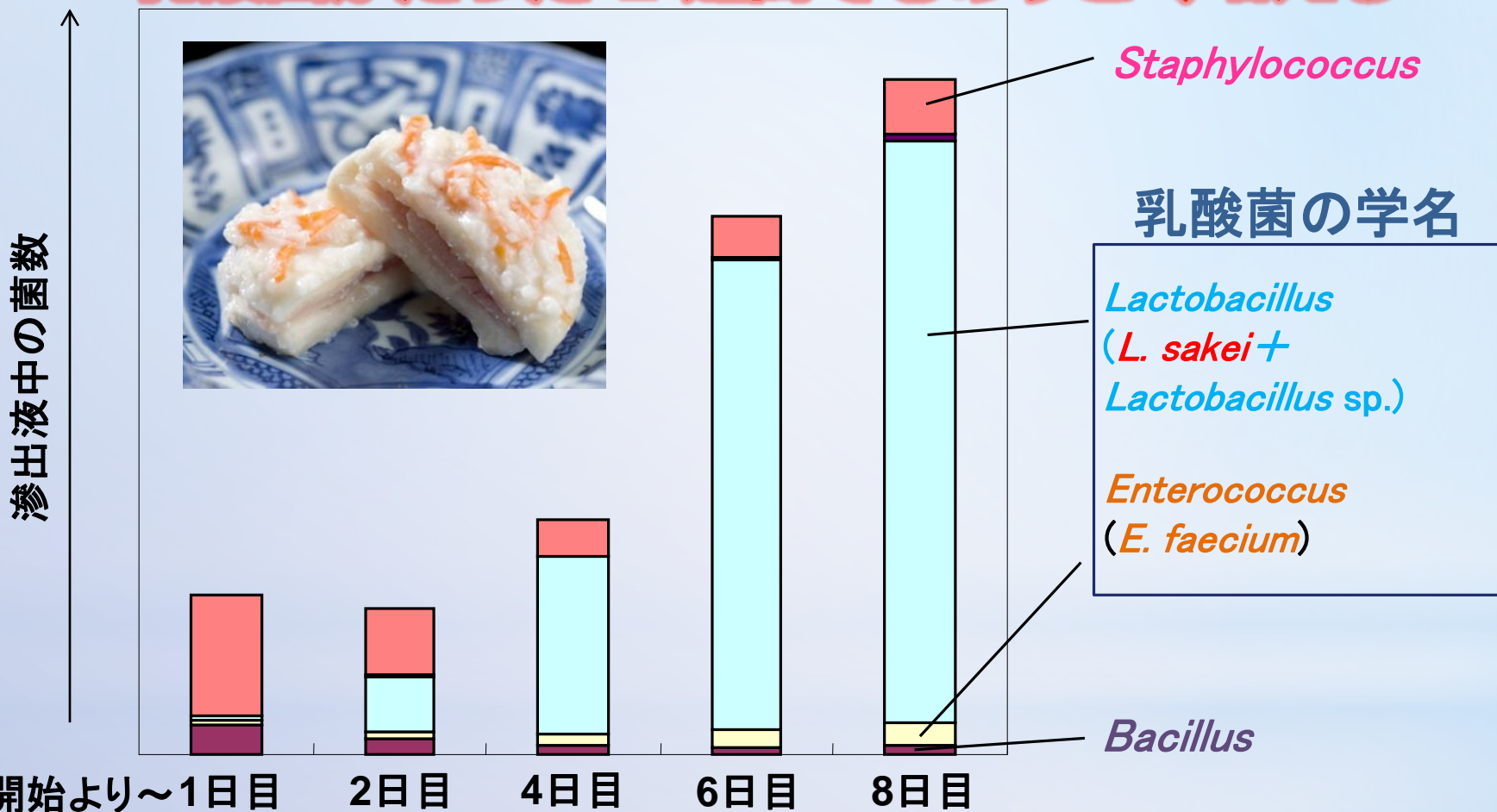
奥能登のなれずしは、  
夏～秋の味覚  
祭りで食される  
御馳走  
(主に能登町)

発酵・熟成

4 週間以上









# 「かぶらずし」の細菌叢 (きんそう：微生物の存在バランス) 乳酸菌がたった1週間でもものすごく増える



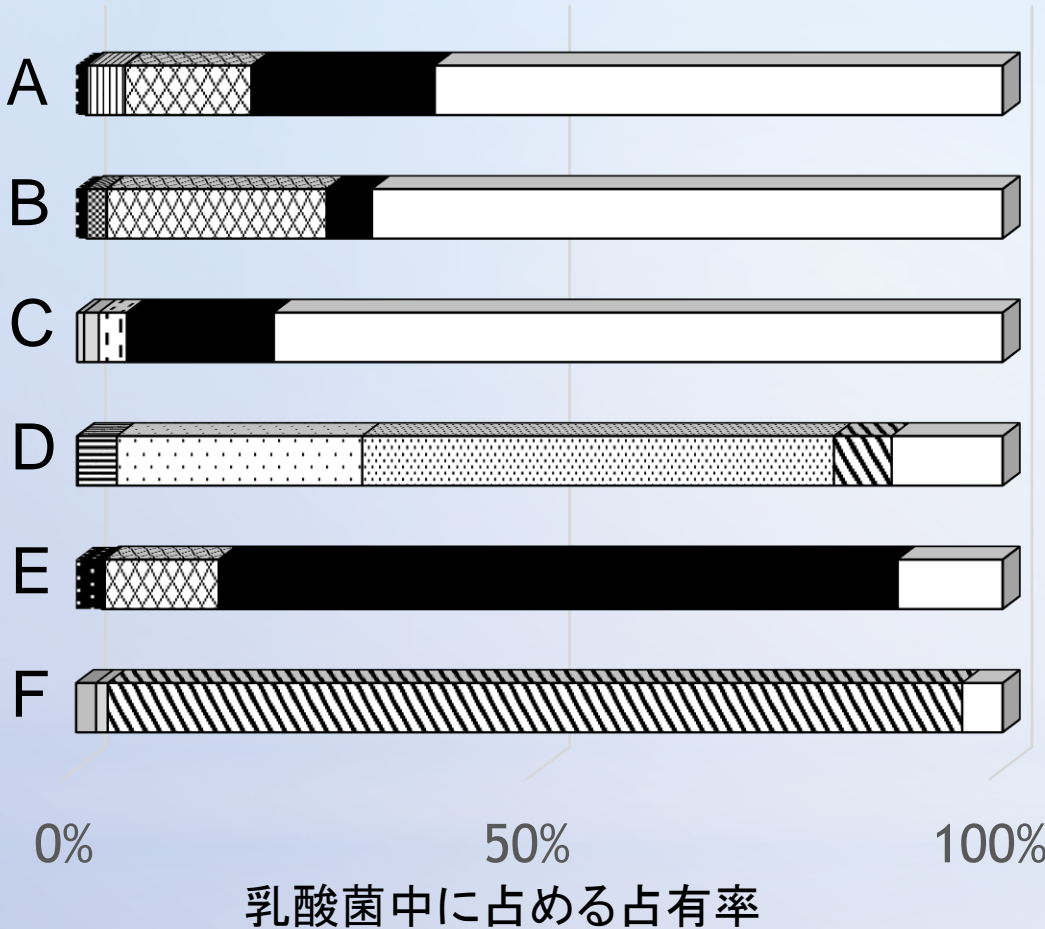
「かぶらずし」「あじなれずし」では、最初に乳酸菌を特段植えつけないにもかかわらず、発酵中に大量に増殖する

# どのなれずしでも、なぜか、必ず乳酸菌が優勢になる（菌種は、それぞれ違う）

## 乳酸菌の学名

-  *Lactobacillus brevis*
-  *Pediococcus ethanolidurans*
-  *Lactobacillus acidipiscis*
-  *Lactobacillus pobuzihii*
-  *Lactobacillus sakei*
-  *Lactobacillus plantarum / pentosus / paraplantarum*

なれずし (6 製品 A~F)

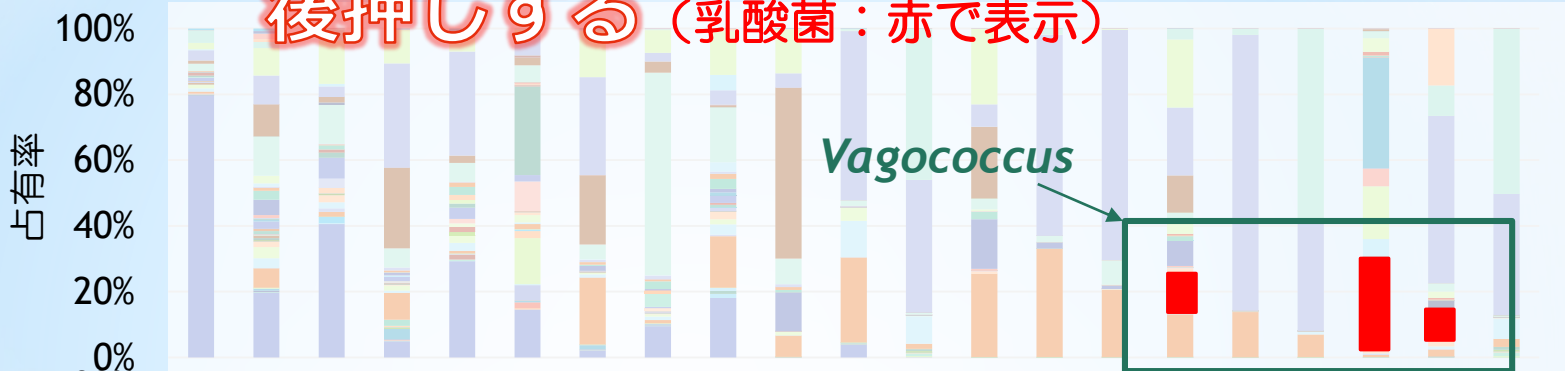


どのなれずしも、90%以上の細菌を乳酸菌が占めていた

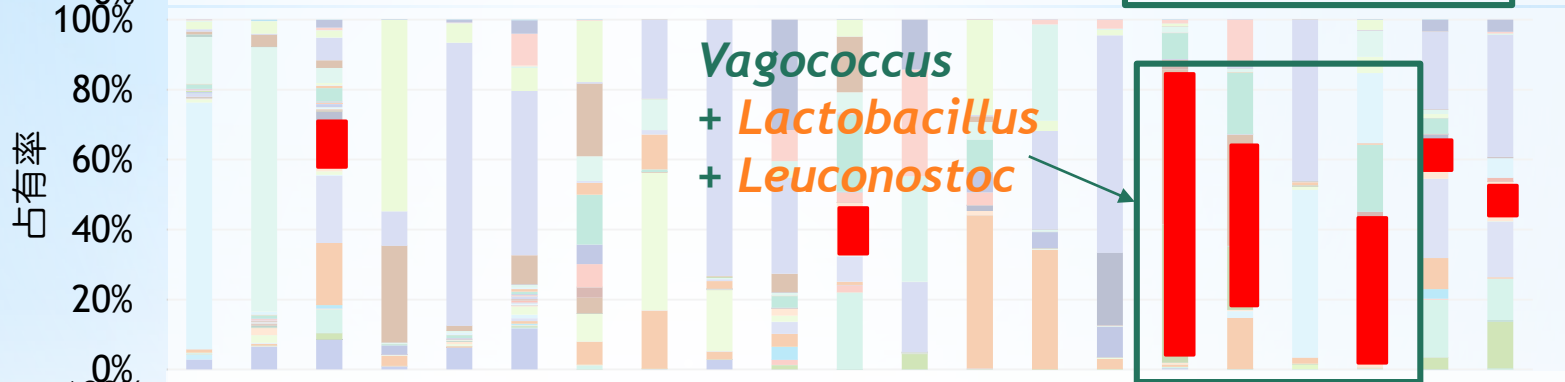
「かぶらずし」や「能登のなれずし」においては、乳酸菌を優勢化させる術が既に伝統製法の中に織り込まれている

# 米・米麴（米麴甘酒）の存在は乳酸菌の生育を後押しする（乳酸菌：赤で表示）

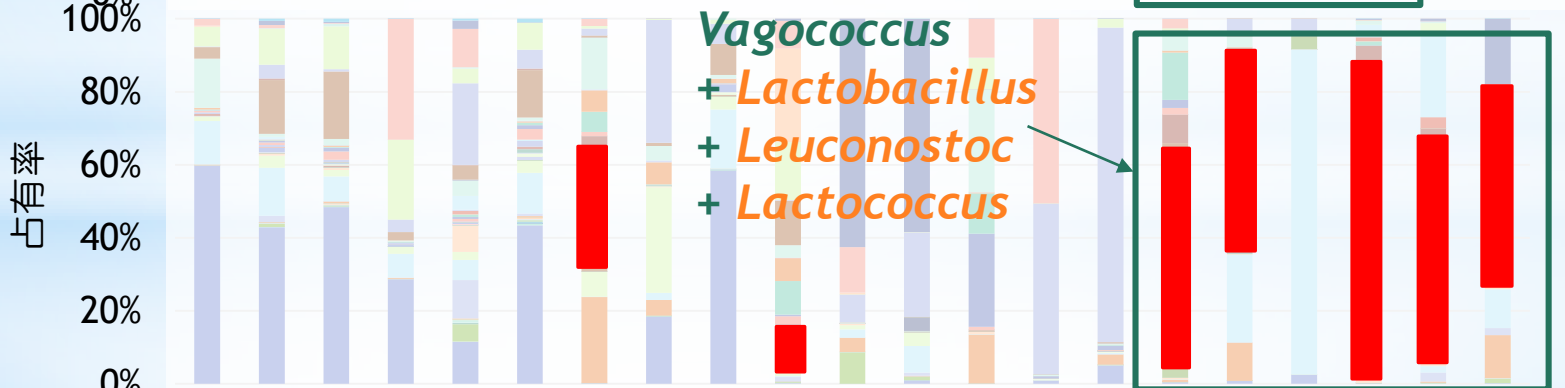
アジのみ



アジ+米飯  
(なれずし  
モデル)



アジ+甘酒  
(いずし  
モデル)



塩分濃度 (%) 0 3 5 0 3 5 0 3 5 0 3 5 0 3 5 0 3 5

温度 5°C 10°C 15°C 5°C 10°C 15°C

経過日数 0日目 4日目 17日目

可食部 1 g あたりの生菌数（乳酸菌）

数千万個 ~ 数億個を含む「かぶらずし」  
「奥能登のなれずし」

は、ヨーグルトにひけをとらない  
健康有用食品となり得る

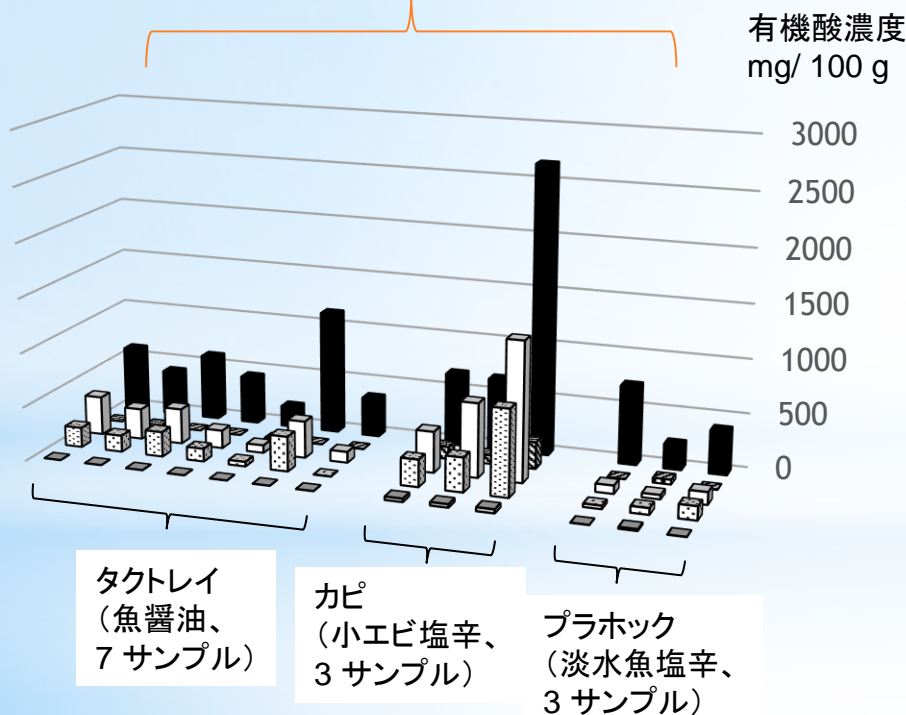
発酵時に共存する野菜（かぶなど）を考慮すると、食物繊維  
の供給も期待できる

# 石川県の水産発酵食品はよく乳酸発酵している

## 東南アジアの発酵食品との違い

### カンボジア水産発酵食品

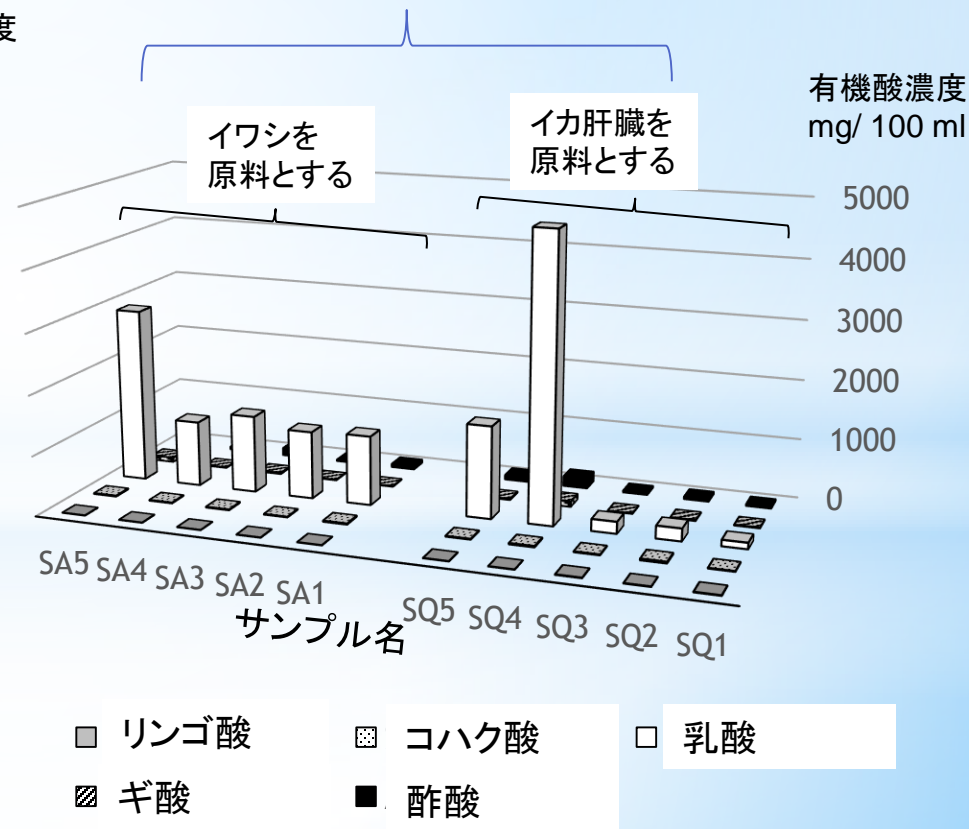
**黒い棒**：「酢酸(さくさん)」  
 という酸成分が多い  
 (※主に乳酸菌とは異なる  
 細菌によってつくられる)



### いしる (日本の魚醤)

※石川県工業試験場・道富らによるデータ

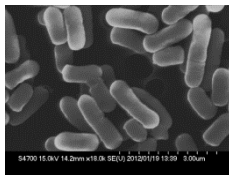
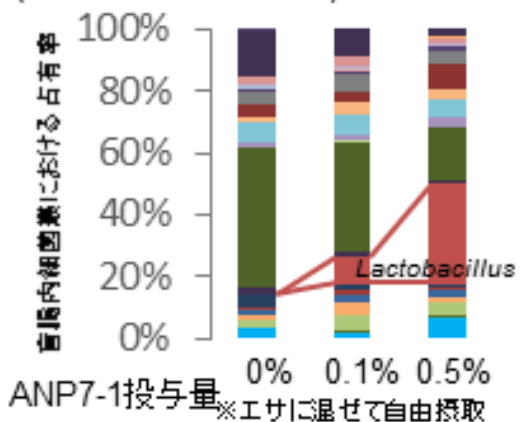
**白い棒**：「乳酸(にゅうさん)」  
 という酸成分が多い  
 (※主に乳酸菌によってつくられる)



# プロバイオティクス乳酸菌の探索

## 乳酸菌投与マウスの盲腸内細菌叢

ANP7-1株投与マウスの腸内細菌叢  
(次世代シーケンス法)



投与した乳酸菌の  
生菌の状態での  
盲腸への到達確認

(学内の共同研究)

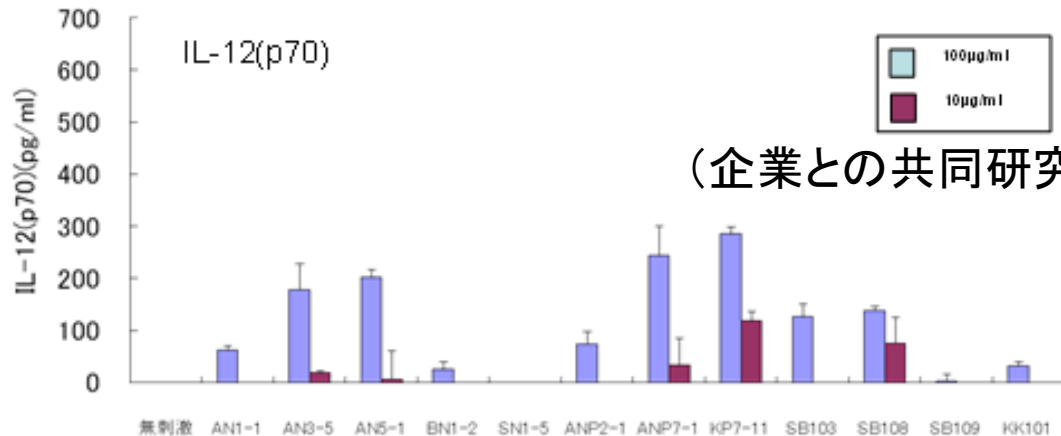
## GABA( $\gamma$ -アミノ酪酸)生産能

乳酸菌種	株名	GABA生産量 (mg/100mL)
<i>L. buchneri</i>	AN1-1	448
<i>L. alimentarius</i>	AN1-3	4
<i>L. brevis</i>	AN1-5	492
<i>L. casei</i>	AN1-7	0
<i>L. brevis</i>	AN2-2	560
<i>L. plantarum</i>	AN2-5	0
<i>L. brevis</i>	AN3-5	535
<i>L. brevis</i>	AN4-5	559
<i>L. plantarum</i>	ANP7-1	8
<i>L. casei</i>	ANP7-4	2
<i>A. brevis</i>	ANP7-6	647
<i>Leuconostoc citrum</i>	YP3-3	0
<i>L. sakei</i>	YP5-2	0

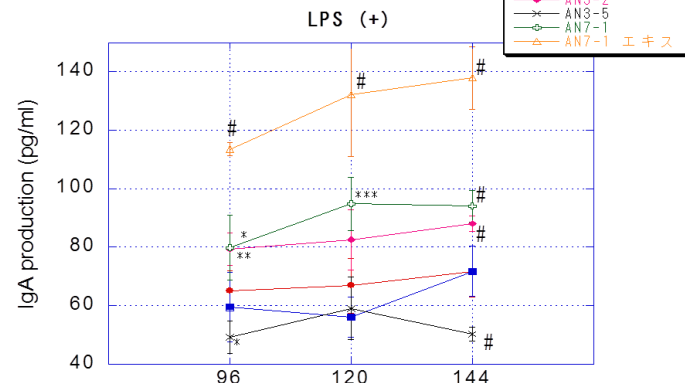
(学内の共同研究)

## 乳酸菌体による免疫活性化

### IL-12(p70) 産生誘導活性



### IgA 産生誘導活性

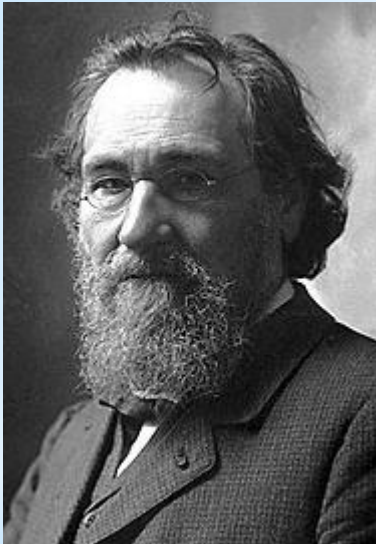


(学内の共同研究)



# ヨーグルトを食べている人には長寿が多い！？ 100年以上前・メチニコフの「不老長寿論」

イリヤ・メチニコフ



「老化を防ぐには、ブルガリアの人々のようにヨーグルトを摂取する（乳酸菌を体内に取り込む）などして「腸内腐敗を抑制」することが肝要」

ヨーグルトをはじめとする乳酸発酵食品の役割に関して時代とともに少しずつ認識は変わったが、整腸作用や免疫賦活などに対する有用効果は今でもゆるぎないもの

# プロバイオティクス・プレバイオティクスがもたらす健康有用効果

## プロバイオティクス

腸内フローラのバランスを改善することによって宿主の健康に有益に働く生きた微生物

## プレバイオティクス

大腸の細菌を増殖・バランスを改善・維持させることなどにより、宿主に有益に働く食品成分  
オリゴ糖・食物繊維・難消化性デンプンなど

→  
= 胃や小腸で消化・吸収されずに大腸に到達して、腸内細菌のエサになる

- ・ 腸内細菌叢の改善
- ・ 免疫の活性化
- ・ 短鎖脂肪酸

(酪酸、酢酸、プロピオン酸など) **産生**

- ・インシュリン依存性脂肪蓄積の抑制
- ・免疫制御
- ・腸のバリア機能強化などなど…様々な報告

## プロバイオティクス (●)

(腸内環境、特に腸内細菌叢を整え、免疫活性化を促し、健康有用機能を引き出す) ※主要なプロバイオティクスとして、ビフィズス菌・乳酸菌などが挙げられる。

プレバイオティクス(♥)との共存によって、さらに健康有用効果は高まる → プロバイオティクス・プレバイオティクスの両方の利益を同時に期待する、「シンバイオティクス」の概念も



# プロバイオティクスの効能～最新の研究では・・・ 今後も精査が必要

Nature 548,  
407–412 (2017)

*Lactobacillus plantarum* とフラクトオリゴ糖の同時摂取により、インド農村部における乳児の敗血症予防に有意な効果

Nature 562,  
532–537 (2018)

*Bacillus* 属細菌が黄色ブドウ球菌のクオラムセンシングにかかわるシグナル経路を阻害して、生育を抑える効果

Gut Microbes 7,  
101–114 (2016)

抗生物質処理マウスの腸内細菌叢の回復期において、プロバイオティクスが細菌叢の異常化防止に寄与

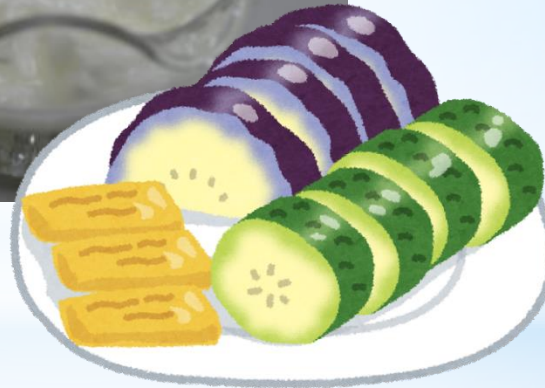
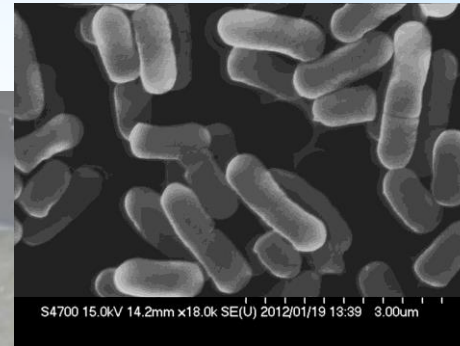
しかし・・・プロバイオティクスの効能にネガティブな報告もある

Cell 174,  
1406–1423 (2018)

ヒトおよびマウス腸管粘膜微生物叢の抗生物質投与後の回復を、プロバイオティクスは遅らせる

プロバイオティクスの持つ真の効能をつまびらかにしながら、伝統発酵食品のもつ有用効果にリンクさせつつ理解を進めていく必要がある

乳酸菌を大量に含む発酵食品・・・  
日本人のお腹を元気にしてきたのは、  
お漬物やなれずしの乳酸菌！？  
(もちろん納豆では納豆菌も！?)



その健康有用効果については、  
さらに今後の精密な研究が必要です