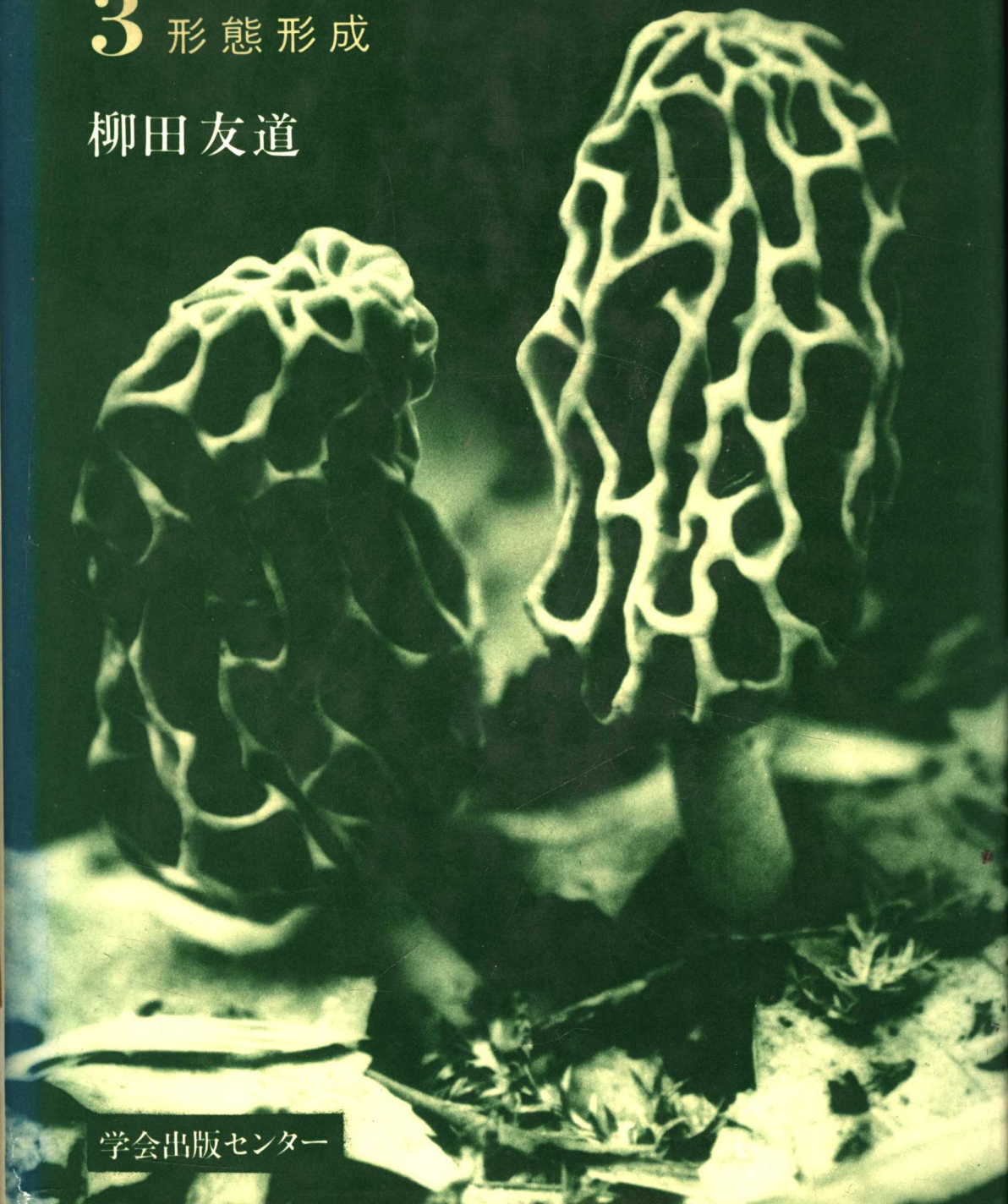


微生物科学

3 形態形成

柳田友道



学会出版センター

微生物科学

3. 形態形成

柳田友道

学会出版センター

著者紹介

柳田友道 (やなぎた・ともみち)

1940 年 東京大学医学部薬学科卒業

1940 年 海軍薬剤科士官

1945 年 東京大学理学部植物学教室

1953 年 千葉大学腐敗研究所(現生物活性研究所)教授

1962 年 東京大学応用微生物研究所教授

1975 年 富山大学薬学部教授

1979 年 富山医科薬科大学教授

1979 年 富山大学学長 現在に至る

微生物科学 3. 形態形成

定価 9,000 円

1982 年 6 月 25 日 初版発行

検印
廃止

著者 柳田友道

発行者 学会出版センター

印刷所 大昭和印刷株式会社

製本所 誠製本株式会社

発行所 株式会社 学会出版センター

〒113 東京都文京区本郷 6-2-10

電話 03-814-2001 振替東京 6-71057

挿図・伊藤允三/製版・大森製版所/カバー, 口絵・平版印刷

書籍コード 51991-1104

は じ め に

数年前から思い切って書きはじめた本書も、いよいよ3巻を上梓する運びとなった。はじめは全3巻位でまとまると思っていたのが、予定が少しずつ狂って、以後、3巻(形態形成)、4巻(遺伝、進化)、5巻(生態)とすることになった。

本巻はVIII章、形態形成のみでまとめることとした。微生物の形態形成全般を系統的にまとめた成書は内外にも見当たらないので、本腰を入れて、あえてこれに挑戦してみることにした。その気になって微生物の形態形成に関する研究の全般を見渡してみると、材料によってかなり濃密の差があり、誠にまとめるににくいことがはっきりした。そこで、第1節に微生物の形態形成に関する従前の研究で、注目されている問題点を説明し、あわせて高等生物の形態形成との関連をできるだけはっきりさせるよう努めた。また、第2節で形態形成に及ぼす環境要因の影響について総まとめを試みた。これらの節は、第3節以下に続く各論的記述の序説的意味をもつものである。本来なら、この序説には、このほかに遺伝的な意義をも含めるべきであったが、この点に関してはIX章、遺伝で石川辰夫教授が専門的立場から記述される予定になっているので、ここでは割愛させていただいた。

各論に入ってからでは、まず原核生物に触れたが、そのうち細菌の胞子の研究は特に詳しく研究されているので、それにはかなりの頁数を割いた。この点は、その後にくる菌類の胞子についての記述の予備知識を提供することとなる。菌類では無性生殖と有性生殖とがあり、これをどうまとめるかに苦心をした結果、菌類の大分類別に記述することとした。大分類別にする場合、その記述の順序をどうするかも問題となった。結局、系統的な順序を離れて、最も研究の進んでいる子囊菌、不完全菌をはじめにして、後の理解をたすけることとし、その後には下等菌類、担子菌と続け、粘菌を最後にした。こうして各論を配置したが、一般的に言えば、各論のうちで、はじめの方に述べられているものは、微生物の形態形成の上で、本質的には普遍性の高いものであり、終りの方に述べられているものは、どちらかといえば特殊性の強いものであるといえよ

う。なお、頁数の都合で、真核藻類と原生動物については、序節(1, 2 節)で総論的に記述するにとどめ、詳細は引用文献にゆだねることとした。

本書の著作に当っても、多くの方々の御助言あるいは貴重な資料提供をいただいた。特に、形態形成と環境要因に関しては、西 荒介教授(富山医科薬科大学薬学部)から多数の資料をいただいた。また、菌類全般について、特に分類上の問題に関しては、杉山純多助教授(東京大学応用微生物研究所)の細部に至るまでの御注意をいただいた。これによって、筆者が今回本書で特に意図したように、本文中に菌類の特殊な名称だけが突然でてくるというのではなく、その菌の分類上の位置付けがある程度わかるようにしておくといった試みが、オーソライズされることになった。さらに、最近特に進歩の早い細胞性粘菌の研究の参考文献について、詳細な御教示をいただいたのは、竹内郁夫教授(京都大学理学部)である。また、同教授は VIII 章扉に掲げた J.T. Bonner 博士のもとに留学された御縁もあって、同博士の肖像写真の入手と紹介記事の執筆をお願いした。ここに、これらの先生方、ならびに本書の引用文献、図表、口絵写真等でお世話になった諸先生方に、心からお礼申し上げる次第である。

本書は現在も全 5 巻完成に向けて遅いながらも着々と準備が進められているが、既刊の分に対しても、従前同様、誤りや不備の点があれば御指摘いただきたいと思う。そして、多くの学友のお力添えによって、本書を末永く育てていただければ望外の喜びである。

なお、写真、図表等の転載を許可された原著者ならびに出版社に厚く感謝する。出典については、該当箇所には著者名、年号をあげ、巻末文献にまとめて掲載した。

1982 年 4 月

柳 田 友 道

略号・記号

アミノ酸

Ala	alanine	Arg	arginine	Asn	asparagine
Asp	aspartic acid	Cys	cysteine	DAP	diaminopimelic acid
Gln	glutamine	Glu	glutamic acid	Gly	glycine
His	histidine	Hyp	hydroxyproline	Ile	isoleucine
Leu	leucine	Lys	lysine	Met	methionine
Phe	phenylalanine	Pro	proline	Ser	serine
Thr	threonine	Trp	tryptophan	Tyr	tyrosine
Val	valine				

核酸塩基, ヌクレオシド, ヌクレオチド, 核酸

A	adenine または adenosine	C	cytosine または cytidine
G	guanine または guanosine	U	uracil または uridine
T	thymine または thymidine		

AMP, ADP, ATP adenosine mono-, di-, そして triphosphate

CMP, CDP, CTP; GMP, GDP, GTP; UMP, UDP, UTP AMP などに準ずる

DNA	deoxynucleic acid	cDNA	葉緑体 DNA
mDNA	ミトコンドリア DNA	RNA	ribonucleic acid
mRNA	メッセンジャー RNA	rRNA	リボゾーム RNA
tRNA	転位 RNA		

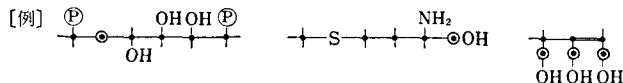
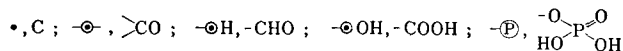
補酵素

CoA·SH	coenzyme A	Acyl CoA (Acyl S·CoA)	acyl coenzyme A
CoQ	coenzyme Q	FAD (FADH)	flavin adenine dinucleotide (還元型)
Cyt	cytochrome	FMN (FMNH)	flavin mononucleotide (還元型)
Fd	ferredoxin	FP	flavoprotein
NAD (NADH)	nicotinamide adenine dinucleotide (還元型)		
NADP (NADPH)	nicotinamide adenine dinucleotide phosphate (還元型)		

酵素

ATPase	adenosine triphosphatase	RNase	ribonuclease
DNase	deoxyribonuclease		

構造式記号



Fructose-1,6-diphosphate Methionine cis-Aconitic acid

以上のほかにも略号・記号を用いている場合があるが、それらについては本文に説明してあるので参照されたい。

写真解説

写真解説の最後のアンダーライン上の数字 (例, 10 μm) は写真中のバーの長さを示す.

写真 1A *Bacillus anthracis* の胞子の超薄切片像. EX, エキソスポリウム; SC, スポアコート; CX, コルテックス; C, コア. エキソスポリウムが繊維状である点に注目. 本文 p. 89 参照. 0.5 μm . (蜂須賀養悦博士原図)

写真 1B *Bacillus licheniformis* の胞子をフリーズ・エッチングにより表層を剝離して, 走査型電子顕微鏡により観察したスポアコート表面. 本文 p. 91 参照. 0.2 μm . (Leadbetter と Holt, 1969)

写真 1C *Bacillus cereus* のスポアコート表面. 観察方法は 1B と同じ. 本文 p. 91 参照. 0.1 μm . (Leadbetter と Holt, 1969)

写真 2 *Bacillus subtilis* の胞子形成過程を示す超薄切片像. A: 第I期. 染色体のフィラメント状伸長, 両端にメソゾームあり. B: 第II期. 細胞の左側に隔膜求心的に発達 (メソゾーム関与). C: 第III期 a. 細胞左側の核が包み込まれ, 準胞子形成が進む. D: 第III期 b. 準胞子形成完了. E: 第IV期. コルテックス形成. F: 第V期. スポアコート沈着. G: 第VI期. 準胞子成熟期. 染色体は形態的に不鮮明となる. H: 第VII期. 成熟胞子完成. 間もなく胞子嚢が破壊し, 胞子は放出される. 本文 p. 109 以下参照. (金子ら, 1974)

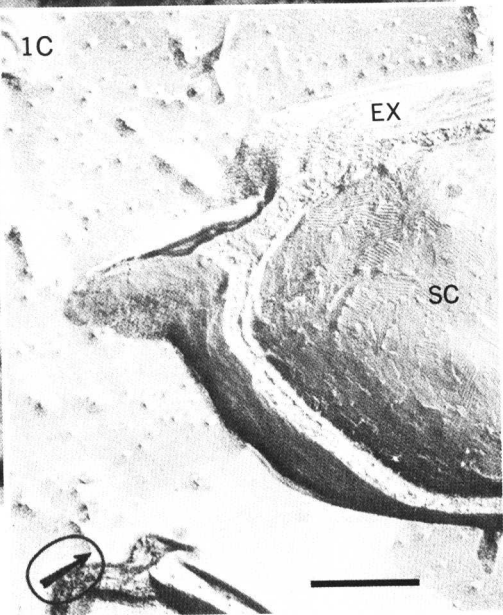
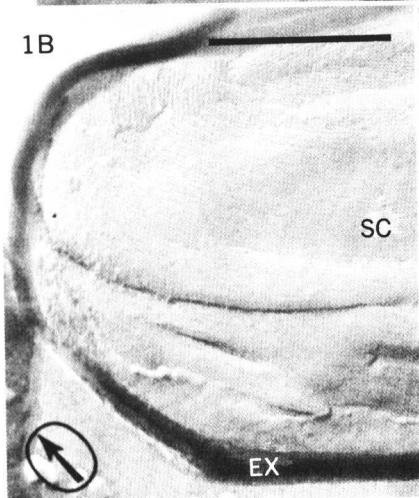
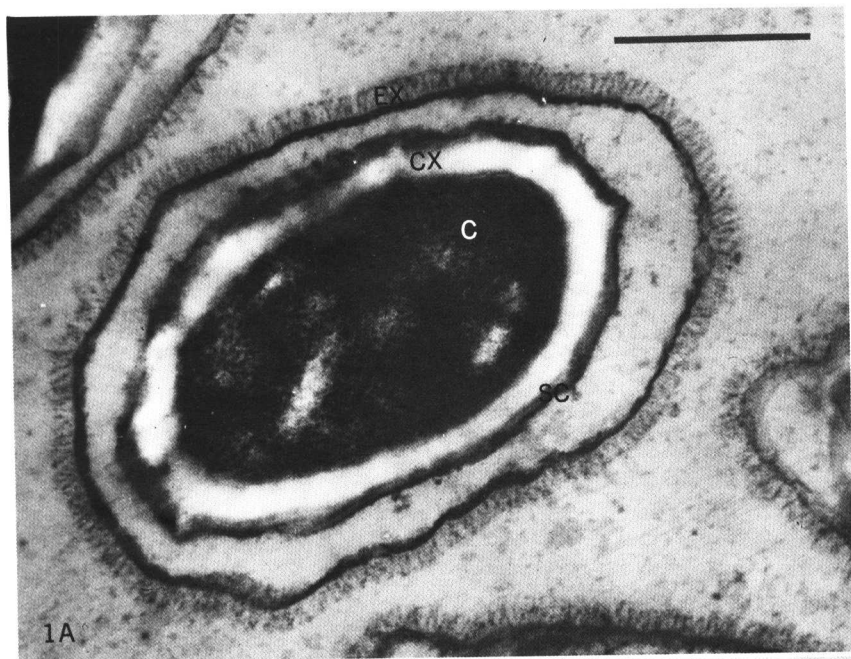
写真 3 *Bacillus subtilis* の胞子発芽過程を示す超薄切片像. A: 発芽 0 分. 0.1 μm . B: 発芽後 10 分. スポアコートの一部 (右上) が脱落し, コルテックスは薄くなり, 小繊維が出現する. 0.1 μm . C: 発芽後 40 分. スポアコートの破壊, コルテックスの消失が続ぎ, メソゾームが出現, コルテックス内側に細胞壁が形成される. 0.1 μm . D: 発芽後 60 分. 胞子外壁はおおむね剝離し, 染色体が鮮明となる. 0.2 μm . E: 発芽後 90 分. 栄養細胞形成完了. 0.5 μm . 本文 p. 140 参照. (金子ら, 1974)

写真 4 *Azotobacter vinelandii* の包嚢の超薄切片像. 本文 p. 157 参照. A: 全体像. EX, 外殻; IN, 内殻; LP, 脂質顆粒. 0.25 μm . (Sadoff, 1975) B: 特殊な染色法によって, 内殻内側 (CC 2) と内殻外側 (CC 1) の間が, 内殻膜 (im) で仕切られていることを示す. 0.25 μm . (Vela ら, 1970)

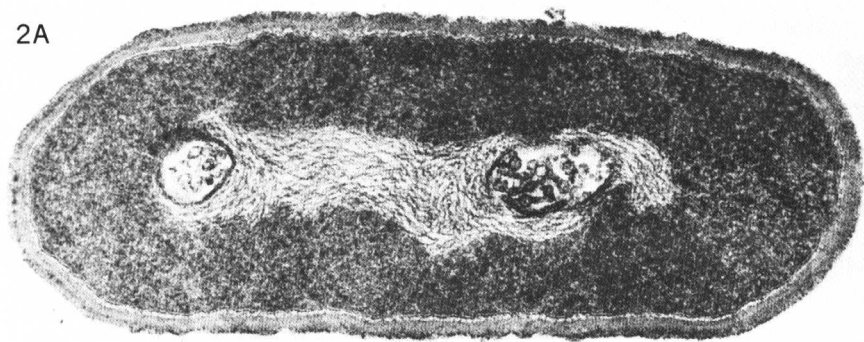
写真 5 藍藻 *Anabaena cylindrica* のヘテロシストの超薄切片像. M, 複雑な膜系 (シラコイド); E, 多層構造から成る表層; P, 極連絡孔. 本文 p. 194 参照. 1 μm . (Fay と Lang, 1971)

写真 6 *Aspergillus niger* の分生子形成，発芽を示す超薄切片像。 A: フィアライドの先端部に続いて形成途中の分生子 (C_1)，その先にはほぼ完成した分生子 (C_2) がみられる。 B: 分生子の発芽中の像，液胞の著しい発達に注目。 $1\mu\text{m}$ 。 C: 発芽中の分生子のフリーズ・エッチング・レプリカ像。 N, 核 (核膜孔がみられる); M, ミトコンドリア; V, 液胞。 $1\mu\text{m}$ 。 (田中健治博士原図)

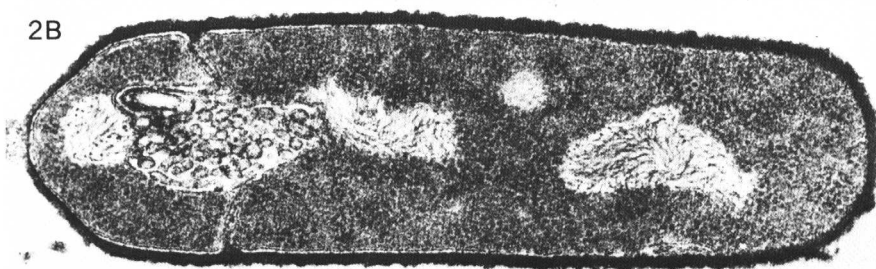
写真 7 子囊菌酵母の細胞接合過程の超薄切片像。 A-C: *Saccharomyces cerevisiae*。 A, 接合型細胞対。接着部細胞壁が盛上って薄くなっている点に注目。 $1\mu\text{m}$ 。 B, 核融合を完了し，1核となった接合子細胞。 $1\mu\text{m}$ 。 C, 接合子から新しい娘細胞が出芽した像。娘細胞には核が存在する。 $1\mu\text{m}$ 。 (Osumi ら, 1974) D, E: *Schizosaccharomyces pombe* の細胞壁を酵素処理して一部溶解した後切片作成。 D, 細胞融合前後 (この写真は後) に，接着部に細胞壁溶解酵素などを含有すると考えられる多数の小胞が集まることを示す像。 E, 原形質融合後の核融合に先立って，核膜上のプラクがはじめに融合することを示す像。 (田中健治博士原図) CW, 細胞壁; DC, 娘細胞; M, ミトコンドリア; N, 核; PL, プラク; V, 液胞; VE, 小胞。本文 p. 312 参照。



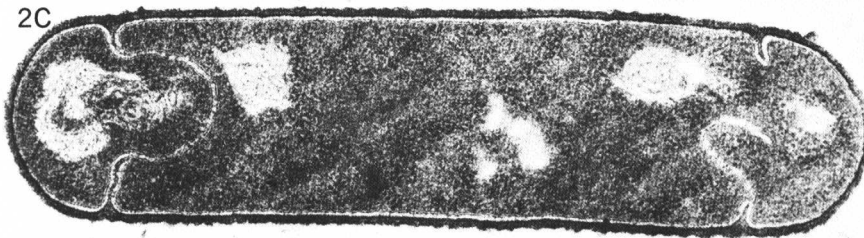
2A



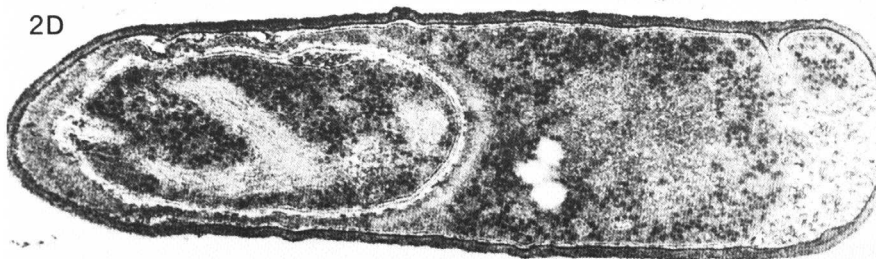
2B



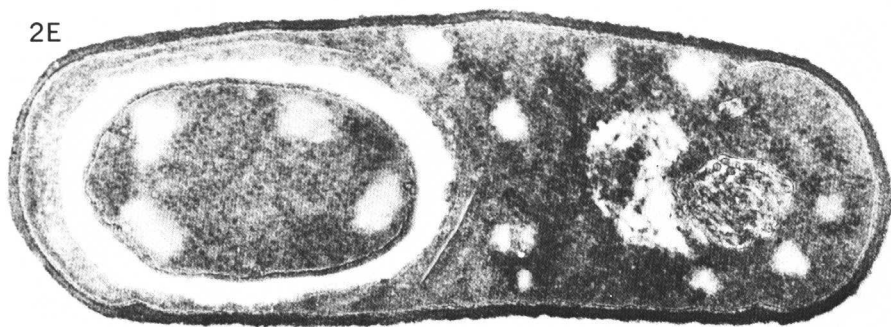
2C



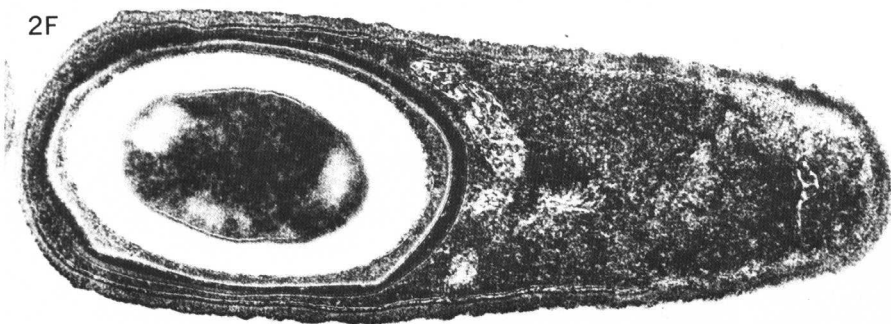
2D



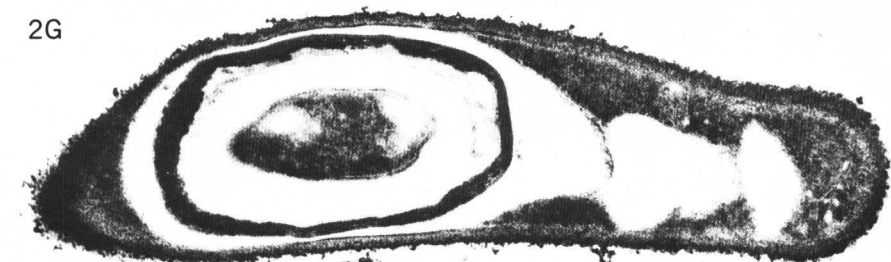
2E



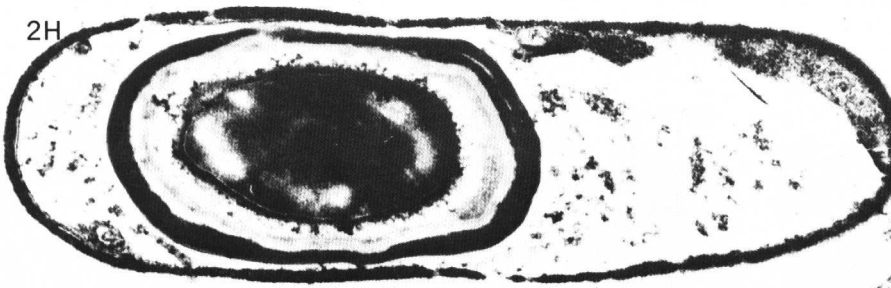
2F



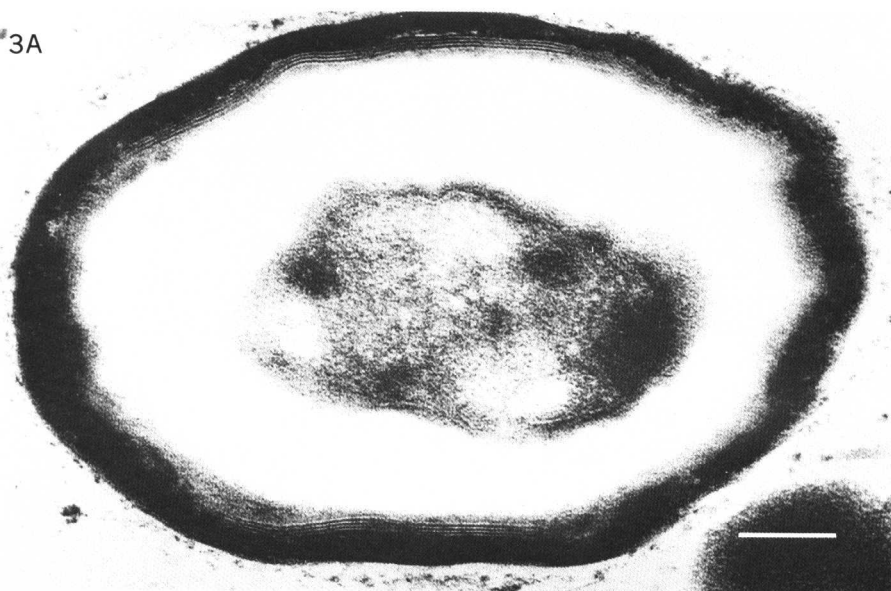
2G



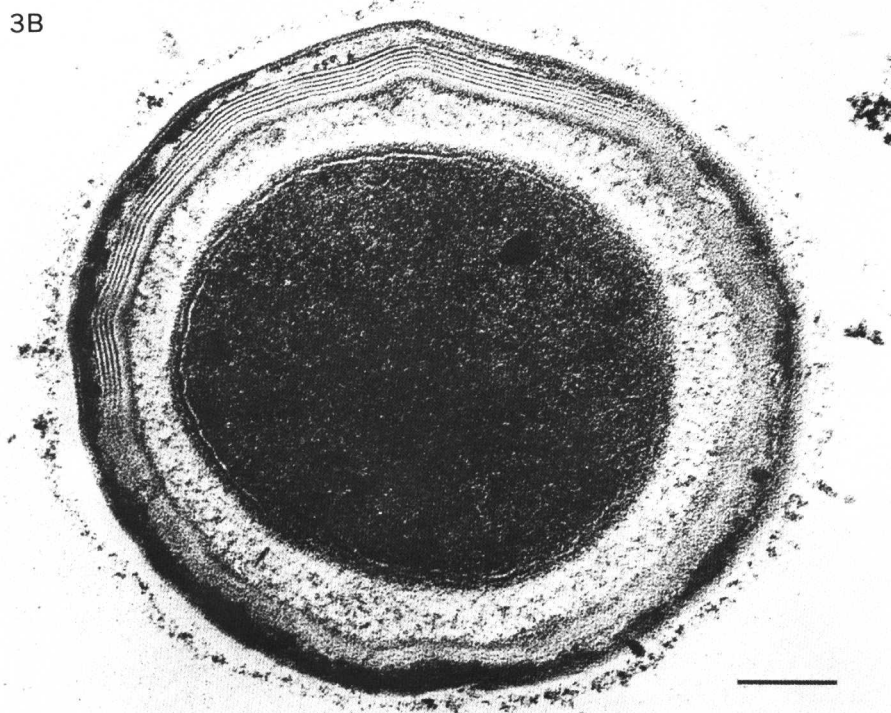
2H



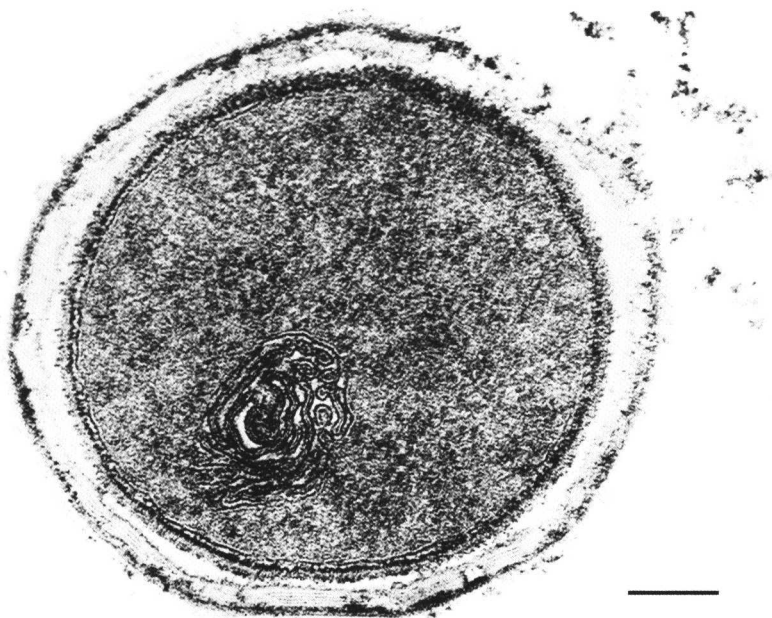
3A



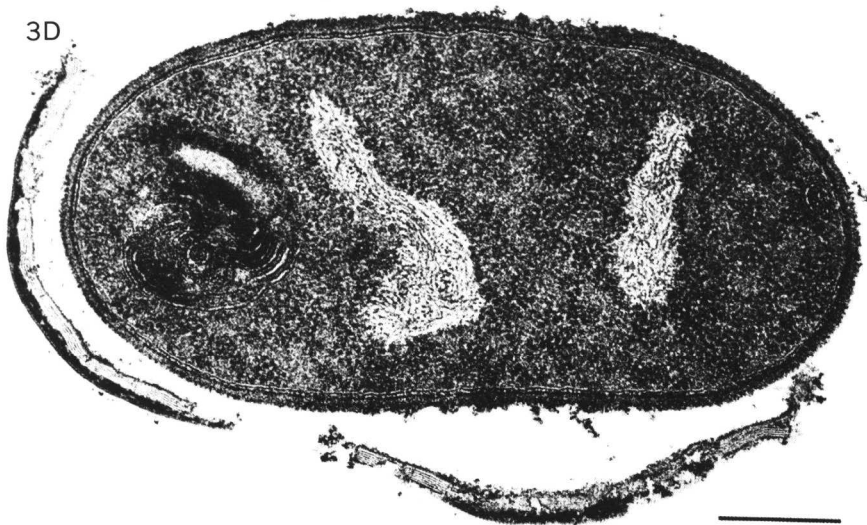
3B



3C

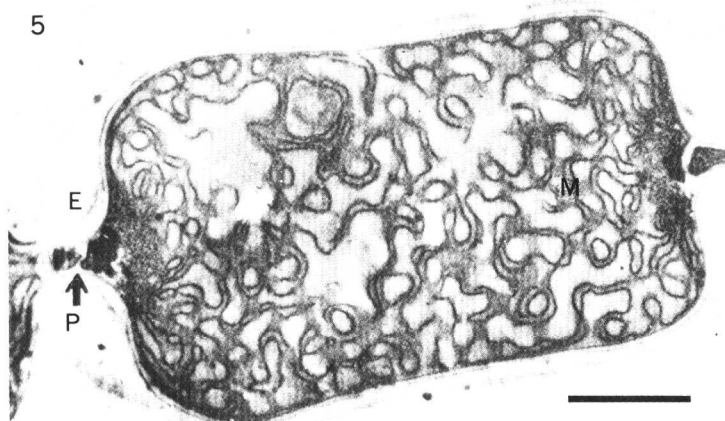
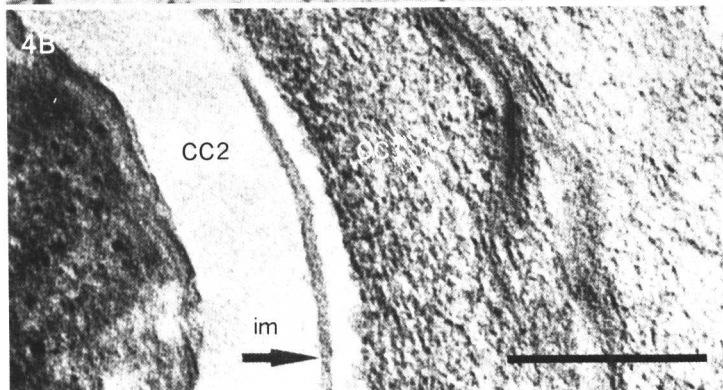
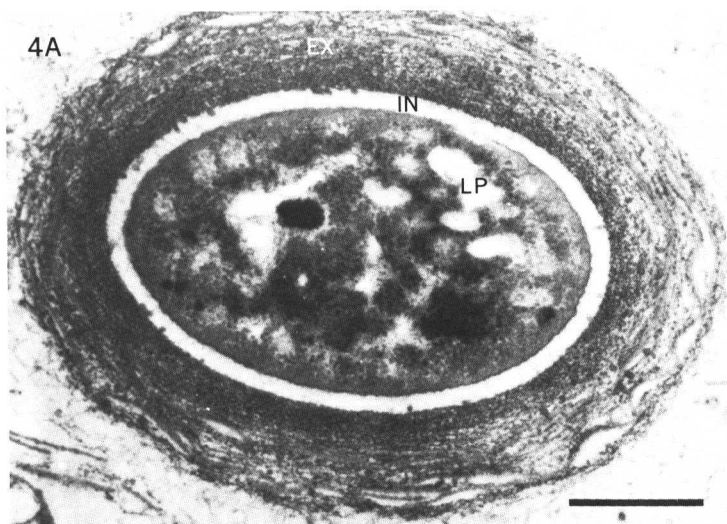


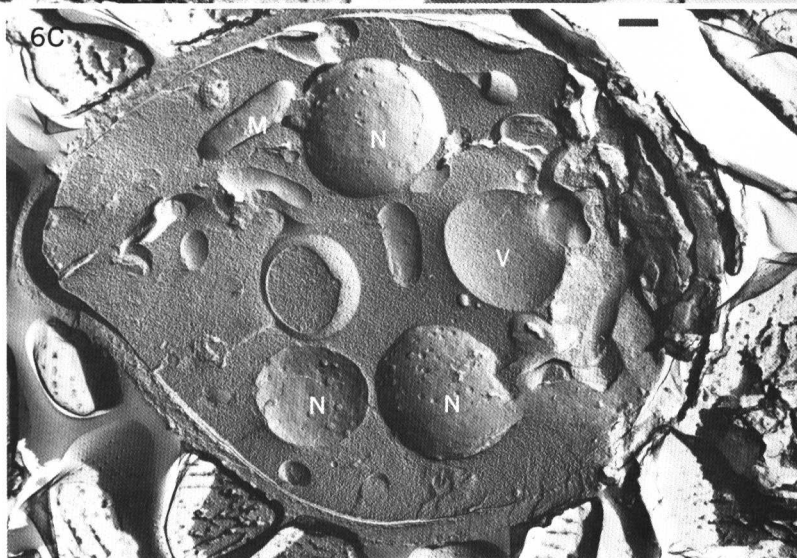
3D

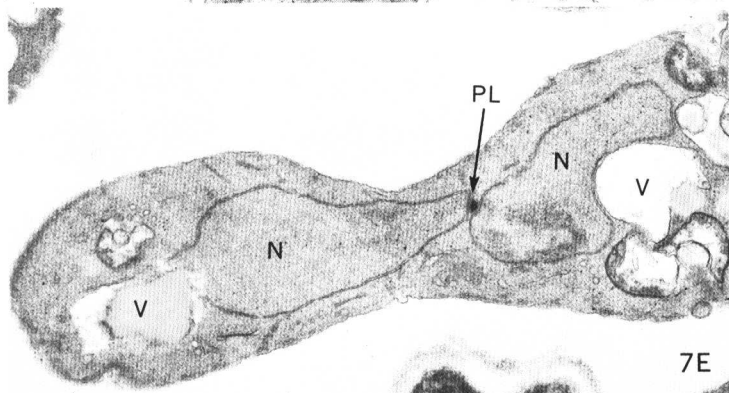
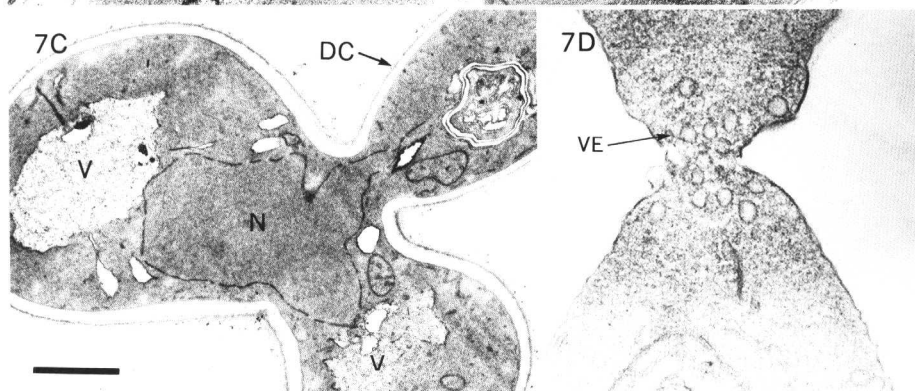
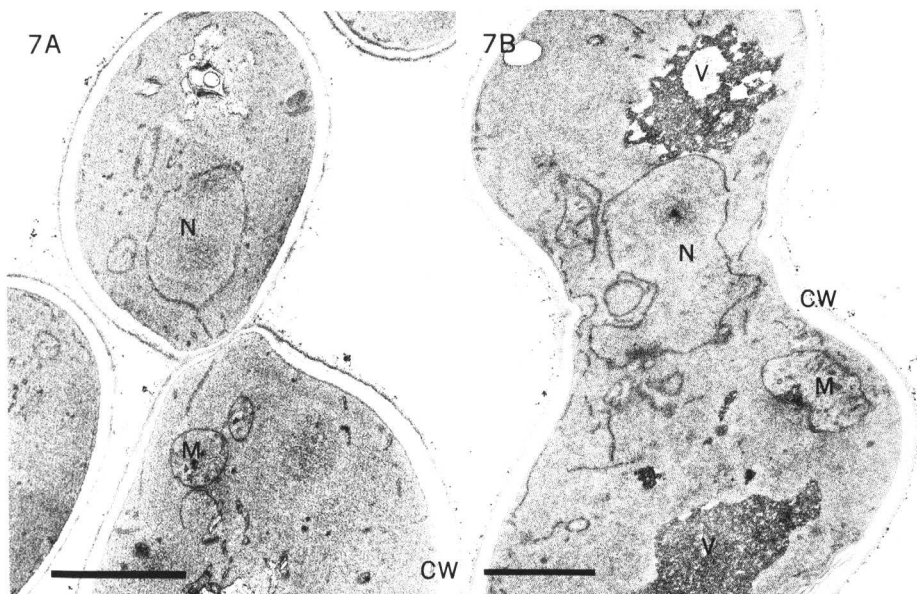


3E









微生物科学 第1巻 正誤表

頁	行	誤	正
ii	4 行	保之	安之
xviii	写真 13; 4 行	細胞壁の	細胞壁 (W) の
xix	写真 20 の最後		1 μm . (追加)
"	写真 23; 1 行	外鞘は	外鞘 (OS) は
"	写真 25 の最後		0.5 μm . (追加)
xxi	写真 52; 1-2 行	澱粉粒を	澱粉粒 (S) を
xxiii	写真 71	(細胞の直径 100 μm .)	50 μm .
77	(表) 2 段目 9.	グラム陰性, 好気性菌	グラム陰性, 嫌気性菌
82	下から 4 行	Tobacco mosaic virus	Tobacco necrosis virus**
87	6 行	(Lemke, 1976)	(Lemke, 1976, 1979) [†]
90	主な属名, 3 行	<i>Pytium</i>	<i>Pythium</i> *
"	" , 下から 4 行	<i>Pyricularia</i>	<i>Piricularia</i> *
99	表, 1 行	<i>Ceratomyxa</i>	<i>Ceratiomyxa</i> *
108	表 II. 22, 5.	Whittakar	Whittaker ^{†2}
109	図 II. 16	"	"
111	2 行	"	"
112	8 行	"	"
125	図 III. 6	第 1 行目を除き, グリセロアルデヒド-⑤以下の物質はすべて 2 倍量となる (2ADP, 2ATP はそのまま). 1, 3-⑤グリセリン酸は⑤グリセリン酸とする.	
129	表 III. 2	FADH 「基質レベル」欄の 2×2 を	「酸化的」欄へ移す.
135	図 3. 10, 2.	Fd (2箇所)	FP
159	8 行	NH ₃ ⁻	NH ₄ ⁺
"	本文下から 5 行	"	"
163	図 III. 23	フマル酸脱水素酵素	フマル酸還元酵素
164	本文下から 3 行	ΔF	$\Delta G_0'$
175~	下より 1 行~	なお, この好塩菌はバクテリオロドプシンを唯一の色素蛋白質として……ものといえよう.	
176	3 行まで	<i>oxysporium</i>	<i>oxysporum</i> *
213	表, 下から 2 行	Carl R. Robinow	Carl F. Robinow
228	1 行	Rodinow	Robinow
"	9 行	<i>Menismopedia</i>	<i>Merismopedia</i> *
334	2 行	<i>Clamydomonas</i>	<i>Chlamydomonas</i>
349	14 行	<i>Pastularia</i>	<i>Pustularia</i> *
400	表 IV. 33, 16 行	参考文献 (追加)	Furuichi と Miura (1975) ^{†3}
424	脚註	Anderson, N.A.	Anderson, W.A.
486	文献, 12 行	(重中義信) 細胞, 3, 2.	細胞, 3, 2; 3(3), 10, 図 9. (追加)
495	" , S の項 15 行	Fungal Metabolism	Fungal Metabolites
496	文献, 下から 3 行	——細胞集団	——細胞集団 55
499	右, 下から 1 行	(追加)	Teichuronic acid 252
525	T の項, 5 行	<i>Ichthyophthirus</i>	<i>Ichthyophthirus</i>
532	右, I の項 1 行	馬脳脊髄炎	馬脳脊髄炎
540	左, 1 行		

* 微生物名索引の項目を同時に訂正し, 配列を直す. ** 微生物名索引に追加.

† 文献欄に追加または訂正する.

†1, Lemke, P.A. (ed.) (1979). "Viruses and Plasmids in Fungi," Marcel Dekker Inc., New York & Basel. (追加) †2, p. 497, 下から 1 行目を訂正. †3, Furuichi, Y. & K. Miura (1975). *Nature*, 253, 374. (追加)