

### 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<sup>1)</sup>・月井雄二<sup>2)</sup>・鞠子 茂<sup>3)</sup>・高橋三保子<sup>4)</sup>

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、シンジエ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かとなった。また、シンジエ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エン、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エ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. octoauurelia*, *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-1、133-5、*P. multimicronucleatum* の CH313、N93003、N93005、YM8、YM11、YM25、YM26、*P. tetraurelia* の stock 51、*P. pentaurelia* の stock 87、*P. octoauurelia* 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, CaCl<sub>2</sub>·2H<sub>2</sub>O; 1.3g/l, MgSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O; 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 ~ 10000rpm で遠心して得られたペレットを 100 ~ 150ml 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、

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

Morphospecies	Stock	Location		MTG	Remarks
<i>P. caudatum</i>	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	
	Ugy481, Ugy494	Minas	Uruguay	3	
	Ugy545, Ugy632	Montevideo	Uruguay	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	b	
	UC131	Indiana	USA	c	
	UC151	Indiana	USA	c	
	UC153	Indiana	USA	c	
	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		
<i>P. multimicronucleatum</i>	N93003, N93005		Japan	2	
	YM8, YM11, YM25, YM26		Japan	2	
	CH100, CH313, TH105, 110B		USA	2	
	Hawaii				
<i>P. aurelia</i> complex	<i>P. tetraurelia</i>	51	Lascano	USA	
		a351		Uruguay	
		29s		USA	
	<i>P. pentaurelia</i>	87		USA	
	<i>P. octoauurelia</i>	137			
<i>P. teredecaurelia</i>	321	Guernavaca	Mexico		
<i>P. jenningsi</i>	30997				

本研究で使用了株は 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

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 M Tris-酢酸, 0.002M EDTA) を使用した。泳動後のゲルはアズール C (azure C; 0.1mg/ml, 10mM Naphosphate buffer; pH7.0) で染色を行い、ゲルボンド (BMA 製) 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 I digest (ニッポンジーン) 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わせについて行い、その結果をもとに PHYLIP version 3.5 を用いて (Felsenstein, 1989)、UPGMA (Unweighted Pair-Group Method with Arithmetic mean; 平均遺伝子間距離) 法により系統樹を作成した。

## III 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 III 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. octoauurelia* 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。

### 2. Group I、II、III 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

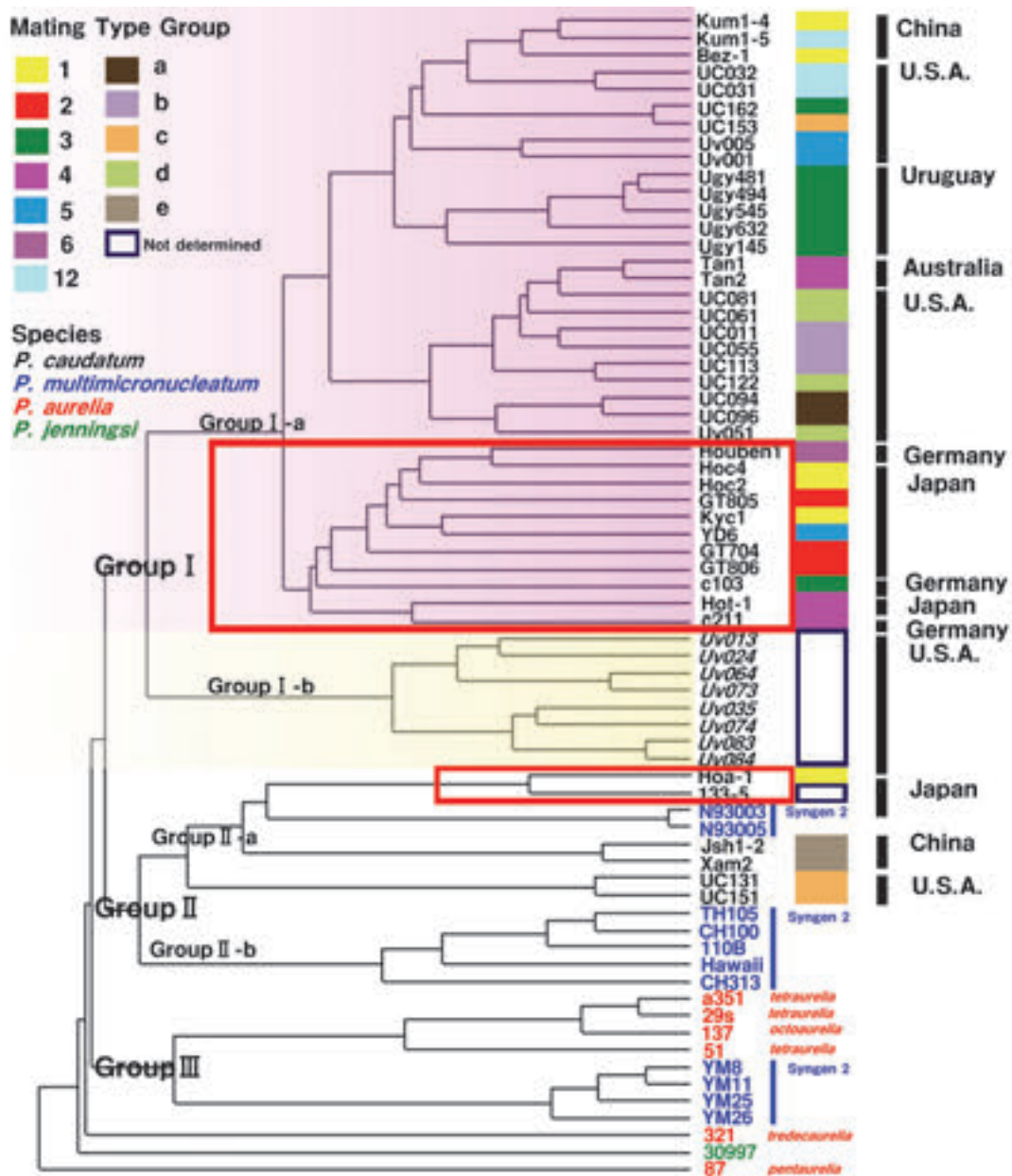


図1 ゾウリムシの大核 DNA を鋳型とした RAPD 系統樹

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 8 μm) より大きかった (8.1×9.9 μm から 8.3×12.1 μm) (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, 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 vesicular タイプの小核を持ち、



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) ゴ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 interspecific 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)

不一致率	UC011	UC032	UC031	UC113	UC122	UC131	UC162	UC151	UC153	UC055	UC061	UC081
UC011	0.00	0.43	0.48	0.21	0.23	0.85	0.38	0.79	0.42	0.18	0.26	0.19
UC032	0.43	0.00	0.13	0.52	0.56	0.84	0.33	0.78	0.38	0.44	0.46	0.42
UC031	0.48	0.13	0.00	0.54	0.58	0.79	0.35	0.72	0.39	0.51	0.46	0.46
UC113	0.21	0.52	0.54	0.00	0.13	0.83	0.40	0.79	0.43	0.27	0.33	0.20
UC122	0.23	0.56	0.58	0.13	0.00	0.85	0.44	0.85	0.43	0.27	0.31	0.20
UC131	0.85	0.84	0.79	0.83	0.85	0.00	0.85	0.13	0.84	0.84	0.79	0.78
UC162	0.38	0.33	0.35	0.40	0.44	0.85	0.00	0.79	0.05	0.41	0.41	0.45
UC151	0.79	0.78	0.72	0.79	0.85	0.13	0.79	0.00	0.82	0.82	0.77	0.76
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
UC055	0.18	0.44	0.51	0.27	0.27	0.84	0.41	0.82	0.39	0.00	0.20	0.21
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
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
Tan1	0.20	0.45	0.51	0.26	0.26	0.80	0.50	0.78	0.50	0.26	0.22	0.15
Tan2	0.24	0.48	0.55	0.35	0.33	0.84	0.51	0.82	0.52	0.30	0.26	0.21
GT704	0.64	0.38	0.38	0.63	0.63	0.81	0.56	0.79	0.54	0.65	0.60	0.60
Bez-1	0.42	0.33	0.35	0.41	0.41	0.84	0.33	0.78	0.33	0.41	0.39	0.37
Jsh-1-2	0.79	0.85	0.82	0.76	0.74	0.62	0.79	0.65	0.78	0.82	0.80	0.76
Kum-1-4	0.47	0.30	0.26	0.53	0.55	0.83	0.40	0.76	0.40	0.47	0.52	0.47
Kum-1-5	0.45	0.31	0.28	0.48	0.48	0.82	0.37	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	0.78	0.85	0.80	0.76
Uv005	0.45	0.35	0.37	0.46	0.44	0.81	0.37	0.74	0.37	0.47	0.47	0.43
Uv013	0.72	0.78	0.80	0.65	0.71	0.79	0.81	0.75	0.83	0.78	0.74	0.71
Uv024	0.69	0.78	0.79	0.57	0.64	0.88	0.68	0.83	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	0.76	0.78	0.79	0.67	0.73	0.81	0.83	0.79	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	0.66	0.60	0.64	0.70	0.70	0.84	0.63	0.82	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	0.82	0.80
a351	0.74	0.72	0.69	0.78	0.78	0.85	0.78	0.85	0.75	0.79	0.79	0.78
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)

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	0.81	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	0.71	0.68	0.29	0.71
0.76	0.78	0.82	0.88	0.79	0.84	0.83	0.82	0.81	0.80	0.82	0.83	0.87
0.79	0.80	0.86	0.88	0.86	0.90	0.89	0.88	0.86	0.80	0.74	0.79	0.85
0.76	0.77	0.76	0.87	0.81	0.85	0.84	0.84	0.80	0.79	0.78	0.78	0.86
0.74	0.75	0.77	0.85	0.62	0.87	0.79	0.62	0.80	0.84	0.87	0.76	0.84
0.72	0.73	0.78	0.83	0.58	0.84	0.75	0.58	0.78	0.85	0.87	0.74	0.84
0.81	0.82	0.75	0.83	0.93	0.77	0.79	0.89	0.86	0.85	0.87	0.83	0.82
0.78	0.81	0.65	0.71	0.84	0.65	0.74	0.78	0.74	0.76	0.78	0.75	0.74
0.78	0.82	0.68	0.74	0.87	0.69	0.77	0.81	0.79	0.79	0.79	0.80	0.77
0.76	0.79	0.67	0.73	0.89	0.68	0.74	0.83	0.76	0.81	0.80	0.77	0.76
0.86	0.86	0.79	0.81	0.75	0.84	0.80	0.79	0.71	0.85	0.85	0.83	0.88
0.74	0.73	0.77	0.76	0.94	0.71	0.81	0.94	0.84	0.85	0.79	0.88	0.82
0.74	0.72	0.79	0.78	0.97	0.73	0.83	0.97	0.86	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
0.80	0.79	0.81	0.77	0.90	0.74	0.79	0.87	0.80	0.84	0.77	0.85	0.84
0.52	0.58	0.45	0.35	0.73	0.42	0.40	0.73	0.23	0.70	0.76	0.47	0.74
0.72	0.75	0.71	0.64	0.83	0.65	0.70	0.86	0.63	0.43	0.52	0.64	0.32
0.74	0.75	0.71	0.69	0.83	0.67	0.70	0.80	0.68	0.40	0.49	0.69	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
0.67	0.72	0.78	0.68	0.85	0.70	0.71	0.87	0.67	0.43	0.59	0.71	0.38
0.75	0.76	0.75	0.84	0.80	0.80	0.81	0.83	0.80	0.73	0.78	0.77	0.78

付録 (続き)

Uv073	Ugy145	Ugy481	Ugy494	Ugy545	Ugy632	Hoaa-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
0.81	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	0.80	0.80	0.80	0.76	0.74	0.70	0.76	0.77	0.71	0.75	0.75
0.86	0.91	0.85	0.91	0.91	0.83	0.80	0.87	0.85	0.86	0.92	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	0.84	0.87	0.87	0.84	0.88	0.92	0.86	0.85	0.77	0.84	0.84	0.83
0.83	0.86	0.89	0.89	0.89	0.90	0.92	0.89	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
0.80	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)

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	0.68	0.74	0.79	0.83	0.24	0.29	0.83	0.79	0.78
0.79	0.83	0.89	0.72	0.89	0.88	0.89	0.91	0.72	0.71	0.87	0.85	0.86
0.79	0.81	0.84	0.76	0.87	0.83	0.87	0.86	0.69	0.69	0.88	0.86	0.84
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
0.81	0.76	0.89	0.74	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

付録 (続き)

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	0.81	0.89	0.75	0.76	0.77	0.85	0.79	0.85	0.94	0.84	0.53	0.68
0.82	0.82	0.82	0.82	0.82	0.73	0.83	0.75	0.77	0.85	0.72	0.55	0.70
0.79	0.76	0.92	0.94	0.94	0.91	0.85	0.84	0.84	0.90	0.79	0.56	0.80
0.84	0.84	0.88	0.83	0.86	0.83	0.85	0.85	0.84	0.87	0.86	0.62	0.78
0.79	0.76	0.83	0.79	0.80	0.77	0.84	0.78	0.83	0.88	0.79	0.47	0.73
0.89	0.89	0.89	0.84	0.87	0.86	0.89	0.88	0.88	0.94	0.90	0.57	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	0.85	0.88	0.84	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	0.72	0.80	0.72	0.75	0.74	0.80	0.78	0.77	0.82	0.82	0.82	0.77

## 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	0.65	0.65	0.75
0.74	0.70	0.67	0.75
0.75	0.74	0.72	0.76
0.71	0.73	0.78	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	0.69	0.71	0.84
0.79	0.79	0.81	0.85
0.80	0.82	0.82	0.76
0.72	0.70	0.76	0.89
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	0.77	0.76	0.80
0.71	0.70	0.74	0.72
0.71	0.69	0.75	0.75
0.75	0.70	0.74	0.74
0.78	0.83	0.86	0.80
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