

熱殺菌工学 (入門編)

広田 鉄磨



食品品質
プロフェッショナルズ



Since 2016

食品安全の守護神

<http://qpfs.or.jp>

広田鉄磨

自己紹介

1979年 九州大学 農学部

食糧化学工学科卒業

同年 ネスレ日本入社

ネスレ日本での飲料製造・開発経験

アメリカの開発センター勤務

シンガポールの開発センター、品質保証センター勤務

アジア・アフリカ・オセアニアのネスレ事業所群へ
熱殺菌三銃士の一人として 殺菌指導

アジア・アフリカ・オセアニアのネスレ事業所群への
ISO22000導入指導。後に FSSC22000 へ移行。

帰国後は 社内の食品安全マネジメントシステム、二者監査
JFSM設立準備委員会、食品品質プロフェSSIONナルズ設立
2015年ネスレ日本退職 関西大学 化学生命工学部へ



アジェンダ

- 微生物の性格の多様性
- 殺菌値の計算
- 理解度チェック

1. 微生物の性格の多様性

表-1 主な食中毒菌の耐熱性データ（“現場必携・微生物殺菌実用データ集”より抜粋編集）

食中毒菌	芽胞形成	耐熱性		媒体
		温度（℃）	D値*（分）	
セレウス菌（下痢型）	有	95	4.1±4.5	—
セレウス菌（嘔吐型）	有	95	12.0±11.4	—
ウェルシュ菌	有	90	3～15	蒸留水
		100	6	蒸留水
ボツリヌス菌	有	85	100	リン酸緩衝液(pH7.0)
		95	4.4	リン酸緩衝液(pH7.0)
大腸菌	無	57.2	1.3	生乳
腸管出血性大腸菌O157	無	76	0.11	イオン交換水
黄色ブドウ球菌	無	62.7	1.81	殺菌脱脂乳
サルモネラ	無	57.2	1.7	生乳



	微生物	温度(°C)	D値(分)
芽胞細菌	<i>Bacillus</i>	100	0.8~24.1
		121	0.02~3.0
	<i>Clostridium</i>	100	0.31~17.6
		121	0.003~1.7
	<i>B.stearothermophilus</i>	115	5.24~34
		121	1.42~14
	<i>B.thermoaceticum</i>	120	5~46
	<i>C.botulinum(A型)</i>	110	2.43
		118	0.23
	<i>C.botulinum(E型)</i>	80	1.6~3.3
無芽胞細菌	ブドウ球菌	60	0.43~7.9
	乳酸菌	60	0.11~2.86
	大腸菌	60	0.3~0.6
	サルモネラ	57	0.57~31.0
真菌	アルコール酵母	55	0.9~5
	コウジカビ	50	4
	アオカビ	60	2.5

※D値：ある一定温度で目的の細菌数を
1/10に殺菌する 時間(分)

主な微生物の耐熱性

微生物の耐熱性は様々

(案)

微生物・ウイルス評価書

豆腐の規格基準改正に係る
食品健康影響評価

2017年 11月

食品安全委員会

微生物・ウイルス専門調査会

(3) 失活条件（加熱条件）

セレウス菌の芽胞は高い耐熱性を示し、90℃・60 分間の加熱に抵抗性を示す（参照 33）。0.067M のリン酸緩衝液（pH 7.0）で懸濁した芽胞の 121.1℃の *D* 値は培養株の違いにより 0.03～2.37 分であったとする報告がある（参照 35、37）。オイル中の芽胞は熱抵抗性が 10 倍以上高くなるとされ、使用する懸濁液の種類により *D* 値は大きく異なり（参照 34）、大豆油中における 121.1℃の *D* 値が 30 分、オリーブオイル中の 121.1℃の *D* 値は 17.5 分であったとする報告がある。（参照 35、38）

2005 年の EFSA の意見書（以下「EFSA（2005 年）」という。）では、加熱はセレウス菌の芽胞の制御に最も効果的な方法であり、105℃・3 分間の加熱により、加熱耐性の高い菌株を 5 log 減少させることができるとされ、105℃より高い温度での加熱は、ほとんどの場合において、セレウス菌の危害から食品を守ることができるとしている。また、缶詰製造に用いられる加熱条件のみがセレウス菌の芽胞を完全に殺滅できるとしている。（参照 39）

検証されているのはATCCなどの標準菌株

野生株、工程に住み着いた株、その菌がおかれている環境（培地）の差異での検証はほとんどなされていないに等しい

入手したデータをオールマイティーと思いきまないように

<https://www.th-owl.de/fb4/ldzbase/>

The screenshot shows a web browser window with the URL <https://www.th-owl.de/fb4/ldzbase/>. The page features a header with the title "Lemgo D- and z-value Database for Food LDz-Base" in red and black text. To the right of the title are logos for "ILT.NRW INSTITUT FÜR LEBENSMITTELTECHNOLOGIE" and "TH OWL TECHNISCHE HOCHSCHULE OSTWESTFALEN-LIPPE UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES AND ARTS". Below the header is a navigation bar with links for "Home", "New search", "History", "About us", and "Contact". The main content area is titled "Welcome to the Lemgo D- and z-value Database for Food 1.1 LDz-Base" and contains several paragraphs of text. At the bottom of the page, there is a search bar with the placeholder text "Find your data now" and a footer with copyright information "© Thomas Althoff, 2006, Knut Schwarzer, 2007" and links for "Privacy / Terms of use" and "Imprint".

https://www.th-owl.de/fb4/ldzbase/

Lemgo D- and z-value Database LDz-Base for Food

ILT.NRW
INSTITUT FÜR LEBENSMITTELTECHNOLOGIE

TH OWL
TECHNISCHE HOCHSCHULE
OSTWESTFALEN-LIPPE
UNIVERSITY OF
APPLIED SCIENCES
AND ARTS

→ Home → New search → History → About us → Contact

Welcome to the Lemgo D- and z-value Database for Food 1.1 LDz-Base

The Lemgo D- and z-value Database for food is a project of the Institute for Food Technology.NRW (ILT.NRW) at the OWL University of Applied Sciences and Arts. More information about the involved departments you can find → here.

While installing a new food product line you always have to put a lot of effort in research finding the right parameters for sterilization of the ingredients or of the final product. Although in literature a lot of data are available in a certain case it is difficult to find matching D-values.

In this database you will find the parameters needed to design your pasteurization or sterilization project. While we are collecting all sorts of D- and z-values describing the characteristics of thermal death, at the moment our main focus is on beverage spoiling microorganisms. With each D-value you will find information about parameters known to have an effect on these like pH-, Brix- and aw-value. The data are sorted by the species of microorganism and their medium.

To complete our product additional information e.g. about the experiments the data was derived from or cluster of relevant data are given. Using this information you not only have the opportunity to optimize parameters of your current workflow, but you can estimate how your workflow will react to changes in certain parameter.

If you are interested in older versions of the Database have a look in our → history.

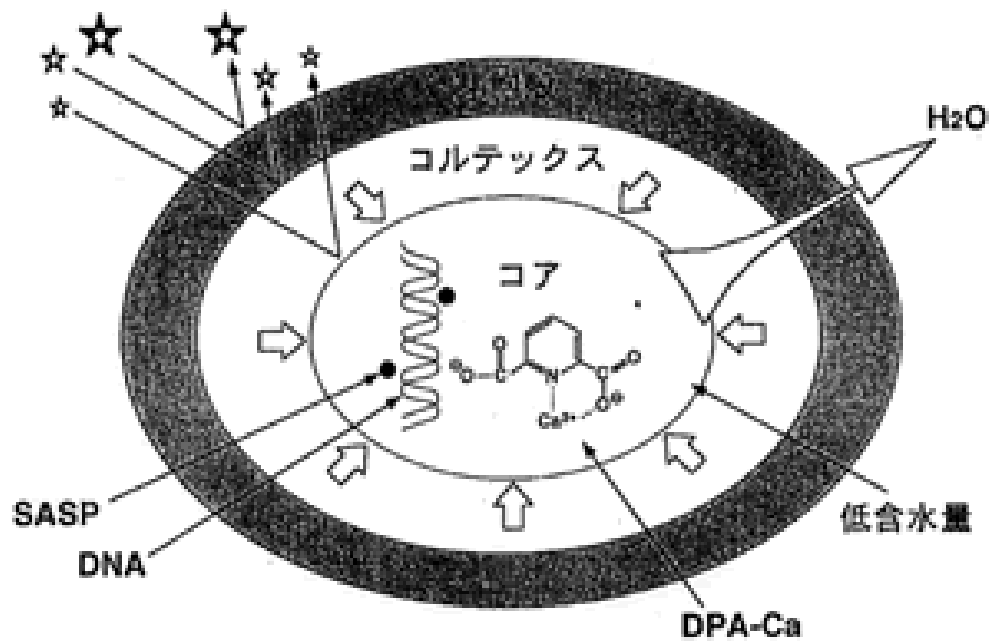
© Thomas Althoff, 2006, Knut Schwarzer, 2007 → Privacy / Terms of use → Imprint

Owl大学のデータシートに示されるように 菌種、菌株、食品の種類によって 耐熱性は様々

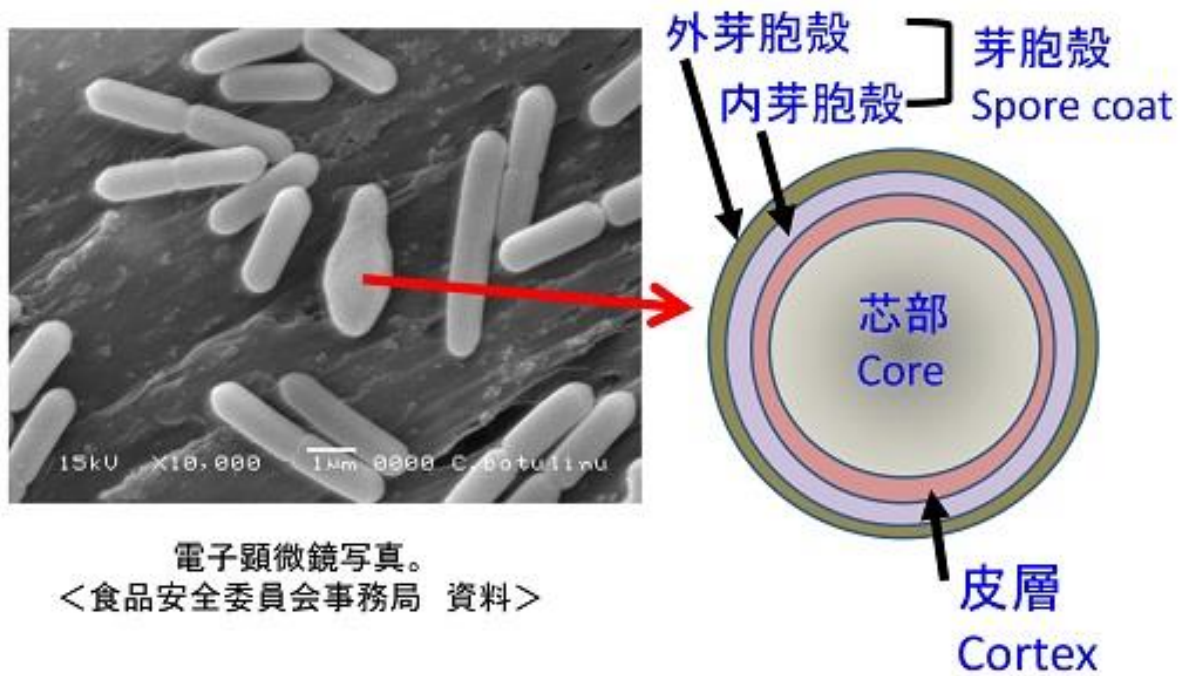


用語集

- D値: 菌数を1/10にするのに必要な時間
- z値: 死滅の速度を10倍にするのに必要な温度差
- もっと簡単にいうと D値は その温度における生存能力の指標
- z値は 温度が上がってもそれほど 熱に対して弱くならないという指標



芽胞抵抗性模式図



電子顕微鏡写真。
＜食品安全委員会事務局 資料＞

図1 ボツリヌス菌芽胞の構造模式図

芽胞（細菌性孢子）発芽のメカニズム

蜂 須 賀 養 悦

Yoetsu HACHISUKA

名古屋市立大学医学部細菌学教室

Vol. 7, No. 9

化学と生物

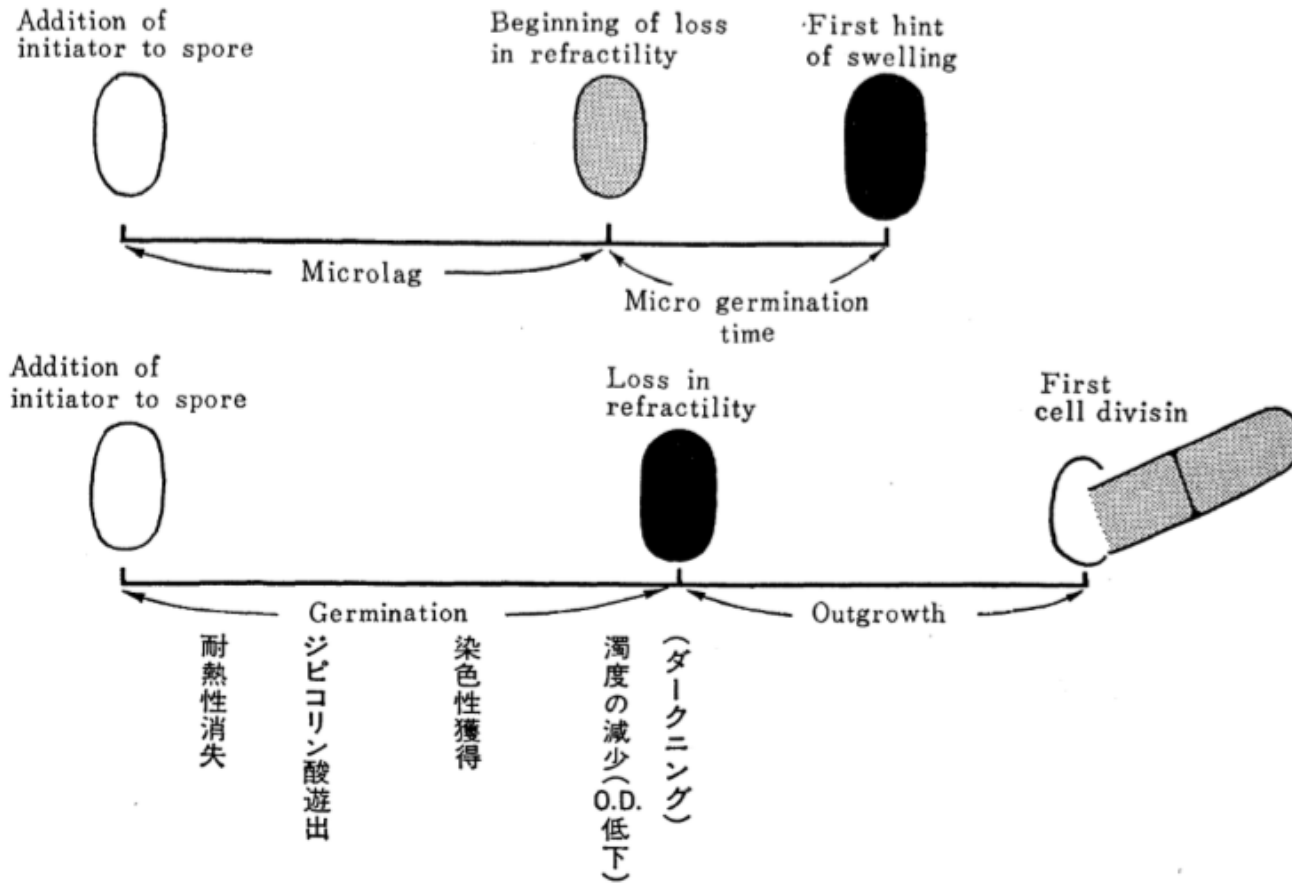


図 1 Microlag, microgermination time, germination, outgrowth の関係

Activation について

芽胞を加熱（60～70°C で 30 分間）すれば，芽胞が発芽しやすい状態になる．これは加熱に限ったことではなく，pH の変動⁽³⁾，還元物質⁽³⁾，ジピコリン酸 Ca⁽⁴⁾，ジメチルホルムアミド，ジメチルスルホキシド⁽⁵⁾，芽胞の老化⁽⁶⁾，蒸気⁽⁷⁾，エチルアルコール⁽⁸⁾など，多種類のものにその作用がある．

Activation は，芽胞の特徴である耐熱性，屈折性，

表2 芽胞の発芽始動物

発芽始動物	菌種	発芽始動物	菌種
アミノ酸		果糖(カラメル化果糖)	<i>B. subtilis</i> , <i>B. megaterium</i>
L-alanine	<i>B. anthracis</i> , <i>B. sphairicus</i> , <i>B. cereus</i> , <i>B. subtilis</i> , <i>B. circulans</i> , <i>Cl. acetobutylicum</i> , <i>B. megaterium</i> , <i>Cl. botulinum</i> , <i>B. polymyxa</i> , <i>Cl. roseum</i>	麦芽糖	<i>B. megaterium</i>
L-arginine	<i>B. subtilis</i> , <i>Cl. roseum</i> , <i>Cl. acetobutylicum</i>	乳糖	<i>B. cereus</i>
L-cysteine	<i>B. cereus</i>	ピルビン酸	<i>B. cereus</i> , <i>B. subtilis</i>
DL-cystine	<i>B. anthracis</i> , <i>B. subtilis</i>	酢酸	<i>B. megaterium</i>
L-tyrosine	<i>B. anthracis</i> , <i>B. cereus</i> , <i>B. subtilis</i>	蟻酸	<i>B. megaterium</i>
L-phenylalanine	<i>B. subtilis</i> , <i>Cl. roseum</i> , <i>Cl. acetobutylicum</i>	オギザロ酢酸	<i>Cl. acetobutylicum</i> , <i>Cl. botulinum</i>
methionine	<i>B. anthracis</i> , <i>B. subtilis</i>	プロピオン酸	<i>B. megaterium</i>
DL-isoleucine	} <i>B. subtilis</i>	核酸関係物	
L-asparagine		adenosine (adenine を含む)	<i>B. anthracis</i> , <i>B. megaterium</i> , <i>B. cereus</i> , <i>B. polymyxa</i>
DL-serine		guanosine (guanine を含む)	<i>B. anthracis</i> , <i>B. cereus</i>
DL-valine		inosine	<i>B. anthracis</i> , <i>B. cereus</i>
糖類および関係物		xanthosine	<i>B. cereus</i>
ブドウ糖 (およびカラメル化 ブドウ糖)	<i>B. anthracis</i> , <i>B. subtilis</i> , <i>B. cereus</i> , <i>Cl. botulinum</i> , <i>B. megaterium</i> , <i>Cl. perfringens</i> , <i>B. stearothermophilus</i> , <i>Cl. sporogenes</i>	その他	
		リン酸塩	<i>B. cereus</i> , <i>B. subtilis</i> , <i>B. megaterium</i>
		Mn, Co, Zn, Cl, NO ₃ alkylamine quaternary ammonium compounds	} <i>B. megaterium</i>
		ジピコリン酸	

芽胞の機械的破損と発芽

Rode ら⁽³⁶⁾ (1960) は微小なガラス玉存在下に *B. megaterium* の芽胞をすったところ、生命力のある残存した芽胞の 80~90% が生理的発芽と同じ発芽、すなわちジピコリン酸とペプチドの排出、染色性獲得、耐熱性の消失、グルコース酸化能出現などの諸性質を示すに至ったことを報告した。

そして、彼らは発芽を行なうにはとくに酵素反応を伴う必要がないのではないかと推論し、このような物理的方法による発芽を **mechanical germination** と呼んだ。

個体に起きていること

食品微生物制御技術の進歩

食品保全研究シリーズ①

1998年9月1日 発行

編集……………日本食品保全研究会

監修……………河端俊治・春田三佐夫

発行者……………荘村多加志

発行所……………中央法規出版株式会社

〒151-0053 東京都渋谷区代々木2-27-4

TEL 03-3379-3861 代 FAX 03-3375-3054

営業所 札幌-仙台-東京-名古屋-大阪-広島-福岡

印刷・製本……………株式会社大洋社

5

食品微生物制御における 細胞ストレス応答

5.1 食品微生物制御における微生物細胞のストレスと耐性

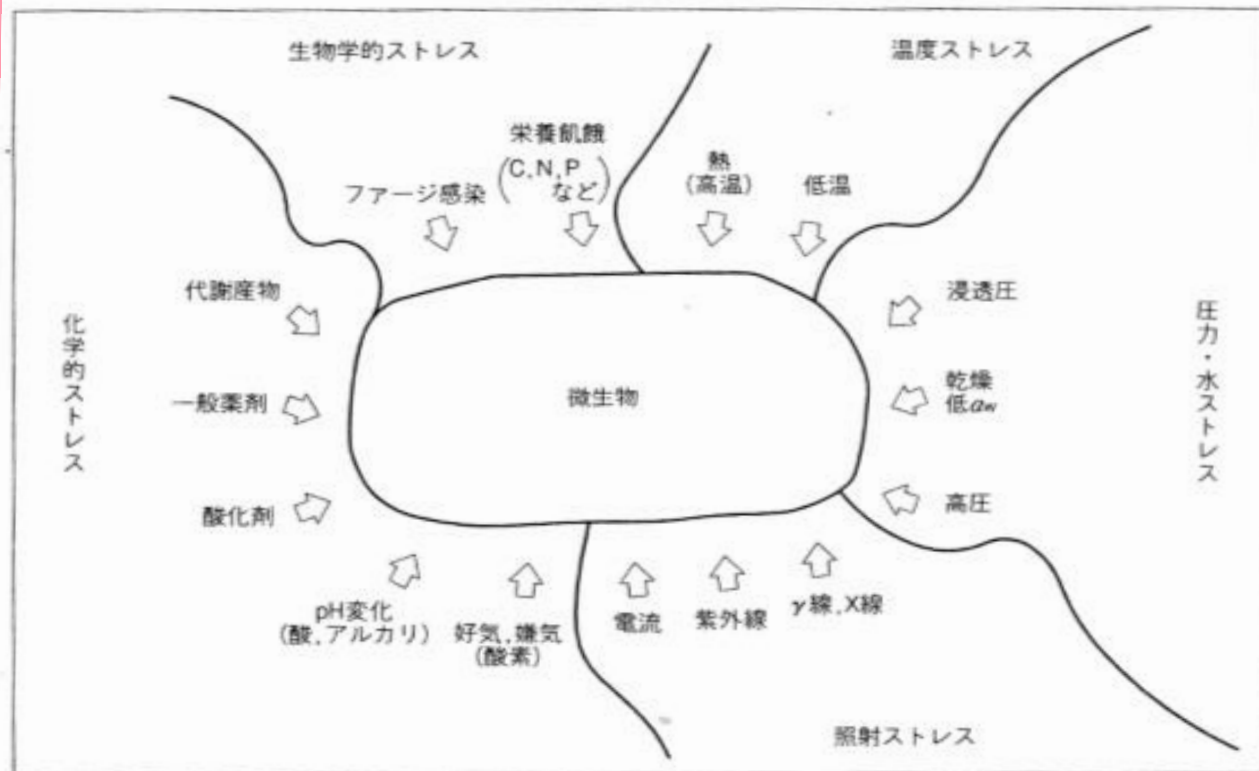


図 I-7 微生物細胞における様々なストレス

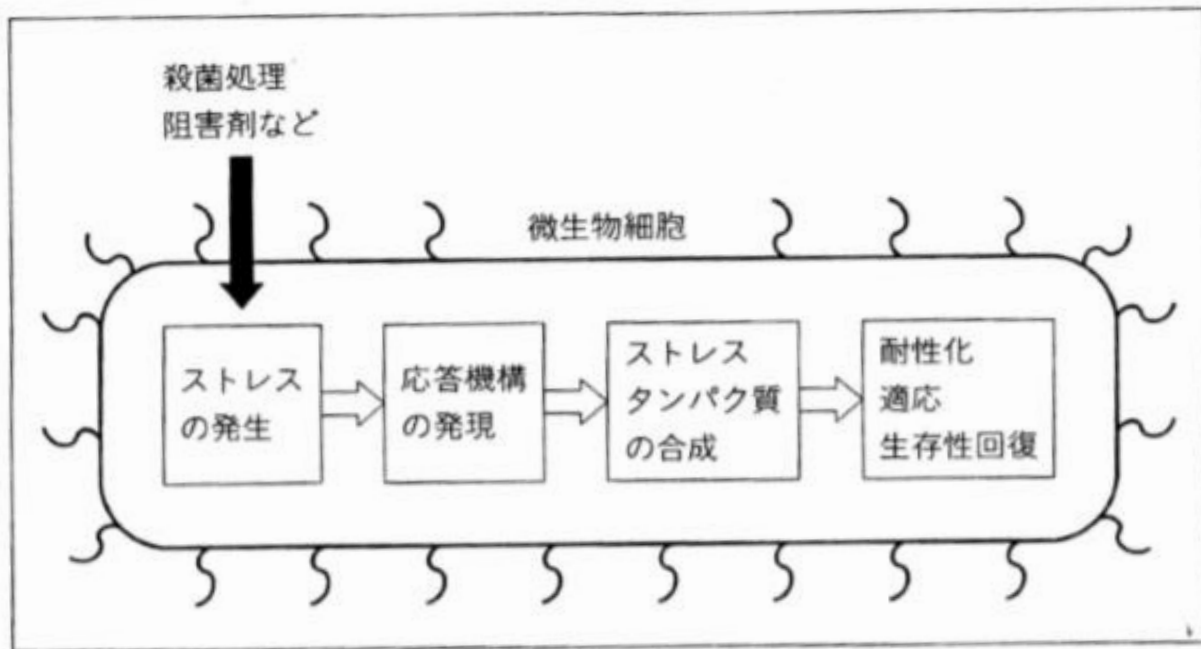
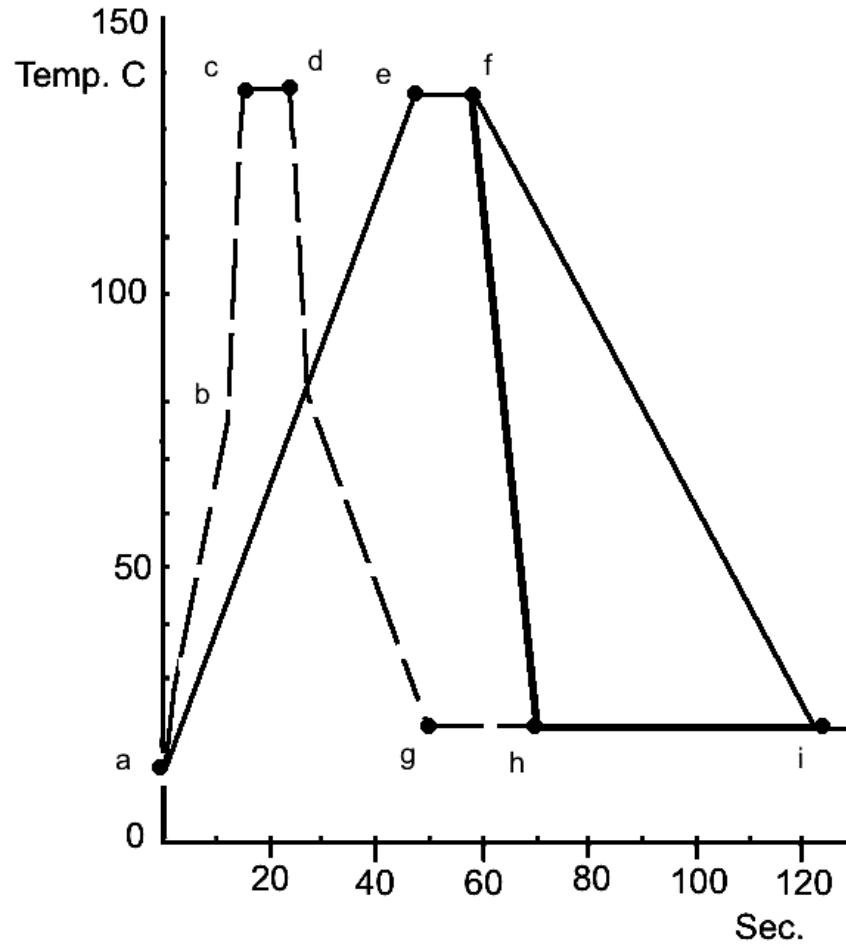


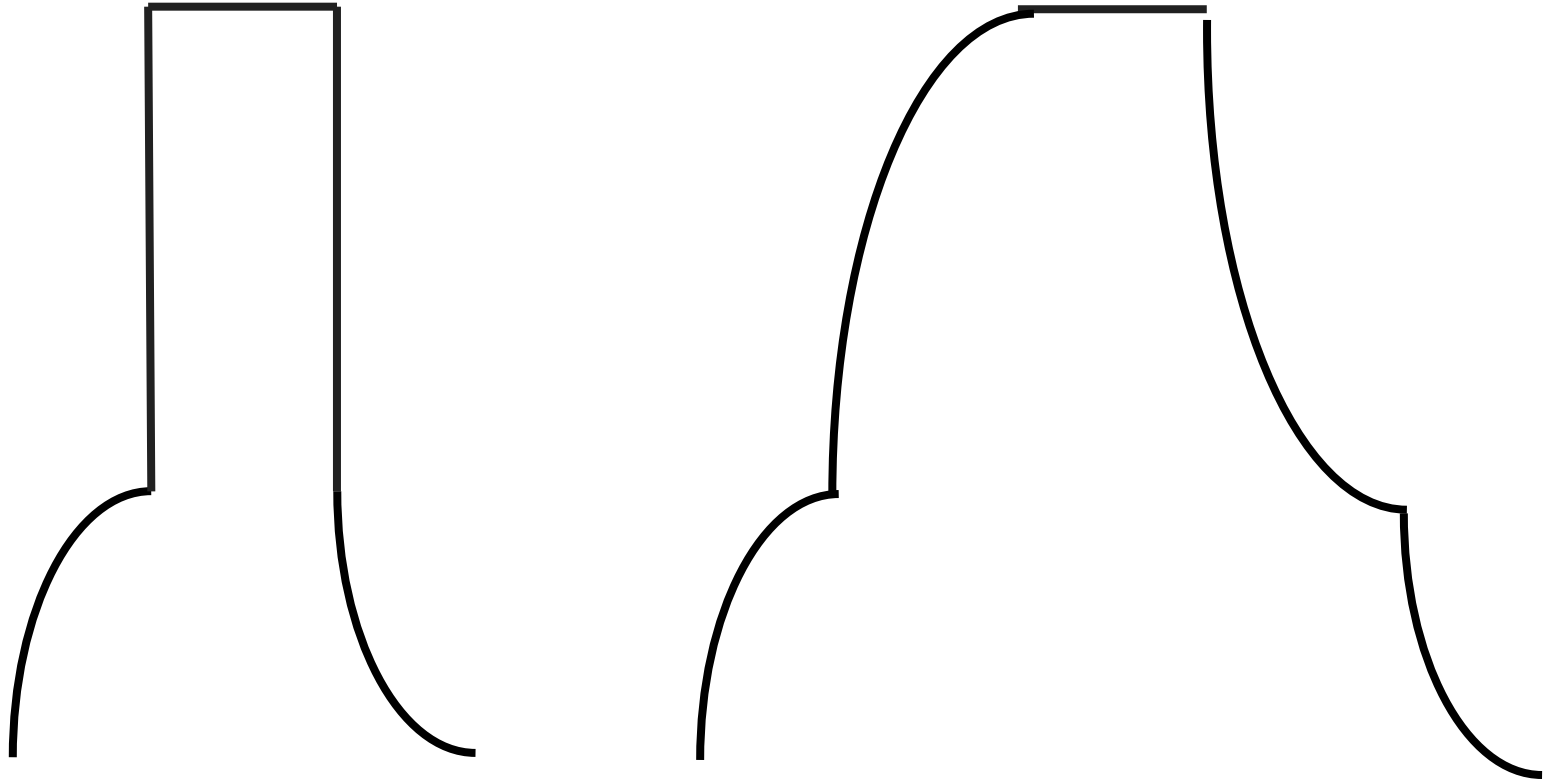
図 I - 8 微生物制御手段による細胞応答のプロセス

直接加熱と間接加熱UHT



直接加熱

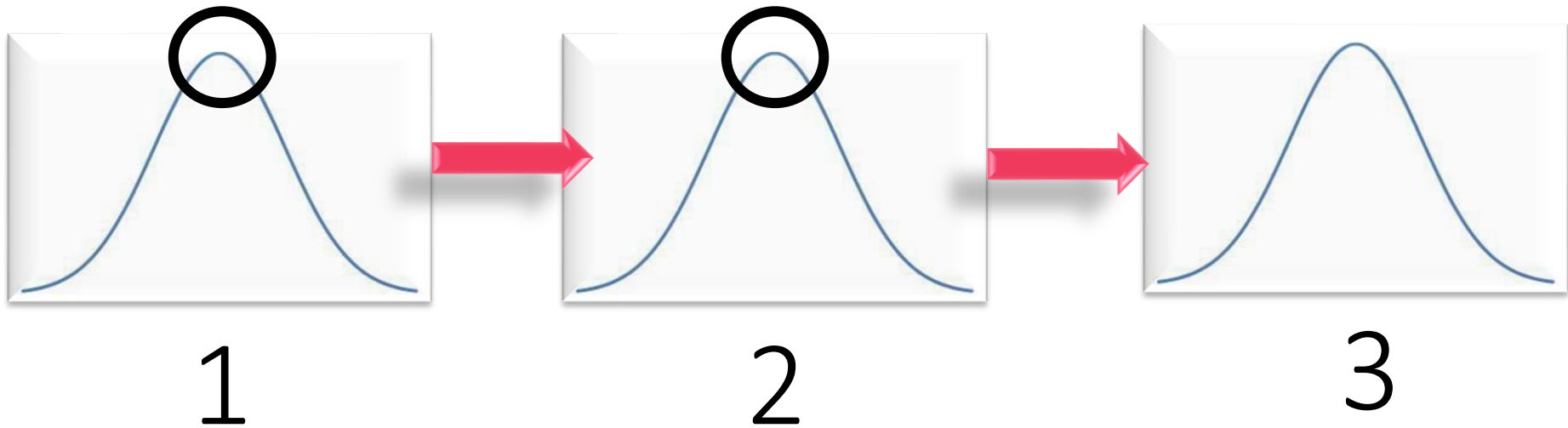
間接加熱



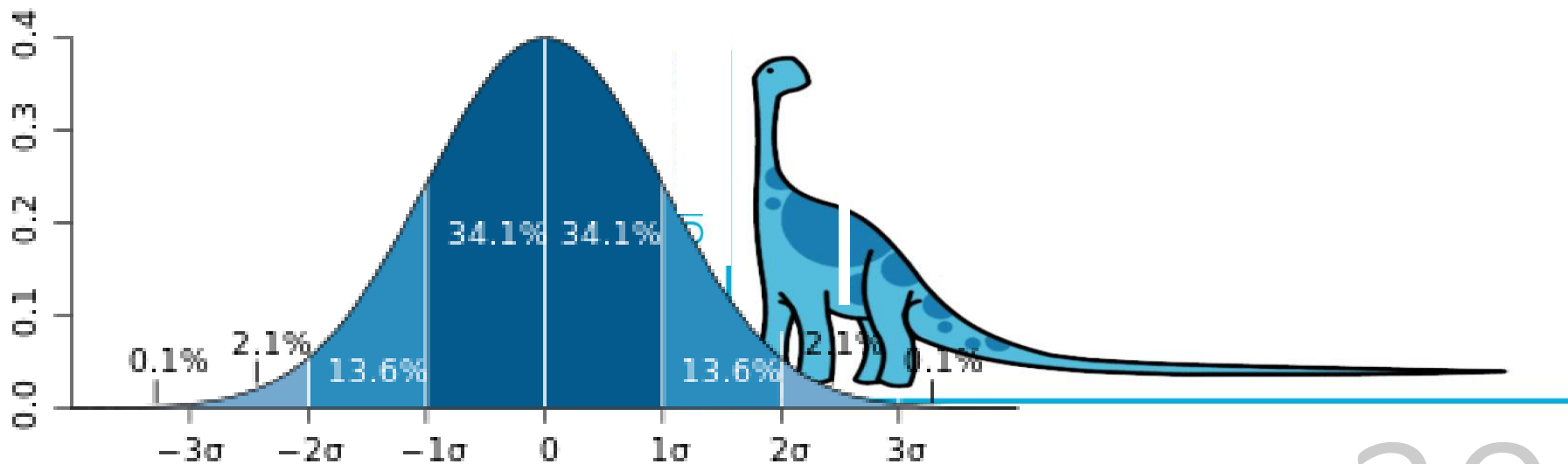
明らかに間接加熱の方が 与える熱量は多いが
殺菌効果としては直接加熱の方が高くなりがち

集団に起きていること

継体培養を繰り返しても 形質はどんどん分化していく



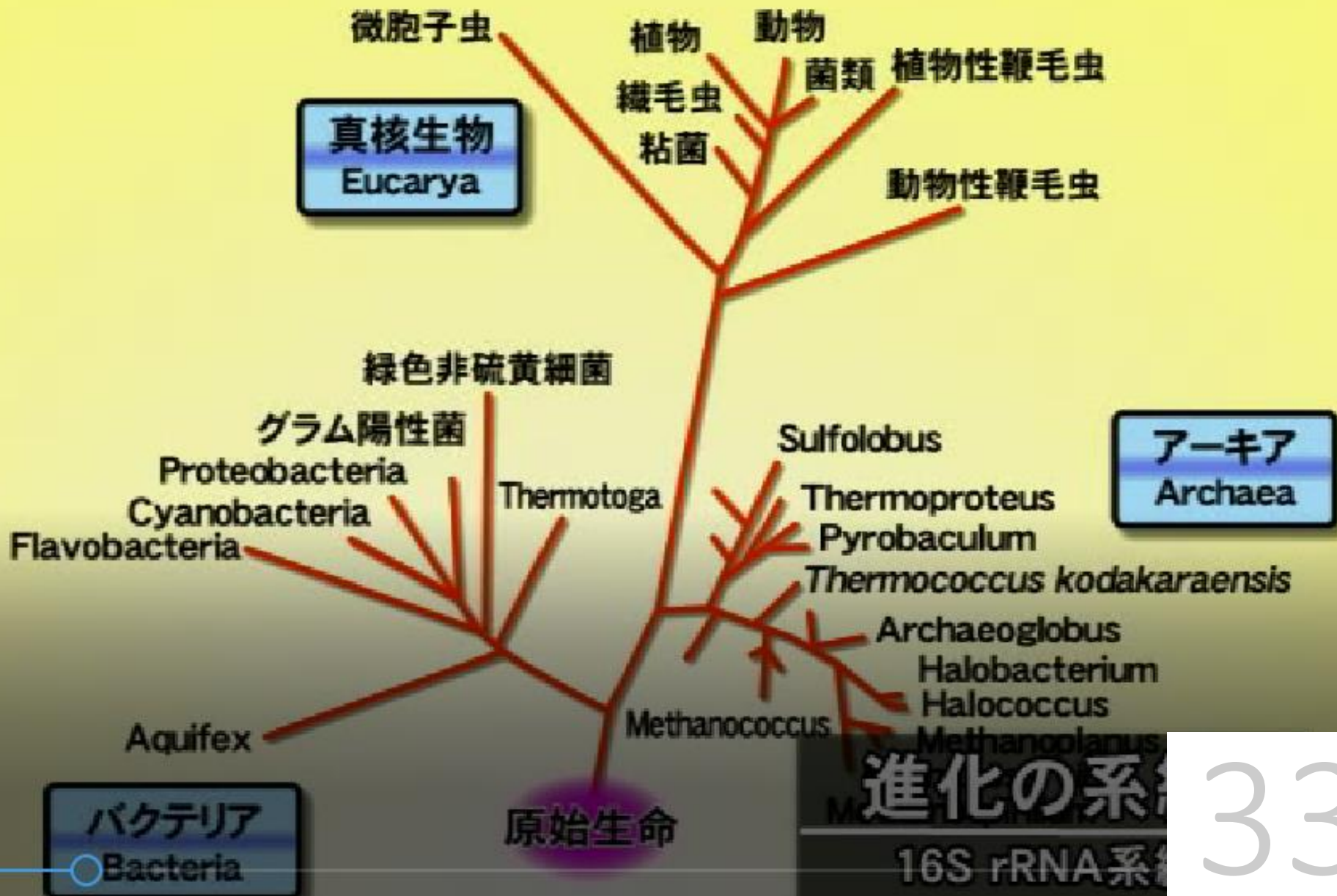
全ての微生物が・・・熱耐性については
ロングテイル=Long Tail
を示す傾向にある



なんでこんな特性獲得が起きるのか

1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
地球誕生		原始生命誕生		原核生物誕生				真核生物誕生		動物・植物出現	

_jb



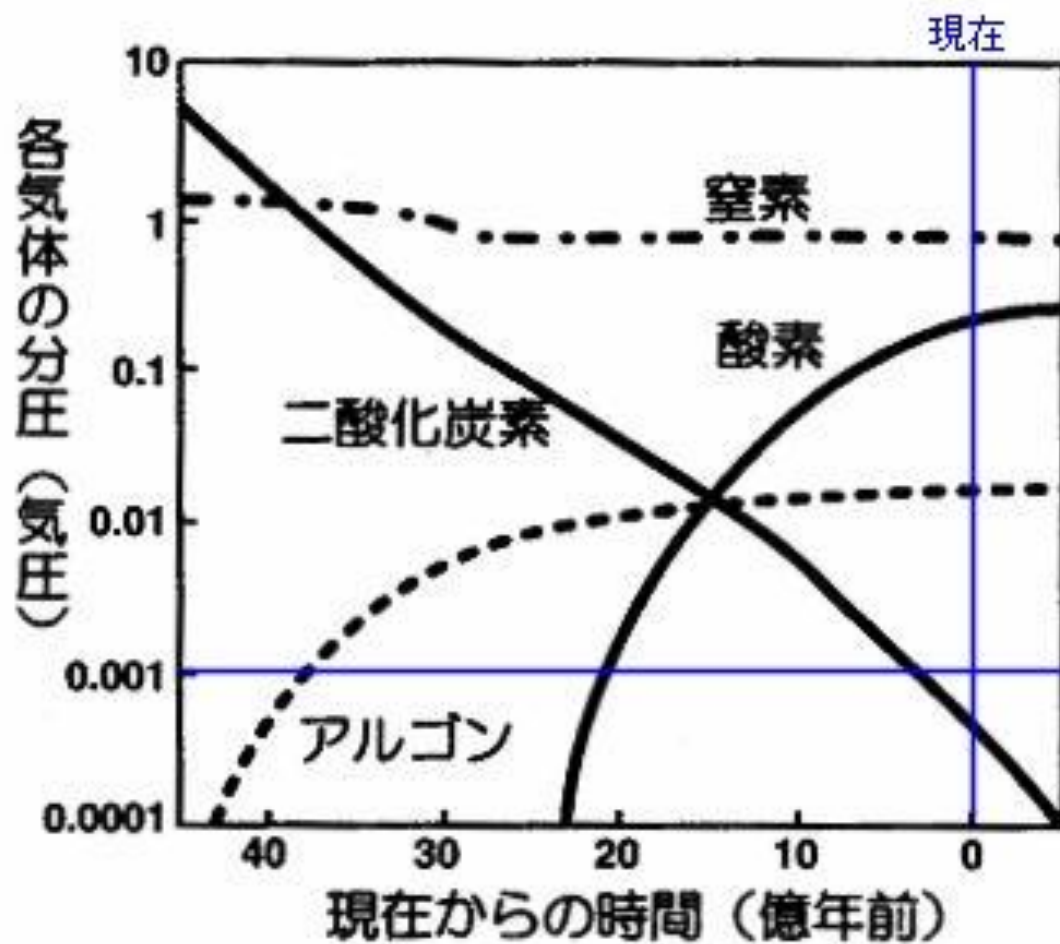
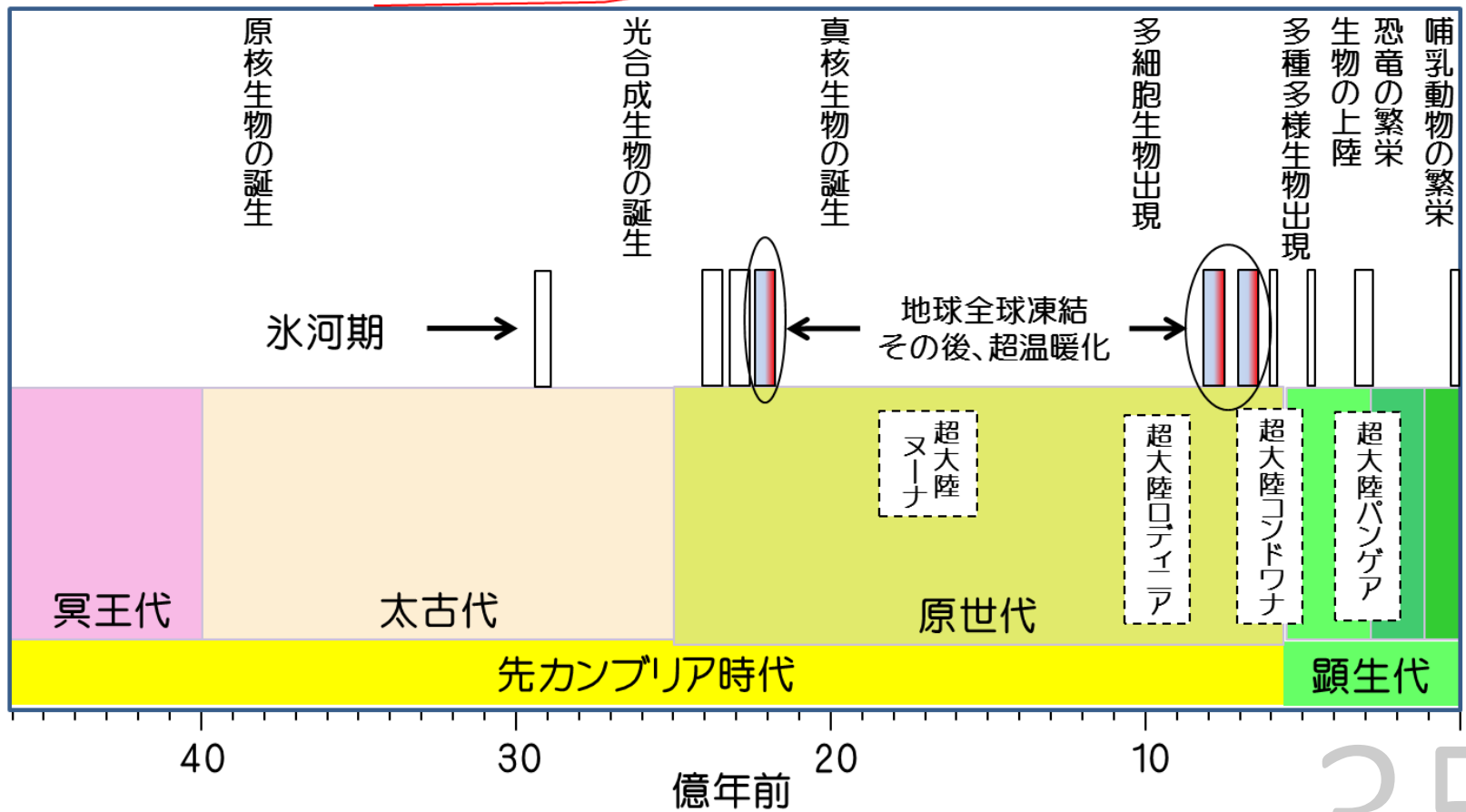
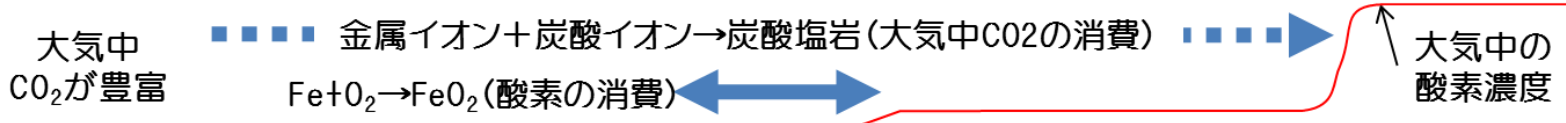
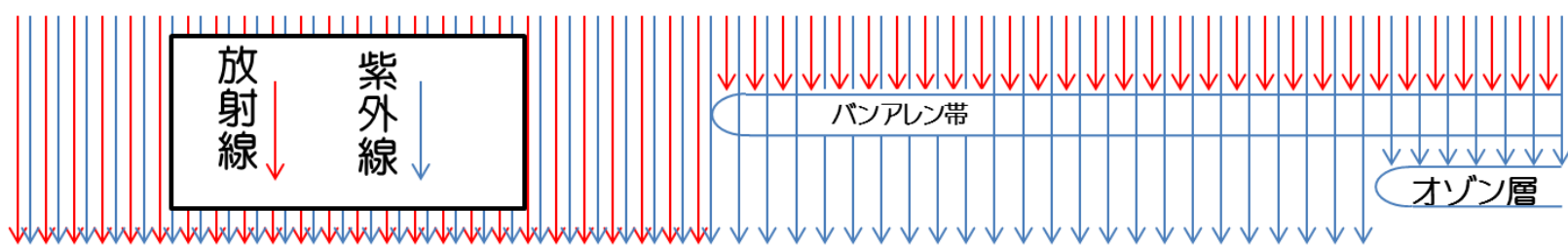
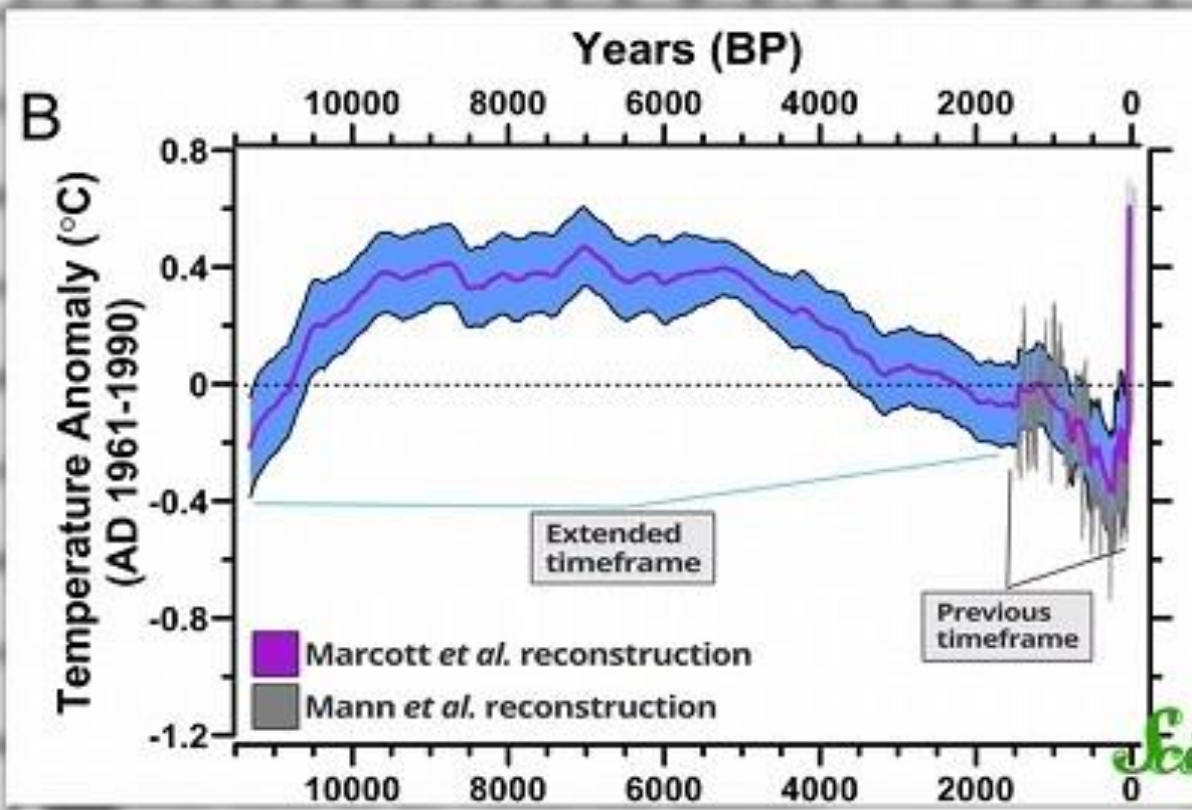


図 6.1 大気組成の変化(田近, 1995)





その結果として微生物の多様性

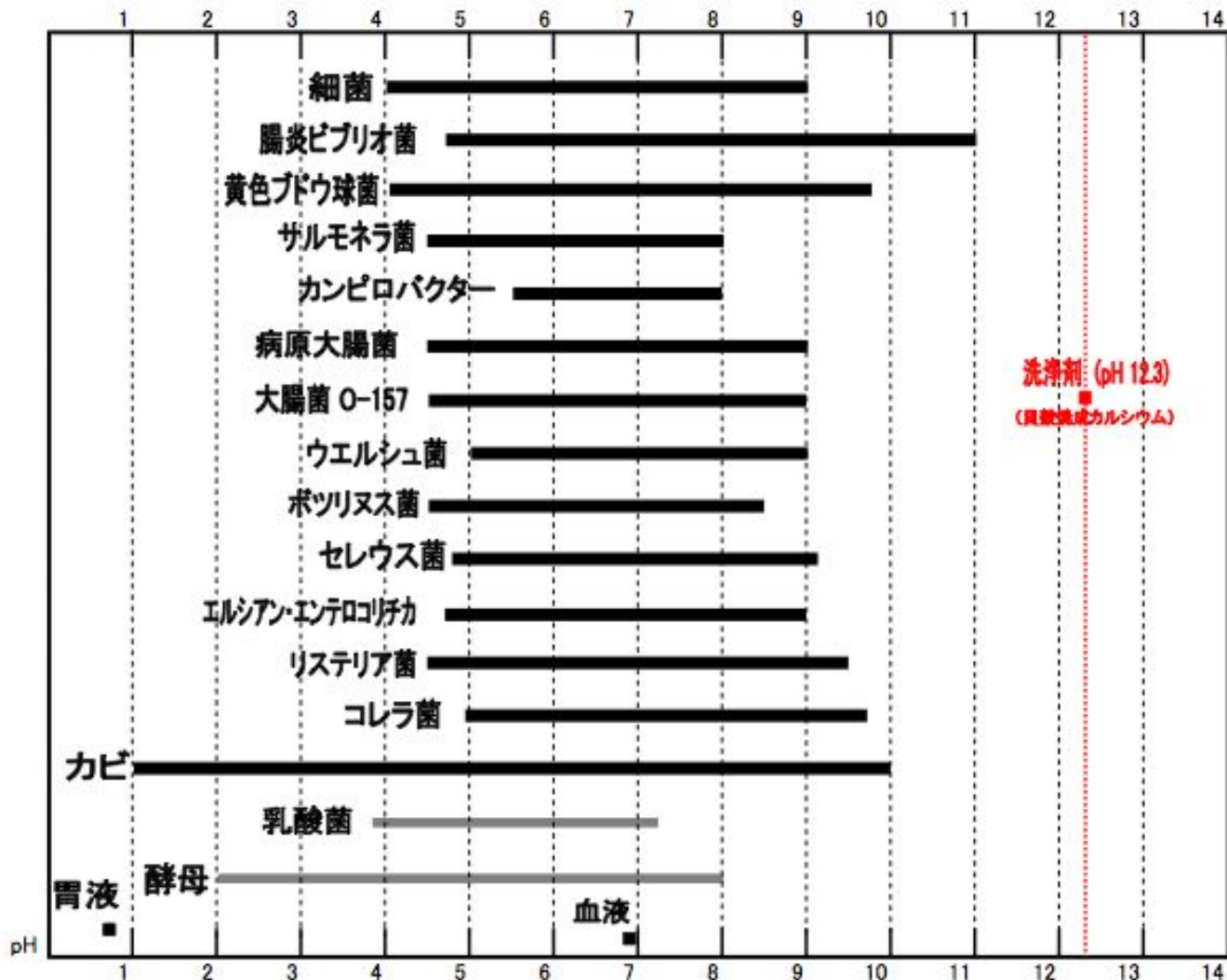
	最低温度 (°C)	至適温度 (°C)	最高温度 (°C)
高温微生物	25~45	50~60	75~90
中温微生物	5~15	25~40	40~55
低温微生物	-10~0	10~20	20~30

表1. 食品の水分活性の一例と生育可能な微生物

水分活性	食 品	生育可能な微生物(最低Aw)	
細菌	0.95	40%の蔗糖または7%の食塩を含む食品 ハムなどの食肉製品、アジの開き、食パンの内部	↑ グラム陰性桿菌、ポツリヌス菌、リゾプス、ムコール
	0.91	55%の蔗糖または12%の食塩を含む食品 塩たらこ、ドライハム、チーズ、塩サケ、スポンジケーキ	
	0.87	65%の蔗糖または15%の食塩を含む食品 シラス干し、長期熟成チーズなど	↑ 球菌、バチルス、乳酸菌、クラドスポリウム、アルタリア、酵母
	0.80	ジャム、マレード、フルーツケーキ、一部の穀粒、イカ塩辛など	↑ アスペルギルス、ペニシリウム
カビ	0.75	26%の食塩を含む食品、ジャム、半生菓子	↑ ワレミアセビ
	0.70	穀粒、ハチミツなど	↑ ユーロチウムなどの好乾性カビ
	0.65		↑ 好浸透圧酵母、好乾性カビ
	0.60	ドライフルーツ、キャラメル	↓ 微生物は成育できない

Corry, E. J. : Food and beverage Mycology, Beuchat, L.R. ed, p45-82,1978, Avi Publishing Co, Coneticut

微生物の発育水素イオン濃度域



微生物は与えられた環境で生き延びるため、また（将来の厳しい環境に耐えうるように） どんどん自己変革を続けている

人間が作り出した環境への対応

低温芽胞菌の問題の浮上

総 説

チルド食品と低温殺菌

松田典彦*

表 4 変敗した市販チルド食品より分離された微生物の種類

分離菌株	検体数
有芽胞細菌	1
有芽胞および無芽胞細菌	20
無芽胞細菌・カビ酵母	42
不 明	3

*試料購入後，20°Cに60日間放置し変敗させた

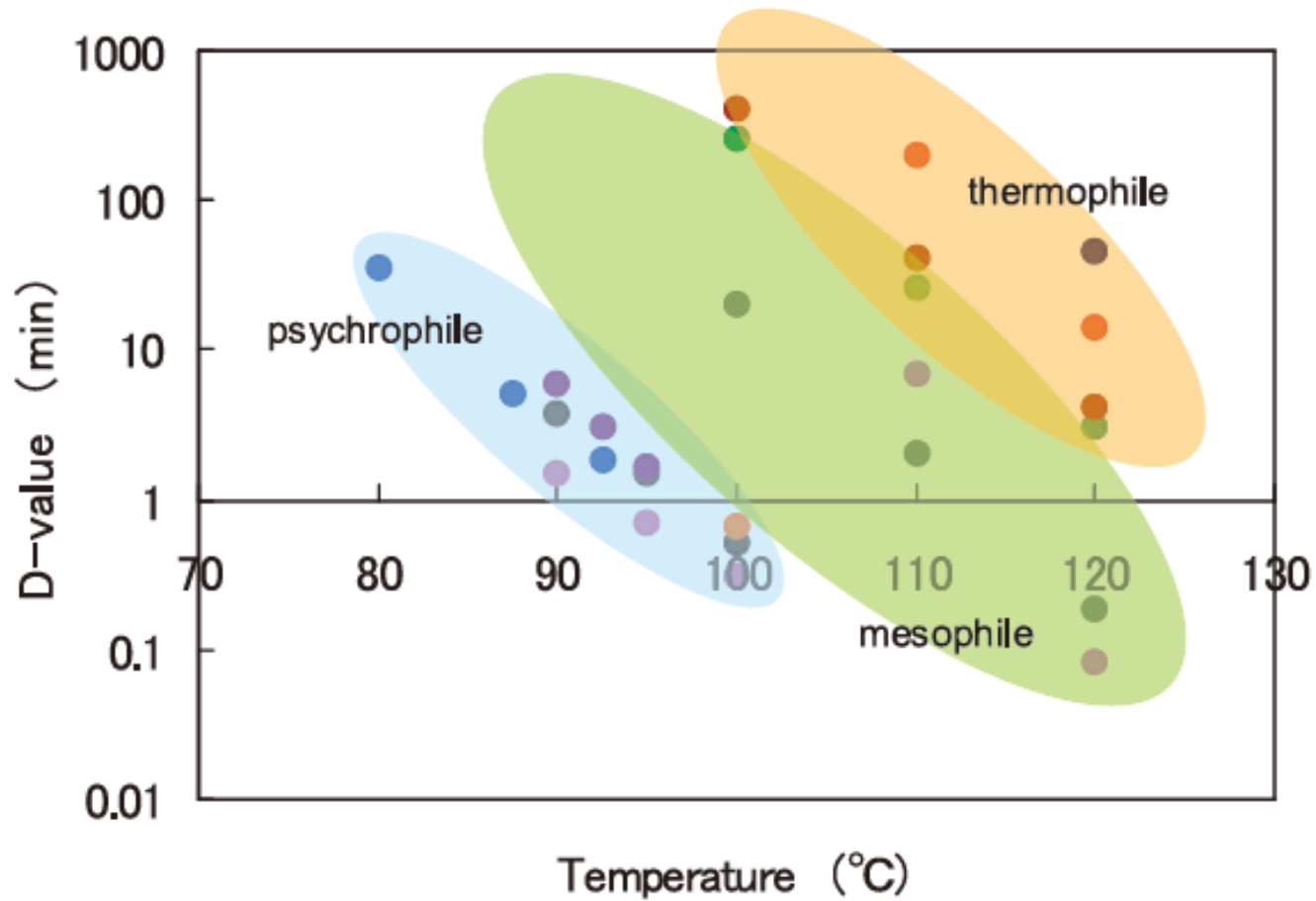


Fig. 1 Heat resistance of psychrophilic, mesophilic, thermophilic bacterial spores

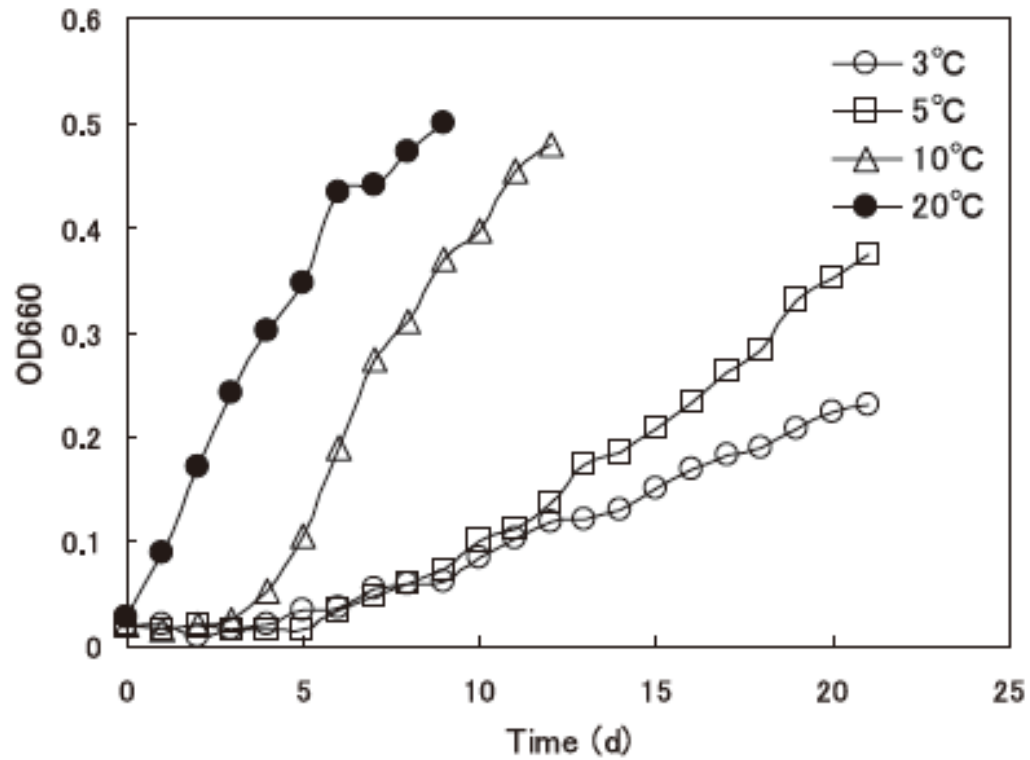


Fig. 2 Effects of temperatures on the growth of *Sporosarcina globispora*

Medium : trypticase soy broth (pH 7.3, NaCl 0.5%)

← → ↻ 🏠 <https://www.mitsui-norin.co.jp/mmid/knowledge/fujii/index2.html> ☆ 🏠 👤 ⋮

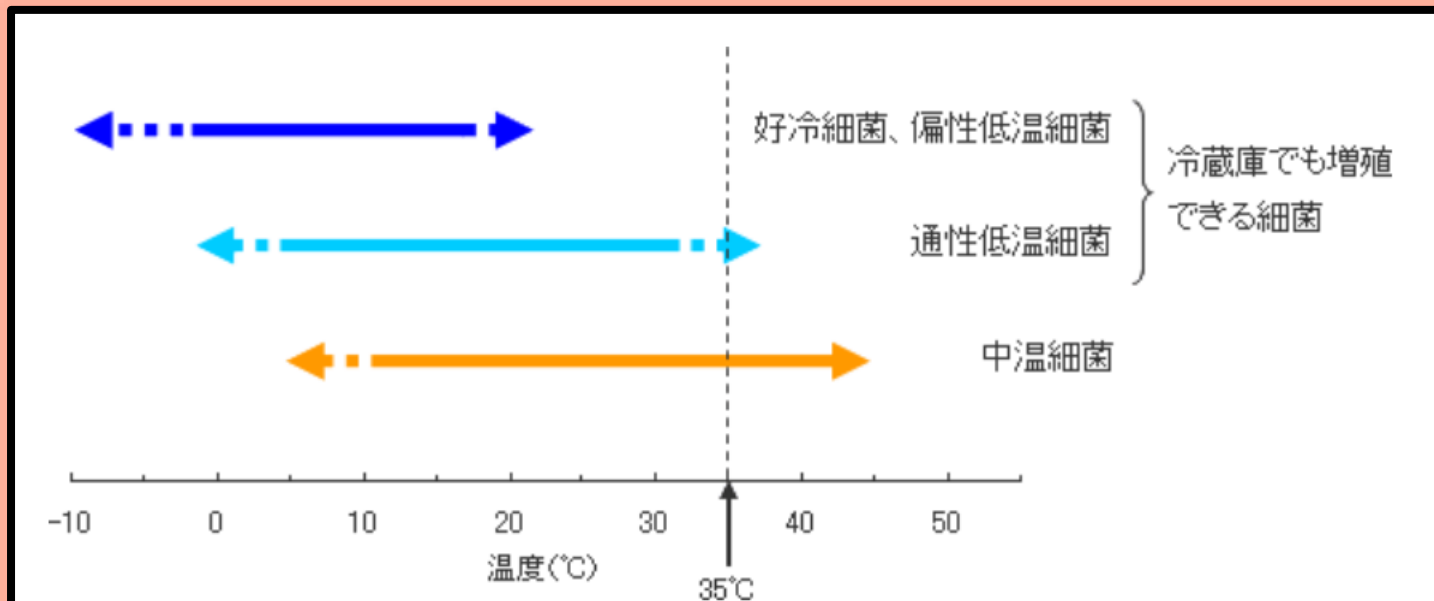
 **三井農林株式会社** 商品案内 研究開発・サービス 会社案内 採用情報 お問い合わせ

TOP > 微生物分析サービス > 微生物を知ろう > 食品微生物講座：第2回 生菌数測定の落とし穴

食品微生物講座

東京家政大学家政学部 藤井 建夫 特任教授

| 第2回 生菌数測定の落とし穴



【図1】低温細菌と中温細菌の増殖温度域
 公定法で記載されている35°C培養では、中温細菌と低温細菌の一部しか検出できない。

試料	公定法	改変法
マイワシ(鮮魚)	8.6×10の3乗	25×10の4乗
	1.1×10の4乗	5.9×10の4乗
マイワシ(5℃腐敗)	5.7×10の5乗	1.2×10の9乗
マイワシ(5℃腐敗後冷凍)	2.9×10の4乗	1.7×10の7乗
マイワシたたき身	1.7×10の5乗	7.5×10の5乗
	8.9×10の4乗	5.2×10の5乗
	3.0×10の5乗	7.1×10の7乗
	3.8×10の4乗	6.9×10の6乗
カツオ(鮮魚)	1.8×10の3乗	5.7×10の3乗
カツオ(冷凍)	8.0×10の2乗	1.2×10の3乗
イカ(冷凍)	1.4×10の4乗	1.1×10の5乗
明太子	8.0×10の2乗	8.3×10の3乗

公定法:標準寒天培地を用い、35℃培養。

改変法:2.5%食塩加BPG培地を用い、20℃培養。

aw	微生物例	
0.950	大腸菌、枯草菌、緑膿菌	細菌
0.910	サルモネラ菌、ボツリヌス菌、コレラ菌	
0.870	酵母菌	カビ 酵母
0.800	アオカビ、出芽酵母菌	
0.750	好塩性細菌	乾燥に強い カビなど
0.650	耐乾性カビ	
0.600	耐浸透圧性酵母菌	
0.500	微生物は繁殖する可能性は低い	

微生物の水分要求も様々だがすべての微生物が「水」を必要とする

アジェンダ

- 微生物の性格の多様性
- 殺菌値の計算
- 理解度チェック

2. 殺菌値の計算

全てのストレスに対し
生物は 片対数直線で死滅する傾向を示
す

熱であれ/放射線であれ/毒ガスであれ

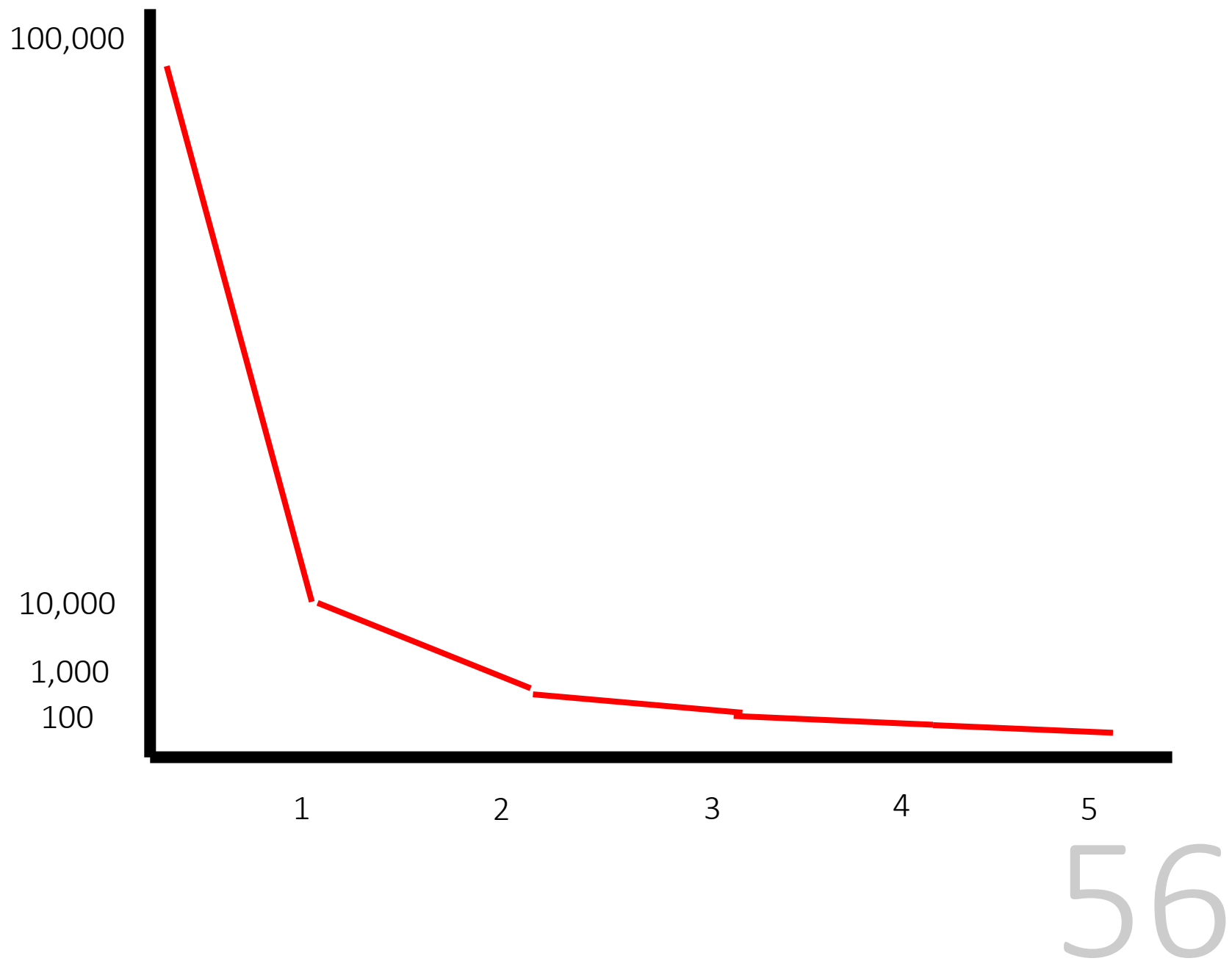
弾が9/10 入ったレボルバー拳銃で
ロシアンルーレットを
グループゲームとしてやるようなモノ



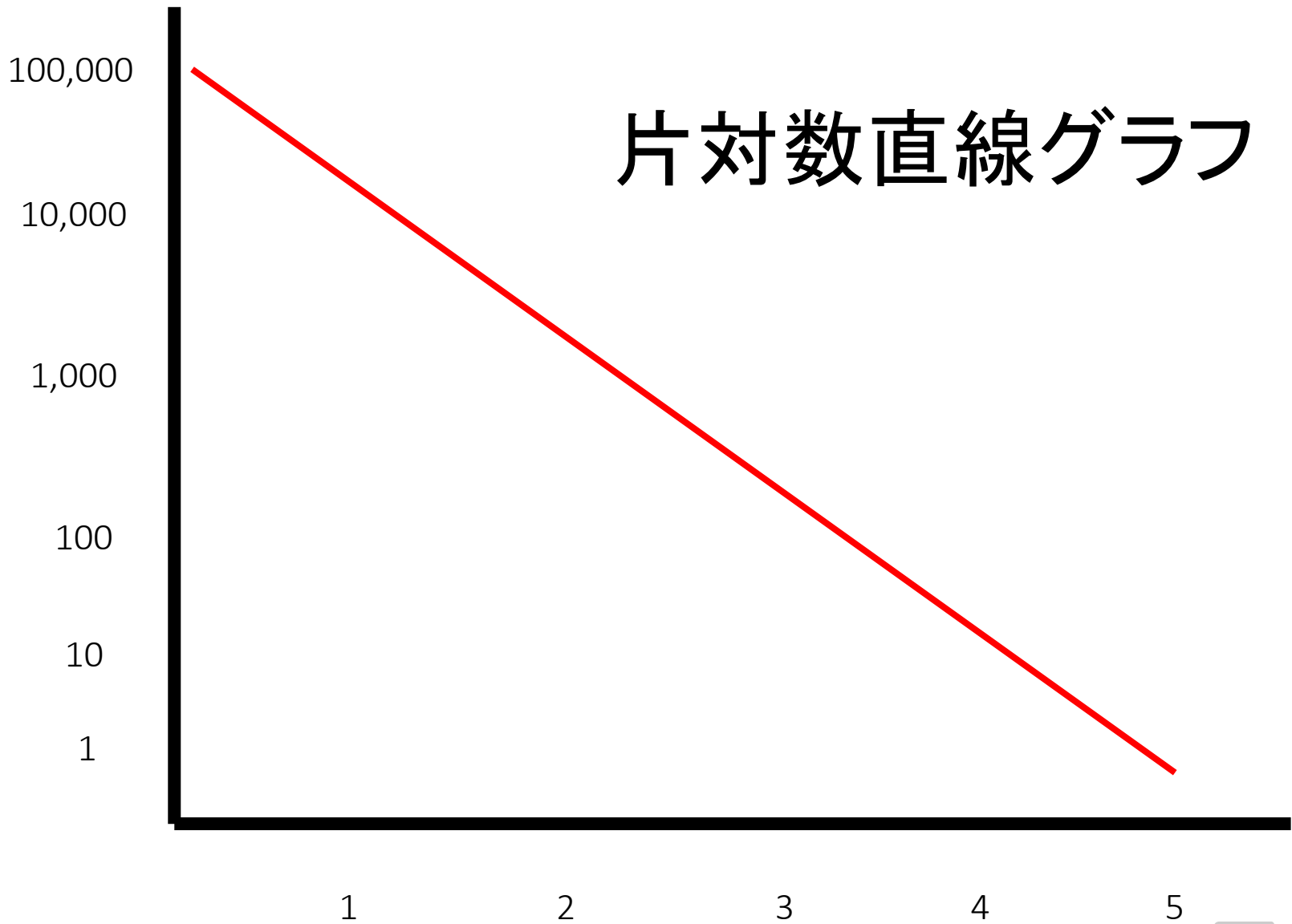
One Last Shot - The Deer Hunter (7/8) Movie CLIP (1978) HD

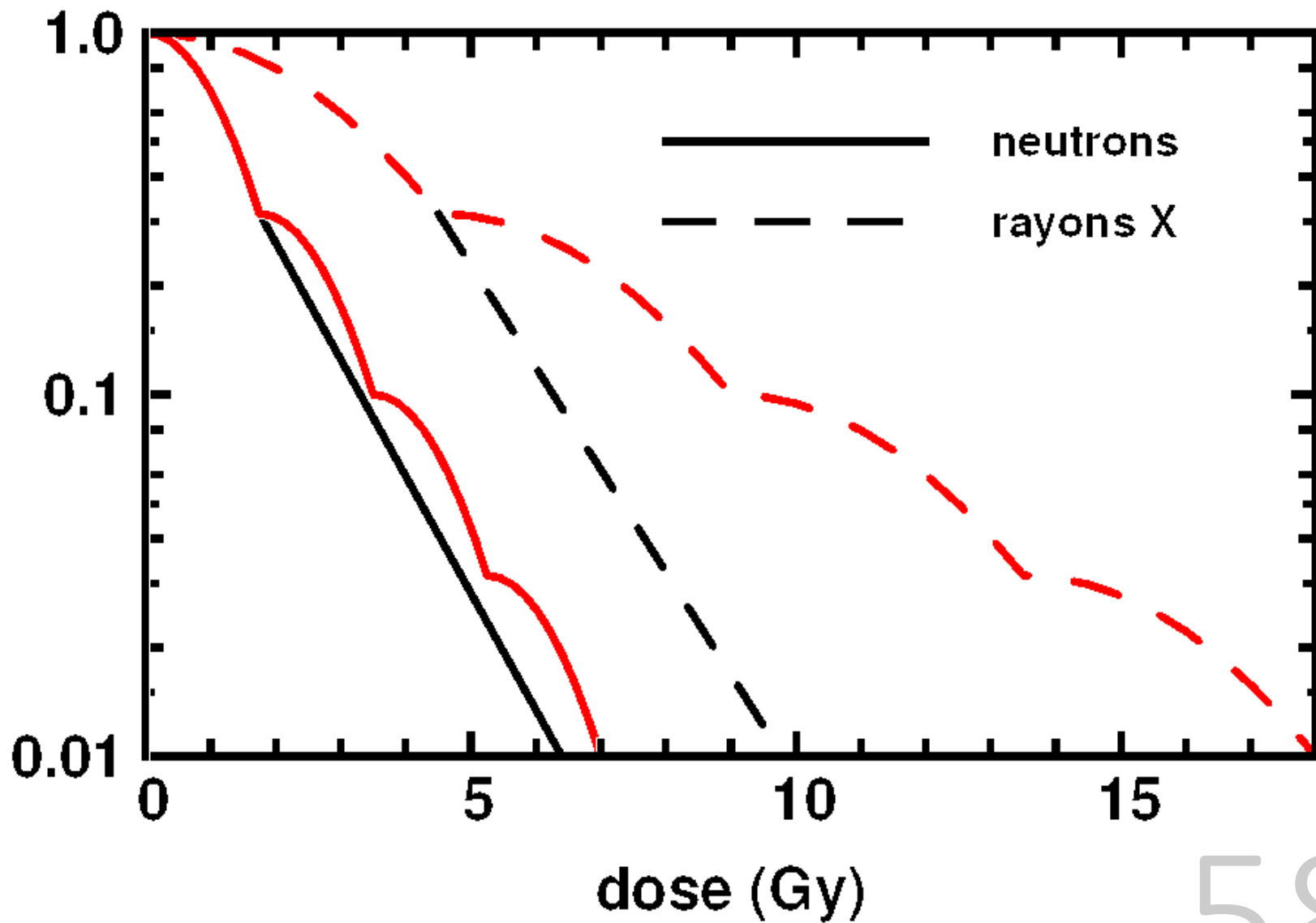


[\(12\) One Last Shot - The Deer Hunter \(7/8\) Movie CLIP \(1978\) HD - YouTube](#)



片対数直線グラフ



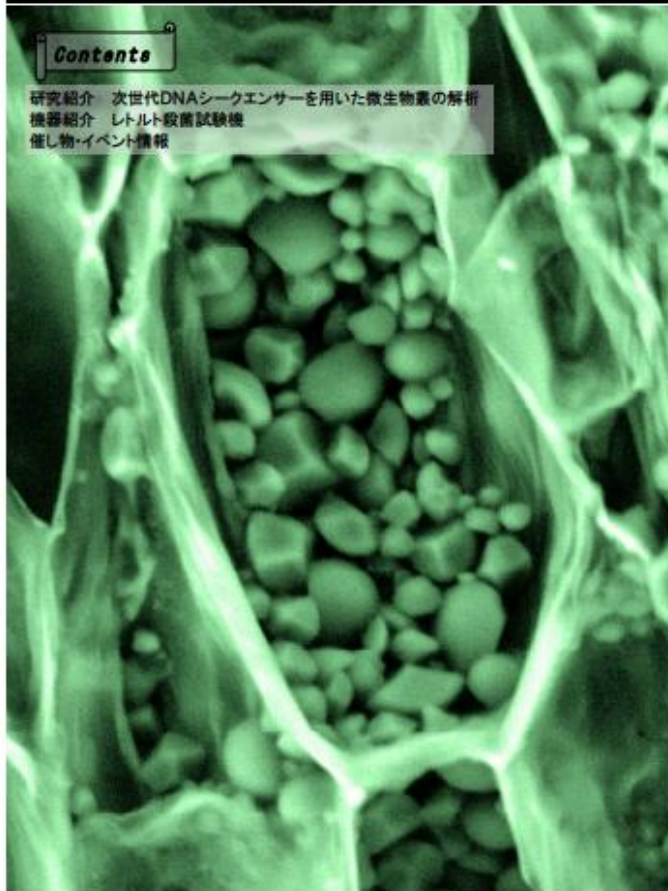


全てのストレスに対し
生物は 片対数直線で死滅する傾向を示
す

これだけは覚えてね！

実際に殺菌値を計算

東京都立食品技術センターだより
Tokyo Metropolitan Food Technological Center
Newsletter
No.15 平成24年9月



http://www.food-tokyo.jp/own_published_matter/tfc_newsletter_15.pdf

レトルト殺菌試験機

食品の貯蔵は、塩蔵、糖蔵、乾燥、燻煙などの方法により古くから行われてきました。近世、食品の腐敗は微生物の増殖が原因であることが発見され、近年では食品をより長期間貯蔵するための1つの方法として、微生物を殺菌するためのレトルト殺菌法が考案・実用化されました。

レトルト殺菌の条件設定

レトルト殺菌とは、高加圧下で 100℃を越えて湿熱殺菌することを意味します。レトルト殺菌の条件は、殺菌の対象となる食品中の微生物の種類、菌数、pH、水分活性、水分含有量や成分などによって異なります。

レトルト殺菌の条件を設定する指標には、F 値がよく使われます（図 1）。F 値は、昇温から降温まで全ての加熱工程における殺菌効果を 121℃での殺菌効果に換算した値です。厚生労働省は、レトルト殺菌食品の規格基準について、pH が 5.5 を越え、かつ水分活性が 0.94 を越える食品をレトルト殺菌する場合、食品の中心温度が 121℃、4 分間（F 値 4）以上、または、これと同等以上

の効力を有する方法により殺菌することを定めています。この殺菌条件は、特に缶詰や真空パックなどの嫌気性状態で繁殖し、また人への致死率も高い、ボツリヌス菌の耐熱性芽胞を死滅させることができる条件です。食品の原材料や形状を考慮し、加熱温度を変える場合には、F 値が 4 以上になるための加熱時間も変わります。例えば、食品の中心温度が 115℃では約 13 分間以上、135℃では約 20 秒間以上必要なことが図 1 の計算式により求められます。

F 値： $F=t \times 10^{((T-121)/Z)}$
T℃で t 分間加熱

Z 値：殺菌時間を 1/10 にするための温度上昇分
(ボツリヌス菌：Z ≒12℃)

図 1 F 値の計算式

食品のレトルト殺菌

食品をレトルト殺菌する場合、変色、異臭の発生、味や食感の劣化、成分の損失などを引き起こすことがあります。当センターのレトルト殺菌試験機（図2）は水中に食品を静置し、急加熱、殺菌、急冷却、排水まで自動制御により殺菌処理するバッチ方式です。F値4以上の殺菌条件下で急加熱、適切な加熱温度と時間の設定、急冷却などの手法を組み入れることにより、食品が受ける過剰な熱量（加熱温度×時間）をできるだけ少なくし、食品へのダメージを最小限に抑えることができます。実際の殺菌は一定温度で行われるわけではなく、加熱と冷却を伴うため、食品



の温度は変化します。そのため温度センサーにより、食品の温度を一定時間毎に計測しながら実際のF値を計算します。さらに、水中に静置されることで圧力が均一にかかるため、容器中に空気が含まれていても破裂を抑えることができます。基本的に加熱調理できる食品はレトルト殺菌可能ですが、耐熱性のレトルトパウチやパックが必要になります。

レトルト殺菌試験機

食品の貯蔵は、塩蔵、糖蔵、乾燥、燻煙などの方法により古くから行われてきました。近世、食品の腐敗は微生物の増殖が原因であることが発見され、近年では食品をより長期間貯蔵するための1つの方法として、微生物を殺菌するためのレトルト殺菌法が考案・実用化されました。

レトルト殺菌の条件設定

レトルト殺菌とは、高加圧下で 100℃を越えて湿熱殺菌することを意味します。レトルト殺菌の条件は、殺菌の対象となる食品中の微生物の種類、菌数、pH、水分活性、水分含有量や成分などによって異なります。

レトルト殺菌の条件を設定する指標には、F 値がよく使われます（図 1）。F 値は、昇温から降温まで全ての加熱工程における殺菌効果を 121℃での殺菌効果に換算した値です。厚生労働省は、レトルト殺菌食品の規格基準について、pH が 5.5 を越え、かつ水分活性が 0.94 を越える食品をレトルト殺菌する場合、食品の中心温度が **121℃、4 分間（F 値 4）以上**、または、これと同等以上

の効力を有する方法により殺菌することを定めています。この殺菌条件は、特に缶詰や真空パックなどの嫌気性状態で繁殖し、また人への致死率も高い、ボツリヌス菌の耐熱性芽胞を死滅させることができる条件です。食品の原材料や形状を考慮し、加熱温度を変える場合には、F 値が 4 以上になるための加熱時間も変わります。例えば、食品の中心温度が 115℃では約 13 分間以上、135℃では約 20 秒間以上必要なことが図 1 の計算式により求められます。

F 値： $F = t \times 10^{((T - 121) / Z)}$
T℃で t 分間加熱

Z 値：殺菌時間を 1/10 にするための温度上昇分
(ボツリヌス菌 $Z \approx 12^\circ\text{C}$)

図 1 F 値の計算式



協会概要

缶詰時報・刊行物

資料・統計

講習会・技術大会

研究所

斡旋販売品目

関連情報・リンク

ホーム > 研究所 > 食品工学研究室

食品工学研究室（第3研究室）

缶詰、びん詰、レトルト食品にとって重要な加熱殺菌、包装技術など食品工学分野を担当する研究室です。

主な研究業績

研究室配置

主な著作物

FAQ（よくある質問）

缶詰の二重巻締の評価およびレトルト食品容器の密封評価、食品の熱伝達測定および殺菌効果に及ぼす諸因子の研究、無菌充填包装技術の研究、食品のレオロジーや粘度等の物性など、様々な研究を行っています。

研究所

- ▶ 所在地（問合せ先）
- ▶ 食品化学研究室
- ▶ 食品微生物学研究室
- ▶ 食品工学研究室
- ▶ 依頼試験
- ▶ FDA食品施設登録

3. 缶詰の具体的な殺菌温度と殺菌時間

この質問が、「FAQの王様」といってよいほど、よく頂く御質問です。しかし、端的にいいますと、「わかりません」としか回答できないかもしれません。

といいますのは、同じ缶詰でも、使用する殺菌機、容器が異なると、殺菌条件は変わります。また、ほとんどの食品原料は農水産物なので、個体差、時期による変動があります。調理（前処理）の方法でも殺菌条件は変わります。殺菌の目標となる微生物も、いつも同じとは限りません。ですから、過去の殺菌条件、他社の殺菌条件が、自社の現在の殺菌条件に適用できないと考えたほうがいいわけです。

それでも、pH、Aw、熱伝達測定データといった基礎的なデータがあれば、多少なりともアドバイスできますが、これらのデータがなければ、ほとんどお手上げです。

6. 表計算ソフトによるF値の計算（一般法）

加熱殺菌関係の本を参考にすれば一般法によるF値の計算手順はわかります。表計算ソフトのマニュアルに従って、その計算手順を表せば、表計算ソフトでF値を計算できるはずですが、

回答がこれだけでは怒られますので、ヒントと注意点（TIPS）を少しだけお教えします。

殺菌工程全体のF値を求める時は、次式で計算できます（台形法の変形）。

$$F \text{ 値} = \Sigma (\text{致死率}) \times \text{時間間隔}$$

これは、表計算向きの計算だと思えます。計算自体はそんなに難しくないとおもいます。しかし、致死率を求めるのに数表を使った場合と微妙に計算結果が異なる場合があります。

これは、コンピュータを使った計算で注意しなければならないことです。例えば、基準温度121.1℃、z値10℃での115℃の致死率を数表で読むと0.246になります。しかし、表計算ソフトでは、この致死率を0.245470892として計算することが多いです。この小数点4位以下の部分が数表による計算結果との差の原因となります。

また、表計算ソフトでは、基準温度121.1℃、z値10℃での致死率として低温の度が低い20℃のときの致死率も積算してしまいます。しかし、数表を使うときは100℃以上の温度だけの致死率を積算するのが普通です。これも誤差の原因となります。

実際には大きな差になることはないですが、コンピュータを使った数値計算で注意しなければならないことです。

7. 表計算ソフトによるF値の計算（数式法）

数式法には種類があり、Baill、Hayakawa、Stumboなどがあります。このなかでコンピュータでの計算に最も適しているのは、最も数学的なHayakawaの方法だと考えられます。その方法については、食品工業で解説しました。

しかし、Hayakawaの方法はパラメータが多いという短所があります。そこで、パラメータにはBaillのものを使用し、実際の計算はHayakawaの方法に従うのが良いと考えられます。

Baillのパラメータを使用した計算では、

$$B = t_p + 0.4 \times CUT$$

$$\log g = \log (j \times (RT - IT)) - B / fh$$

$$\log g \rightarrow fh / U$$

$$Fi = 10^{((Tr - RT) / z)}$$

$$F = fh / ((fh / U) \times Fi)$$

この $\log g \rightarrow fh / U$ の部分をBaillの計算式ではなくHayakawaの式を使用します。 $\log g \geq -1$ の場合は、補間式あるいは近似式を使用して計算できます。

$\log g < -1$ の場合は簡単で、次式で計算できます。

$$fh / U = 1 / (\log z - \log g - 0.51)$$

10. 数式法でF値を計算するのはどんなとき

熱伝達を測定した条件と異なる条件でのF値を計算するときに数式法を使います。

加熱温度が変化しても j 、 $f h$ といった熱伝達特性値が変化しない場合には、ある加熱温度で求めた j 、 $f h$ を使って、他の加熱温度での製品温度を予測計算し、F値を算定できます。

飽和蒸気、熱水で静置殺菌するときは、加熱温度が変わっても熱伝達特性値は一定なので、数式法でF値を計算できます。

しかし、空気混合蒸気や熱水シャワー、熱水スプレー、回転殺菌では加熱温度が変わると熱伝達特性値が変化するので、数式法の適用は制限されます。このような場合には、F値は、その加熱温度で熱伝達を測定し、一般法で計算したほうがよいと思います。

また、カムアップタイムや殺菌時間が異なる場合のF値を計算するときも、数式法で計算します。

レトルトの昇温が不規則なときは、一般法で計算したほうが正確です。



会社情報

会社概要

社名	株式会社ハビリス
設立	昭和62年7月17日
資本金	2800万円
代表取締役	武内 雅夫
住所	〒108-0014 東京都港区芝4丁目7番1号 西山ビルMAP
電話番号	03-3769-6291
FAX番号	03-3769-6285


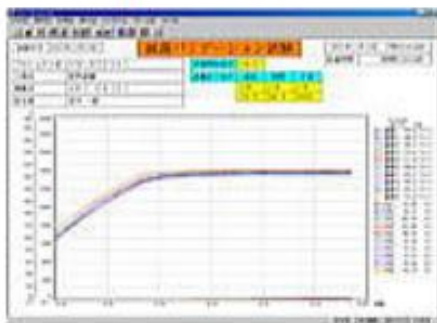


Habilisはラテン語で
『器用な』という意味です。

[会社案内のタビ](#)

滅菌バリデーション版

食品、医療品業界で、試験器具等の滅菌処理に使用している湿熱（蒸気）、乾熱滅菌器の温度による滅菌効果を測定するソフトです。



The screenshot shows a data table from the WaveResearcher software. The table has multiple columns and rows, displaying numerical data. The columns are labeled with various parameters, and the rows represent individual data points or measurements. The data appears to be organized in a structured format, likely representing the results of a sterilization validation test.

WaveResearcher®

滅菌バリデーション版

横河電機

DARWIN/HRシリーズ

データクイジションシステム対応版



WAVE RESEARCHER 滅菌バリデーション版

蒸気滅菌器でのF0演算、乾熱滅菌器でのFH演算に対応
熱電対、測温抵抗体により、バリデーション温度測定

蒸気滅菌器・乾熱滅菌器での
滅菌効果をリアルタイムに測定

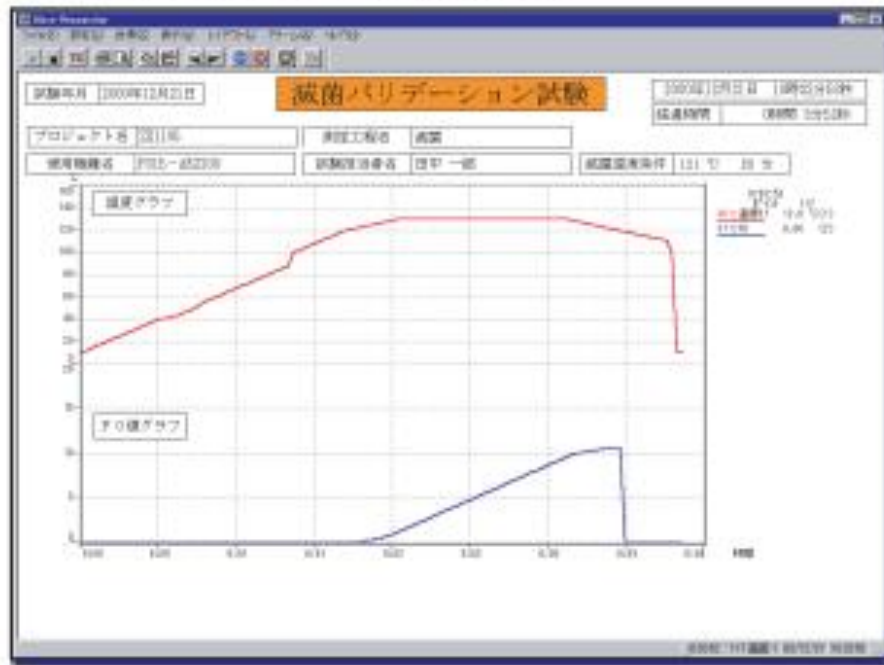


データアキュジションユニットDARWINシリーズ

F値とは？

高圧蒸気滅菌器や乾熱滅菌器を使用して滅菌効果を測定する方法としてF値による表示が一般的と言われております。

この方法はbigelowが1921年に発表した理論であり、ある温度をかけた時の微生物の死滅状態が対数式で表せると言うものであり食品、医薬品業界ではF値による滅菌効果の推定を採用しております。



- 滅菌効果の表示は？
蒸気滅菌でのF0値
乾熱滅菌でのFH値を
時系列グラフにて
リアルタイムに表示
- その他汎用データ
計測用に豊富な画面
表示ができます
XYグラフ
瞬時値表形式
縦・横集合棒グラフ
警報付き棒グラフ
アナログメータグラフ
- 最大900点の拡張性
- 測定間隔は最短500ms
- 誰でも使える簡単操作！

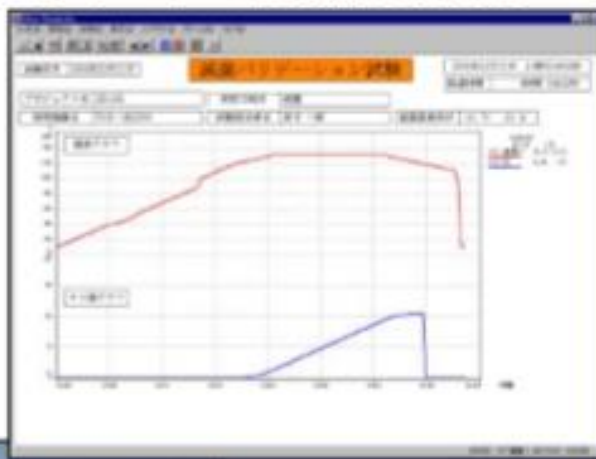
ハビリス ウェブリサーチャーデータ収集パッケージ

WAVE RESEARCHER

for Windows

横河電機㈱ DARWIN/HRシリーズ対応版 Ver3. 0

滅菌バリデーション版機能概説書



↔ Habilis Corporation

(DARWIN-V3MGAJ 2006/07)

75

「F 値の演算方法について」

微生物の熱による死滅は対数式で表されるとされているから、一次反応式が応用できることになる。微生物の死滅が対数式で表されることから、温度 $Z^{\circ}\text{C}$ の変化で微生物の死滅速度（時間）が1ケタ、すなわち10倍あるいは1/10だけ変化するときの菌の致死率（Lethal rate (L)）は次の式で表される。

$$L = 10^{\frac{T_0 - T_b}{Z}} \quad \dots (1)$$

この式は、温度 $T_b^{\circ}\text{C}$ での殺菌条件を他の温度での滅菌条件に換算するのに用いることができる。

●湿熱滅菌では、通常 121°C での温度を基本とし、 $Z=10^{\circ}\text{C}$ とされており 121°C ($T_b=121^{\circ}\text{C}$) における滅菌条件を基本として考え、 10°C ($Z=10^{\circ}\text{C}$) の温度変化で微生物の致死率が10倍変化する場合は、

$$L = 10^{\frac{T_0 - 121}{10}} \quad \dots (2)$$

となる。

温度が変化する場合の滅菌効果は、基本となる温度（121℃）に換算した場合の菌の致死速度とその温度での過熱時間の総和で求められるから、

$$\text{滅菌効果} = \Delta t_1 \times 10^{\frac{T_1 - 121}{10}} + \dots + \Delta t_x \times 10^{\frac{T_x - 121}{10}} + \dots + \Delta t_n \times 10^{\frac{T_n - 121}{10}} \quad \dots (3)$$

で表される。

この関係を積分式で表せば次のようになる。

$$F_T^Z = \int_{t_1}^{t_2} L dt = \int_{t_1}^{t_2} 10^{\frac{T_0 - T_b}{Z}} dt \quad \dots (4) \text{ 湿熱滅菌における } F_0 \text{ 値の演算}$$

まとめると、湿熱滅菌（高圧蒸気滅菌）では、前記(1)式で121℃の温度を基準として考え、 $Z = 10^\circ\text{C}$ として計算した値を F_0 とし、湿熱滅菌の効果を表す指標としている。つまり

$$F_T^Z = \int_{t_1}^{t_2} 10^{\frac{T_0 - T_b}{Z}} dt$$

において、 $Z = 10^\circ\text{C}$ 、 $T_b = 121^\circ\text{C}$ であり

$$F_0 = F_{t=121}^{Z=10} = \int L dt = \int 10^{\frac{T_0 - 121}{10}} dt$$

となる。

温度と時間の積分値から、滅菌の達成度、あるいは滅菌時に加えられる有効熱量、すなわち121℃で1分間滅菌したときの F_0 値は「1」となる。

$$F_0 = \int_0^1 10^{\frac{121 - 121}{10}} dt = 1$$

となる。

また、微生物の熱による死滅が、対数式（指数関数）で表されることは、滅菌時間が2倍になれば、生残菌数は2ケタ減少、すなわち1/100となる。

一般的に F_0 値は8以上必要とされている。

これから、化学の教科書でも湿熱滅菌（高圧蒸気滅菌）では、121℃で15分間を維持するようにとされている。

●乾熱滅菌では、前記(1)式で170℃の温度を基本として考え、 $Z = 20^\circ\text{C}$ として計算した値を F_H とし乾熱滅菌の効果を表す指標としている。

つまり

$$F_H = F_t^Z = \int_{t_1}^{t_2} 10^{\frac{T_o - T_b}{20}} dt$$

において、 $Z = 20^\circ\text{C}$ 、 $T_b = 170^\circ\text{C}$ であり

$$F_H = F_{T=170}^{Z=20} = \int L dt = \int 10^{\frac{T_o - 170}{20}} dt$$

で、滅菌の達成度を表す。

170℃で20分間乾熱滅菌を行う場合は、 $T_o = 170$ 度であり F_H 値は「20」となる。

$$F_H = \int_0^{20} 10^{\frac{170 - 170}{20}} dt = 20$$

製薬業界における器具のように、滅菌の対象となるものが熱による変性を受けずらい場合には、乾熱滅菌が多用されている。

殺菌価 つまり F値とは？

- ▶ 殺菌効果が(ある温度では 時間とともに)片対数的に進展する性格を利用
- ▶ 殺菌効果の速度が 10倍変わるのに必要な温度差をZとし
- ▶ 基準温度を T_b として
- ▶ 殺菌効果を積分して得られた 殺菌効果の積算値

これだけは憶えてね！

80

殺菌価 つまり F値とは？

- $Z=10^{\circ}\text{C}$
- 基準温度を 121.1°C
- 殺菌効果を積分して得られた 殺菌効果の積算値



を **F₀** とよぶ

つまり ボツリヌス芽胞を レトルトをもってして 殺滅を狙っている際の殺菌指標

殺菌価 つまり F値とは？

- $Z = 8^{\circ}\text{C}$
- 基準温度を 85°C
- 殺菌効果を積分して得られた 殺菌効果の積算値



を $F_p = F_{85/8}$ とよぶ

つまり 耐熱性酵母・カビをホットパック程度の加熱で殺滅を狙っている際の殺菌指標

殺菌価 つまり F値とは？

- $Z = 5^{\circ}\text{C}$
- 基準温度を 65°C
- 殺菌効果を積分して得られた 殺菌効果の積算値



を $F_p = F_{65/5}$ とよぶ

つまり 通常の酵母・カビをホットパック程度の加熱で殺滅を狙っている際の殺菌指標

1.1.3. 野菜飲料の殺菌基準

野菜飲料は食品衛生法（第 11 条関連「食品，添加物等の規格基準」清涼飲料水の部）における pH 4.0 以上 4.6 未満の清涼飲料水に区分されるものが主体となり，85℃，30 分の加熱，またはそれと同等以上の効果を有する方法で殺菌することが，表 1-1 の清涼飲料水の製造基準で義務付けられている。また，85℃，30 分を基準に z 値（1.2. 加熱殺菌の理論で解説）8℃で換算し，加熱温度を 85℃以外に設定することもできる。表 1-2 に pH 4.0 未満は z 値が 5℃，pH 4.0～4.6 未満は z 値が 8℃，pH 4.6 以上は z 値が 10℃として，それぞれ加熱殺菌条件換算表を示す。しかし，野菜飲料は原料が農産物であるため，土壌に由来する微生物の混入が生じやすいこと，混濁飲料が多くなる過減菌ができないことから，殺菌基準より比較的強めの加熱殺菌が行われているのが実情である。また，常温で流通する野菜飲料の多くの pH 域は，4.0～4.5 であり，その範囲においては pH の変化により発育する微生物種は変わるため，pH の制御による静菌と加熱殺菌のバランスが製品の品質に重要な影響を与える。

表 1-1 清涼飲料水の製造（殺菌）基準

製造基準		保存基準	
殺菌を要しないもの	二酸化炭素圧力が 20°C 1.0 kgf / cm ² 以上で、 植物又は動物の組織成分を含まないもの	なし	
殺菌を要するもの	pH 4.0 未満	中心温度を 65°C で 10 分間、又は 同等以上	なし
	pH 4.0~4.6 未満	中心温度を 85°C で 30 分間、又は 同等以上	
	pH 4.6 以上で水分活性 が 0.94 を超えるもの	中心温度を 85°C で 30 分間、又は 同等以上	10°C 以下
		120°C、4 分間、又 は同等以上 発育しうる微生物 を死滅させる のに十分な効力 を有する方法	なし

出典：食品衛生法 厚生省告示第 213 号 （1986 年）

表 1-2 清涼飲料水の pH 毎加熱殺菌条件の換算表

pH 4.0 未満		pH 4.0~4.6 未満		pH 4.6 以上	
基準殺菌条件		基準殺菌条件		基準殺菌条件	
65°C, 10 分		85°C, 30 分		120°C, 4 分	
(z 値 5°C)		(z 値 8°C)		(z 値 10°C)	
温度 (°C)	時間 (分)	温度 (°C)	時間 (分)	温度 (°C)	時間 (分)
60	100.0	80	126.5	112	25.2
61	63.1	81	94.9	114	15.9
62	39.8	82	71.1	116	10.0
63	25.1	83	53.3	118	6.3
64	15.8	84	40.0	120	4.0
65	10.0	85	30.0	122	2.5
66	6.3	86	22.5	124	1.6
67	4.0	87	16.9	126	1.0
68	2.5	88	12.7	128	
69	1.6	89	9.5	130	
70	1.0	90	7.1		

なんでFoなんてものが？

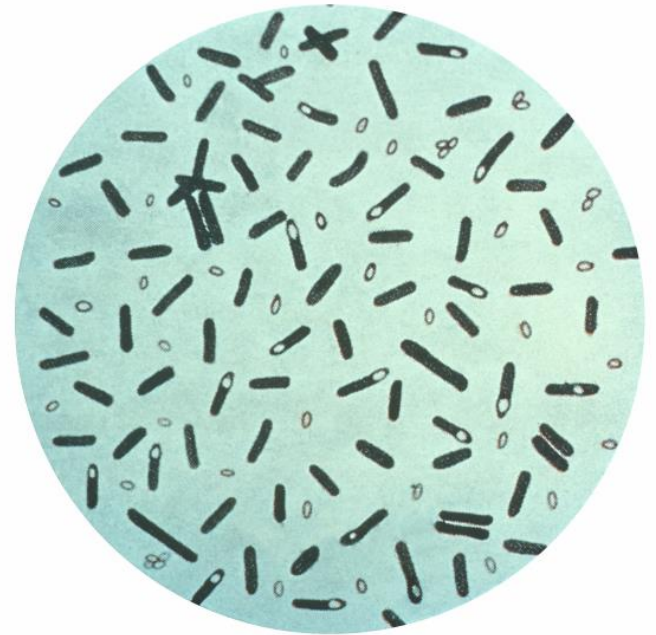
- アメリカの開拓の歴史
- 野菜の瓶詰
- 殺菌不良による死者の発生

そのため アメリカのレトルトでよく使用されていた 華氏250度が基準温度となった。それを摂氏に換算すると121.1℃
(向こうではZも華氏で表現=18)

ボツリヌス菌産生毒素による食中毒はアメリカでは 開拓時代以来の大きな問題であり続けていた

特に 自家製の野菜瓶詰

Botulinum toxins are the most lethal toxins known. For type A toxin, the toxic dose is estimated at 0.001 mcg/kg ([Franz 1997](#)); the lethal dose for a 70-kg person by the oral route is estimated at 70 mcg, by the inhalational route 0.80 to 0.90 mcg, and by the intravenous route 0.09 to 0.15 mcg ([Sobel 2005](#)).



HACCPの沿革(アメリカ)

- 1959年～1960年代 米国ピルスベリー社が宇宙食の安全性確保のために構築
- 1973年 FDA(米国食品医薬品庁)がGMP(適正製造基準)基本法の施行に伴う「低酸性密封後殺菌食品のGMP」にHACCPの概念を導入
- 1985年 NAS(米国科学アカデミー)の食品防護委員会がHACCPによる自主衛生品質管理方式と法的強制力の導入を勧告
- 1989年 NACMCF(米国食品微生物基準諮問委員会)が設立され、HACCPの原則を標準化(1997年8月改訂)

HACCPの沿革(アメリカ:続き)

- 1995年 FDAが水産食品のHACCP規則公布
- 1996年 USDA(米国農務省)が食鳥肉製品のHACCP規則公布
- 2001年 FDAがジュースのHACCP規則公布
- 2011年 米国が食品安全強化法を公布

ボツリヌスは耐熱性芽胞を作る

- 芽胞は $Z=7\sim 11^{\circ}\text{C}$ であることが多い。その中でもかなり強い耐熱性である $Z=10$ を選定
- $D_{121.1^{\circ}\text{C}}=0.1\sim 0.2$ 分 であるところなんと**12D**も要求して
- $F_0=0.2\times 12=\mathbf{2.4}$ であるところさらに**切り上げて3**としている!!

Fpは z=5または8だけか？

- ▶ 様々 次の例では 8.9
- ▶ 基準温度も様々 次の例では93.3℃



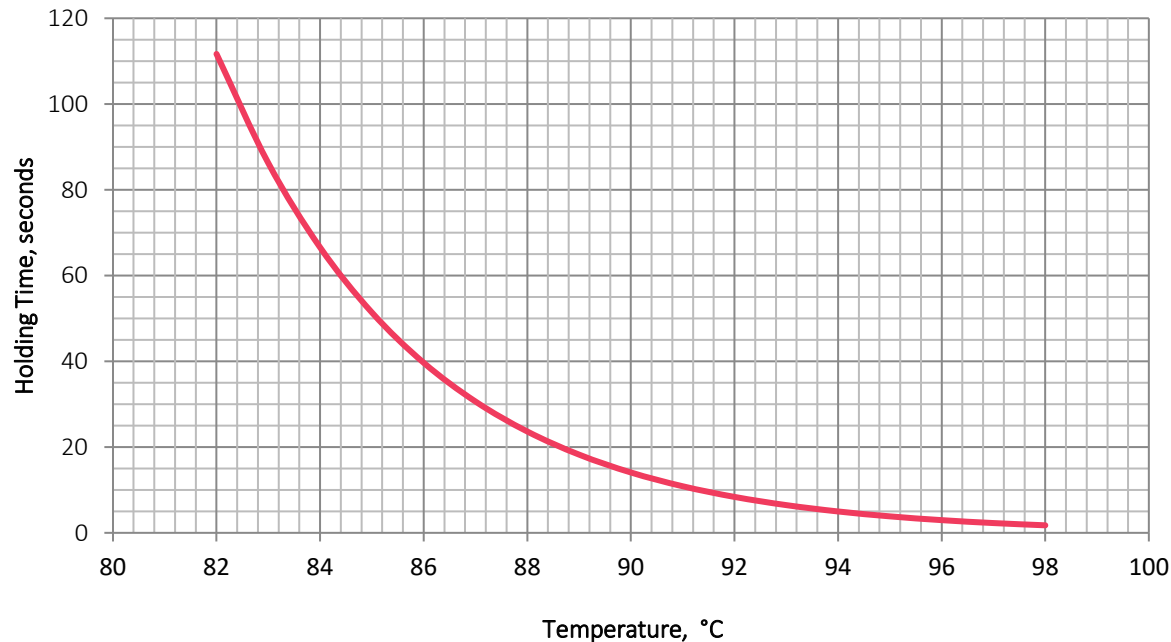
それぞれの国で自国の事例を基に作成
= ユニバーサル基準はない
= 食品安全とは遠い存在なので
= 統一基準作成には力が入っていない

The pasteurization conditions are:

Product Pasteurization:

$F(93.3/8.9)=0.1$ minutes, minimum or equivalent

This is achieved by the time and temperature in the hold tube of the pasteurizer; 6 seconds at 93.3°C, or equivalent.



93

滅菌・殺菌・消毒の定義

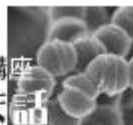
食中毒菌対象の場合 滅菌という時には
通常5～6D達成を目指す
ボツリヌス対象の場合12D
包材・ライン滅菌 指標菌で3～4D

殺菌・消毒に関しては 目標D値の定義なし

本来 初菌数と達成D値によって 例えば10万個のうち(100万個のうち)何個の不良を可とするという公衆衛生目標が設定されるべきだがそれがなされたことは過去にはない。

さらには F_0 値の芽胞菌全般への普遍的適用(実は誤用)がなされてしまっているため 概念が混乱してしまっている

さらに目標D値の設定を
困難にするもの



知っておきたい殺菌・除菌・滅菌技術

松村 吉信^{1,2*}・中田 訓浩²

*著者紹介 ¹関西大学化学生命工学部生命・生物工学科（准教授） E-mail: ymatsu@kansai-u.ac.jp

²関西大学先端科学技術推進機構（ポスト・ドクトラル・フェロー）

2011年 第12号

739

https://www.sbj.or.jp/wp-content/uploads/file/sbj/8912/8912_yomoyama_1.pdf

休眠細胞 (dormant cell) 生物は、栄養が枯渇するなど、細胞増殖または生長が困難になるとそれを停止し(図2 定常期)、一部の微生物では孢子(芽胞)などの休眠細胞を形成する。この細胞では新しいタンパク質合成は行われず、さまざまな環境ストレスに耐性となることが知られている。たとえば、枯草菌栄養細胞の溶液中の80°CでのD値は0.1~0.3分であるのに対して、その芽胞の121.1°Cの湿熱状態でのD値は0.48分、さらに120°Cの乾熱状態でのD値は25~30分と、芽胞の耐熱性が極端に高い⁸⁾。一般環境では休眠細胞が必ず一定数含まれていることから休眠細胞の耐熱性を理解することは重要である。また、乾燥状態が孢子の耐熱性を高める要因であることも知られており⁹⁾、油を含む食品では特に孢子の生残性に気をつける必要が生じる。

ストレス適応 (adaptation) 栄養細胞も抗菌処理に対して常に同じ耐性を示すわけではない。特に、生育できる環境下での抗菌処理や抗菌処理前の環境によって栄養細胞の耐性度合も大きく変わる。一般に、微生物細胞は周りの環境に合わせてその生理状態を変化させることが知られている。特に、生育条件からかけ離れた場合、細胞はストレス状態へと移行する。このストレス状態が長期間続くと細胞に障害が蓄積し、生育できない状態、つまり死滅すると考えられている。この時蓄積する障害にはタンパク質変性やDNA損傷、膜脂質の過酸化や相転移、細胞内浸透圧の上昇や抗菌剤などの化合物の蓄積などが挙げられる。しかし、このような障害が軽度の場合、細胞はストレス環境に適応し、同時にさまざまな遺伝子発現を変化させる(ストレス応答)。たとえば、シャペロンなどのヒートショックタンパク質、スーパーオキシドジスムターゼやカタラーゼなどの活性酸素消去酵素、薬剤ポンプなどの排出システム、DNA修復酵素などの発現量の増加、ヌクレアーゼやプロテアーゼなどの障害を受けた生体成分の分解酵素の活性化などがこれにあたる。このような適応応答は結果として抗菌処理に対する耐性度合を高めると考えられている。つまり、抗菌処理前や抗菌処理中の環境が微生物細胞の耐性度合に影響する。

バイオフィルム (biofilm) これまでの微生物細胞の耐性度合は研究室で使用する培地で培養した浮遊細胞を用いて検証している。しかしながら、実際に微生物が生育している環境を観察すると細胞が単独で生育している場合は比較的少なく、固形物表面に付着して集団を形成していることが多い。このような集団をバイオフィルムと呼ぶ。バイオフィルムでは、微生物細胞のみが密接に接着しているのではなく、菌体外多糖や核酸、タンパク質なども絡み合ったネットワーク構造を形成し、細胞単独で存在している浮遊細胞に比べて環境ストレスや抗生物質に対して耐性が非常に高いことが知られている¹⁰⁾。

事前配布エクセルシートで のFo値計算

レトリト	Fo値計算	1分間隔測定								
To										
Tb	121.1	121.1	121.1	121.1	121.1	121.1	121.1	121.1	121.1	121.1
To-Tb	-121.1	-121.1	-121.1	-121.1	-121.1	-121.1	-121.1	-121.1	-121.1	-121.1
z	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
(To-Tb)/z	-12.11	-12.11	-12.11	-12.11	-12.11	-12.11	-12.11	-12.11	-12.11	-12.11
t	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
$t \cdot 10^{((To-Tb)/z)}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fo	0.00									

A	B
レポート Fo値計算 1分間隔測定	
To	
Tb	121.1
To-Tb	-121.1
z	10
$(To-Tb)/z$	-12.11
t	1
$t \cdot 10^{((To-Tb)/z)}$	0.00
Fo	0.00

A	B
レポート Fo値計算 1分間隔測定	
To	
Tb	121.1
To-Tb	-121.1
z	10
(To-Tb)/z	-12.11
t	1
$t \cdot 10^{((To-Tb)/z)}$	0.00
Fo	0.00

A	B
レポート Fo値計算 1分間隔測定	
To	
Tb	121.1
To-Tb	-121.1
z	10
$(To-Tb)/z$	-12.11
t	1
$t \cdot 10^{((To-Tb)/z)}$	0.00
Fo	0.00

7 \times \checkmark f_x $= (B3 - B4) / B6$

A	B
レポート Fo値計算 1分間隔測定	
To	
Tb	121.1
To-Tb	-121.1
z	10
$(To - Tb) / z$	-12.11
t	1
$t * 10^{((To - Tb) / z)}$	0.00
Fo	0.00

A	B
レポート Fo値計算 1分間隔測定	
To	
Tb	121.1
To-Tb	-121.1
z	10
(To-Tb)/z	-12.11
t	1
$t \cdot 10^{((To-Tb)/z)}$	0.00
Fo	0.00

fx 1



レトリート Fo値計算 1分間隔測定

A	B
To	
Tb	121.1
To-Tb	-121.1
z	10
(To-Tb)/z	-12.11
t	1
$t \cdot 10^{((To-Tb)/z)}$	0.00
Fo	0.00

A	B
レポート Fo値計算 1分間隔測定	
To	
Tb	121.1
To-Tb	-121.1
z	10
$(To-Tb)/z$	-12.11
t	1
$t \cdot 10^{((To-Tb)/z)}$	0.00
Fo	0.00

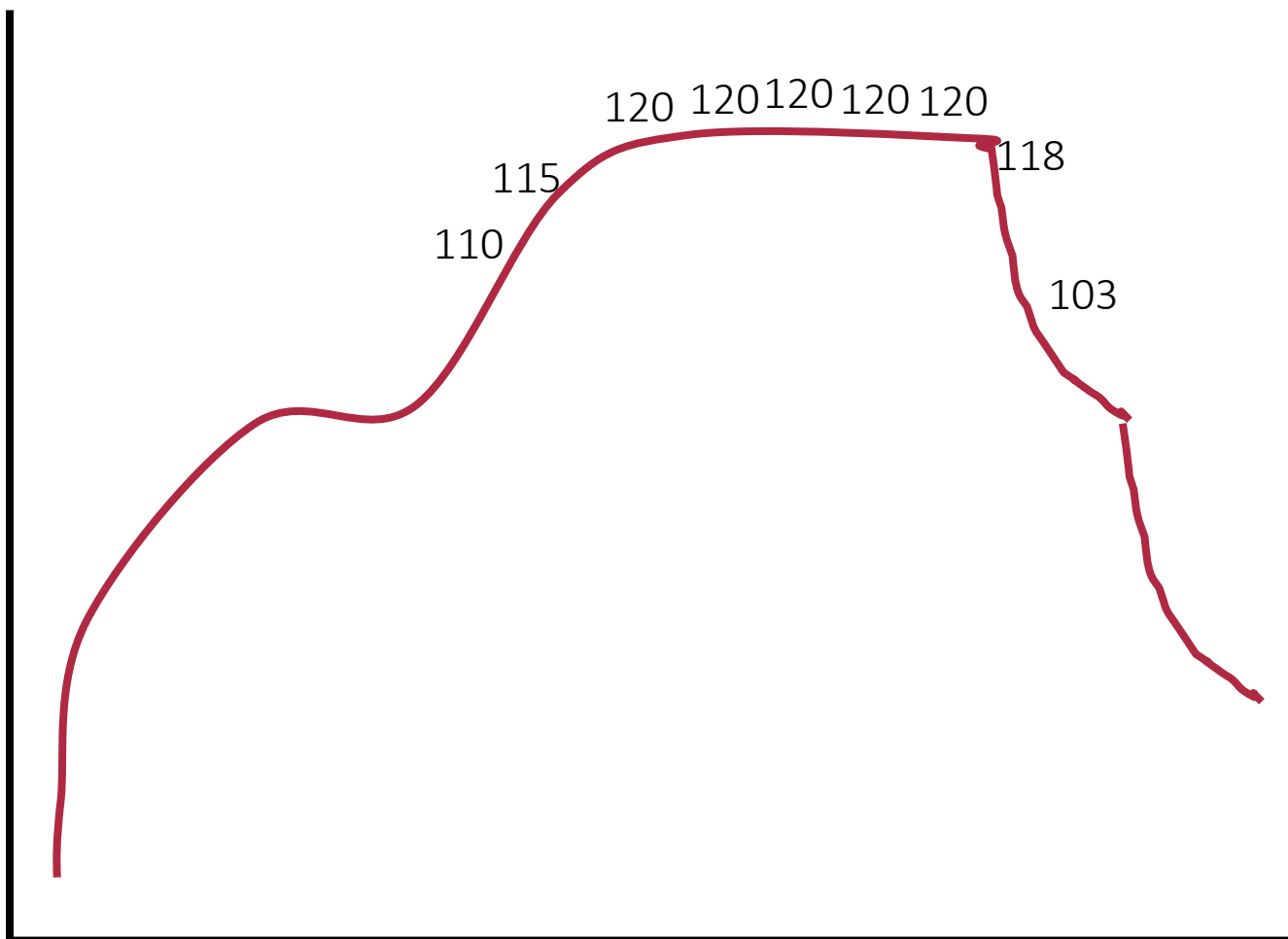
=SUM(B9:AZ9)

110

軽い演習

111

温度

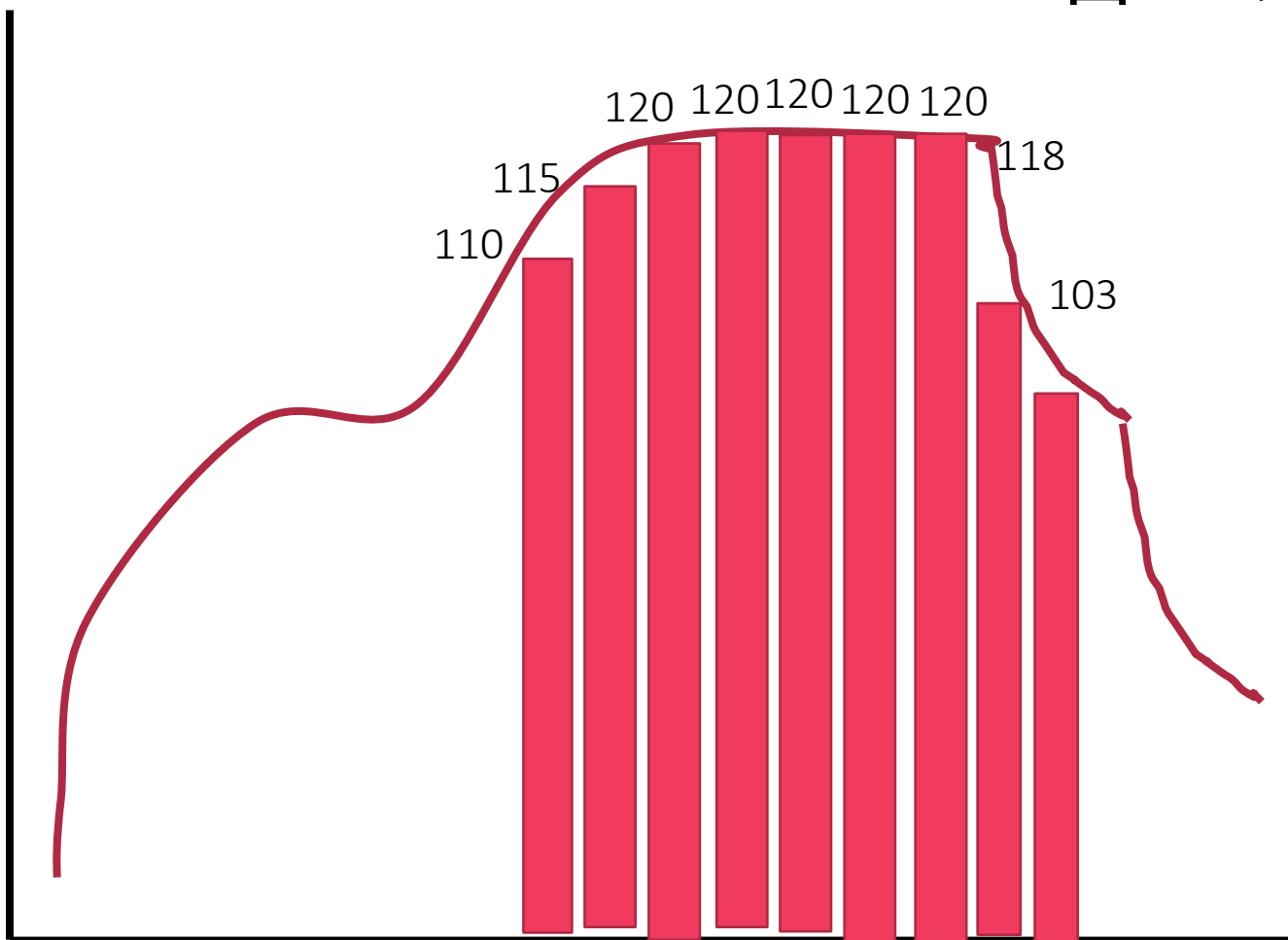


時間(分)

112

昔のやり方

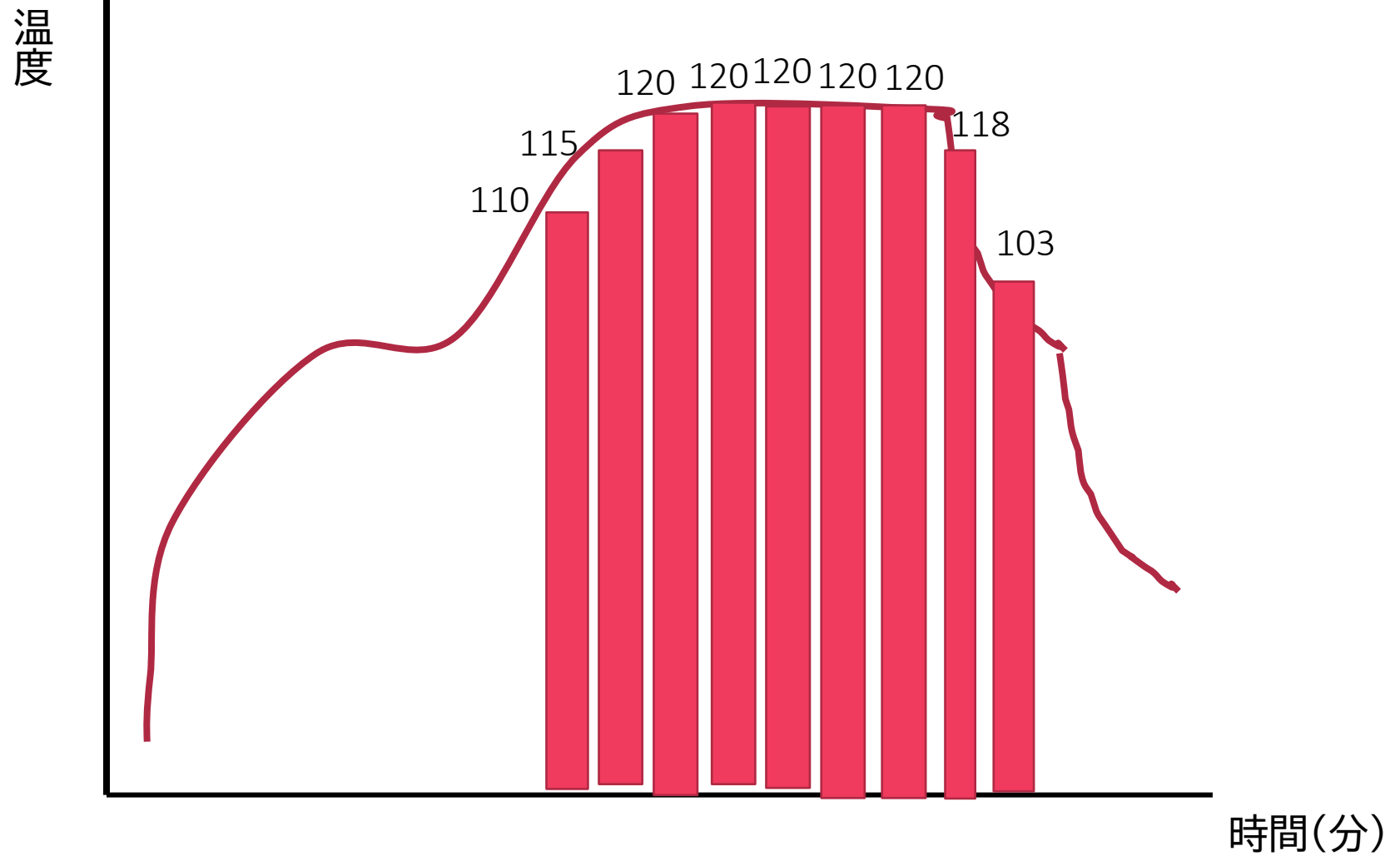
温度



時間(分)

113

現在のやり方



114

110	115	120	120	120	120	120	118	103
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
レトルト	Fo計算	1分間隔測定								
T0										
T1	121.1	121.1	121.1	121.1	121.1	121.1	121.1	121.1	121.1	121.1
T0-T1	-121.1	-121.1	-121.1	-121.1	-121.1	-121.1	-121.1	-121.1	-121.1	-121.1
z	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
(T0-T1)/z	-12.11	-12.11	-12.11	-12.11	-12.11	-12.11	-12.11	-12.11	-12.11	-12.11
t	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
$t \cdot 10^{((T0-T1)/z)}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
F	0.00									

115

110	115	120	120	120	120	120	118	103
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
レトルト	Fo計算	1分間隔測定								
T0										
T1	121.1	121.1	121.1	121.1	121.1	121.1	121.1	121.1	121.1	121.1
T0-T1	-121.1	-121.1	-121.1	-121.1	-121.1	-121.1	-121.1	-121.1	-121.1	-121.1
z	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
(T0-T1)/z	-12.11	-12.11	-12.11	-12.11	-12.11	-12.11	-12.11	-12.11	-12.11	-12.11
t	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
$t \cdot 10^{((T0-T1)/z)}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
F	0.00									

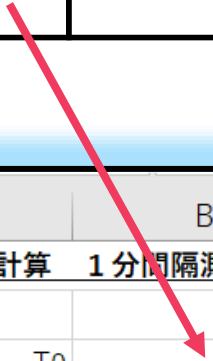
116

110	115	120	120	120	120	120	118	103
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
レトルト	Fo計算	1分間隔測定								
T0										
T1	121.1	121.1	121.1	121.1	121.1	121.1	121.1	121.1	121.1	121.1
T0-T1	-121.1	-121.1	-121.1	-121.1	-121.1	-121.1	-121.1	-121.1	-121.1	-121.1
z	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
(T0-T1)/z	-12.11	-12.11	-12.11	-12.11	-12.11	-12.11	-12.11	-12.11	-12.11	-12.11
t	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
$t \cdot 10^{((T0-T1)/z)}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
F	0.00									

117

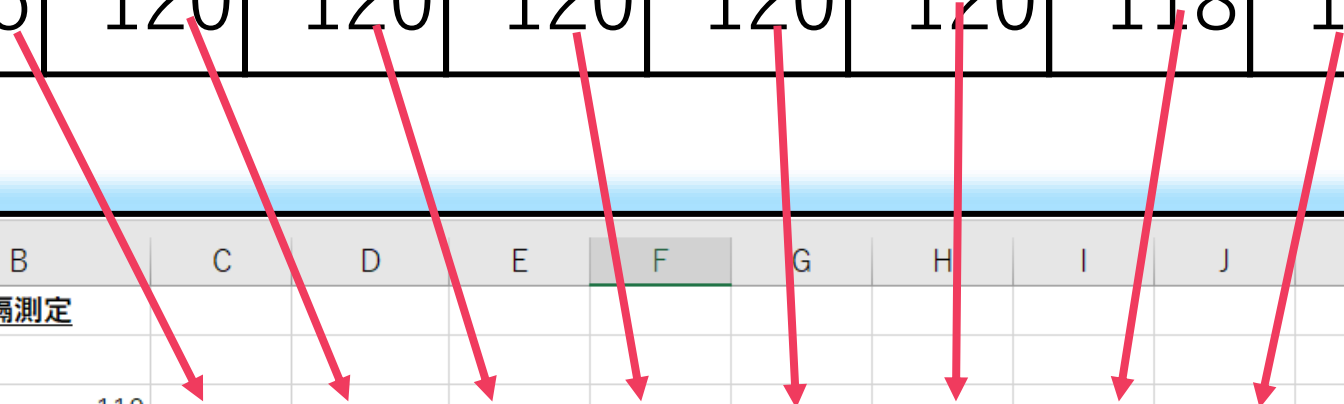
110	115	120	120	120	120	120	118	103
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----



A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
レポート Fo計算 1分間隔測定										
T0	110									
T1	121.1	121.1	121.1	121.1	121.1	121.1	121.1	121.1	121.1	121.1
T0-T1	-11.1	-121.1	-121.1	-121.1	-121.1	-121.1	-121.1	-121.1	-121.1	-121.1
z	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
$(T0-T1)/z$	-1.11	-12.11	-12.11	-12.11	-12.11	-12.11	-12.11	-12.11	-12.11	-12.11
t	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
$t*10^{((T0-T1)/z)}$	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
F	0.08									

118

110	115	120	120	120	120	120	120	118	103
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----



A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
レポート Fo計算 1分間隔測定										
T0	110									
T1	121.1	121.1	121.1	121.1	121.1	121.1	121.1	121.1	121.1	121.1
T0-T1	-11.1	-12.1	-12.1	-12.1	-12.1	-12.1	-12.1	-12.1	-12.1	-12.1
z	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
(T0-T1)/z	-1.11	-12.11	-12.11	-12.11	-12.11	-12.11	-12.11	-12.11	-12.11	-12.11
t	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
$t \cdot 10^{((T0-T1)/z)}$	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
F	0.08									

110	115	120	120	120	120	120	118	103
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
レトルト	Fo計算	1分間隔測定								
T0	110	115	120	120	120	120	120	118	103	
T1	121.1	121.1	121.1	121.1	121.1	121.1	121.1	121.1	121.1	121.1
T0-T1	-11.1	-6.1	-1.1	-1.1	-1.1	-1.1	-1.1	-1.1	-3.1	-18.1
z	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
(T0-T1)/z	-1.11	-0.61	-0.11	-0.11	-0.11	-0.11	-0.11	-0.11	-0.31	-1.81
t	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
$t \cdot 10^{((T0-T1)/z)}$	0.08	0.25	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78	0.49	0.00
F	4.71									

120

レトルト食品

岸本 昭 監修
堤 陽太郎 編
山口 尹通

改訂新版
新・食品殺菌工学

工学博士 芝崎 勲 著

光 琳

光 琳

121

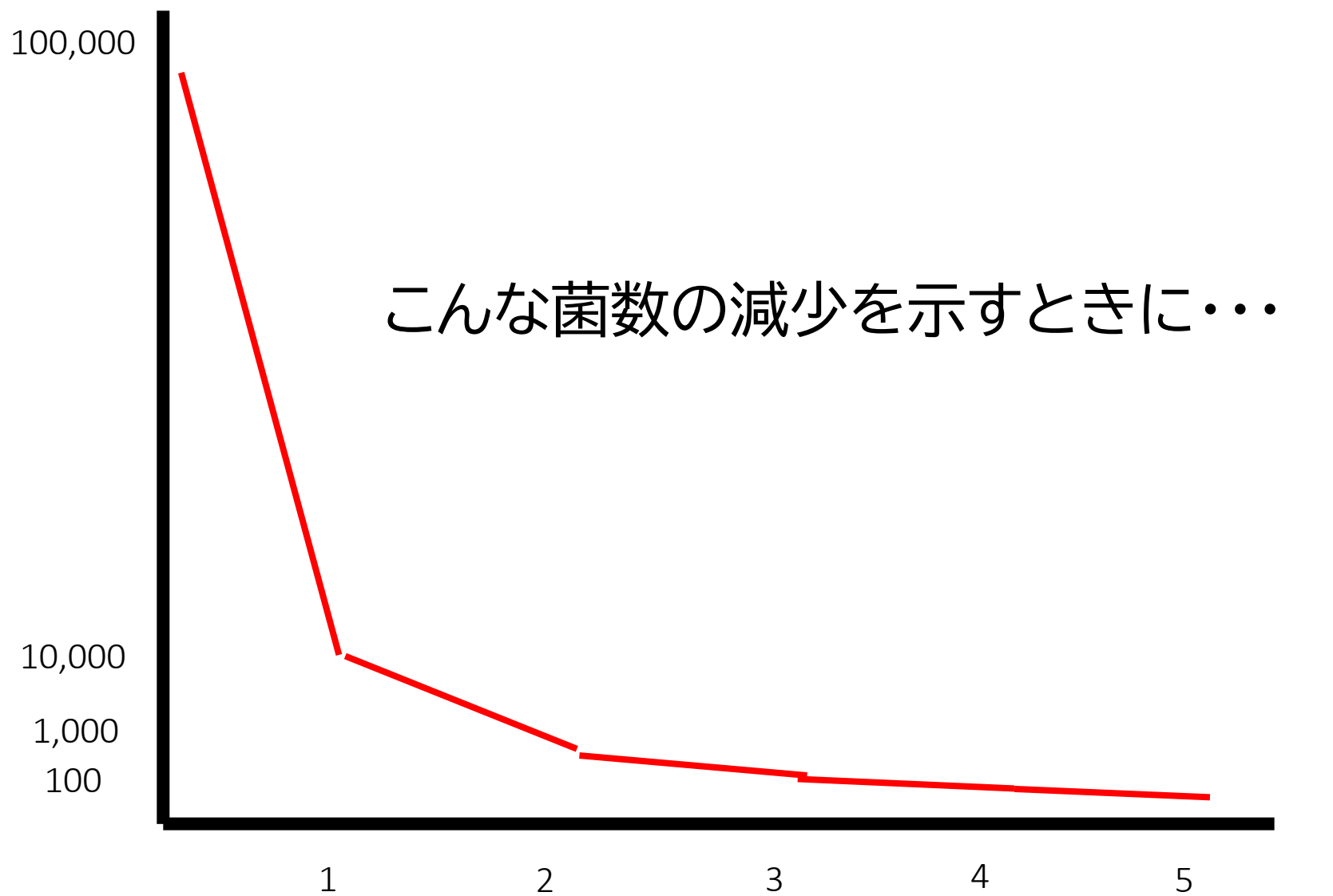
アジェンダ

- 微生物の性格の多様性
- 殺菌値の計算
- 理解度チェック

3. 理解度チェック

第一問

124



125

全てのストレスに対し
生物は □□□□□で死滅する傾向を示
す

全てのストレスに対し
生物は 片対数直線で死滅する傾向を示
す

答えは...

第二問

128

殺菌価 つまり F値とは？

- 殺菌効果がある温度では 時間とともに)片対数的に進展する性格を利用
- 殺菌効果の速度が $\square\square\square\square\square\square$ のに必要な温度差をZとし
- 基準温度を T_b として
- 殺菌効果を $\square\square$ して得られた 殺菌効果の $\square\square$ 値

殺菌価 つまり F値とは？

- 殺菌効果がある温度では 時間とともに)片対数的に進展する性格を利用
- 殺菌効果の速度が 10倍変わるのに必要な温度差をZとし
- 基準温度をTbとして
- 殺菌効果を積分して得られた 殺菌効果の積算値

第三問

131

110	115	123	124	125	126	125	118	103
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

レトルト内部に置かれた製品が 上のよう
な温度履歴(1分毎の計測)を示した場合
この製品の積算Fo値はいくらか

110	115	123	124	125	126	125	118	103
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
レトリート	Fo計算	1分間隔測定								
T0	110	115	123	124	125	126	125	118	103	
T1	121.1	121.1	121.1	121.1	121.1	121.1	121.1	121.1	121.1	121.1
T0-T1	-11.1	-6.1	1.9	2.9	3.9	4.9	3.9	-3.1	-18.1	-121.1
z	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
(T0-T1)/z	-1.11	-0.61	0.19	0.29	0.39	0.49	0.39	-0.31	-1.81	-12.11
t	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
$t \cdot 10^{((T0-T1)/z)}$	0.08	0.25	1.55	1.95	2.45	3.09	2.45	0.49	0.02	0.00
F	12.33									

答えは・・・12.33

133

ここまでできたら120点

第四問

65	70	80	85	87	86	85	80	55
----	----	----	----	----	----	----	----	----

マイルドな温度条件のレトルト内部に置かれた製品(pH4.3)が 上のような温度履歴(1分毎の計測)を示した場合 この製品の積算Fp値はいくらか？それは 食品衛生法で定められた殺菌条件を満たすか？

65	70	80	85	87	86	85	80	55
----	----	----	----	----	----	----	----	----

答えは・・・Fp5.6で全く
満たしていない



食品品質
プロフェッショナルズ



Since 2016

食品安全の守護神

<http://qpfs.or.jp>



138