法政大学学術機関リポジトリ

HOSEI UNIVERSITY REPOSITORY

PDF issue: 2025-07-04

Paramecium caudatum 野生株における分子系統樹の構築と形態学的特性

鞠子, 茂 / TAKAHASHI, Mihoko / MARIKO, Shigeru / TSUKII, Yuuji / MARIKO, Noriko / 高橋, 三保子 / 鞠子, 典子 / 月 井, 雄二

(出版者 / Publisher) 法政大学多摩研究報告編集委員会

(雑誌名 / Journal or Publication Title) 法政大学多摩研究報告 / Bulletin of Hosei University of Tama

(巻 / Volume)

29

(開始ページ / Start Page)

17

(終了ページ / End Page)

30

(発行年 / Year)

2014-05-30

(URL)

https://doi.org/10.15002/00010290

Paramecium caudatum 野生株における分子系統樹の 構築と形態学的特性

鞠子典子 1)・月井雄二 2)・鞠子 茂 3)・高橋三保子 4)

Molecular phylogenetic analysis and morphological characteristics of *Paramecium caudatum* wild-type stocks

Noriko MARIKO, Yuuji TSUKII, Shigeru MARIKO and Mihoko TAKAHASHI

I はじめに

地球上には、進化の過程で様々な環境に適応しなが ら多種多様な野生生物が生息しているが、生物多様 性の実態に関する科学的理解は未だに十分なものと は言えない。例えば、未発見の種も含めると地球上 で何種の生物が生息しているかは明確でないし、生 物種の系統分類についても不十分である。また、近 年の科学技術の進歩は様々な生物種で分子系統学的 研究を進展させたが、その成果はこれまでの分類学 に再考を促してきた。端的に言えば、形態的特徴に より分類される種 (形態種、morphospecies) から構 築された形態学的種概念と交配の有無で分類する生 物学的種概念との差異に加えて、分子系統解析との 整合性を考慮したより本質的な議論が行われるよう になってきた。現在、生物多様性の保全が地球規模 での環境問題の一つとなっているが、その有効な対 策を考える上でも、野生生物の種および系統関係に 関する最新の分子生物学的知見の集積および古典的 系統分類学との対比を行う必要がある。

本研究では、野外から採集されたゾウリムシ (Paramecium caudatum) の野生株 (wild-type stock) に

ついて分子系統調査を行った。P. caudatum は原生生 物の繊毛虫類の一グループで、世界各地の池や小川や 溝などの淡水域をはじめ汽水域等にも広く生息する。 また、P. aurelia で接合型 (mating type) が発見されて 以来 (Sonneborn, 1937)、P. caudatum も複数の接合型 グループからなることが知られている。接合型グルー プ内では接合が起こり得るが、グループ間では接合 が起こらない。したがって、接合型グループは従来 の種概念である生物学的種に相当するが、形態的な 区別がなくとも複数の接合型が存在するという特殊 性から Paramecium 属では接合型グループに種名を付 けることを避け、シンジェン (syngen: 同質遺伝子個 体群、交配の有無によって識別される生物学的種に 相当し、遺伝学的種とほぼ同意)という総称を用い て接合型グループを数字やアルファベットで区分し ている (Sonneborn, 1957)。

その後、P. aurelia では、シンジェンがアイソザイムで区別できたため、その特徴を記載できるようになり、各々に種名が付けられた(Sonneborn, 1975)。これにより、従来単一の種とみなされていた P. aurelia は種複合体 (P. aurelia complex)と呼ばれるようになった。P. caudatum でもアイソザイムを用いシンジェン

¹⁾ 早稲田大学理工学研究所

²⁾ 法政大学自然科学センター

³⁾ 法政大学社会学部

⁴⁾ 筑波大学大学院生命環境科学研究科

を識別することが試みられたが、今のところ確実な識 別法は確立されていない (Khadem and Gibson, 1985)。 また、シンジェン間雑種で妊性がある子孫が得られ たという報告もあり (Tsukii and Hiwatashi, 1983)、接 合型グループ間において実際に生殖的隔離が起こっ ているのかが問題になった。そこで、P. caudatumで は接合型グループ間の遺伝的距離がどの程度異なる のかを解明するために、ミトコンドリア DNA の制限 酵素断片多型、および、大核のゲノム DNA の RAPD (Random Amplified Polymorphic DNA; Williams, 1990) による分子系統樹が作成され、系統と接合型グループ との関係が調べられた(Tsukii, 1994; 1996)。その結果、 ミトコンドリア DNA と大核ゲノムの系統はおおよそ 一致するものの、接合型とそれらは一致しないこと が明らとなった。また、シンジェン間で交配反応をする 野外株が存在するという報告 (Tsukii,1988; 堀ら、1988; 高橋、2000)がなされたことから、接合型が収斂進化を 起こしている可能性も示唆されている。この可能性が確 かな事実であれば、P. caudatum の接合型グループはシン ジェン、すなわち遺伝学的種とは呼べないことになる。

以上のような背景を踏まえて、本研究では、Tsukii (1996) の RAPD による分子系統解析法を用いて P. caudatum 野生株の系統樹を作成し、P. caudatum の接合型グループがシンジェンであるのか否かを検討することとした。Tsukii と本研究との違いは、Tsukii が主として日本産 P. caudatum 野生株を対象としたのに対して、本研究は 41 タイプの外国産野生株と 10 タイプの日本産野生株を対象としているところである。P. caudatum 種内の系統解析の感度を上げるためには、同属別種の野生株を外群として RAPD の分析を行い、その結果を含めて解析する必要がある。そこで、12 タイプの P. multimicronucleatum 株、4 種の同胞種を含む P. aurelia complex、P. jenningsi 株 1 タイプを加えて系統樹を構築した。

Ⅱ 材料と方法

1. 使用した株および大核 DNA

本研究では、P. caudatumの他に、外群として Parameciumに属す3種の形態種を対象として分子系 統と形態的特徴を調べた。P. caudatum は51タイプ の野生株、P. multimicronucleatum は 13 タイプの野生株、P. aurelia complex は 4 つの同胞種 (P. tetraurelia, P. pentaurelia, P. octoaurelia, P. tredecaurelia)、P. jenningsi は 1 タイプの野生株を用いた (表 1)。使用したP. caudatum は高橋 (2000) によって採集された野生株である。採集地は、日本、アメリカ合衆国、カナダ、ウルグアイ東方共和国、ドイツ、オーストラリア、中国である。ただし、P. caudatum の GT704、GT806、Hoal、133-5、P. multimicronucleatum の CH313、N93003、N93005、YM8、YM11、YM25、YM26、P. tetraureliaの stock 51、P. pentaureliaの stock 87、P. octoaureliaの stock 137、P. tredecaureliaの stock 321 と、P. jenningsiの stock 30997の大核 DNA は法政大学自然科学センターに保存されていた株を使用した。

2. 培養法

ゾウリムシは全て 18mm×180mm の試験管で継代培養を行った。培養法には、当初レタス培養 (Hiwatashi, 1968) を行っていたが、途中からバクテリア法 (月井、私信)を用いた。バクテリア法とは KCM (KCl; 0.8g/l, CaCl₂·2H₂O; 1.3g/l, MgSO₄·7H₂O; 2.5g/l) 溶液でゾウリムシを培養し、餌となる Klebsiella pneumoniae を与えるという培養法である。

K. pneumoniae は、Davis の最小培地(石川,1982;ただし Glucose を倍濃度の 4g/l にして加えた)200 ml に、PYG 培地 (Proteose pepton; 4g, Yeast extract; 2g, Glucose; 10g, up to 1000ml DW)50 ml と Stigmasterol を 0.5ml を加えた培地で、2 日間攪拌しながら培養した。その後、高速冷却遠心機 $7000 \sim 10000$ rpm で遠心して得られたペレットを $100 \sim 150$ ml の KCM で希釈し、ゾウリムシの餌とした。

3. 小核の観察法

細胞を手回し遠心して集め (60rpm で 15 秒)、スライドガラスに塗布し、風乾した後、EtOH:酢酸 (3:1)溶液で固定した。DW 洗浄後、フォイルゲン染色法(重中, 1988) により小核を染色し、顕微鏡観察した。

4. 大核DNAの抽出法

株ごとに試験管培養1本分の細胞を手回し遠心 で集め、上清を除去した後ペレットに1%酢酸、

Morphospec	cies	Stock	Loc	ation	MTG	Remarks
P. caudatum	ı	Bez-1	Beijin	China	1	*
		Kum-1-4		China	1	
		Hoa-1	Hokkaido	Japan	1	
		Hoc2, Hoc4	Hokkaido	Japan	1	
		Kyc1	Kyoto	Japan	1	
		GT704, GT805, GT806	Ibaraki	Japan	2	
		c103		Germany	3	
		Ugy145	Melo	Uruguay	3 3	
		Ugy481, Ugy494	Minas	Uruguay	3	
		Ugy545, Ugy632	Montevideo		3	
		UC162	Indiana	USA	3	
		Tan1, Tan2	Tasmania	Austraria	4	
		c211		Germany	4	
		Hot-1	Hokkaido	Japan	4	
		YD6	Yamaguchi	Japan	5	
		Uv001, Uv005	Vermont	USA	5	
		Houben1		Germany	6	
		Kum-1-5		China	12	
		UC031, UC032	Wisconsin	USA	12	
		UC094, UC096	Ontario	Canada	a	*
		UC055	Ontario	Canada	b	*
		UC011	Wisconsin	USA	b	*
		UC113	Ohio	USA	ь	
		UC131	Indiana	USA	c	
		UC151	Indiana	USA	С	
		UC153	Indiana	USA	С	
		UC061, UC081	Ontario	Canada	d	
		UC122	Ohio	USA	d	
		Uv051	Vermont	USA	d	
		Jsh-1-2, Xam2		China	e	
		133-5		Japan	-	**
		Uv013, Uv024, Uv035, Uv064	Vermont	USA	_	**
		Uv073, Uv074, Uv083, Uv084	Vermont	USA		
P. multimicr	ronucleatum	N93003, N93005		Japan	2	
1. munimici	onucicanim	YM8, YM11, YM25, YM26		Japan	2	
		CH100, CH313, TH105, 110B		USA	2	
		Hawaii		05/1	-	
P. aurelia	P. tetraurelia	51	Lascano	USA	: :	
complex	ı. icii aurella	a351	Lascallo	Uruguay		
сотриех		29s		USA	:	
	D nantauvalia	87		USA		
	P. pentaurelia			USA		
	P. octoaurelia	137				
	P. teredecaurelia	321	Guernavaca	Mexico	<u> </u>	<u> </u>
P. jenningsi		30997				

表 1 本研究で使用した野生株の名称、採集地、接合タイプ(MTG, mating-type group)

本研究で使用された株は 68 種. このうち *P. caudatum* の種内系統調査に用いられた 51 株は全て野外採集株である. 表中の*印は接合型のみで種を同定した株,**印は Fokin による小核の分類 (1997) に基づき種の同定をした株である. MTG は接合型グループの種類を数字とアルファベットで表している (高橋,2000).

1%Nonidet P-40、0.25M Sucrose 溶液を加え細胞を溶かし、卓上高速遠心機を用いて 1000 ~ 2000rpm で遠心して大核を沈殿させた。その後、上澄を除去し、1%SDS(界面活性剤)で核を溶解し、クロロホルム・フェノール (1:1) 溶液で大核 DNA を抽出した (Tsukii, 1996)。

5. RAPD-PCR 法

RAPD-PCR は Tsukii(1996)の方法に準拠した

が、用いたプライマーは Tsukii よりも少ない 12 種類 (INTER TECH) とした (表 2)。 これらのプライマー の塩基配列は DNA データバンクに登録されている P aurelia complex の遺伝子配列から設計されたものである (Tsukii, 1996)。 PCR の温度条件は、熱変性温度が 90℃で 30 秒、アニーリング温度が 30℃で 1 分、伸長 反応温度が 50℃で 4 分である。これを 30 サイクル行い、Thermal cycler(Zymoreactor, アトー)で増幅した。

表2 RAPD 法で用いられたプライマー

	Primer	Sequence (5'-3')	GC%
	IT-01	GCTGCAGC	75
	IT-02	ACCAAGGTTA	40
	IT-03	CCAGTATAGC	50
	IT-04	AACTCGCTCA	50
	IT-06	GTTATACAAC	30
	IT-07	ATTTCACTCA	30
	IT-13	GTTTGACTAC	40
	IT-15	ACGATCATTC	40
	IT-16	AACACCAAGC	50
	IT-17	GCTACTTGCA	50
	IT-18	CAGATGGAAG	50
	IT-20	AGTAAGCGGA	50
_	IT-07 IT-13 IT-15 IT-16 IT-17 IT-18	ATTTCACTCA GTTTGACTAC ACGATCATTC AACACCAAGC GCTACTTGCA CAGATGGAAG	30 40 40 50 50

これらのプライマーの塩基配列は DNA データバンクに登録されている *P. aurelia* complex の遺伝子配列から設計されている (Tsukii, 1996).

6. アガロースゲル電気泳動法

RAPD による PCR 産物についてサブマリン・アガロースゲル電気泳動を行った。緩衝液には、TAE $(0.04~\mathrm{M}~\mathrm{Tris}$ - 酢酸、 $0.002\mathrm{M}~\mathrm{EDTA})$ を使用した。泳動後のゲルはアズール C $(\mathrm{azure}~\mathrm{C};~0.1\mathrm{mg/ml},~10\mathrm{mM}~\mathrm{Na-phosphate}$ buffer; pH7.0) で染色を行い、ゲルボンド $(\mathrm{BMA}~\mathrm{y})$ 上で乾燥させ保存した(Tsukii, 1996)。電気泳動のゲルには 0.8% のアガロースを用い、分子量マーカーには $\lambda/Sty~\mathrm{I}~\mathrm{digest}$ (=-3%) を用いた。

7. 系統樹作成法

ゲル染色により検出された DNA バンドを株間で比較し、バンドの有無を1と0の数値としてデータ入力した。2つの株の間で検出されたバンドの総数と共通するバンドの総数を数え、両者のバンドの不一致率を算出した(Nei and Li, 1979)。この処理を使用した株すべての組み合せについて行い、その結果をもとに PHYLIP version 3.5 を用いて(Felsenstein, 1989)、UPGMA(Unweighted Pair-Group Method with Arithmetric mean;平均遺伝子間距離)法により系統樹を作成した。

皿 結果

1. RAPD による P. caudatum 野生株の系統樹

図1は、日本、アメリカ合衆国、カナダ、ウルグア

イ東方共和国、ドイツ、オーストラリア、中国から 採集された P. caudatum 51 野生株の種内の系統関係を 調査して得られた系統樹である。なお、本図は RAPD 法により得られた株間における遺伝子距離(不一致 率)から作成したものであり、その数値については 付録に示してある。

RAPDによる分子系統樹(以降、RAPD系統樹と呼ぶ)は、調査した野生株の多くが3つの大きなグループ、Group I、Group II、Group IIに分類されることを示した。形態的特徴および接合型の調査からP. caudatumと判定された野生株の多くは、Group I に属していた。また、Group II は P. caudatum株の一部とP. multimicronucleatum株、Group III は P. multimicronucleatum株とP. tetraurelia、P. octoaurelia株から構成されていた。さらに、Group I および Group IIには各々二つのサブグループが認められた。それらをGroup I-a、Group I-b、およびGroup II-a、Group II-bと呼ぶことにする。さらに、Group II、IIIから遠く離れて、P. jenningsiと、P. pentaurelia株とP. tredecaurelia株が存在した。

Group I、I、IIを構成する株における接合型と 形態的特徴

Group I には、*P. caudatum* 野外株の多くが含まれていた(表1)。それらは、既知の接合型グループ(1、2、3、4、5、6、12) に属する株、および、新しい接合型グループ(a、b、dとcの一部)に属する株であった(高橋、2000)。これらの野外株は RAPD 系統樹上では接合型グループごとにまとめられて分類されることはなく、接合型グループの分布が互いに重なり合っていた。このことから、Tsukii (1996) と同様に、各接合型グループは単系統ではなく多系統であると結論された。また、*P. caudatum* の接合型グループは、シンジェン、すなわち遺伝学的種とは呼べないとする考え方が支持された。

Group I は Group I-a、Group I-b と二つのサブグループに分かれたが、Group I-a の株をフォイルゲン染色したところ、検鏡した株の全てが compact-a タイプ (Fokin, 1997) の小核を持っていた。この形態的特徴により、Group I-a は明らかに P. caudatum の野生株群であると判定された。また、この Group I-a では、IT-01 プライマー(表 2)を用いると、全ての株で1.7kb 長のバンドが検出されたが、この1.7kb のバ

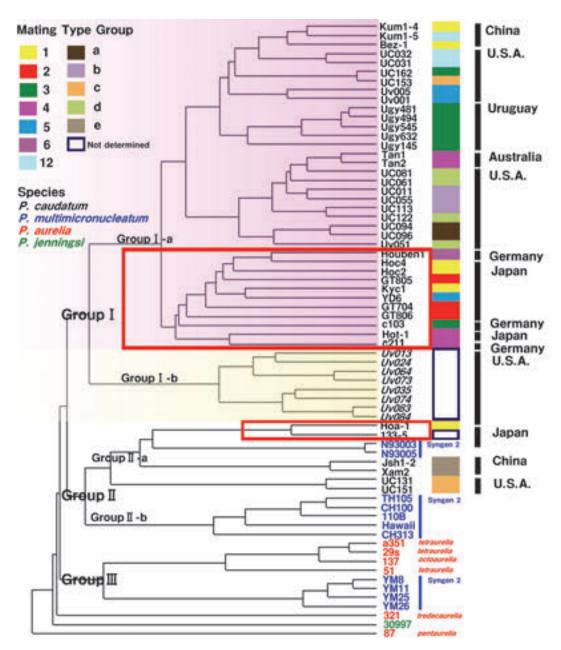


図1 ゾウリムシの大核 DNA を鋳型とした RAPD 系統樹

ゾウリムシ 68 株 (*P. caudatum, P. multimicronucleatum, P. aurelia complex, P. jenningsi*) において大核ゲノムの RAPD により検出されたバンドから UPGMA 法を用い系統樹を作成した. 赤線枠内の株に関する RAPD データは Tsukii(1996)の論文から引用した. 接合型グループ (Mating-type group) が色分けされている. 系統樹は大きく三つのグループに分かれた(Group I, Ⅱ, Ⅲ). 更に, Group I, Ⅱの中には 2つのサブグループがあり, 各々を Group I-a, Group I-b および, Group II-a, Group II-b とした.

ンドは他のグループでは検出されなかった。Group I-b も compact-a タイプの小核を持つことから P. caudatum 野生株であると判定されるが、1.7kb バンドは検出されず、小核のサイズは Wichterman(1986)が記載したサイズ(直径約 8μ m)より大きかった(8.1× 9.9μ m から 8.3× 12.1μ m)(表 3)。

Group II は *P. caudatum* と *P. multimicronucleatum* からなり、Group II-a と Group II-b 二つのサブグループ

に分かれた。Group II-b は P. multimicronucleatum のみからなるグループであった。一方、Group II-a には、P. multimicronucleatum 2 株(N93003、N93005)が含まれた。さらに、接合型判定等により P. caudatum とされていた一部の株(Hoa-1、133-5)と、接合型グループ c の一部(UC131、UC151)とグループ e の株(Jsh1-2、V Xam2)(高橋、2000)も含まれていた。これら Group II-a に属する株は全て V vesicular V タイプの小核を持ち、

形態的特徴からは P. multimicronucleatum と判定できる。なお、Hoa-1 株は P. caudatum の接合型 O^1 を持ち (Tsukii, 1996)、UC151 は E^c を持つ(高橋,2000)が、この O^1 と E^c を持つ株は、系統樹上の Group I-a にも存在した。

Group III は、*P. multimicronucleatum* 株 と、*P. tetraurelia* 株と *P. octoaurelia* 株からなり、形態種ごとに明瞭なサブグループを形成していた。

Ⅳ 考察

Tsukii(1996)は主に日本で採集された74株のP. caudatum についてRAPD法による大核ゲノムの系統調査を行ったが、本研究では高橋(2000)により世界各地から採集された外国産41株を中心としてP. caudatumの種内分子系統解析を行った。ただし、Tsukii(1996)の結果との関係を見るために、彼が用いた日本産12株を加えて系統樹を作成した。このような多数、多地域の株を用いて行った集団遺伝学的調査は、Paramecium 属内の他の形態種では行われていない(図1)。

RAPD 系統樹は *P. caudatum* 株が三つのグループに分かれることを示していた。Group I および Group II については、それぞれ二つのグループに分割できた。これらのうちもっとも多くの *P. caudatum* 株を含むグループである Group I-a は、その形態的特徴(Wichterman,1986; Fokin, 1997)および接合型から

明らかに P. caudatum と判定された。ただし、Tsukii (1996) と同様、接合型と RAPD 系統樹は一致せず、P. caudatum における各接合型グループはシンジェンではないという可能性が強く示唆された。

RAPD系統樹では、Group I-a とやや離れて Group I-b を識別できた。Group I-b の株は全てアメリカの ヴァーモント州で採集されたものだったが、明らか に P. caudatum 株である Group I-a を特徴付ける 1.7kb バンドは検出されなかった。また、このグループは Group I-a のいずれの接合型とも交配反応しないこと が明らかとなっている(仲島、私信)。これらの知見は、 Group I-b は P. caudatum とせず、別種とすべきである こと示唆するものである。しかし、小核の形状やサイ ズは Fokin (1997) による P. caudatum の分類基準を 満たしていた(表3)。また、Fokin らの研究グループ はロシア由来の P. caudatum 野生株の小核のサイズ(短 径×長径) を調べたところ、4.9×5.3 μm から 8.7×10.0 μ m (Fokin, 1997)、あるいは 3.5×5.0 μ m から 5.0× 13.5μ m (平均 $6.4 \times 8.7 \mu$ m) (Fokin and Chiviley, 2000) であったとしている。このことから、Fokin らはP. caudatum の小核サイズは極めて幅広いレンジをもつ との見解を示しているが、この見解に従えば Goup I-b は P. caudatum 種内における小核の大きい集団と位置 付けることもできる。

残りの株 (Hoa-1、133-5、UC131、UC151、Jshl-2、Xam2) は *P. multimicronucleatum* の 1 株 (N93005) と近接し、RAPD 系統樹上で Group II-a を形成して

表 3	RAPD 系統樹か	から分類された	Group I-a と Gro	up I-b に属する <i>P. caudat</i>	fum 野生株における小核
σ)長径(length)	と短径(width	ı)の平均(n=30)	、レンジ、標準偏差	

Morpho-	Groups	Wild-type	N	Micronuclei							
species	of RAPD	stock	-	Length(μm)			Widt	Width(μm)			
			_	Mean	Range	SD	Mean	Range	SD		
P. caudatum	Group I-a	GT704	30	6.7	5.0-8.6	1.0	5.3	4.3-7.1	0.8		
		UC096	30	8.8	6.4-11.4	1.3	6.2	3.6-8.6	1.1		
		UC122	30	8.6	6.4-11.4	1.3	6.0	4.3-8.6	1.4		
		Ugy145	30	7.0	5.0-10.0	1.2	3.7	2.9-5.7	0.9		
		Ugy481	30	8.9	5.0-13.6	2.0	5.1	2.9-8.6	1.3		
		Uv001	30	7.2	4.3-9.3	1.2	5.0	3.6-7.9	1.0		
	Group I-b	Uv035	30	10.6	8.6-14.3	1.9	7.7	4.3-12.1	1.6		
	-	Uv064	30	9.9	7.1-11.4	0.9	8.1	5.0-10.7	1.4		
		Uv073	30	10.6	8.6-13.6	1.2	7.4	4.3-10.0	1.7		
		Uv074	30	10.0	7.9-13.6	1.4	8.1	5.0-11.4	1.9		
		Uv083	30	12.1	9.3-18.6	2.5	8.3	6.4-11.4	1.3		

いた。この結果は、P. caudatum 種内株と他の形態種 との遺伝的距離にも着目する必要があることを示 している。また、P. multimicronucleatum、P. aurelia complex、P. jenningsi の RAPD 系統樹上の位置を各形 態種は RAPD 系統樹上で混在していた。例えば、P. multimicronucleatum と P. aurelia complex の 2 つの同胞 種は Group III を形成したが、その他の株はいずれの グループにも属さなかった。これらの結果は、接合 型グループの場合と同様に、形態種も単系統ではな く多系統であるという可能性を示唆している。すな わち、Paramecium 属では形態種レベルでも収斂進化 が起きている可能性があると言える。しかし、本研究 で用いた RAPD 法では形態種間の系統関係が正しく 把握できない可能性も否定できない。なぜなら、核 ゲノム全体を対象として変異を検出する場合、進化 速度の速い非転写領域が含まれる割合が多くなるか らである。このため、既述したように変異の検出感 度が高くなりすぎて、種間の系統関係が系統樹に正 確に反映されない可能性がある。今後は進化速度の 遅いマーカーによる分子系統解析を行う必要がある。

PCR 反応を用いた種の判定は、従来の形態観察や 染色による判定や既存の接合型を持つ株との交配反 応に比べ、野外から採集したゾウリムシを迅速かつ 正確に形態種の同定ができる点で優れている。RAPD 法においては IT-01 プライマー(表 2)を用いると P. caudatum のサブグループ(Group I-a)に属する全て の株で 1.7kb 長のバンドが検出され、かつ、この 1.7kb バンドは Group I-a 以外では検出されなかった。本研 究において、1.7kb バンドが Group I-a の株の同定に用 いることができることを示した点は、今後のゾウリム シの分子系統学における発展に寄与する成果である。

Ⅴ まとめ

本研究では、高橋(2000)により世界各地から採集された P. caudatum の野生株について大核 DNA を鋳型とする RAPD-PCR を行って系統樹を作成した。その結果、RAPD 系統樹上の接合型の分布は互いに重なり合い、接合型グループと系統は一致しなかった。この結果は接合型が収斂進化を起こしている可能性を示唆するとともに、P. caudatum の接合型グループ

はシンジェンとは呼べないという考えを支持するも のであった。

本研究で作成した RAPD 系統樹は P. caudatum が種内で三つのグループに分かれることを示した。そのうち、二つのグループはさらに二つのサブグループに分けることができた。サブグループの一つ(Group II-a)は他の P. caudatum 株から離れたところに位置しており、むしろ P. multimicronucleatum に近い位置にあった。このように、RAPD 系統樹では、属内の各形態種が混在し、形態種レベルでも接合型グループ同様に収斂進化が起きている可能性が示唆された。しかし、RAPD 法は形態種間の系統関係を調べるのには適さないという可能性も否定できないため、今後の課題として進化速度の遅い遺伝子領域を用いた分子系統学的研究が必要である。

引用文献

- Felsenstein, J. (1989) PHYLIP Phylogeny inference package (Version 3.2). Cladistics 5: 164-166.
- Fokin, S. I. (1997) Morphological diversity of the micronuclei in *Paramecium*. Archiv für Protistenkunde 148: 375-387.
- Fokin, S. I. and Chivilev S. M. (2000) *Paramecium* morphometric analysis and Taxonomy. Acta Protozoologica 39: 1-14.
- Hiwatashi, K. (1968) Determination and inheritance of mating type in *Paramecium caudatum*. Genetics 58: 373-386.
- 堀学・木村素子・藤島政博(1988) Paramecium caudatum の Syngen の整理. 原生動物学雑誌 21(1): 29-30.
- 石川辰夫(1982)微生物学遺伝学実験法. pp.82. 共立出版株式会社, 東京.
- Khadem, N. and Gibson, I. (1985) Enzyme variation in *Paramecium* caudatum. Journal of Protozoology 32: 622-626.
- Nei, M. and Li, W.-H. (1979) Mathematical model for studying genetic variation in terms of restriction endonucleases. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America 76: 5269-

5273.

- 重中義信監修(1988) 原生動物の観察と実験法. pp.89-90. 共立出版株式会社、東京.
- Schönborn, W., Dörfelt, H., Foissner, W., Krienitz, L. and Schäfer, U. (1999) A fossilized microcenosis in Triassic Amber. Journal of Eukaryotic Microbiology 46(6): 571-584.
- Sonneborn, T. M. (1937) Sex, sex inheritance and sex determination in *Paramecium aurelia*. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America 23(7): 378-385.
- Sonneborn, T. M. (1957) Breeding systems, reproductive methods, and species problems in Protozoa. The Species Problem, E. Mayr, ed. pp. 155-324, American Association for the Advancement of Science, Publication No. 50, Washington, D.C.
- Sonneborn, T. M. (1975) The *Paramecium aurelia* complex of fourteen sibling species. Transactions of the American Microscopical Society 94: 155-178.
- 高橋三保子(2000) ゾウリムシの種進化の研究. 科

学研究費補助金基盤研究(B)報告書. 55pp.

- Tsukii, Y. (1988) Mating-Type Inheritance. *Paramecium* (ed. H.-D. Goertz). pp. 59-69. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg.
- Tsukii, Y. (1994) Evolution of mitochondrial DNA in *Paramecium caudatum*. Japanese Journal of Genetics 69: 307-319.
- Tsukii, Y. (1996) Genetic diversity among natural stocks of *Paramecium caudatum* revealed by RAPD markers. European Journal of Protistology 32: 165-169.
- Tsukii, Y. and Hiwatashi, K. (1983) Genes controlling mating-type specificity in *Paramecium caudatum*: three loci revealed by intersyngenic crosses. Genetics 104: 41-62.
- Wichterman, R. (1986) The Biology of *Paramecium*, 2-nd ed. Plenum Press, New York, London.
- Williams, J. G. K., Kubelik, A. R., Livak, K. J., Rafalski, J. A., and Tingey, S. V. (1990) DNA polymorphisms amplified by arbitrary primers are useful as genetic markers. Nucleic Acids Research. 18: 6531-6535.

付録 RAPD により得られた株間の不一致率(遺伝的距離)

不一数率 UC011 UC032 UC031 UC113 UC122 UC131 UC162 UC151 UC011 0.00 0.43 0.48 0.21 0.23 0.85 0.38 0.79 UC032 0.43 0.00 0.13 0.52 0.56 0.84 0.33 0.78 UC031 0.48 0.13 0.00 0.54 0.58 0.79 0.35 0.72 UC113 0.21 0.52 0.54 0.00 0.13 0.83 0.40 0.79 UC122 0.23 0.56 0.58 0.13 0.00 0.85 0.44 0.85 UC131 0.85 0.84 0.79 0.83 0.85 0.00 0.85 0.44 0.85 UC131 0.85 0.84 0.79 0.83 0.85 0.00 0.85 0.13 UC162 0.38 0.33 0.35 0.40 0.44 0.85 0.00 0.79 UC151 0.79 <th>UC153 0.42 0.38 0.39 0.43 0.43 0.84 0.05 0.82 0.00 0.39 0.41 0.45 0.50 0.52 0.54 0.33 0.78 0.40</th> <th>0.18 0.44 0.51 0.27 0.27 0.84 0.41 0.82 0.39 0.00 0.20 0.21 0.26 0.30 0.65 0.41</th> <th>UC061 0.26 0.46 0.46 0.33 0.31 0.79 0.41 0.77 0.41 0.20 0.00 0.19 0.22 0.26 0.60</th> <th>UC081 0.19 0.42 0.46 0.20 0.20 0.78 0.45 0.76 0.45 0.21 0.19 0.00 0.15 0.21</th>	UC153 0.42 0.38 0.39 0.43 0.43 0.84 0.05 0.82 0.00 0.39 0.41 0.45 0.50 0.52 0.54 0.33 0.78 0.40	0.18 0.44 0.51 0.27 0.27 0.84 0.41 0.82 0.39 0.00 0.20 0.21 0.26 0.30 0.65 0.41	UC061 0.26 0.46 0.46 0.33 0.31 0.79 0.41 0.77 0.41 0.20 0.00 0.19 0.22 0.26 0.60	UC081 0.19 0.42 0.46 0.20 0.20 0.78 0.45 0.76 0.45 0.21 0.19 0.00 0.15 0.21
UC032 0.43 0.00 0.13 0.52 0.56 0.84 0.33 0.78 UC031 0.48 0.13 0.00 0.54 0.58 0.79 0.35 0.72 UC113 0.21 0.52 0.54 0.00 0.13 0.83 0.40 0.79 UC122 0.23 0.56 0.58 0.13 0.00 0.85 0.44 0.85 UC131 0.85 0.84 0.79 0.83 0.85 0.00 0.85 0.13 UC162 0.38 0.33 0.35 0.40 0.44 0.85 0.00 0.79 UC151 0.79 0.78 0.72 0.79 0.85 0.13 0.79 0.00 UC153 0.42 0.38 0.39 0.43 0.43 0.84 0.05 0.82 UC055 0.18 0.44 0.51 0.27 0.27 0.84 0.41 0.82 UC061 0.26 0.46	0.38 0.39 0.43 0.43 0.84 0.05 0.82 0.00 0.39 0.41 0.45 0.50 0.52 0.54 0.33 0.78	0.44 0.51 0.27 0.27 0.84 0.41 0.82 0.39 0.00 0.20 0.21 0.26 0.30 0.65 0.41	0.46 0.46 0.33 0.31 0.79 0.41 0.77 0.41 0.20 0.00 0.19 0.22 0.26	0.42 0.46 0.20 0.20 0.78 0.45 0.76 0.45 0.21 0.19 0.00 0.15
UC031 0.48 0.13 0.00 0.54 0.58 0.79 0.35 0.72 UC113 0.21 0.52 0.54 0.00 0.13 0.83 0.40 0.79 UC122 0.23 0.56 0.58 0.13 0.00 0.85 0.44 0.85 UC131 0.85 0.84 0.79 0.83 0.85 0.00 0.85 0.13 UC162 0.38 0.33 0.35 0.40 0.44 0.85 0.00 0.79 UC151 0.79 0.78 0.72 0.79 0.85 0.13 0.79 0.00 UC153 0.42 0.38 0.39 0.43 0.43 0.84 0.05 0.82 UC055 0.18 0.44 0.51 0.27 0.27 0.84 0.41 0.82 UC061 0.26 0.46 0.46 0.33 0.31 0.79 0.41 0.77 UC081 0.19 0.42	0.39 0.43 0.43 0.84 0.05 0.82 0.00 0.39 0.41 0.45 0.50 0.52 0.54 0.33 0.78	0.51 0.27 0.27 0.84 0.41 0.82 0.39 0.00 0.20 0.21 0.26 0.30 0.65 0.41	0.46 0.33 0.31 0.79 0.41 0.77 0.41 0.20 0.00 0.19 0.22 0.26	0.46 0.20 0.20 0.78 0.45 0.76 0.45 0.21 0.19 0.00 0.15
UC113 0.21 0.52 0.54 0.00 0.13 0.83 0.40 0.79 UC122 0.23 0.56 0.58 0.13 0.00 0.85 0.44 0.85 UC131 0.85 0.84 0.79 0.83 0.85 0.00 0.85 0.13 UC162 0.38 0.33 0.35 0.40 0.44 0.85 0.00 0.79 UC151 0.79 0.78 0.72 0.79 0.85 0.13 0.79 0.00 UC153 0.42 0.38 0.39 0.43 0.43 0.84 0.05 0.82 UC055 0.18 0.44 0.51 0.27 0.27 0.84 0.41 0.82 UC061 0.26 0.46 0.46 0.33 0.31 0.79 0.41 0.77 UC081 0.19 0.42 0.46 0.20 0.20 0.78 0.45 0.76 Tan1 0.20 0.45	0.43 0.43 0.84 0.05 0.82 0.00 0.39 0.41 0.45 0.50 0.52 0.54 0.33 0.78	0.27 0.27 0.84 0.41 0.82 0.39 0.00 0.20 0.21 0.26 0.30 0.65 0.41	0.33 0.31 0.79 0.41 0.77 0.41 0.20 0.00 0.19 0.22 0.26	0.20 0.20 0.78 0.45 0.76 0.45 0.21 0.19 0.00
UC122 0.23 0.56 0.58 0.13 0.00 0.85 0.44 0.85 UC131 0.85 0.84 0.79 0.83 0.85 0.00 0.85 0.13 UC162 0.38 0.33 0.35 0.40 0.44 0.85 0.00 0.79 UC151 0.79 0.78 0.72 0.79 0.85 0.13 0.79 0.00 UC153 0.42 0.38 0.39 0.43 0.43 0.84 0.05 0.82 UC055 0.18 0.44 0.51 0.27 0.27 0.84 0.41 0.82 UC061 0.26 0.46 0.46 0.33 0.31 0.79 0.41 0.77 UC081 0.19 0.42 0.46 0.20 0.20 0.20 0.78 0.45 0.76 Tan1 0.20 0.45 0.51 0.26 0.26 0.80 0.50 0.78 Tan2 0.24	0.43 0.84 0.05 0.82 0.00 0.39 0.41 0.45 0.50 0.52 0.54 0.33 0.78	0.27 0.84 0.41 0.82 0.39 0.00 0.20 0.21 0.26 0.30 0.65 0.41	0.31 0.79 0.41 0.77 0.41 0.20 0.00 0.19 0.22 0.26	0.20 0.78 0.45 0.76 0.45 0.21 0.19 0.00
UC131 0.85 0.84 0.79 0.83 0.85 0.00 0.85 0.13 UC162 0.38 0.33 0.35 0.40 0.44 0.85 0.00 0.79 UC151 0.79 0.78 0.72 0.79 0.85 0.13 0.79 0.00 UC153 0.42 0.38 0.39 0.43 0.43 0.84 0.05 0.82 UC055 0.18 0.44 0.51 0.27 0.27 0.84 0.41 0.82 UC061 0.26 0.46 0.46 0.33 0.31 0.79 0.41 0.77 UC081 0.19 0.42 0.46 0.20 0.20 0.78 0.45 0.76 Tan1 0.20 0.45 0.51 0.26 0.26 0.80 0.50 0.78 Tan2 0.24 0.48 0.55 0.35 0.33 0.84 0.51 0.82 GT704 0.64 0.38	0.84 0.05 0.82 0.00 0.39 0.41 0.45 0.50 0.52 0.54 0.33	0.84 0.41 0.82 0.39 0.00 0.20 0.21 0.26 0.30 0.65 0.41	0.79 0.41 0.77 0.41 0.20 0.00 0.19 0.22 0.26	0.78 0.45 0.76 0.45 0.21 0.19 0.00 0.15
UC162 0.38 0.33 0.35 0.40 0.44 0.85 0.00 0.79 UC151 0.79 0.78 0.72 0.79 0.85 0.13 0.79 0.00 UC153 0.42 0.38 0.39 0.43 0.43 0.84 0.05 0.82 UC055 0.18 0.44 0.51 0.27 0.27 0.84 0.41 0.82 UC061 0.26 0.46 0.46 0.33 0.31 0.79 0.41 0.77 UC081 0.19 0.42 0.46 0.20 0.20 0.78 0.45 0.76 Tan1 0.20 0.45 0.51 0.26 0.26 0.80 0.50 0.78 Tan2 0.24 0.48 0.55 0.35 0.33 0.84 0.51 0.82 GT704 0.64 0.38 0.38 0.63 0.63 0.81 0.56 0.79 Bez-1 0.42 0.33	0.05 0.82 0.00 0.39 0.41 0.45 0.50 0.52 0.54 0.33	0.41 0.82 0.39 0.00 0.20 0.21 0.26 0.30 0.65	0.41 0.77 0.41 0.20 0.00 0.19 0.22 0.26	0.45 0.76 0.45 0.21 0.19 0.00 0.15
UC151 0.79 0.78 0.72 0.79 0.85 0.13 0.79 0.00 UC153 0.42 0.38 0.39 0.43 0.43 0.84 0.05 0.82 UC055 0.18 0.44 0.51 0.27 0.27 0.84 0.41 0.82 UC061 0.26 0.46 0.46 0.33 0.31 0.79 0.41 0.77 UC081 0.19 0.42 0.46 0.20 0.20 0.78 0.45 0.76 Tan1 0.20 0.45 0.51 0.26 0.26 0.80 0.50 0.78 Tan2 0.24 0.48 0.55 0.35 0.33 0.84 0.51 0.82 GT704 0.64 0.38 0.38 0.63 0.63 0.81 0.56 0.79 Bez-1 0.42 0.33 0.35 0.41 0.41 0.84 0.33 0.78 Jsh-1-2 0.79 0.85	0.82 0.00 0.39 0.41 0.45 0.50 0.52 0.54 0.33	0.82 0.39 0.00 0.20 0.21 0.26 0.30 0.65	0.77 0.41 0.20 0.00 0.19 0.22 0.26	0.76 0.45 0.21 0.19 0.00 0.15
UC153 0.42 0.38 0.39 0.43 0.43 0.84 0.05 0.82 UC055 0.18 0.44 0.51 0.27 0.27 0.84 0.41 0.82 UC061 0.26 0.46 0.46 0.33 0.31 0.79 0.41 0.77 UC081 0.19 0.42 0.46 0.20 0.20 0.78 0.45 0.76 Tan1 0.20 0.45 0.51 0.26 0.26 0.80 0.50 0.78 Tan2 0.24 0.48 0.55 0.35 0.33 0.84 0.51 0.82 GT704 0.64 0.38 0.38 0.63 0.63 0.81 0.56 0.79 Bez-1 0.42 0.33 0.35 0.41 0.41 0.84 0.33 0.78 Jsh-1-2 0.79 0.85 0.82 0.76 0.74 0.62 0.79 0.65 Kum-1-4 0.47 0.30	0.00 0.39 0.41 0.45 0.50 0.52 0.54 0.33	0.39 0.00 0.20 0.21 0.26 0.30 0.65 0.41	0.41 0.20 0.00 0.19 0.22 0.26	0.45 0.21 0.19 0.00 0.15
UC055 0.18 0.44 0.51 0.27 0.27 0.84 0.41 0.82 UC061 0.26 0.46 0.46 0.33 0.31 0.79 0.41 0.77 UC081 0.19 0.42 0.46 0.20 0.20 0.78 0.45 0.76 Tan1 0.20 0.45 0.51 0.26 0.26 0.80 0.50 0.78 Tan2 0.24 0.48 0.55 0.35 0.33 0.84 0.51 0.82 GT704 0.64 0.38 0.38 0.63 0.63 0.81 0.56 0.79 Bez-1 0.42 0.33 0.35 0.41 0.41 0.84 0.33 0.78 Jsh-1-2 0.79 0.85 0.82 0.76 0.74 0.62 0.79 0.65 Kum-1-4 0.47 0.30 0.26 0.53 0.55 0.83 0.40 0.76	0.39 0.41 0.45 0.50 0.52 0.54 0.33 0.78	0.00 0.20 0.21 0.26 0.30 0.65 0.41	0.20 0.00 0.19 0.22 0.26	0.21 0.19 0.00 0.15
UC055 0.18 0.44 0.51 0.27 0.27 0.84 0.41 0.82 UC061 0.26 0.46 0.46 0.33 0.31 0.79 0.41 0.77 UC081 0.19 0.42 0.46 0.20 0.20 0.78 0.45 0.76 Tan1 0.20 0.45 0.51 0.26 0.26 0.80 0.50 0.78 Tan2 0.24 0.48 0.55 0.35 0.33 0.84 0.51 0.82 GT704 0.64 0.38 0.38 0.63 0.63 0.81 0.56 0.79 Bez-1 0.42 0.33 0.35 0.41 0.41 0.84 0.33 0.78 Jsh-1-2 0.79 0.85 0.82 0.76 0.74 0.62 0.79 0.65 Kum-1-4 0.47 0.30 0.26 0.53 0.55 0.83 0.40 0.76	0.39 0.41 0.45 0.50 0.52 0.54 0.33 0.78	0.00 0.20 0.21 0.26 0.30 0.65 0.41	0.20 0.00 0.19 0.22 0.26	0.21 0.19 0.00 0.15
UC061 0.26 0.46 0.46 0.33 0.31 0.79 0.41 0.77 UC081 0.19 0.42 0.46 0.20 0.20 0.78 0.45 0.76 Tan1 0.20 0.45 0.51 0.26 0.26 0.80 0.50 0.78 Tan2 0.24 0.48 0.55 0.35 0.33 0.84 0.51 0.82 GT704 0.64 0.38 0.38 0.63 0.63 0.81 0.56 0.79 Bez-1 0.42 0.33 0.35 0.41 0.41 0.84 0.33 0.78 Jsh-1-2 0.79 0.85 0.82 0.76 0.74 0.62 0.79 0.65 Kum-1-4 0.47 0.30 0.26 0.53 0.55 0.83 0.40 0.76	0.41 0.45 0.50 0.52 0.54 0.33 0.78	0.20 0.21 0.26 0.30 0.65 0.41	0.00 0.19 0.22 0.26	0.19 0.00 0.15
UC081 0.19 0.42 0.46 0.20 0.20 0.78 0.45 0.76 Tan1 0.20 0.45 0.51 0.26 0.26 0.80 0.50 0.78 Tan2 0.24 0.48 0.55 0.35 0.33 0.84 0.51 0.82 GT704 0.64 0.38 0.38 0.63 0.63 0.81 0.56 0.79 Bez-1 0.42 0.33 0.35 0.41 0.41 0.84 0.33 0.78 Jsh-1-2 0.79 0.85 0.82 0.76 0.74 0.62 0.79 0.65 Kum-1-4 0.47 0.30 0.26 0.53 0.55 0.83 0.40 0.76	0.45 0.50 0.52 0.54 0.33 0.78	0.21 0.26 0.30 0.65 0.41	0.19 0.22 0.26	0.00 0.15
Tan1 0.20 0.45 0.51 0.26 0.26 0.80 0.50 0.78 Tan2 0.24 0.48 0.55 0.35 0.33 0.84 0.51 0.82 GT704 0.64 0.38 0.38 0.63 0.63 0.81 0.56 0.79 Bez-1 0.42 0.33 0.35 0.41 0.41 0.84 0.33 0.78 Jsh-1-2 0.79 0.85 0.82 0.76 0.74 0.62 0.79 0.65 Kum-1-4 0.47 0.30 0.26 0.53 0.55 0.83 0.40 0.76	0.50 0.52 0.54 0.33 0.78	0.26 0.30 0.65 0.41	0.22 0.26	0.15
Tan2 0.24 0.48 0.55 0.35 0.33 0.84 0.51 0.82 GT704 0.64 0.38 0.38 0.63 0.63 0.81 0.56 0.79 Bez-1 0.42 0.33 0.35 0.41 0.41 0.84 0.33 0.78 Jsh-1-2 0.79 0.85 0.82 0.76 0.74 0.62 0.79 0.65 Kum-1-4 0.47 0.30 0.26 0.53 0.55 0.83 0.40 0.76	0.52 0.54 0.33 0.78	0.30 0.65 0.41	0.26	
GT704 0.64 0.38 0.38 0.63 0.63 0.81 0.56 0.79 Bez-1 0.42 0.33 0.35 0.41 0.41 0.84 0.33 0.78 Jsh-1-2 0.79 0.85 0.82 0.76 0.74 0.62 0.79 0.65 Kum-1-4 0.47 0.30 0.26 0.53 0.55 0.83 0.40 0.76	0.54 0.33 0.78	0.65 0.41		0.2.
Bez-1 0.42 0.33 0.35 0.41 0.41 0.84 0.33 0.78 Jsh-1-2 0.79 0.85 0.82 0.76 0.74 0.62 0.79 0.65 Kum-1-4 0.47 0.30 0.26 0.53 0.55 0.83 0.40 0.76	0.33 0.78	0.41		0.60
Jsh-1-2 0.79 0.85 0.82 0.76 0.74 0.62 0.79 0.65 Kum-1-4 0.47 0.30 0.26 0.53 0.55 0.83 0.40 0.76	0.78		0.39	0.37
Kum-1-4 0.47 0.30 0.26 0.53 0.55 0.83 0.40 0.76		0.82	0.80	0.76
		0.47	0.52	0.47
Numri-5 0.45 0.51 0.26 0.46 0.46 0.62 0.57 0.75	0.37	0.47	0.47	0.43
Xam2 0.77 0.83 0.76 0.81 0.79 0.65 0.79 0.68	0.37	0.47	0.80	0.76
Uv005	0.37	0.47	0.47	0.43
Uv013	0.83	0.78	0.74	0.71
Uv024	0.69	0.68	0.73	0.67
Uv051 0.30 0.44 0.52 0.31 0.33 0.78 0.50 0.76	0.47	0.37	0.39	0.29
Uv064	0.85	0.82	0.80	0.77
Uv073 0.71 0.79 0.81 0.63 0.67 0.76 0.82 0.78	0.84	0.77	0.75	0.72
Ugy145 0.67 0.54 0.54 0.69 0.67 0.76 0.50 0.74	0.46	0.60	0.67	0.62
Ugy481 0.49 0.35 0.39 0.55 0.55 0.84 0.44 0.77	0.43	0.49	0.54	0.45
Ugy494 0.49 0.35 0.41 0.57 0.57 0.84 0.42 0.77	0.40	0.49	0.54	0.49
Ugy545 0.51 0.32 0.36 0.56 0.58 0.84 0.42 0.77	0.40	0.51	0.53	0.47
Ugy632 0.55 0.40 0.48 0.52 0.54 0.82 0.43 0.76	0.41	0.56	0.60	0.52
Hoa-1 0.78 0.82 0.84 0.81 0.81 0.74 0.86 0.71	0.86	0.88	0.79	0.80
Hot-1 0.54 0.57 0.60 0.59 0.57 0.83 0.59 0.86	0.56	0.54	0.52	0.54
GT805 0.67 0.49 0.47 0.67 0.67 0.78 0.64 0.81	0.60	0.69	0.62	0.59
Hoc2 0.64 0.49 0.44 0.64 0.59 0.87 0.55 0.85	0.53	0.59	0.51	0.56
Kyc1 0.66 0.61 0.58 0.68 0.68 0.83 0.58 0.80	0.56	0.68	0.57	0.59
c211 0.62 0.53 0.56 0.66 0.63 0.86 0.66 0.83	0.62	0.63	0.58	0.58
Houben1 0.65 0.51 0.46 0.62 0.60 0.77 0.60 0.78	0.56	0.69	0.60	0.55
c103	0.59	0.68	0.68	0.67
Hoc4 0.64 0.42 0.44 0.64 0.59 0.87 0.50 0.87	0.48	0.61	0.54	0.56
GT806 0.68 0.54 0.49 0.67 0.70 0.82 0.59 0.80	0.58	0.64	0.56	0.61
YD6 0.64 0.56 0.56 0.68 0.68 0.76 0.63 0.74	0.60	0.63	0.58	0.60
133-5 0.73 0.75 0.77 0.74 0.72 0.70 0.77 0.71	0.76	0.81	0.72	0.71
P.j 0.76 0.82 0.81 0.78 0.81 0.84 0.83 0.81	0.83	0.73	0.73	0.77
CH313 0.85 0.81 0.74 0.82 0.85 0.73 0.77 0.74	0.76	0.86	0.78	0.82
P.a5 0.84 0.88 0.91 0.86 0.84 0.97 0.89 0.97	0.89	0.88	0.91	0.89
UC094 0.37 0.41 0.45 0.38 0.34 0.82 0.50 0.80	0.48	0.36	0.40	0.29
UC096 0.38 0.43 0.49 0.38 0.37 0.81 0.54 0.77	0.52	0.39	0.43	0.31
110B 0.82 0.83 0.84 0.79 0.81 0.76 0.81 0.76	0.83	0.80	0.78	0.79
TH105 0.82 0.83 0.85 0.80 0.82 0.74 0.77 0.74	0.79	0.80	0.78	0.81
CH100 0.81 0.77 0.81 0.78 0.78 0.73 0.76 0.73	0.78	0.77	0.77	0.78
N93003 0.78 0.85 0.87 0.77 0.83 0.70 0.89 0.70	0.88	0.78	0.78	0.71
N93005 0.76 0.85 0.84 0.75 0.81 0.70 0.86 0.71	0.86	0.79	0.79	0.69
P.a4 0.79 0.85 0.84 0.81 0.81 0.94 0.89 0.94	0.89	0.79	0.73	0.80
	0.75	0.79		0.78
			0.79	
29s 0.77 0.73 0.69 0.81 0.81 0.83 0.81 0.83	0.78	0.80	0.77	0.76
P.a8 0.74 0.72 0.66 0.78 0.76 0.88 0.80 0.88	0.77	0.74	0.74	0.75
P.a13 0.84 0.83 0.85 0.81 0.81 0.84 0.79 0.88	0.78	0.83	0.83	0.84
YM8 0.73 0.78 0.74 0.72 0.75 0.92 0.72 0.92	0.74	0.78	0.78	0.74
YM11 0.75 0.80 0.76 0.74 0.74 0.95 0.74 0.95	0.76	0.77	0.77	0.73
YM25 0.79 0.90 0.86 0.78 0.78 0.94 0.83 0.94	0.82	0.82	0.84	0.80
YM26 0.76 0.84 0.81 0.75 0.78 0.91 0.78 0.92	0.77	0.76	0.79	0.77
Uv001 0.55 0.42 0.43 0.52 0.52 0.78 0.45 0.76	0.43	0.54	0.56	0.52
Uv035 0.71 0.71 0.76 0.63 0.67 0.85 0.73 0.83	0.74	0.73	0.73	0.70
Uv074 0.71 0.75 0.80 0.66 0.68 0.78 0.80 0.80	0.82	0.75	0.77	0.72
Uv083 0.71 0.71 0.74 0.62 0.64 0.80 0.80 0.80	0.81	0.70	0.68	0.65
Uv084 0.68 0.72 0.75 0.61 0.63 0.77 0.80 0.77	0.83	0.67	0.65	0.65
Hawaii 0.80 0.74 0.78 0.78 0.78 0.75 0.80 0.75	0.82	0.81	0.81	0.75

RAPDにより2つの株間で検出されDNAバンドの総数と共通するDNAバンドの総数を数え、両者のバンドの不一致率を算出した.

付録 (続き)

						リカ 承承 ()	心(4 /					
Tan1	Tan2	GT704	Bez-1	Jsh-1-2	Kum-1-4	Kum-1-5	Xam2	Uv005	Uv013	Uv024	Uv051	Uv064
0.20	0.24	0.64	0.42	0.79	0.47	0.45	0.77	0.45	0.72	0.69	0.30	0.76
0.45	0.48	0.38	0.33	0.85	0.30	0.31	0.83	0.35	0.78	0.78	0.44	0.78
0.51	0.55	0.38	0.35	0.82	0.26	0.28	0.76	0.37	0.80	0.79	0.52	0.79
0.26	0.35	0.63	0.41	0.76	0.53	0.48	0.81	0.46	0.65	0.57	0.31	0.67
0.26	0.33	0.63	0.41	0.74	0.55	0.48	0.79	0.44	0.71	0.64	0.33	0.73
0.80	0.84	0.81	0.84	0.62	0.83	0.82	0.65	0.81	0.79	0.88	0.78	0.81
0.50	0.51	0.56	0.33	0.79	0.40	0.37	0.79	0.37	0.81	0.68	0.50	0.83
0.78	0.82	0.79	0.78	0.65	0.76	0.75	0.68	0.74	0.75	0.83	0.76	0.79
0.50	0.52	0.54	0.33	0.78	0.40	0.37	0.78	0.37	0.83	0.69	0.47	0.85
0.26	0.30	0.65	0.41	0.82	0.47	0.47	0.85	0.47	0.78	0.68	0.37	0.82
0.22	0.26	0.60	0.39	0.80	0.52	0.47	0.80	0.47	0.74	0.73	0.39	0.80
0.15	0.21	0.60	0.37	0.76	0.47	0.43	0.76	0.43	0.71	0.67	0.29	0.77
0.00	0.09	0.55	0.44	0.81	0.52	0.50	0.83	0.46	0.73	0.74	0.28	0.79
0.09	0.00	0.60	0.47	0.77	0.49	0.52	0.77	0.51	0.76	0.77	0.35	0.82
0.55	0.60	0.00	0.45	0.79	0.44	0.44	0.76	0.44	0.75	0.84	0.54	0.72
0.44	0.47	0.45	0.00	0.78	0.20	0.26	0.73	0.27	0.72	0.71	0.41	0.74
0.81	0.77	0.79	0.78	0.00	0.76	0.77	0.12	0.72	0.82	0.92	0.71	0.82
0.52	0.49	0.44	0.20	0.76	0.00	0.18	0.70	0.38	0.74	0.73	0.44	0.74
0.50	0.52	0.44	0.26	0.77	0.18	0.00	0.74	0.35	0.76	0.75	0.47	0.78
0.83	0.77	0.76	0.73	0.12	0.70	0.74	0.00	0.69	0.79	0.92	0.73	0.82
0.46	0.51	0.44	0.27	0.72	0.38	0.35	0.69	0.00	0.77	0.79	0.45	0.77
0.73	0.76	0.75	0.72	0.82	0.74	0.76	0.79	0.77	0.00	0.26	0.70	0.24
0.74	0.77	0.84	0.71	0.92	0.73	0.75	0.92	0.79	0.26	0.00	0.69	0.37
0.28	0.35	0.54	0.41	0.71	0.44	0.47	0.73	0.45	0.70	0.69	0.00	0.70
0.79	0.82	0.72	0.74	0.82	0.74	0.78	0.82	0.77	0.24	0.37	0.70	0.00
0.76	0.81	0.74	0.74	0.78	0.76	0.75	0.78	0.75	0.28	0.39	0.66	0.11
0.66	0.67	0.59	0.53	0.71	0.53	0.58	0.74	0.48	0.75	0.72	0.63	0.80
0.52	0.49	0.44	0.32	0.67	0.30	0.34	0.62	0.30	0.71	0.77	0.45	0.73
0.54	0.52	0.49	0.34	0.67	0.30	0.37	0.62	0.32	0.76	0.79	0.47	0.75
0.54	0.53	0.49	0.35	0.66	0.32	0.36	0.64	0.31	0.75	0.79	0.46	0.77
0.52	0.54	0.47	0.41	0.73	0.42	0.44	0.73	0.35	0.62	0.67	0.47	0.68
0.80	0.76	0.70	0.86	0.66	0.87	0.89	0.70	0.86	0.85	0.90	0.74	0.84
0.52	0.52	0.63	0.56	0.81	0.59	0.51	0.78	0.57	0.86	0.86	0.51	0.88
0.61	0.64	0.42	0.46	0.78	0.48	0.48	0.72	0.52	0.79	0.92	0.56	0.71
0.61	0.59	0.54	0.53	0.83	0.51	0.51	0.74	0.45	0.78	0.82	0.65	0.75
0.60	0.63	0.46	0.54	0.77	0.60	0.52	0.77	0.53	0.84	0.94	0.62	0.81
0.53	0.50	0.53	0.59	0.78	0.49	0.46	0.78	0.59	0.84	0.89	0.49	0.81
0.55	0.57	0.36	0.47	0.69	0.52	0.52	0.66	0.42	0.81	0.88	0.54	0.73
0.65	0.65	0.50	0.52	0.79	0.55	0.58	0.79	0.53	0.82	0.84	0.59	0.79
0.56	0.54	0.40	0.41	0.80	0.45	0.48	0.74	0.43	0.85	0.90	0.60	0.83
0.62	0.64	0.51	0.55	0.83	0.53	0.50	0.83	0.54	0.86	0.86	0.58	0.89
0.56	0.56	0.48	0.57	0.71	0.53	0.56	0.74	0.52	0.83	0.90	0.55	0.72
0.71	0.69	0.63	0.79	0.56	0.85	0.81	0.59	0.77	0.86	0.91	0.68	0.89
0.77	0.76	0.85	0.86	0.85	0.80	0.82	0.85	0.81	0.88	0.87	0.74	0.88
0.79	0.70	0.73	0.79	0.76	0.76	0.75	0.76	0.79	0.83	0.82	0.79	0.89
0.92	0.91	0.82	0.86	0.96	0.87	0.90	0.93	0.89	0.88	0.87	0.83	0.91
0.33	0.38	0.54	0.36	0.78	0.44	0.44	0.75	0.42	0.72	0.67	0.24	0.72
0.36	0.41	0.53	0.41	0.79	0.48	0.48	0.76	0.44	0.72	0.68	0.29	0.72
0.76	0.78	0.82	0.88	0.79	0.84	0.83	0.70	0.44	0.80	0.82	0.23	0.87
0.79	0.78	0.86	0.88	0.79	0.90	0.89	0.88	0.86	0.80	0.82	0.83	0.85
0.76	0.77	0.76	0.87	0.81	0.85	0.84	0.84	0.80	0.79	0.74	0.78	0.86
0.74	0.77	0.70	0.85	0.62	0.87	0.79	0.62	0.80	0.79	0.78	0.76	0.84
0.74	0.73	0.77	0.83	0.58	0.84	0.75	0.58	0.80	0.85	0.87	0.74	0.84
0.72	0.73	0.75	0.83	0.93	0.77	0.79	0.89	0.76	0.85	0.87	0.74	0.82
0.78	0.82	0.75	0.83	0.84	0.65	0.79	0.78	0.74	0.83	0.87	0.85	0.82
0.78	0.81	0.68	0.74	0.87	0.69	0.74	0.78	0.74	0.76	0.78	0.75	0.74
0.76	0.32	0.67	0.74	0.89	0.68	0.74	0.83	0.79	0.79	0.79	0.80	0.76
0.76	0.79	0.67	0.73	0.89	0.84	0.74	0.83	0.76	0.85	0.85	0.77	0.76
0.74	0.86	0.79	0.76	0.75	0.64	0.80	0.79	0.71	0.85	0.83	0.88	0.82
0.74	0.73	0.77	0.78	0.94	0.71	0.83	0.94	0.86	0.85	0.79	0.88	0.84
0.74	0.72	0.79	0.78	0.94	0.73	0.85	0.94	0.90	0.87	0.79	0.88	0.84
0.80	0.79	0.88	0.85	0.94	0.80	0.85	0.94	0.90	0.84	0.75	0.92	0.84
0.52	0.79	0.61	0.77	0.73	0.74	0.79	0.87	0.80	0.84	0.77	0.65	0.84
0.52	0.56	0.43	0.64	0.73	0.42	0.40	0.73	0.23	0.70	0.76	0.47	0.74
0.72	0.75	0.71	0.69	0.83	0.67	0.70	0.80	0.68	0.43	0.52	0.69	0.32
0.74	0.73	0.71	0.69	0.85	0.69	0.70	0.88	0.64	0.40	0.49	0.09	0.29
0.70	0.74	0.73	0.67	0.85	0.69	0.72	0.88	0.64	0.44	0.58	0.71	0.35
0.07	0.72	0.75	0.84	0.80	0.70	0.71	0.83	0.80	0.43	0.59	0.71	
0.75	0.70	0.70	0.04	U.OU	0.00	U.O I	0.03	0.00	0.73	0.78	0.11	0.78

付録 (続き)

						1寸球 (続さ)					
Uv073	Ugy145	Ugy481	Ugy494	Ugy545	Ugy632	Hoa-1	Hot-1	GT805	Hoc2	Kyc1	c211	Houben1
0.71	0.67	0.49	0.49	0.51	0.55	0.78	0.54	0.67	0.64	0.66	0.62	0.65
0.79	0.54	0.35	0.35	0.32	0.40	0.82	0.57	0.49	0.49	0.61	0.53	0.51
0.81	0.54	0.39	0.41	0.36	0.48	0.84	0.60	0.47	0.44	0.58	0.56	0.46
0.63	0.69	0.55	0.57	0.56	0.52	0.81	0.59	0.67	0.64	0.68	0.66	0.62
0.67	0.67	0.55	0.57	0.58	0.54	0.81	0.57	0.67	0.59	0.68	0.63	0.60
0.76	0.76	0.84	0.84	0.84	0.82	0.74	0.83	0.78	0.87	0.83	0.86	0.77
0.82	0.50	0.44	0.42	0.42	0.43	0.86	0.59	0.64	0.55	0.58	0.66	0.60
0.78	0.74	0.77	0.77	0.77	0.76	0.71	0.86	0.81	0.85	0.80	0.83	0.78
0.84	0.46	0.43	0.40	0.40	0.41	0.86	0.56	0.60	0.53	0.56	0.62	0.56
0.77	0.60	0.49	0.49	0.51	0.56	0.88	0.54	0.69	0.59	0.68	0.63	0.69
0.75	0.67	0.54	0.54	0.53	0.60	0.79	0.52	0.62	0.51	0.57	0.58	0.60
0.72	0.62	0.45	0.49	0.47	0.52	0.80	0.54	0.59	0.56	0.59	0.58	0.55
0.76	0.66	0.52	0.54	0.54	0.52	0.80	0.52	0.61	0.61	0.60	0.53	0.55
0.70	0.67	0.49	0.52	0.53	0.54	0.76	0.52	0.64	0.59	0.63	0.50	0.57
0.74	0.59	0.44	0.49	0.49	0.47	0.70	0.63	0.42	0.54	0.46	0.53	0.36
0.74	0.53	0.32	0.34	0.35	0.41	0.86	0.56	0.46	0.53	0.54	0.59	0.47
0.78	0.71	0.67	0.67	0.66	0.73	0.66	0.81	0.78	0.83	0.77	0.78	0.69
0.76	0.53	0.30	0.30	0.32	0.42	0.87	0.59	0.48	0.51	0.60	0.49	0.52
0.75	0.58	0.34	0.37	0.36	0.44	0.89	0.51	0.48	0.51	0.52	0.46	0.52
0.78	0.74	0.62	0.62	0.64	0.73	0.70	0.78	0.72	0.74	0.77	0.78	0.66
0.75	0.48	0.30	0.32	0.31	0.35	0.86	0.57	0.52	0.45	0.53	0.59	0.42
0.28	0.75	0.71	0.76	0.75	0.62	0.85	0.86	0.79	0.78	0.84	0.84	0.81
0.39	0.72	0.77	0.79	0.79	0.67	0.90	0.86	0.92	0.82	0.94	0.89	0.88
0.66	0.63	0.45	0.47	0.46	0.47	0.74	0.51	0.56	0.65	0.62	0.49	0.54
0.11	0.80	0.73	0.75	0.77	0.68	0.84	0.88	0.71	0.75	0.81	0.81	0.73
0.00	0.79	0.73	0.75	0.77	0.70	0.86	0.85	0.71	0.74	0.80	0.80	0.73
0.79	0.00	0.33	0.35	0.36	0.29	0.88	0.58	0.61	0.63	0.62	0.68	0.51
0.73	0.33	0.00	0.07	0.08	0.17	0.78	0.51	0.48	0.46	0.49	0.49	0.37
0.75	0.35	0.07	0.00	0.10	0.21	0.82	0.53	0.51	0.48	0.51	0.55	0.40
0.77	0.36	0.08	0.10	0.00	0.20	0.78	0.53	0.50	0.45	0.51	0.54	0.39
0.70	0.29	0.17	0.21	0.20	0.00	0.80	0.56	0.56	0.51	0.54	0.59	0.43
0.86	0.88	0.78	0.82	0.78	0.80	0.00	0.77	0.85	0.86	0.84	0.80	0.76
0.85	0.58	0.51	0.53	0.53	0.56	0.77	0.00	0.56	0.61	0.49	0.38	0.54
0.71	0.61	0.48	0.51	0.50	0.56	0.85	0.56	0.00	0.44	0.44	0.48	0.34
0.74	0.63	0.46	0.48	0.45	0.51	0.86	0.61	0.44	0.00	0.48	0.55	0.43
0.80	0.62	0.49	0.51	0.51	0.54	0.84	0.49	0.44	0.48	0.00	0.46	0.37
0.80	0.68	0.49	0.55	0.54	0.59	0.80	0.38	0.48	0.55	0.46	0.00	0.53
0.73	0.51	0.37	0.40	0.39	0.43	0.76	0.54	0.34	0.43	0.37	0.53	0.00
0.79	0.54	0.52	0.54	0.54	0.52	0.89	0.57	0.55	0.54	0.52	0.53	0.47
0.81	0.58	0.43	0.46	0.43	0.48	0.82	0.48	0.41	0.31	0.35	0.42	0.27
0.84	0.61	0.50	0.53	0.46	0.55	0.79	0.47	0.49	0.49	0.43	0.54	0.51
0.76	0.54	0.48	0.45	0.49	0.50	0.82	0.53	0.43	0.49	0.34	0.45	0.32
0.87	0.80	0.72	0.77	0.71	0.73	0.22	0.73	0.76	0.84	0.75	0.79	0.59
0.83	0.84	0.85	0.82	0.84	0.86	0.85	0.77	0.85	0.82	0.84	0.80	0.79
0.87	0.77 0.91	0.80	0.80	0.80 0.91	0.76	0.74	0.70	0.76	0.77	0.71 0.92	0.75	0.75
0.86		0.85	0.91		0.83	0.80	0.87	0.85	0.86		0.88	0.86
0.69	0.57	0.42	0.44	0.50	0.51	0.76	0.51	0.55	0.57	0.61	0.49	0.51
0.69	0.60	0.44	0.46	0.52	0.52	0.72	0.53	0.60	0.59	0.63	0.56	0.53
0.88	0.79	0.80	0.82	0.82	0.78	0.78	0.73	0.85	0.83	0.87	0.81	0.92
0.86	0.85	0.90	0.90	0.90	0.84	0.71	0.79	0.91	0.86	0.91	0.85	0.95
0.84	0.76	0.81	0.84	0.81	0.75	0.77	0.70	0.83	0.82	0.83	0.74	0.87
0.80	0.87	0.78	0.81	0.78	0.79	0.59	0.77	0.80	0.82	0.79	0.84	0.79
0.80	0.84	0.75	0.78	0.75	0.77	0.60	0.74	0.81	0.82	0.76	0.84	0.76
0.80	0.97	0.88	0.88	0.88	0.89	0.85	0.94	0.89	0.82	0.92	0.88	0.83
0.78	0.81	0.76	0.79	0.79	0.78	0.80	0.90	0.75	0.82	0.94	0.83	0.79
0.80	0.84	0.82	0.84	0.81	0.82	0.77	0.90	0.76	0.82	0.94	0.86	0.80
0.78	0.83	0.79	0.81	0.81	0.80	0.80	0.88	0.77	0.73	0.91	0.83	0.77
0.86	0.85	0.74	0.76	0.76	0.78	0.95	0.88	0.85	0.83	0.85	0.85	0.84
0.84	0.82	0.85	0.85	0.82	0.86	0.89	0.87	0.79	0.75	0.84	0.85	0.78
0.86	0.82	0.83	0.87	0.82	0.88	0.89	0.86	0.79	0.73	0.84	0.84	0.83
					0.88		0.89					
0.83	0.86	0.89	0.89	0.89		0.92		0.94	0.85	0.90	0.87	0.88
0.82	0.84	0.81	0.81	0.81	0.85	0.88	0.83	0.84	0.72	0.79	0.86	0.79
0.72	0.51	0.40	0.40	0.40	0.39	0.88	0.58	0.53	0.55	0.56	0.62	0.47
0.34	0.66	0.64	0.66	0.66	0.56	0.91	0.82	0.68	0.70	0.80	0.78	0.73
0.25	0.76	0.66	0.68	0.70	0.63	0.88	0.84	0.75	0.72	0.79	0.80	0.72
0.37	0.76	0.72	0.72	0.72	0.67	0.91	0.82	0.80	0.69	0.79	0.82	0.70
0.35	0.78	0.74	0.74	0.73	0.68	0.94	0.82	0.82	0.71	0.81	0.82	0.76
	0.76	0.78	0.81	0.80	0.75	0.83	0.75	0.83	0.84	0.85	0.76	0.89

付録 (続き)

						() 水亚 ()	がし <i>さ /</i>					
c103	Hoc4	GT806	YD6	133-5	30997	CH313	87	UC094	UC096	110B	TH105	CH100
0.66	0.64	0.68	0.64	0.73	0.76	0.85	0.84	0.37	0.38	0.82	0.82	0.81
0.60	0.42	0.54	0.56	0.75	0.82	0.81	0.88	0.41	0.43	0.83	0.83	0.77
0.64	0.44	0.49	0.56	0.77	0.81	0.74	0.91	0.45	0.49	0.84	0.85	0.81
0.70	0.64	0.67	0.68	0.74	0.78	0.82	0.86	0.38	0.38	0.79	0.80	0.78
0.70	0.59	0.70	0.68	0.72	0.81	0.85	0.84	0.34	0.37	0.81	0.82	0.78
0.84	0.87	0.82	0.76	0.70	0.84	0.73	0.97	0.82	0.81	0.76	0.74	0.73
0.63	0.50	0.59	0.63	0.77	0.83	0.77	0.89	0.50	0.54	0.81	0.77	0.76
0.82	0.87	0.80	0.74	0.71	0.81	0.74	0.97	0.80	0.77	0.76	0.74	0.73
0.59	0.48	0.58	0.60	0.76	0.83	0.76	0.89	0.48	0.52	0.83	0.79	0.78
0.68	0.61	0.64	0.63	0.81	0.73	0.86	0.88	0.36	0.39	0.80	0.80	0.77
0.68	0.54	0.56	0.58	0.72	0.73	0.78	0.91	0.40	0.43	0.78	0.78	0.77
0.67	0.56	0.61	0.60	0.71	0.77	0.82	0.89	0.29	0.31	0.79	0.81	0.78
0.65	0.56	0.62	0.56	0.71	0.77	0.79	0.92	0.33	0.36	0.76	0.79	0.76
0.65	0.54	0.64	0.56	0.69	0.76	0.81	0.91	0.38	0.41	0.78	0.80	0.77
0.50	0.40	0.51	0.48	0.63	0.85	0.73	0.82	0.54	0.53	0.82	0.86	0.76
0.52	0.41	0.55	0.57	0.79	0.86	0.79	0.86	0.36	0.41	0.88	0.88	0.87
0.79	0.80	0.83	0.71	0.56	0.85	0.76	0.96	0.78	0.79	0.79	0.86	0.81
0.55	0.45	0.53	0.53	0.85	0.80	0.76	0.87	0.44	0.48	0.84	0.90	0.85
0.58	0.48	0.50	0.56	0.81	0.82	0.75	0.90	0.44	0.48	0.83	0.89	0.84
0.79	0.74	0.83	0.74	0.59	0.85	0.76	0.93	0.75	0.76	0.82	0.88	0.84
0.53	0.43	0.54	0.52	0.77	0.81	0.79	0.89	0.42	0.44	0.81	0.86	0.80
0.82	0.85	0.86	0.83	0.86	0.88	0.83	0.88	0.72	0.71	0.80	0.80	0.79
0.84	0.90	0.86	0.90	0.91	0.87	0.82	0.87	0.67	0.68	0.82	0.74	0.78
0.59	0.60	0.58	0.55	0.91	0.74	0.79	0.83	0.24	0.29	0.82	0.74	0.78
0.59	0.83	0.89				0.79	0.63					
	0.83	0.89	0.72	0.89	0.88 0.83	0.89	0.91	0.72 0.69	0.71	0.87	0.85 0.86	0.86 0.84
0.79			0.76	0.87					0.69	0.88		
0.54	0.58	0.61	0.54	0.80	0.84	0.77	0.91	0.57	0.60	0.79	0.85	0.76
0.52	0.43	0.50	0.48	0.72	0.85	0.80	0.85	0.42	0.44	0.80	0.90	0.81
0.54	0.46	0.53	0.45	0.77	0.82	0.80	0.91	0.44	0.46	0.82	0.90	0.84
0.54	0.43	0.46	0.49	0.71	0.84	0.80	0.91	0.50	0.52	0.82	0.90	0.81
0.52	0.48	0.55	0.50	0.73	0.86	0.76	0.83	0.51	0.52	0.78	0.84	0.75
0.89	0.82	0.79	0.82	0.22	0.85	0.74	0.80	0.76	0.72	0.78	0.71	0.77
0.57	0.48	0.47	0.53	0.73	0.77	0.70	0.87	0.51	0.53	0.73	0.79	0.70
0.55	0.41	0.49	0.43	0.76	0.85	0.76	0.85	0.55	0.60	0.85	0.91	0.83
0.54	0.31	0.49	0.49	0.84	0.82	0.77	0.86	0.57	0.59	0.83	0.86	0.82
0.52	0.35	0.43	0.34	0.75	0.84	0.71	0.92	0.61	0.63	0.87	0.91	0.83
0.53	0.42	0.54	0.45	0.79	0.80	0.75	0.88	0.49	0.56	0.81	0.85	0.74
0.47	0.27	0.51	0.32	0.59	0.79	0.75	0.86	0.51	0.53	0.92	0.95	0.87
0.00	0.43	0.57	0.51	0.83	0.93	0.80	0.93	0.61	0.63	0.85	0.83	0.78
0.43	0.00	0.49	0.44	0.74	0.82	0.81	0.86	0.55	0.59	0.86	0.89	0.82
0.57	0.49	0.00	0.52	0.77	0.74	0.66	0.92	0.55	0.62	0.80	0.81	0.76
0.51	0.44	0.52	0.00	0.70	0.78	0.70	0.93	0.52	0.54	0.86	0.89	0.81
0.83	0.74	0.77	0.70	0.00	0.83	0.73	0.83	0.73	0.69	0.80	0.81	0.79
0.93	0.82	0.74	0.78	0.83	0.00	0.87	0.85	0.79	0.81	0.96	0.93	0.90
0.80	0.81	0.66	0.70	0.73	0.87	0.00	0.96	0.78	0.79	0.40	0.39	0.39
0.93	0.86	0.92	0.93	0.83	0.85	0.96	0.00	0.88	0.86	1.00	1.00	1.00
0.61	0.55	0.55	0.52	0.73	0.79	0.78	0.88	0.00	0.12	0.80	0.79	0.77
0.63	0.59	0.62	0.54	0.69	0.81	0.79	0.86	0.12	0.00	0.79	0.80	0.78
0.85	0.86	0.80	0.86	0.80	0.96	0.40	1.00	0.80	0.79	0.00	0.20	0.19
0.83	0.89	0.81	0.89	0.81	0.93	0.39	1.00	0.79	0.80	0.20	0.00	0.13
0.78	0.82	0.76	0.81	0.79	0.90	0.39	1.00	0.77	0.78	0.19	0.13	0.00
0.89	0.82	0.74	0.78	0.56	0.79	0.64	0.95	0.82	0.80	0.66	0.71	0.69
0.89	0.82	0.74	0.75	0.57	0.80	0.61	0.95	0.79	0.78	0.67	0.71	0.70
0.89	0.82	0.88	0.89	0.87	0.80	0.83	0.76	0.74	0.78	0.89	0.86	0.87
0.84	0.82	0.88	0.81	0.82	0.90	0.88	0.74	0.70	0.74	0.81	0.82	0.83
0.87	0.82	0.88	0.82	0.79	0.87	0.88	0.75	0.73	0.77	0.79	0.79	0.80
0.86	0.79	0.85	0.81	0.85	0.86	0.85	0.70	0.68	0.71	0.84	0.81	0.85
0.89	0.83	0.88	0.86	0.92	0.91	0.84	0.86	0.86	0.84	0.79	0.83	0.81
0.88	0.75	0.84	0.77	0.90	0.96	0.90	0.93	0.81	0.82	0.83	0.83	0.84
0.88	0.77	0.83	0.82	0.93	1.00	0.90	0.96	0.80	0.81	0.82	0.83	0.84
0.94	0.88	0.89	0.88	0.93	1.00	0.89	0.96	0.85	0.85	0.88	0.88	0.89
0.90	0.75	0.86	0.81	0.89	0.96	0.85	0.92	0.79	0.78	0.84	0.85	0.86
0.57	0.48	0.58	0.57	0.81	0.83	0.76	0.89	0.44	0.43	0.78	0.81	0.78
0.76	0.74	0.90	0.72	0.92	0.86	0.87	0.89	0.71	0.73	0.83	0.86	0.82
0.70	0.74	0.89	0.72	0.89	0.83	0.92	0.91	0.71	0.70	0.88	0.91	0.87
0.78	0.76	0.89	0.71	0.92	0.82	0.95	0.97	0.69	0.68	0.90	0.90	0.86
0.78	0.76	0.89	0.75	0.94	0.82	0.94	0.97	0.68	0.69	0.88	0.85	0.81
0.86	0.86	0.75	0.78	0.81	0.90	0.50	0.97	0.72	0.73	0.28	0.38	0.36
0.00	0.00	0.70	0.70	0.01	0.90	0.50	0.97	0.72	0.73	0.20	0.30	0.30

付録 (続き)

						门 亚米 (心()					
N93003	N93005	51	a351	29s	137	321	YM8	YM11	YM25	YM26	Uv001	Uv035
0.78	0.76	0.79	0.74	0.77	0.74	0.84	0.73	0.75	0.79	0.76	0.55	0.71
0.85	0.85	0.85	0.72	0.73	0.72	0.83	0.78	0.80	0.90	0.84	0.42	0.71
0.87	0.84	0.84	0.69	0.69	0.66	0.85	0.74	0.76	0.86	0.81	0.43	0.76
0.77	0.75	0.81	0.78	0.81	0.78	0.81	0.72	0.74	0.78	0.75	0.52	0.63
0.83	0.81	0.81	0.78	0.81	0.76	0.81	0.75	0.74	0.78	0.78	0.52	0.67
0.70	0.70	0.94	0.85	0.83	0.88	0.84	0.92	0.95	0.94	0.91	0.78	0.85
0.89	0.86	0.89	0.78	0.81	0.80	0.79	0.72	0.74	0.83	0.78	0.45	0.73
0.70	0.71	0.94	0.85	0.83	0.88	0.88	0.92	0.95	0.94	0.92	0.76	0.83
0.88	0.86	0.89	0.75	0.78	0.77	0.78	0.74	0.76	0.82	0.77	0.43	0.74
0.78	0.79	0.79	0.79	0.80	0.74	0.83	0.78	0.77	0.82	0.76	0.54	0.73
0.78	0.79	0.82	0.79	0.77	0.74	0.83	0.78	0.77	0.84	0.79	0.56	0.73
0.71	0.69	0.80	0.78	0.76	0.75	0.84	0.74	0.73	0.80	0.77	0.52	0.70
0.74	0.72	0.81	0.78	0.78	0.76	0.86	0.74	0.74	0.80	0.80	0.52	0.72
0.75	0.73	0.82	0.81	0.82	0.79	0.86	0.73	0.72	0.79	0.79	0.58	0.75
0.77	0.78	0.75	0.65	0.68	0.67	0.79	0.77	0.79	0.88	0.81	0.45	0.71
0.85	0.83	0.83	0.71	0.74	0.73	0.81	0.76	0.78	0.85	0.77	0.35	0.64
0.62	0.58	0.93	0.84	0.87	0.89	0.75	0.94	0.97	0.94	0.90	0.73	0.83
0.87	0.84	0.77	0.65	0.69	0.68	0.84	0.71	0.73	0.80	0.74	0.42	0.65
0.79	0.75	0.79	0.74	0.77	0.74	0.80	0.81	0.83	0.85	0.79	0.40	0.70
0.62	0.58	0.89	0.78	0.81	0.83	0.79	0.94	0.97	0.94	0.87	0.73	0.86
0.80	0.78	0.86	0.74	0.79	0.76	0.71	0.84	0.86	0.90	0.80	0.23	0.63
0.84	0.85	0.85	0.76	0.79	0.81	0.85	0.85	0.87	0.84	0.84	0.70	0.43
0.87	0.87	0.87	0.78	0.79	0.80	0.85	0.79	0.79	0.75	0.77	0.76	0.52
0.76	0.74	0.83	0.75	0.80	0.77	0.83	0.88	0.88	0.92	0.85	0.47	0.64
0.84	0.84	0.82	0.74	0.77	0.76	0.88	0.82	0.84	0.84	0.84	0.74	0.32
0.80	0.80	0.80	0.78	0.80	0.78	0.86	0.84	0.86	0.83	0.82	0.72	0.34
0.87	0.84	0.97	0.81	0.84	0.83	0.85	0.82	0.84	0.86	0.84	0.51	0.66
0.78	0.75	0.88	0.76	0.82	0.79	0.74	0.85	0.87	0.89	0.81	0.40	0.64
0.81	0.78	0.88	0.79	0.84	0.81	0.76	0.85	0.87	0.89	0.81	0.40	0.66
0.78	0.75	0.88	0.79	0.81	0.81	0.76	0.82	0.84	0.89	0.81	0.40	0.66
0.79	0.77	0.89	0.78	0.82	0.80	0.78	0.86	0.88	0.90	0.85	0.39	0.56
0.59	0.60	0.85	0.80	0.77	0.80	0.95	0.89	0.92	0.92	0.88	0.88	0.91
0.77	0.74	0.94	0.90	0.90	0.88	0.88	0.87	0.86	0.89	0.83	0.58	0.82
0.80 0.82	0.81 0.82	0.89 0.82	0.75 0.82	0.76	0.77	0.85 0.83	0.79 0.75	0.85 0.77	0.94	0.84	0.53 0.55	0.68 0.70
0.82	0.82	0.82	0.82	0.82 0.94	0.73 0.91	0.85	0.75	0.77	0.85 0.90	0.72 0.79	0.56	0.70
0.79	0.76	0.92	0.94	0.86	0.83	0.85	0.85	0.84	0.90	0.79	0.62	0.80
0.79	0.76	0.83	0.83	0.80	0.83	0.83	0.83	0.83	0.87	0.30	0.02	0.78
0.79	0.70	0.89	0.79	0.87	0.77	0.89	0.78	0.88	0.88	0.79	0.47	0.76
0.82	0.82	0.82	0.82	0.82	0.79	0.83	0.75	0.77	0.88	0.75	0.48	0.74
0.74	0.74	0.88	0.88	0.88	0.75	0.88	0.73	0.83	0.89	0.86	0.58	0.90
0.78	0.75	0.89	0.81	0.82	0.81	0.86	0.77	0.82	0.88	0.81	0.57	0.72
0.56	0.57	0.87	0.82	0.79	0.85	0.92	0.90	0.93	0.93	0.89	0.81	0.92
0.79	0.80	0.80	0.90	0.87	0.86	0.91	0.96	1.00	1.00	0.96	0.83	0.86
0.64	0.61	0.83	0.88	0.88	0.85	0.84	0.90	0.90	0.89	0.85	0.76	0.87
0.95	0.95	0.76	0.74	0.75	0.70	0.86	0.93	0.96	0.96	0.92	0.89	0.89
0.82	0.79	0.74	0.70	0.73	0.68	0.86	0.81	0.80	0.85	0.79	0.44	0.71
0.80	0.78	0.78	0.74	0.77	0.71	0.84	0.82	0.81	0.85	0.78	0.43	0.73
0.66	0.67	0.89	0.81	0.79	0.84	0.79	0.83	0.82	0.88	0.84	0.78	0.83
0.71	0.71	0.86	0.82	0.79	0.81	0.83	0.83	0.83	0.88	0.85	0.81	0.86
0.69	0.70	0.87	0.83	0.80	0.85	0.81	0.84	0.84	0.89	0.86	0.78	0.82
0.00	0.03	0.90	0.93	0.90	0.93	0.90	0.96	0.96	0.96	0.92	0.82	0.86
0.03	0.00	0.90	0.93	0.90	0.93	0.91	0.96	0.96	0.96	0.92	0.80	0.86
0.90	0.90	0.00	0.44	0.43	0.30	0.91	0.68	0.74	0.69	0.64	0.83	0.83
0.93	0.93	0.44	0.00	0.07	0.16	0.81	0.68	0.73	0.74	0.71	0.78	0.73
0.90	0.90	0.43	0.07	0.00	0.14	0.88	0.66	0.73	0.75	0.72	0.82	0.76
0.93	0.93	0.30	0.16	0.14	0.00	0.90	0.68	0.75	0.74	0.68	0.80	0.80
0.90	0.91	0.91	0.81	0.88	0.90	0.00	0.83	0.79	0.77	0.77	0.69	0.78
0.96	0.96	0.68	0.68	0.66	0.68	0.83	0.00	0.06	0.14	0.19	0.79	0.81
0.96	0.96	0.74	0.73	0.73	0.75	0.79	0.06	0.00	0.11	0.19	0.80	0.83
0.96	0.96	0.69	0.74	0.75	0.74	0.77	0.14	0.11	0.00	0.19	0.85	0.85
0.92	0.92	0.64	0.71	0.72	0.68	0.77	0.19	0.19	0.19	0.00	0.79	0.80
0.82	0.80	0.83	0.78	0.82	0.80	0.69	0.79	0.80	0.85	0.79	0.00	0.62
0.86	0.86	0.83	0.73	0.76	0.80	0.78	0.81	0.83	0.85	0.80	0.62	0.00
0.85	0.86	0.74	0.71	0.71	0.75	0.78	0.74	0.76	0.75	0.69	0.65	0.21
0.88	0.88	0.77	0.70	0.69	0.70	0.83	0.81	0.83	0.85	0.79	0.65	0.24
0.88	0.88	0.76	0.74	0.75	0.74	0.86	0.83	0.85	0.87	0.84	0.66	0.29
			0.72	0.75	0.74	0.80	0.78	0.77	0.82	0.82	0.82	0.77

付録 (続き)

	付録	(続き)	
Uv074	Uv083	Uv084	Hawaii
0.71	0.71	0.68	0.80
0.75	0.71	0.72	0.74
0.80	0.74	0.75	0.78
0.66	0.62	0.61	0.78
0.68	0.64	0.63	0.78
0.78	0.80	0.77	0.75
0.80	0.80	0.80	0.80
0.80	0.80	0.77	0.75
0.82	0.81	0.83	0.82
0.75	0.70	0.67	0.81
0.77	0.68	0.65	0.81
0.72 0.74	0.65 0.70	0.65	0.75 0.75
0.74	0.74	0.67 0.72	0.76
0.73	0.74	0.72	0.75
0.69	0.67	0.68	0.84
0.83	0.85	0.85	0.80
0.67	0.69	0.70	0.80
0.70	0.72	0.71	0.81
0.80	0.88	0.87	0.83
0.68	0.64	0.67	0.80
0.40	0.44	0.43	0.73
0.49	0.58	0.59	0.78
0.69	0.71	0.71	0.77
0.29	0.35	0.38	0.78
0.25	0.37	0.35	0.80
0.76	0.76	0.78	0.76
0.66	0.72	0.74	0.78
0.68	0.72	0.74	0.81
0.70	0.72	0.73	0.80
0.63	0.67	0.68	0.75
0.88	0.91	0.94	0.83
0.84	0.82	0.82	0.75
0.75	0.80	0.82	0.83
0.72 0.79	0.69 0.79	0.71 0.81	0.84 0.85
0.80	0.79	0.82	0.76
0.72	0.70	0.76	0.70
0.81	0.78	0.78	0.86
0.76	0.76	0.76	0.86
0.89	0.89	0.89	0.75
0.74	0.71	0.75	0.78
0.89	0.92	0.94	0.81
0.83	0.82	0.82	0.90
0.92	0.95	0.94	0.50
0.91	0.97	0.97	0.97
0.71	0.69	0.68	0.72
0.70	0.68	0.69	0.73
0.88	0.90	0.88	0.28
0.91	0.90	0.85	0.38
0.87	0.86	0.81	0.36
0.85	0.88	0.88	0.72
0.86	0.88	0.88	0.72
0.74 0.71	0.77 0.70	0.76 0.74	0.80
0.71	0.70	0.74	0.72 0.75
0.71	0.69	0.75	0.75
0.73	0.70	0.86	0.74
0.74	0.81	0.83	0.78
0.76	0.83	0.85	0.77
0.75	0.85	0.87	0.82
0.69	0.79	0.84	0.82
0.65	0.65	0.66	0.82
0.21	0.24	0.29	0.77
0.00	0.20	0.24	0.79
0.20	0.00	0.06	0.79
0.24	0.06	0.00	0.76
0.79	0.79	0.76	0.00