

最終講義

『自然現象に魅せられて 研究と教育の41年』

岩手大学農学部
小野伴忠
2010年2月26日

1

最終講義の内容

- 岩手大学における履歴
- 研究のこと
- 教育のこと
- 最後に

2

岩手大学における履歴

- 助手時代 1969(S44).4~1990(H2).3 -
- (21年間, 24~45歳) -

1969~1990 農産製造学講座

教授 小田切 敏
助教授 伊東哲雄
助手 小野伴忠

大学院生...12名
学部生...109
研究生... 4

3

- - - - 助手時代 1969(S44).4~1990(H2).3 - - - -

1969年(S44年)3月 岩手大学大学院農学研究科農芸化学専攻修了
1969年(S44年)4月[24] 岩手大学農学部助手
11月~ 大学封鎖やハント勃発

S45年3月[25] 初めての卒業生を送る
4月 教養部封鎖と解除

1970年(S45年)5月~11月 大阪大学蛋白質研究所 共同研究員
(その後~S49年[29]まで出かける)

1975年(S50年)5月[30]~10月 東京大学農学部 学振流動研究員
S52年2月[32] 農学博士(東京大学)

1982年(S57年)6月[37]~1983年5月 文部省在外研究員
British Columbia大学, Loma Linda大学, New Zealand酪農科学研究所
1984年(S59)~1988年(S63) 8~9月大阪大学蛋白質研究所 共同研究員
1988年(S63)6月[43] イギリス・スコットランドでカゼインシンポジウム
「カゼインミセル模型」発表

1990年(H2年)3月[45] 恩師小田切教授定年退官

4



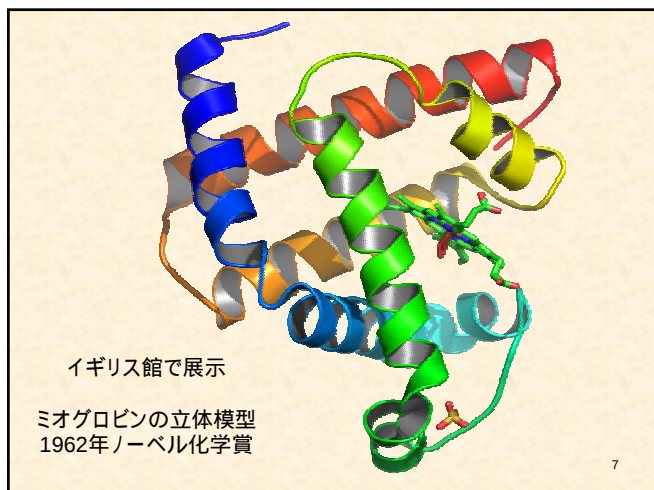
大学紛争 昭和43~44年(1968~1969)

5

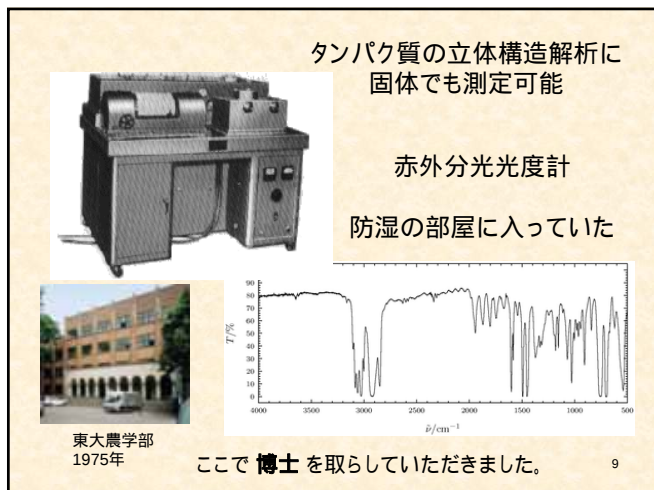
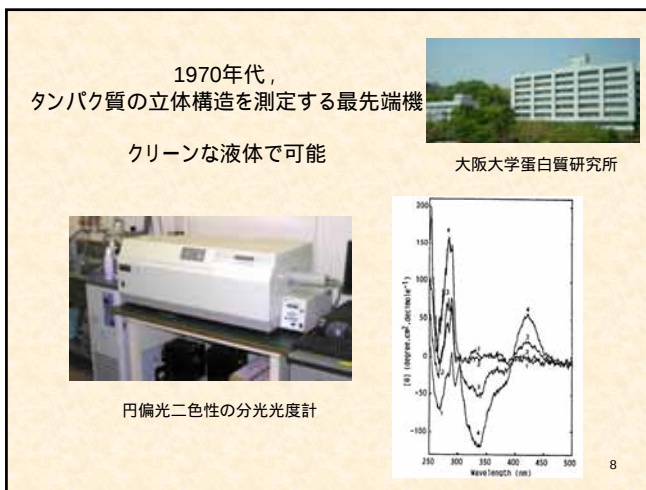
大阪大学蛋白質研究所共同研究員

大阪万博 昭和45年(1970) イギリス館へ



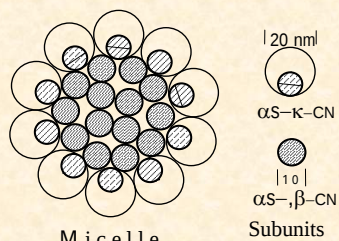


7



かくして
留学や蛋白研での研究, 岩手大での研究... → 10年

カゼインミセルモデルの提案(1989)



Ono & Obataのカゼインミセル構造概念図

13

- 助教授時代 1990(H2) . 4 ~ 1998(H10) . 3
- (8年間, 45 ~ 53歳) -

1990 ~ 1995 農産製造学研究室
1995 ~ 1998 食品化学研究室

教授 伊東哲雄
助教授 小野伴忠

大学院生... 10名
学部生... 44
研究生... 1

14

- - - - - 助教授時代 1990(H2) . 4 ~ 1998(H10) . 3 - - - - -

1990年(H2年) 4月 [45] 岩手大学農学部 助教授
1991年(H3年) 4月 農芸化学は改組され応用生物学科に統合される
(生物資源利用学専修を担当)

講義(農化); 畜産物利用学, 食品保蔵学, 化学情報処理
(応生, H5 ~) 動物資源利用学, 食品保蔵学, 情報処理演習
農産物利用学 (H10~13)

1994年(H6年) 3月 [49] 最後の農芸化学科学生を送る。

1995年(H7年) 4月 [50] 博士課程の教員に(学生; 郭順堂氏入学)

1997年(H9年) 5月 [52] イギリス・スコットランドでカゼインシンポジウム

1998年(H10年) 3月 [53] 恩師伊東哲雄先生定年退官

15



相変わらず学生諸君と
よく遊び
よく学び
です



1997年(H9)スコットランドで カゼインシンポジウム
この後, 牛乳から豆乳へ重心を転換

17

- 教授時代 1998(H10) . 4 ~ 2003(H15) . 3
- その1 - (5年, 54 ~ 59歳) -

1998 ~ 2003 食品化学研究室

教授 小野伴忠
助教授 塚本知玄

大学院生... 10名
学部生... 27
研究生... 3

18

- - - 教授時代 1998(H10).4 ~ 2003(H15).3 - - その1 - -

1998年(H10年)4月[53] 岩手大学農学部 教授

1999年(H11年)1月[54] 塚本助教授着任

3月 初の博士(郭順堂氏)を修了させる。

4月 農業生命科学科に改組
(食品健康科学講座(大講座)に所属)
講義: 植物食品学、動物食品学、物理化学概論、
機器分析化学、情報基礎

2000年(H12年)10月[55] 国際大豆加工利用会議(つくば)にて
「豆乳から豆腐の形成メカニズム」発表

2002年(H14年)3月[57] 応用生物学科最終学年卒業

2003年(H15年)4月[58] 大講座制で食品化学(小野)研究室担当となる。
(1人1研究室体制になる)

19



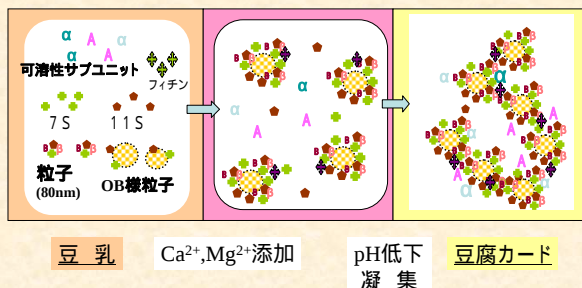
初の博士課程修了生



平成11年(1999)3月

20

豆腐カード形成モデルの提案



2000年 大豆利用国際会議(つくば)にて発表

21



実に賑やかで
行動力のある
教授・助教授体制でした



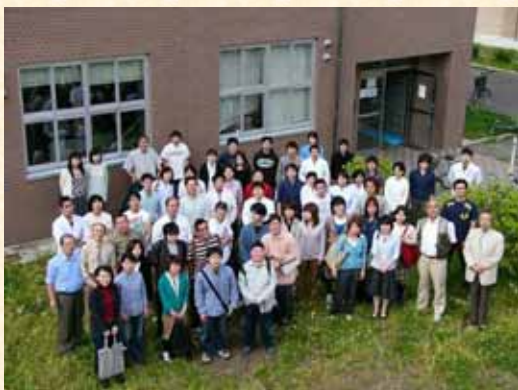
- 教授時代 2003(H15).4 ~ 2010(H22).3
- その2 - (7年間, 59 ~ 65歳) -

2003 ~ 2010 食品化学(小野)研究室

教授 小野伴忠

大学院生... 12名
学部生... 23
研究生... 2

24



これが農業生命科学科食品健康科学講座の学生諸君→大講座制へ

- - - - 教授時代 2003(H15).4 ~ 2010(H22).3 - - - その2 - -

- 2004年(H16年)9月[59] **日本酪農科学会賞**
「乳タンパク質におけるカルシウム動態とその応用に関する研究」
- 2005年(H17年)8月[60] Food Sci. Tech. Res.(2004)論文賞
K. Nakasato, T. Ono, T. Ishiguro,
M., Takamatsu, C. Tsukamoto, M. Mikami
- 2007年(H19年)4月 応用生命科学系所属となり**応用生物化学課程**担当となる。
講義: 食品学、物理化学概論、情報基礎
- 9月[62] **日本食品科学工学会賞**
「大豆加工における成分相互作用の解明と応用に関する研究」
- 2008年(H20年)8月[63] アメリカ化学会農芸食品化学部門シンポジウムに招待
- 2009年(H21年)8月[64] 世界大豆研究会議(北京)の**基調講演**に招聘
- 2010年(H22年)3月[65] 農業生命科学科最終学年卒業予定
小野定年退職予定

25



学生諸君とともに
研究し

学生諸君とともに
遊ぶ



今まで築いてきた研究で、多くの栄誉をこの時代に受けることになる



「乳タンパク質における
カルシウム動態と
その応用に関する研究」

日本酪農科学会賞
(2004年 9月8日)



「大豆加工における
成分相互作用の
解明と応用に関する研究」

日本食品科学工学会賞受賞
(2007年9月)

27

これらの賞は学生諸君が頑張ったからこそ、中里、石黒君も賞を



中里ら

Food Science & Technology
Research 第10巻

論文賞を受賞(2005年)



石黒君

「豆腐形成におけるフィチンの役割」

日本農芸化学会東北支部
若手奨励賞(2006年)

28



研究すなわち
自然現象に心を澄ます。

実験(現象)に失敗はない
真摯に良く見、
次にどうするか考える



共に遊ぶは
相手を思いやり
相手を知ること

そして
共に多くを知り
共に生長する





最終年の学生諸君 (博士1, 修士1, 学士3)

31

合計すると

助手(21)+助教授(8)+教授(12)= **41年**

学部生……**203名**(卒論指導107)

大学院生……**44名**

修士……36 (直接指導29)

博士…… 8

(留学生3, 社会人4, 一般学生1)

研究生………**10**

32

研究のこと

- 研究の考え方
- 牛乳に関する研究
- 豆乳に関する研究
- 豆腐に関する研究



33

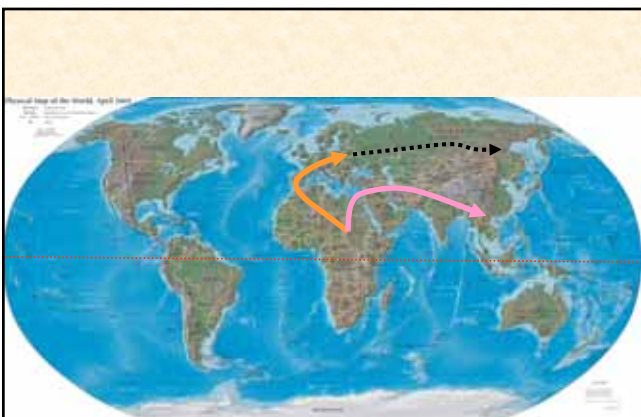
1. 研究の考え方

食物摂取の歴史的考察

人間はどの様にして食物を取ってきたのか
豊かな自然での樹上生活から地上へ
温暖な照葉樹林地帯と
寒冷な草原、針葉樹林地帯で生活形式が異なる。

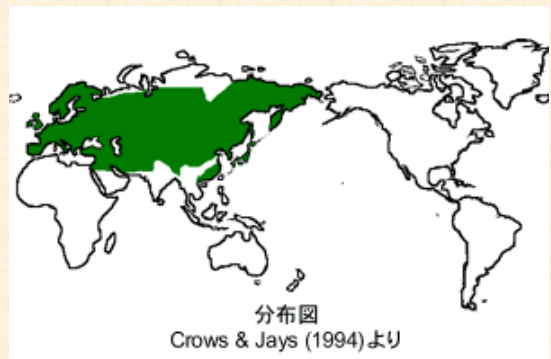


34



35

草原地帯では



分布図
Crows & Jays (1994) より

36

動物の壁画が残っている。
 アフリカ → スペイン → アラビア...



アフリカの壁画; 1万年前



アルタミラ洞窟; 1万5千年前の壁画



メソポタミアのレリーフ

37



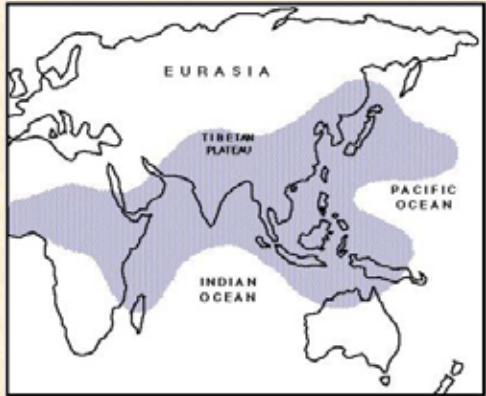
草原では近くに食物なし
 草食獣を捕獲する必要有り
 集団での狩り、規則の必要性
 獲物の分配、分割
 分割 → 部分 → 分析的手法
 西洋的な科学手法の誕生
 西洋医学
 分離・精製、分子、性質
 西洋医学 → 原因の切除





39

モンスーン地帯では



40



周囲に食物が豊富にある
 実のなる木や草木
 鳥や獣が集まってくる
 鶏、豚、アヒルなど
 調和の考え方
 和の考え方
 東洋医学
 科学としては
 現象全体の相互関係を考える





42

2. 牛乳に関する研究

- カゼイン……タンパク質分子の性質
(分析的、西洋科学的研究)
大阪大学蛋白質研究所
- カゼインミセル……巨大コロイドがなぜ安定か
- 牛乳中で他と平行関係で存在 -
(全体の調和、東洋科学的研究)
岩手大学農学部

43



ミルクの
タンパク質は
カゼイン

44

カゼイン

カゼインの構造に関する研究
カゼインの会合性
カゼインと**カルシウム**の結合

- 大阪大蛋白質研究所で研究 -
東大農学部
(**先端機器を用いた研究**)

45

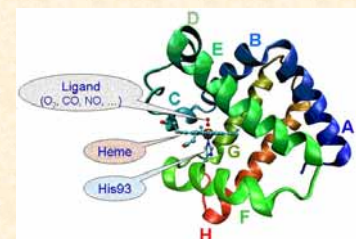
カゼインの構造に関する研究



大阪万国博覧会

大阪大学蛋白質研究所
1970年(S45)

イギリス館
(ミオグロビン立体模型でできていた)



ミオグロビンの立体構造

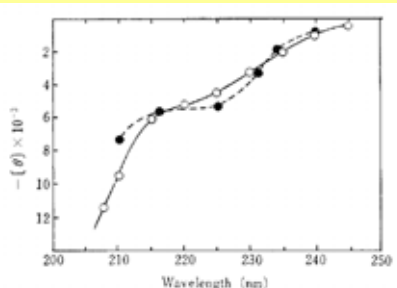
(1958年解明, 1962年ノーベル化学賞) 46

α s1-カゼインの二次構造の解析

$$X = f_H X_H + f_\beta X_\beta + f_R X_R$$

with $f_H + f_\beta + f_R = 1$ and all $f's \geq 0$.

電子計算機を用いて, **CD**の実測値と計算値が最も一致する
Helix, β 構造, ランダム構造の割合を計算した。(1974年)



電子計算機
円偏光二色性(CD)
当時は
最先端の装置
阪大蛋白研

47

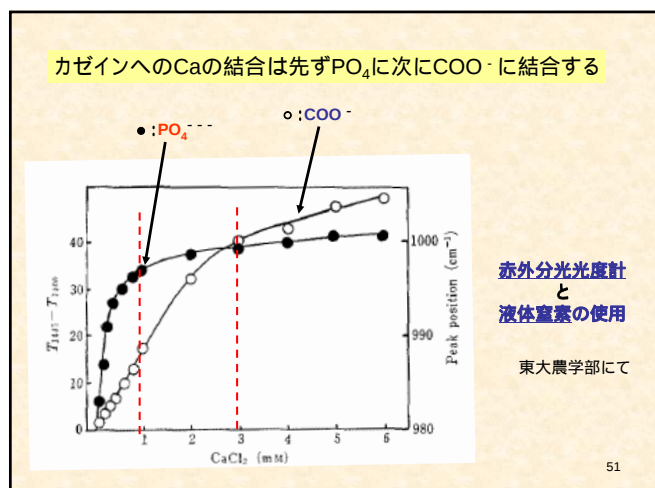
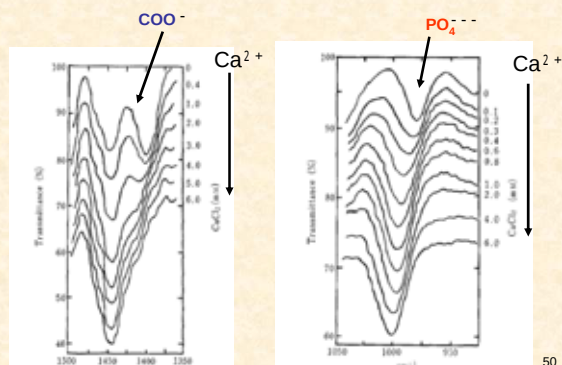
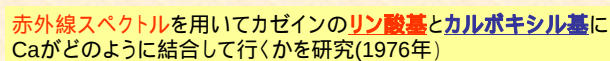
カゼインとカルシウムの結合

牛乳中のCaとPの存在形態

存在形態	mM	mg/100ml	%
全Ca	29	117	100
可溶性	9	36	31
Caイオン	2	7	6
クエン酸・リン酸 等と結合	7	30	25
不溶性	20	81	69
コロイド性	12	49	42
カゼイン結合性	8	30	26
全P	30	95	100
可溶性	11	33	35
リン酸イオン	5	16	17
Ca等と結合	6	17	18
有機エステル性	3	10	11
不溶性	16	51	54
コロイド性	9	29	31
カゼイン結合性	7	22	23

文献2.3)より調製した。

48

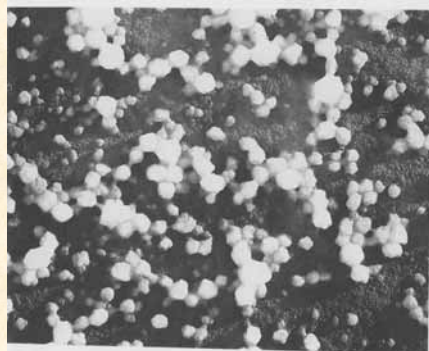
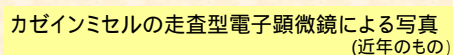


ミルクは白く濁っている

これは
脂肪球(1~8 μ m)
と

カゼインミセル
(0.03~0.3 μ m)

↓
カゼインと
リン酸カルシウムが
結合できる

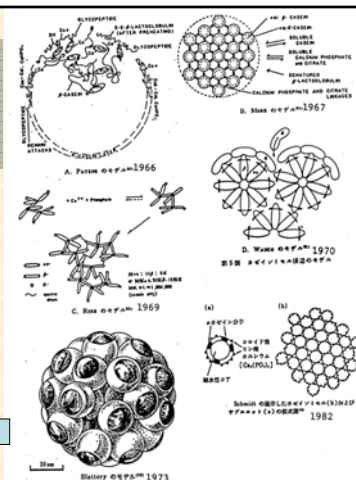


(粒径は30 ~ 300nmで80~120nmが大部分を占める)

不溶性の
リン酸カルシウム
を可溶性に
保持する構造

種々の
カゼインミセルの
構造モデルが
提案された。

1960 ~ 1980



カゼインミセルの研究

ミセルの**崩壊と再構成**

ミセルの**大きさ**と**組成**の違い

サブユニットの分離とミセルの構造

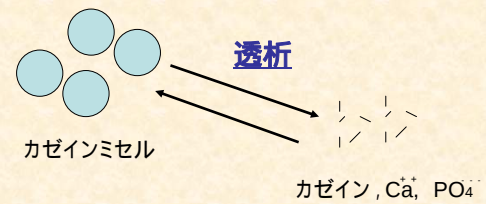
新しいミセル構造の提案

- 主に岩手大学で研究 -

(工夫とアイデアでの研究)

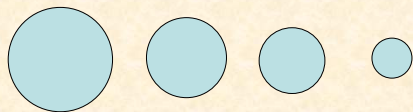
55

ミセルの**崩壊と再構成**



56

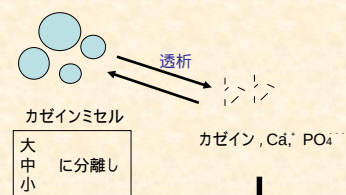
ミセルの**大きさ**と**組成**



大きさで分ける **超遠心分離機**

57

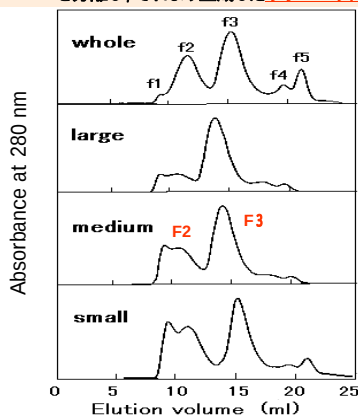
サブユニットの分離



これをゲルろ過カラムで分離する
(**HPLC**と**高性能ゲルろ過剤**)

58

牛乳のWhole,全ミセル; large,大ミセル; medium,中ミセル; small,小ミセル
を分離し、それより生成した**サブユニット**を**ゲル濾過で分離**

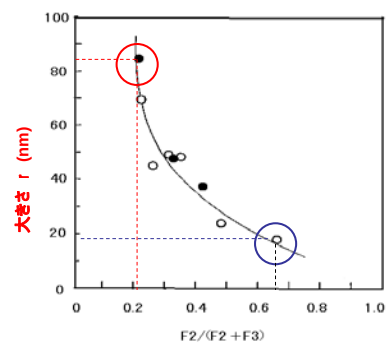


カゼインミセルを
構成する
F2とF3サブユニット
の発見

小野と高木(1986)
J. Dairy Res.

59

カゼインミセルの**大きさ**と**F2サブユニット**の割合



サブユニット

水を含む糖鎖

F2:

α S-K-CN

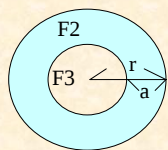
| 20 nm |

F3:

α S-, β -CN

| 10 |

60



F2: α_s - κ -サブユニット
F3: α_s - β -サブユニット
r: ミセルの半径
a: F2の厚さ
r-a: F3の厚さ

ミセルが小さいほどF2が多いのは 表面 にあるから・・・

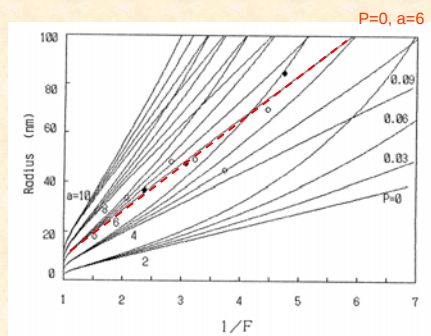
$$F = F2/(F2+F3)$$

$$F = \frac{(F2体積)+(F3中のF2体積)}{\text{ミセルの全体積}}$$

$$F = \frac{4/3\pi(r^3-(r-a)^3)+4/3\pi(r-a)^3P}{4/3\pi r^3} = \frac{(r-a)^3(P-1)+r^3}{r^3}$$

$$\frac{1}{F} = \frac{r^3}{(r-a)^3(P-1)+r^3}$$

61

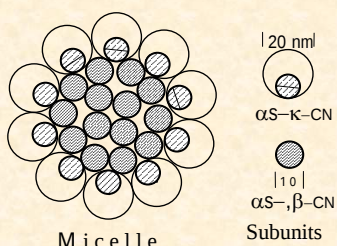


$$\frac{1}{F} = \frac{r^3}{(r-a)^3(P-1)+r^3}$$

r, a, Pの値を変えて
コンピュータに図を描かせる

62

小野 & 小畑によって提案されたカゼインミセルモデル (1989)

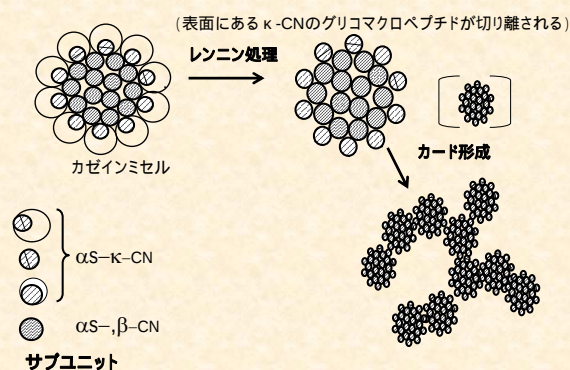


Micelle

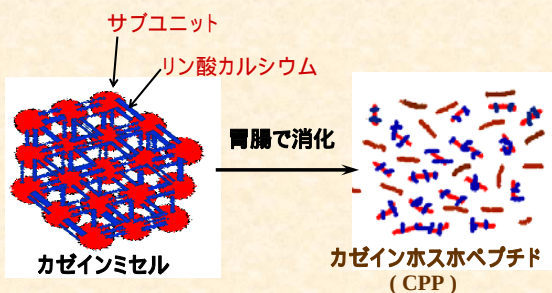
カゼインミセルの構造概念図

63

Ono & Obataのミセル模型を用いた
レンニン処理の想像図



64

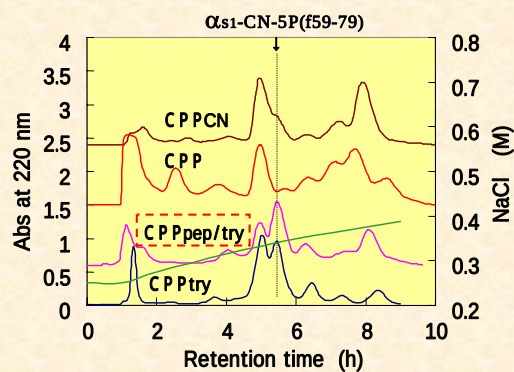


牛乳中

腸の中で

65

カゼインおよびカゼインミセルを
トリプシンとペプシンで消化してCPPを得
Q-セファロースカラムで分離



66

各種CPPのリン酸カルシウム保持量の比較

	Ca	Pi	Mr
CPPtry	16.8 mg	122 mg	101,000
CPPpep/try	24.8	175	91,000
CPP	76.2	24.8	18,000
CPPCN	76.5	25.5	18,000
β-CPP	80.5	31.2	18,000

mg/g peptide

CPPtry tryptic CM
 CPPpep/try digested CM with pepsin and trypsin
 CPP tryptic casein commercially
 CPPCN tryptic casein
 β-CPP typtic β-casein

67

「乳タンパク質におけるカルシウム動態とその応用に関する研究」

牛乳はカゼインミセルの形で不溶性の骨成分(リン酸カルシウム)を液体の形で子供に供給し、摂取された骨成分はCPPによって可溶化され体内への吸収が促進される・・・機構に関する研究

日本酪農科学会賞
 (授賞年月日: 2004年 9月8日)

68



69

3. 豆乳・豆腐に関する研究

* 豆乳は牛乳と同じようになぜ白く濁っているのか
 大豆の加工(磨砕、加熱)でできる
 油滴球と粒子状タンパク質



Soy milk



Tofu

70

浸漬 (soaking)



豆乳製造プロセス
 (中国・淮南の図解)

磨砕 (grinding and kneading)



71

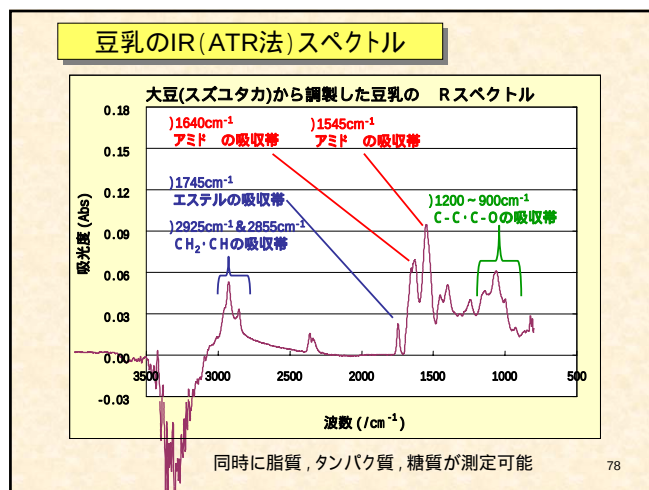
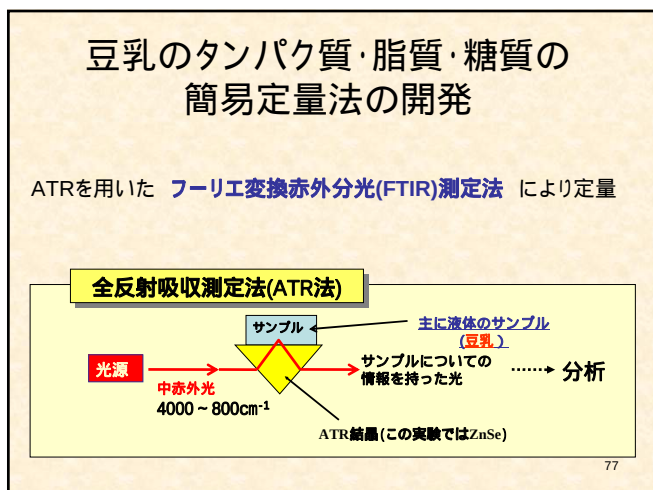
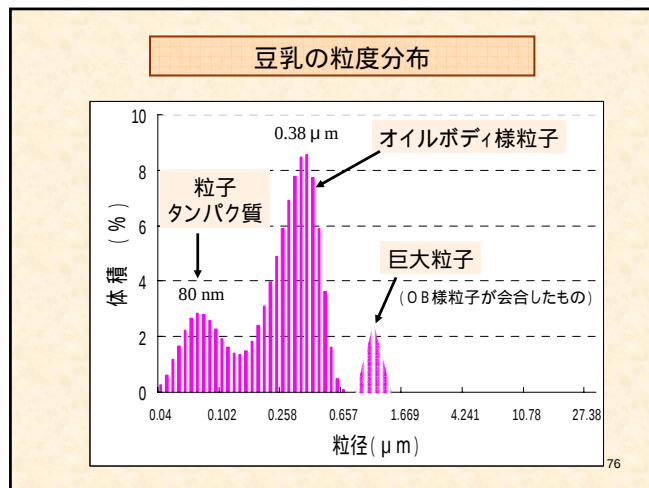
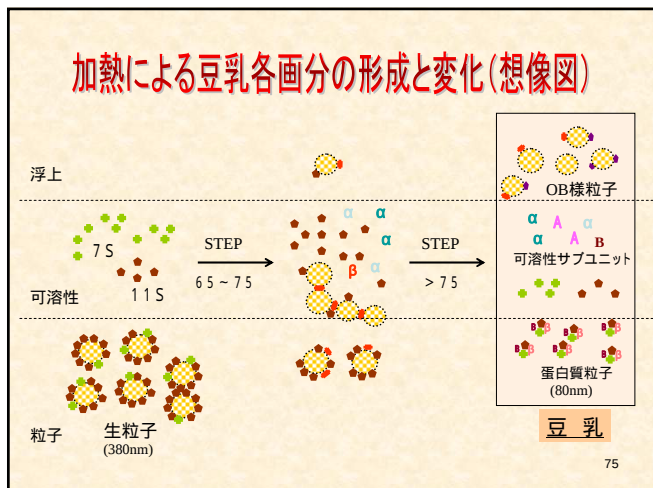
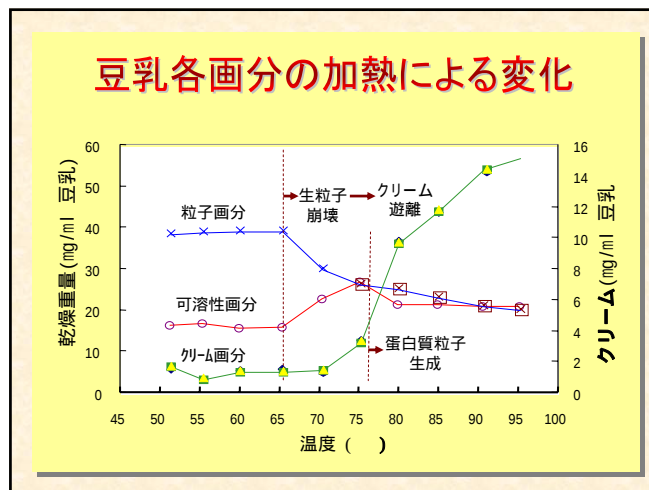
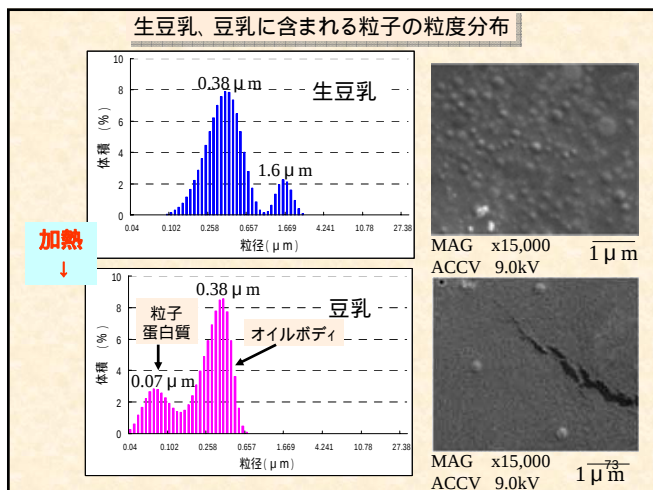
煮沸 (boiling)



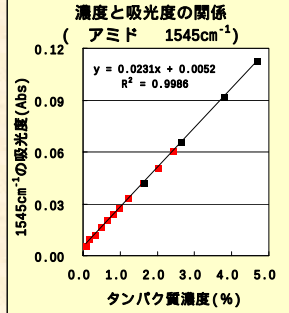
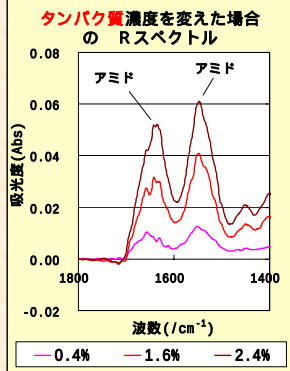
おから分離 (濾過)
 (filter)



72



タンパク質濃度と吸光度の関係



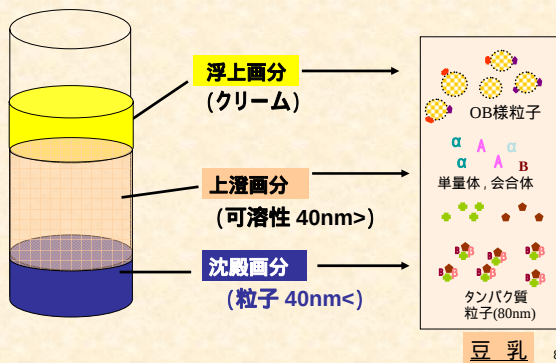
79



中里が
Food Science & Technology
Research 第10巻
論文賞を受賞(2005年)

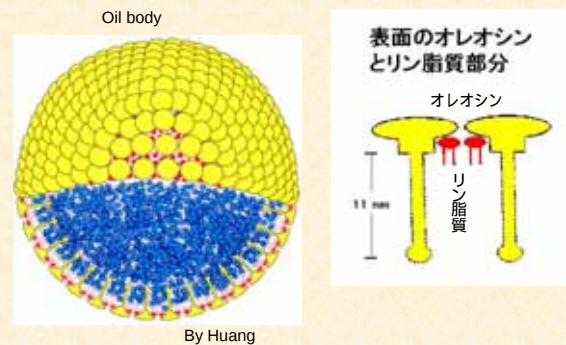
80

豆乳を超遠心分離により分画すると



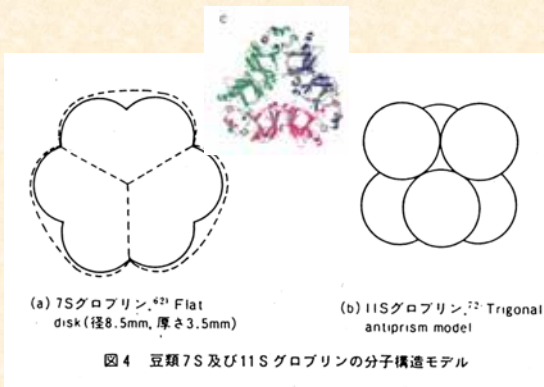
81

オイルボディとは



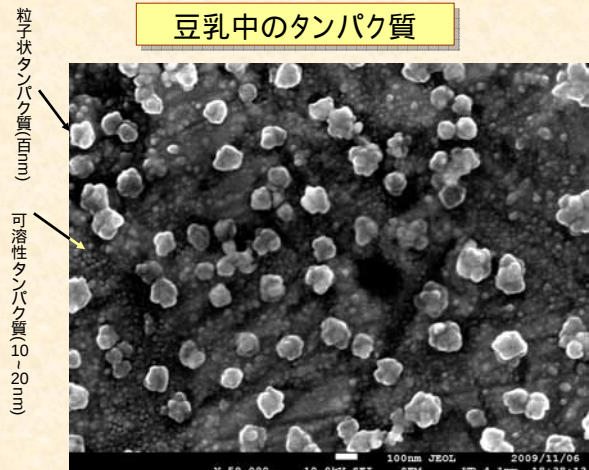
82

大豆の主要なタンパク質

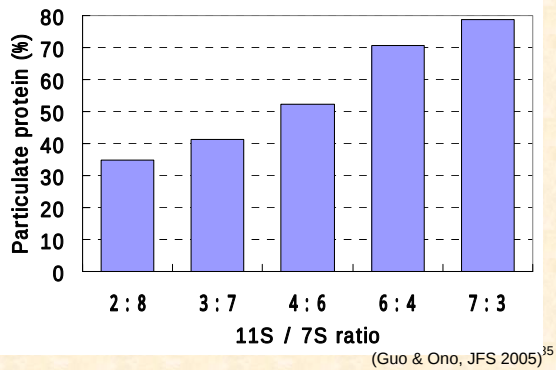


83

豆乳中のタンパク質



豆乳中11S/7Sグロブリンタンパク質比の増加により
粒子状タンパク質は増加



凝固 (にがり nigari)



豆腐製造プロセス
(中国・淮南の図解2)

凝固剤分離
(separation of nigari)



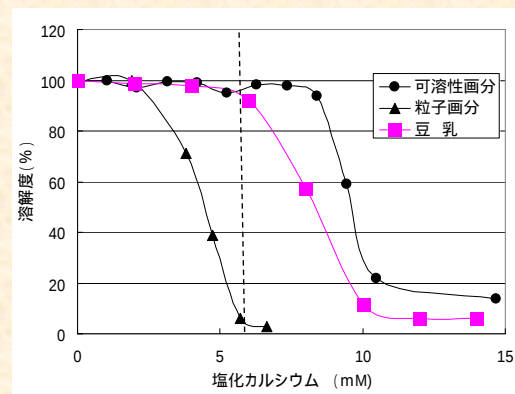
86

重石 (weight)



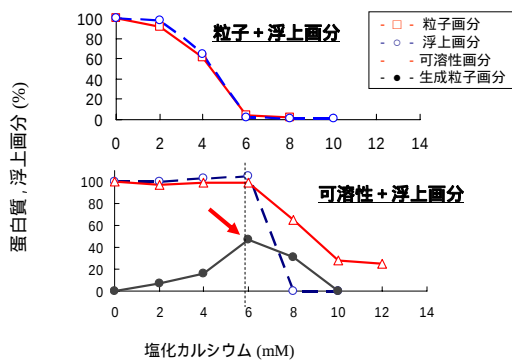
87

豆乳分画したタンパク質のカルシウムによる凝集



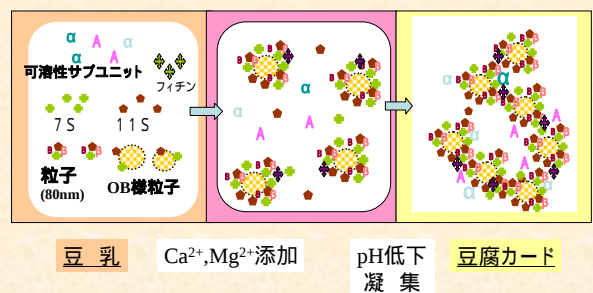
88

豆乳の 粒子+浮上画分 及び 可溶性+浮上画分 に
塩化カルシウムを添加した際の各画分の変化



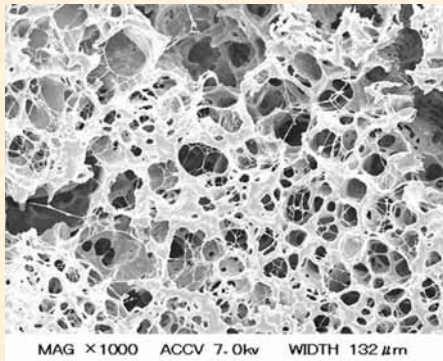
89

豆乳から豆腐カードの形成 (想像図)



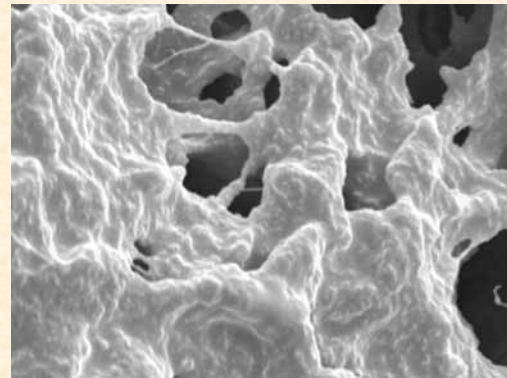
90

豆腐の走査型電子顕微鏡写真 1

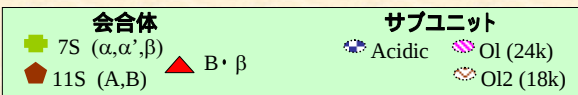


91

豆腐の走査型電子顕微鏡写真 2



92



オイルボディ
粒子蛋白質
可溶性蛋白質

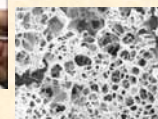
豆腐中の脂質は三重のタンパク質に囲まれる

93

この豆腐構造を利用して製品開発



豆腐の電顕写真

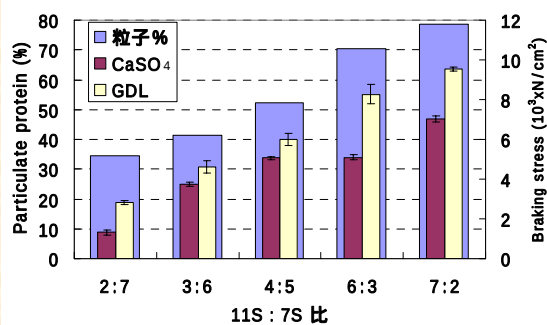


この原理を応用して
製品化
不安定だが身体に良い
DHAをドリンク類に



94

11Sと7Sタンパク質の割合と
豆乳中タンパク質粒子量と豆腐の硬さの関係



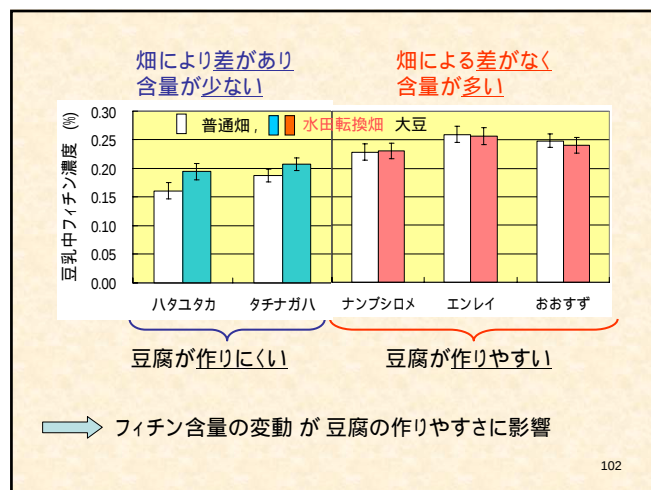
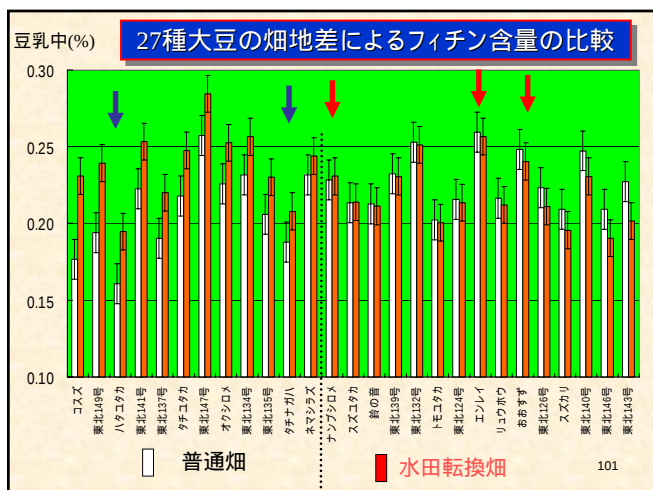
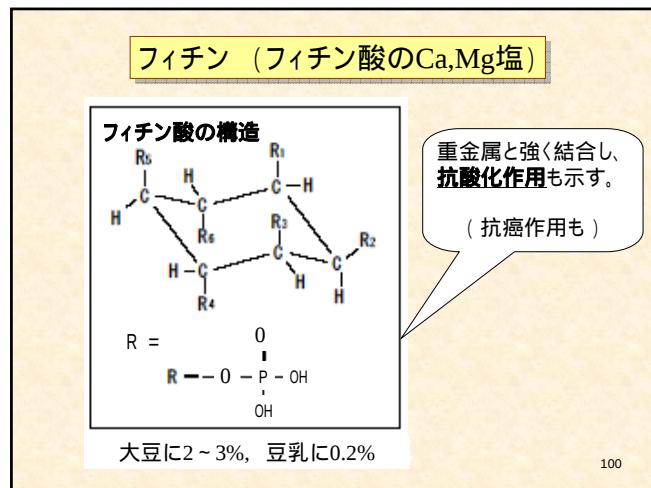
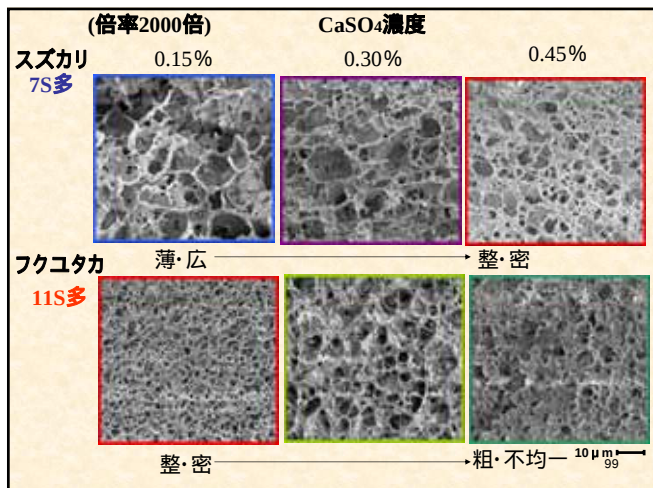
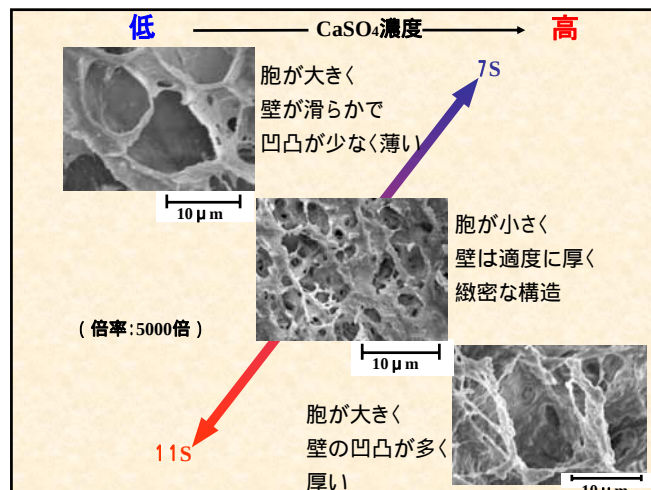
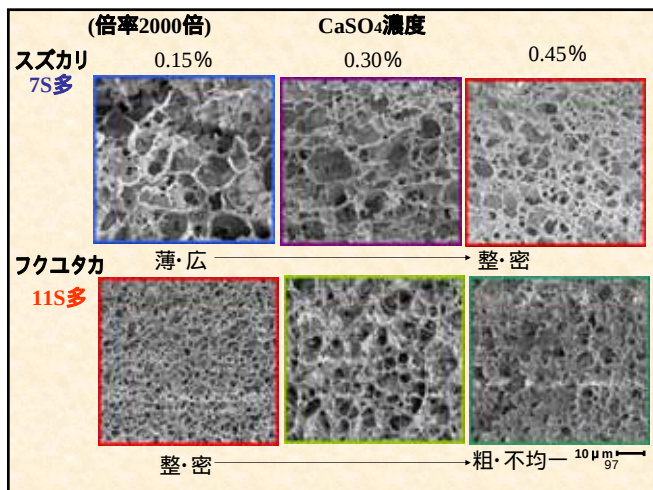
11Sタンパク質 大

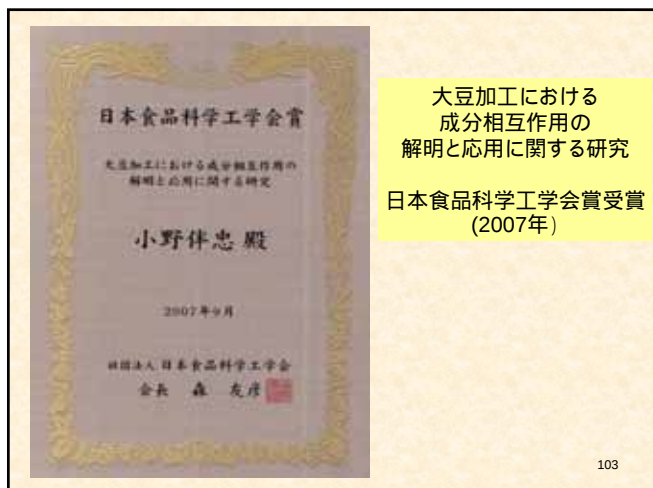
95

GDL豆腐



96

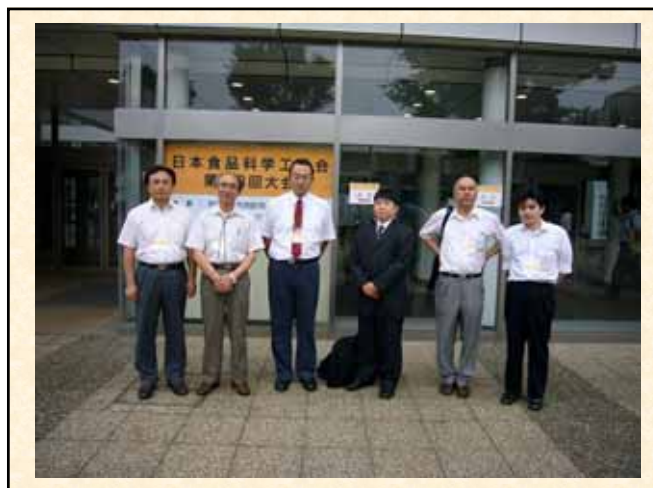




103



104



教育



41年間有り難うございました

この日を無事迎えることが
できたのは
皆様のおかげです

ご聴講有り難うございます

2010年2月26日

岩手大学生命科学系
小野伴忠

113