

# 生物体系学概論

## — 分類思考と系統樹思考 —

三中信宏

MINAKA Nobuhiro

独立行政法人 農業環境技術研究所 生態系計測研究領域 上席研究員  
東京大学大学院 農学生命科学研究科 生物・環境工学専攻 教授 [生態系計測学]  
東京農業大学大学院 農学研究科 客員教授 [応用昆虫学]

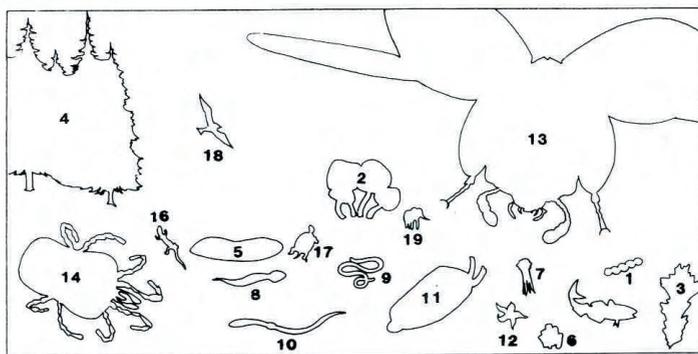
<mailto:minaka@affrc.go.jp>

<http://twitter.com/leeswijzer>

<http://cse.niaes.affrc.go.jp/minaka/>

<http://d.hatena.ne.jp/leeswijzer/>

# The Species Scape



Size of individual organisms represents number of described species in major taxon.  
Unit Area: □ = approximately 1,000 described species.

### Taxon

- |  |   |
|--|---|
| 1 Monera (Bacteria, Blue-green Algae)            | 11 Mollusca (Mollusks)                                      |
| 2 Fungi  | 12 Echinodermata (Starfish etc.)                            |
| 3 Algae  | 13 Insecta  |
| 4 Plantae (Multicellular Plants)                 | 14 Non-insect Arthropoda (Mites, Spiders, Crustaceans etc.) |
| 5 Protozoa                                       | 15 Pisces (Fish)  |
| 6 Porifera (Sponges)                             | 16 Amphibia (Amphibians)                                    |
| 7 Coelenterata (Jellyfish, Corals, Comb Jellies) | 17 Reptilia (Reptiles)                                      |
| 8 Platyhelminthes (Flatworms)                    | 18 Aves (Birds)   |
| 9 Nematoda (Roundworms)                          | 19 Mammalia (Mammals)                                       |
| 10 Annelida (Earthworms etc.)                    |   |

Illustration by Frances L. Fawcett. From Q.D. Wheeler. 1990. Ann. Entomol. Soc. Am. 83:1031-1047.

**Species - scape**, an imaginary landscape on which the size of organisms is proportionate to the number of species in the group it represents. The accuracy of those numbers, however, is uncertain. Many species remain undiscovered or undescribed, and phylogenetic relationships among most species remain poorly understood. For example, the insect (beetle) is based on the 950,000 species described to date. Entomologists estimate that the insects may have ten million or more species. Other groups named- such as reptiles and many invertebrate taxa - may not constitute natural groups, that is, may not share a unique common ancestry. As species are described, relationships analyzed, and classifications made to reflect phylogeny, this species-scape will come into sharp focus, providing a broad and predictive overview of biodiversity.

# 生物の系統樹と分類体系

## THE TREE OF LIFE

### 生命の樹

この本に出てくる生物の進化の道をたどれます。  
生物の起源はまだまだナゾのまま。

※「EVOLUTION 生命の進化史」(ソフトバンククリエイティブ)を参考に作成。系統樹の根元の部分のかたちは諸説あり。

### 細菌



- アグロバクテリウム
- イシクラゲ
- カウロバクター・クレセンタス
- バクロイデス・プレビウス
- 枯草菌
- 酢酸菌
- GFAJ-1
- 磁性細菌
- スイセンシノリ
- 体腔形成細菌
- 大腸菌
- 電流発生菌
- 髪菜
- 皮膚常在菌
- プラスチック分解菌など

### アメーバ類



粘菌

### 菌類



粘菌  
麦角菌など

### ウイルス



ミミウイルス

### 生物の起源

Origin

### 古細菌



海洋性古細菌  
メタン菌

### 原生生物



ゾウリムシ  
ハテナ

### 真核藻類



タマイタダキ  
ミドリムシなど

### 脊椎動物



- イヌ
- イルカ
- ウシ
- オボッサム
- カンガルー・ネズミ
- キリン
- コウモリ
- シカ
- ザトウクジラ
- シマリス
- ジャコウネコ
- ゾウ
- チンパンジー
- ネコなど



- カエル
- サンショウウオ
- ホライモリ
- ヤドクガエル



- ウロコアイザメ
- サメ



カイロウドウケツ



- 刺胞動物
- エチゼンクラゲ
- オワンクラゲ
- サンゴ
- ナマコ
- ベニクラゲ



- アホウドリ
- ハニーガイド
- カワセミ
- フクロウ
- キツツキ
- モリモズ
- ダチョウ
- ハト



- アメリカドクトカゲ
- サンドフィッシュ
- トカゲ
- ヘビなど



- イワシ
- コオリウオ
- ガラルファ
- デンキウナギ
- クマノミ
- ハコフグ



- 線形動物
- オニヒトデ
- クモヒトデ



- 環形動物
- ヒル
- ミミス
- サンドキャッスル・ワーム

### 無脊椎動物



- アブラムシ
- アリ
- アワフキムシ
- イボタロウムシ
- ウジムシ
- オオキノコシロアリ
- オオサシガメ
- オリエントスズメバチ
- カ
- ガ
- カイコ
- カブトムシ
- コオロギ
- ゴキブリ
- コチニールカイガラムシ
- シロアリなど



- 鉄角類
- カブトガニ
- クモ
- サソリ



- 多足類
- ヤスデ



- カニ
- カブトエビ
- シヤコなど



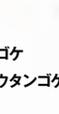
- タコ
- ナメクジ
- フナクイムシ
- ホタテガイ



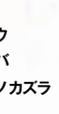
- 扁形動物
- ウスムシ



- コケ植物
- ミスゴケ
- ヒョウタンゴケ



- 裸子植物
- イチョウ
- イワヒバ
- ヒカゲノカスラ
- ヒバ
- マツ



- 被子植物
- アイヌプラント
- イソツツジ
- 印度娑婆
- ウコン
- オオオニバス
- オタネニンジン
- オトギリソウ
- カムカム
- カラハリスイカ
- キナノキ
- キャベツ
- コショウ
- コバイフェラ
- ジギタリス
- ジャバラ
- セイタカアワダチソウ
- 竹など

# 真核生物の最新の系統樹と分類体系（井上勲 2006）

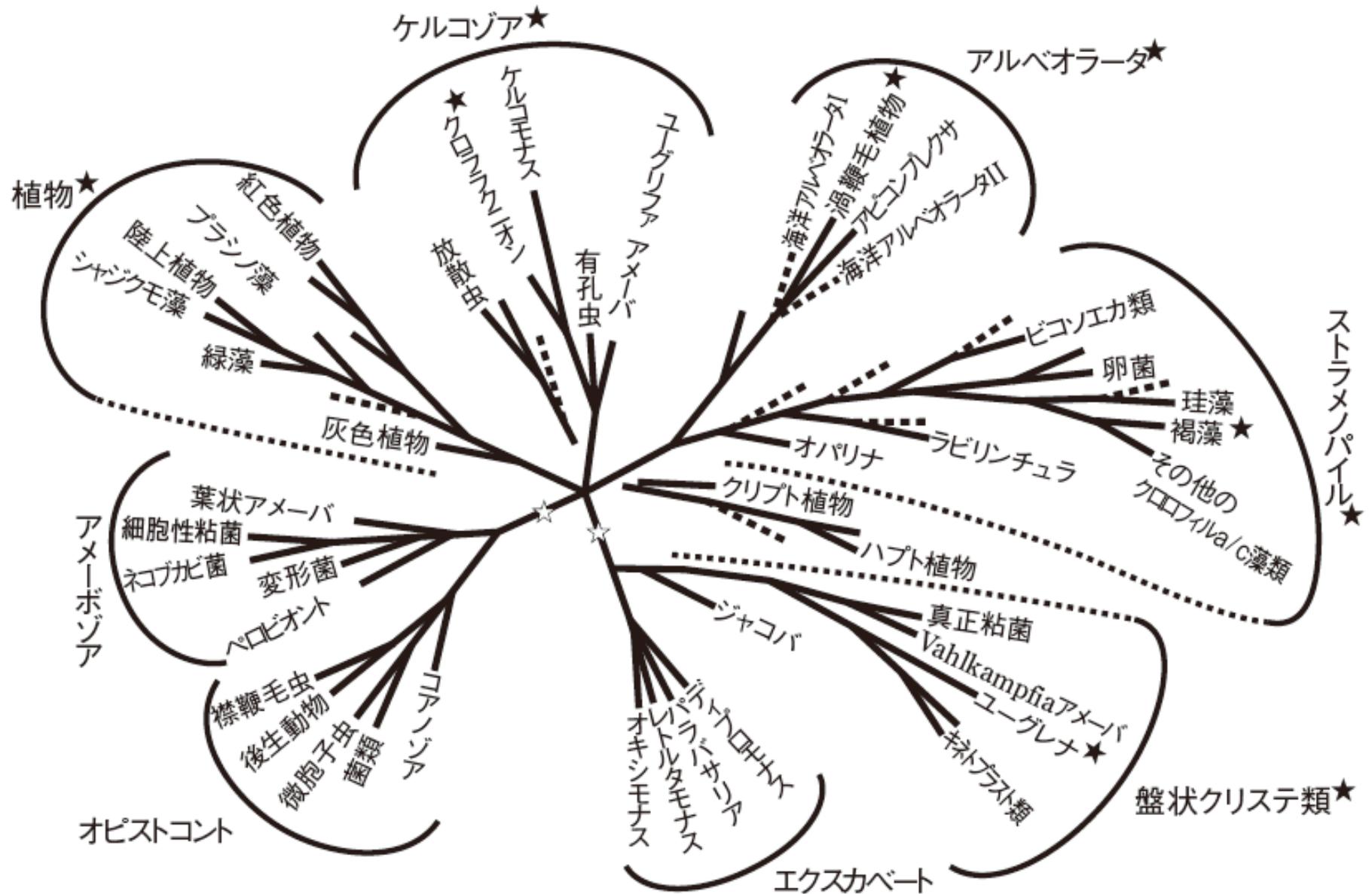


図 1. 真核生物を構成するスーパーグループを示す系統樹。★印は光合成生物を含む系統を示している。☆印は真核生物全体の根元と想定される位置。Baldauf 2003 を改変。

# 分類

# 分類する者

秩序は観念

発見できる

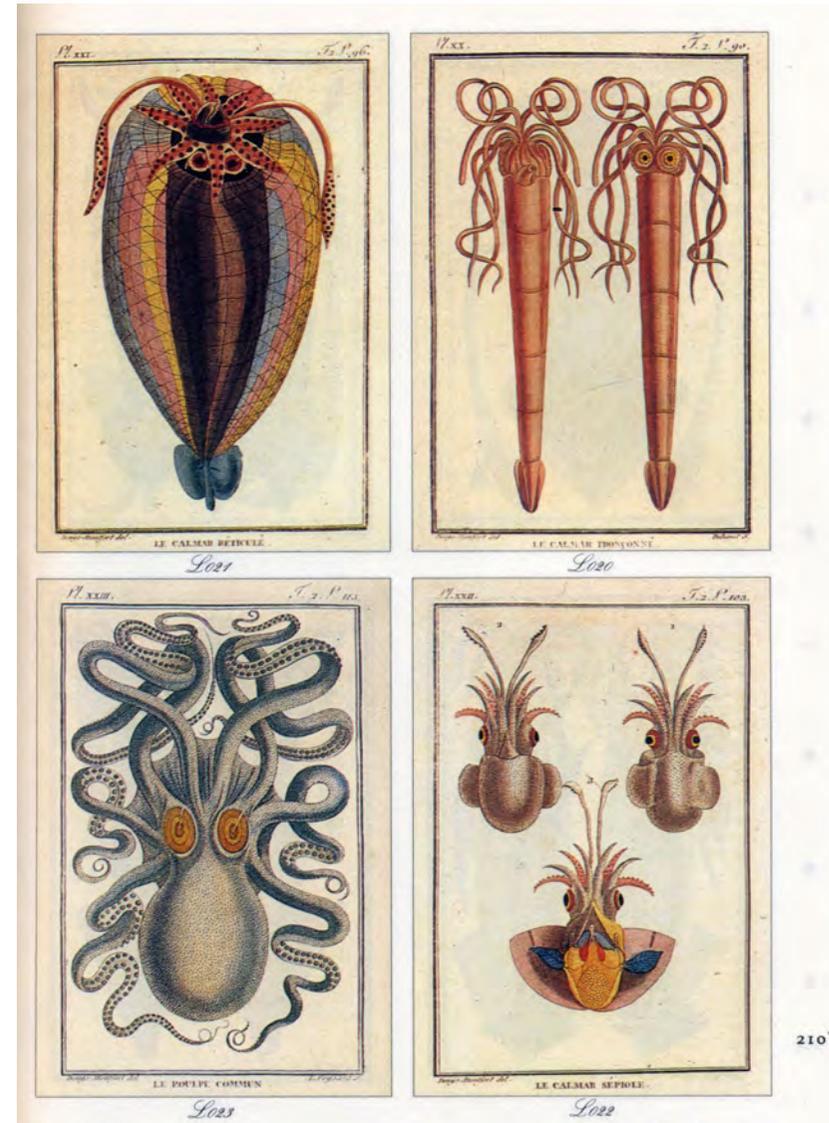


押しつける

秩序は実在

# 分類される物

# 万物は蒐集の対象である



ビュフオン 1991

# 万物は蒐集の対象である

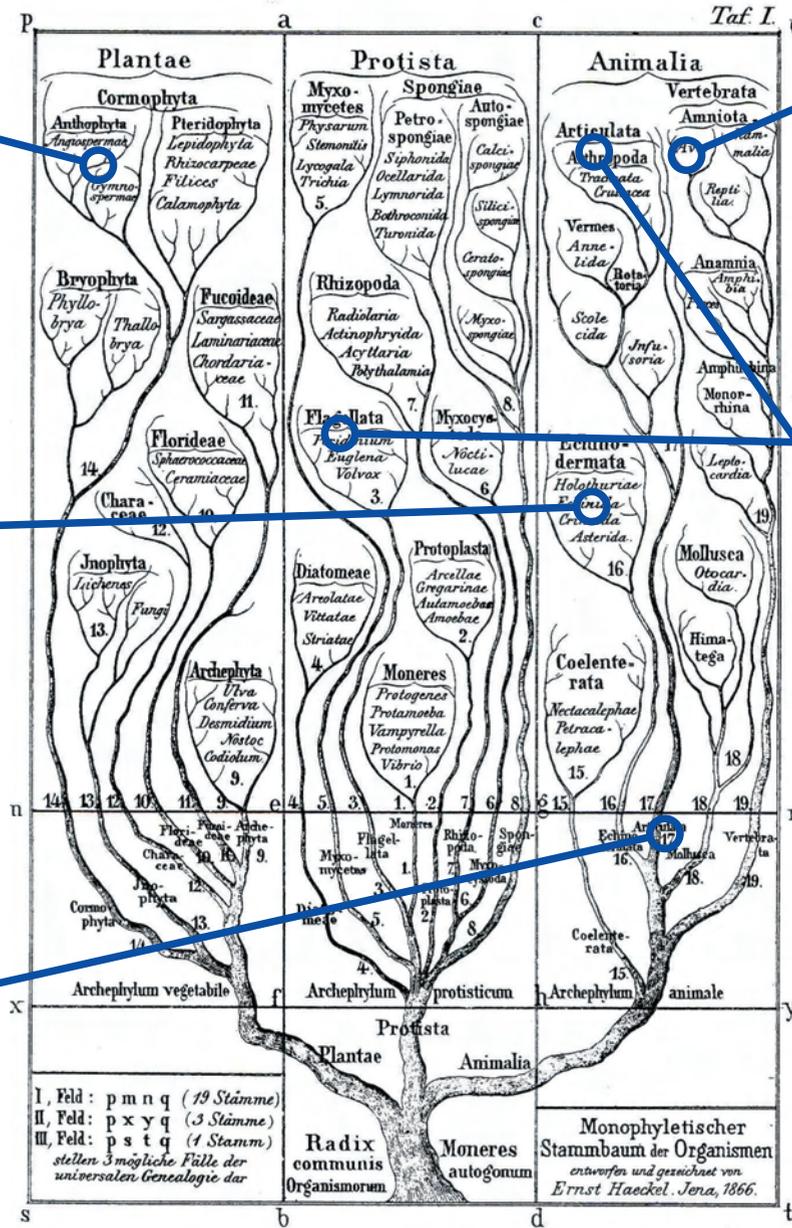


# 万物は蒐集の対象である

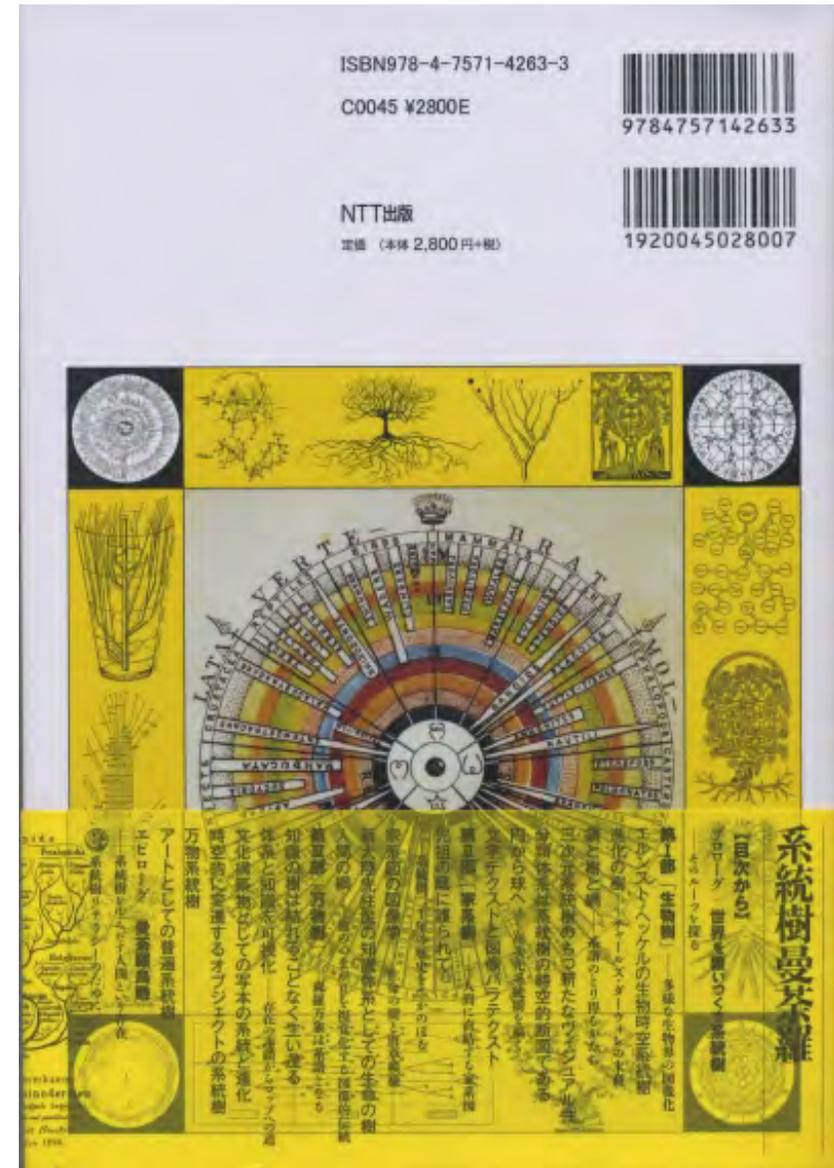


# 系統

# The Tree of Life



三中信宏・杉山久仁彦『系統樹曼荼羅：チェイン・ツリー・ネットワーク』  
2012年11月刊行，NTT出版，東京





# I-3. 鎖と樹と網

## 系譜のとり得るかたち

時空的な連続体（時空ワーム）である系統樹をある特定の時間平面で切断することにより、時間軸をもたない分類体系のマップとして視覚化することができる。言い換えれば、オブジェクトの変化の動態は、その時空断面を切り取ることによって静態化される。その断面の様相は、系譜の歴史を生成する「プロセス」を分類という「パターン」によって可視化するための有効な手段となる。

一般に系統樹とは、直感的にいうならば、一本の「幹」とそこから分岐するたくさんの「枝」によって形づくられている。したがって、系統樹を切断すればその切り口には大小の「円」がみえるはずである。分類パターンとはこれらの「円」の配置の様相だと解釈すればよい。

### 1. チェイン=存在の連鎖

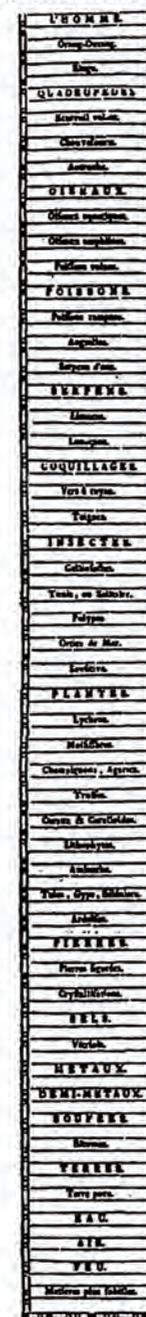
ギリシア時代に源をもつ存在物の「鎖 (chain)」すなわち「階梯 (scale)」の観念は、近世における進化的変遷の観念の萌芽となったと考えられている (Lovejoy 1936)。18 世紀スイスの博物学者シャルル・ボネ (Charles Bonnet, 1720-1793) は、この「存在の連鎖 (chain of being)」の観念を生物界に当てはめて図像化した。彼が描いた有名な「自然物の階梯」(1745) を見てみよう (図1)。

「自然物の階梯の観念 (idée d'une échelle des êtres naturels)」と銘打たれたこの図は、文字どおり「はしご (梯子)」になぞらえて、最も原初的な四大元素すなわち土・火・空気・水から始まり、一段ずつはしごを登っていくことで、植物から動物を経て、最終的に人 (l'homme) にいたるまでの連鎖を図式化していることがわかる (図2も参照)。

この図は図像としての「鎖」がもつ一般的なある性質を示している。それは直線状に並べられたオブジェクトの間には厳密な上下関

【図1】ボネ「自然物の階梯」  
直線的な存在の連鎖  
(Bonnet 1745: vol. 1)

IDÉE D'UNE ÉCHELLE  
DES ÊTRES NATURELS



IDÉE D'UNE ÉCHELLE  
DES ÊTRES NATURELS

L'Homme	人類
Ourang-Outang	オランウータン
Singe	猿
QUADRUPÈDES	四足類
Écureuil volant	ムササビ
Chauve-souris	コウモリ
Autruche	ダチョウ
OISEAUX	鳥類
Oiseaux aquatiques	水鳥
Oiseaux amphibies	水陸両用の鳥
Poissons volans	トビウオ
POISSONS	魚類
Poissons rampants	カレイ
Anguilles	ウナギ
Serpens d'eau	水蛇
SERPENS	蛇
Limaces	ナメクジ
Limaçons	カタツムリ
COQUILLAGES	貝類
Vers à tuyau	管棲蠕虫
Teigne	白癬
INSECTES	昆虫
Gall insects	虫こぶ昆虫
Tænia, ou Solitaire	サナダムシ
Polypes	ポリープ
Orties de mer	イラクサ
Sensitive	知覚がある
PLANTES	植物
Lichens	地衣類
Moisissures	カビ
Champignons, Agarics	キノコ、アガリクス
Truffes	トリュフ
Coraux et Coralloïdes	サンゴ
Lithophytes	岩性植物
Amianthe	石綿
Talcs, Gypse, Sélénites	滑石, 石膏, セレナイト
Ardoise	粘板岩
PIERRES	岩石
Pierres figurées	姿石
Crystallisations	結晶
SELS	塩
Vitriols	ミョウバン
MÉTAUX	金属
DEMI-MÉTAUX	半金属
SOUFRES	硫黄
Bitumes	瀝青
TERRES	土地
Terre pâte	土
EAU	水
AIR	空気
FEU	火
Matières plus subtiles	微細物質

# I-1. エルンスト・ヘッケルの 生物時空系統樹

系統樹や分類ということばはこれまで動植物の博物学(ナチュラル・ヒストリー)と関連づけて論議されることが多かった。しかし、関連資料を探索するにつれて、系統樹は単に生物だけをターゲットにしていたわけではないことが見えてきた。多様なオブジェクトを人間にとって理解しやすくするための図形言語あるいは表現手段として、系統樹は生物学や博物学を越えたもっと広い視野のもとにとらえ直す必要があるだろう。系統樹は「図像」という表現手段によって、オブジェクトの多様性のもつ情報を貯蔵・伝達するという大きな役割を背負ってきたのである。それと同時に、「絵」としての系統樹は独自の美的要素を色濃く帯びている。



エルンスト・ヘッケル  
Ernst Haeckel, 1834-1919  
(ドイツ)

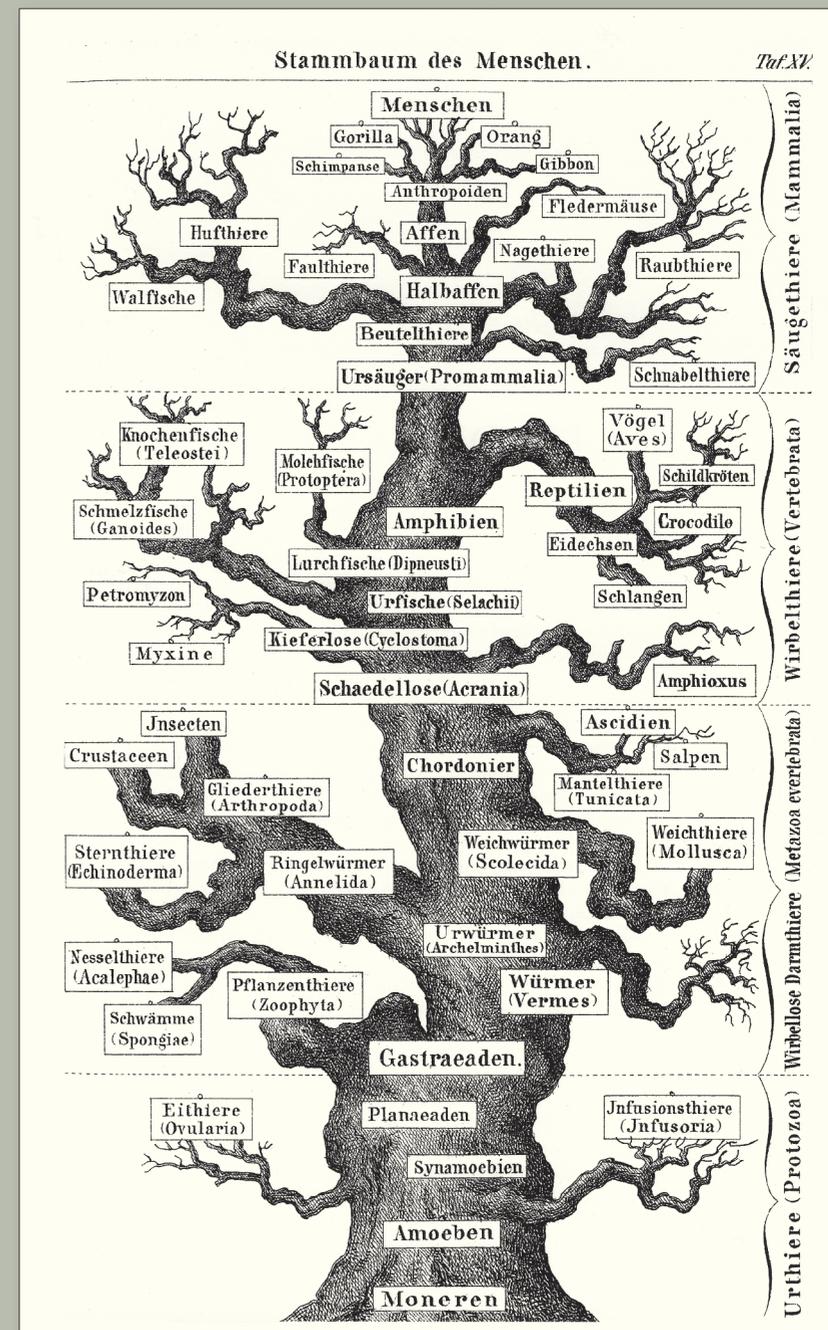
## 1. ヘッケルと生命の樹

まずはじめに登場するのは、19世紀のドイツを代表する進化学者だったエルンスト・ヘッケル (Ernst Haeckel, 1834-1919)。彼は、ドイツ中部の名門イエナ大学を足場として研究活動に励んだ。生物界全体に及ぶ系統発生に関心を抱いた彼の名は、現在では、「生物発生原則」すなわち「個体発生は系統発生を繰り返す」という学説の提唱者として広く知られている。しかし、ヘッケルの本領は、情報伝達ツールとしての系統樹の美的観点を一般に知らしめた点にあった。若い頃から画才に恵まれたヘッケルが描き続けた系統樹は生物学のみにとどまらず、グラフィック・デザインの分野にもその強い影響を及ぼした。

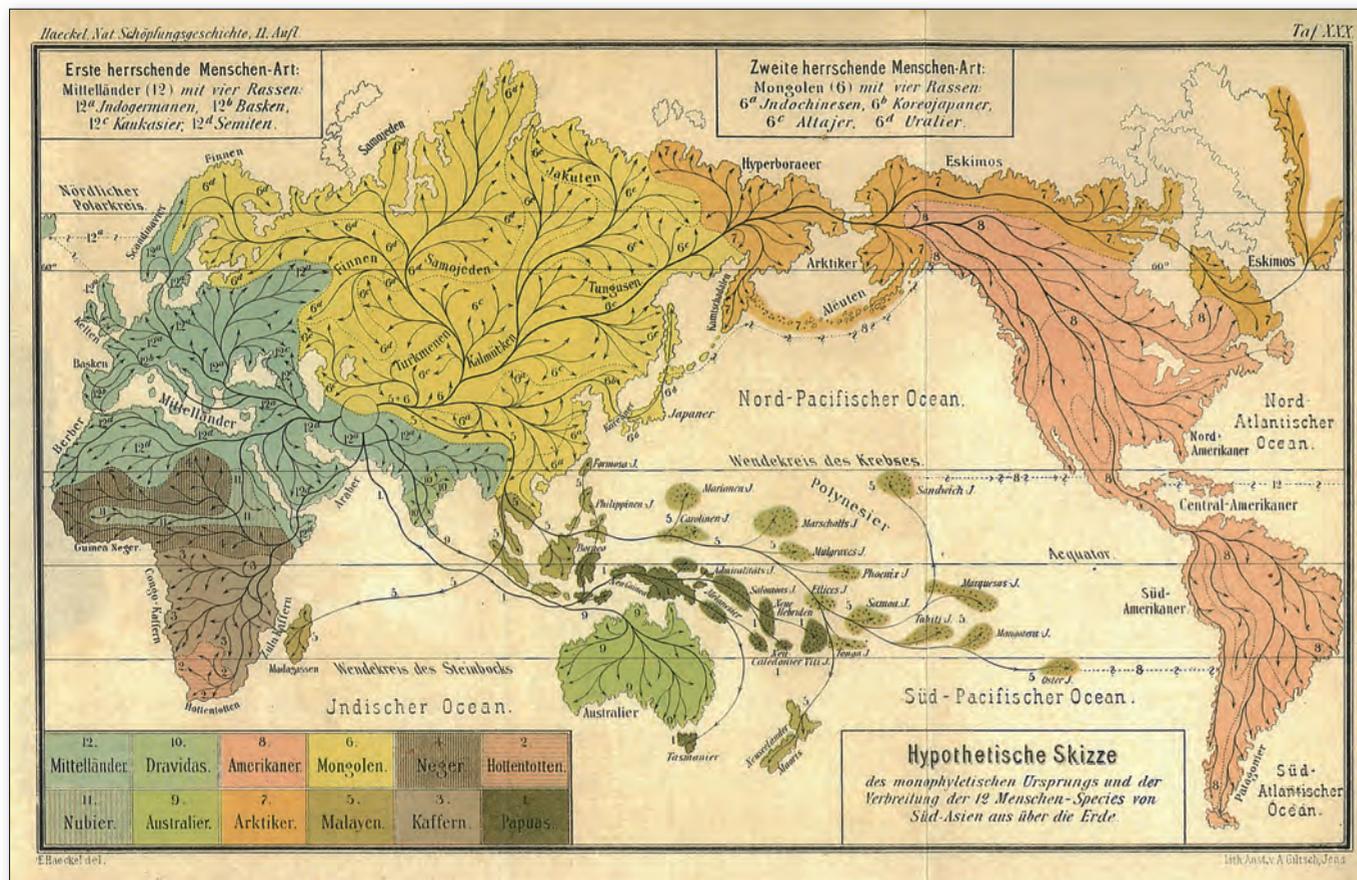
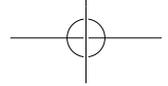
図1は、ヘッケルの著書『人類進化論』(1874年初版)に載っている人類進化の系統樹である。原始的な仮想単細胞生物 (Moneren) を根として上方に力強く伸びる樹木の頂点にはヒト (Menschen) が他のすべての被創造物を見下ろしている。ヘッケルの描く系統樹の



『生物の驚異的な形』  
(Ernst Haeckel 1899-1904:  
Tafel 95)



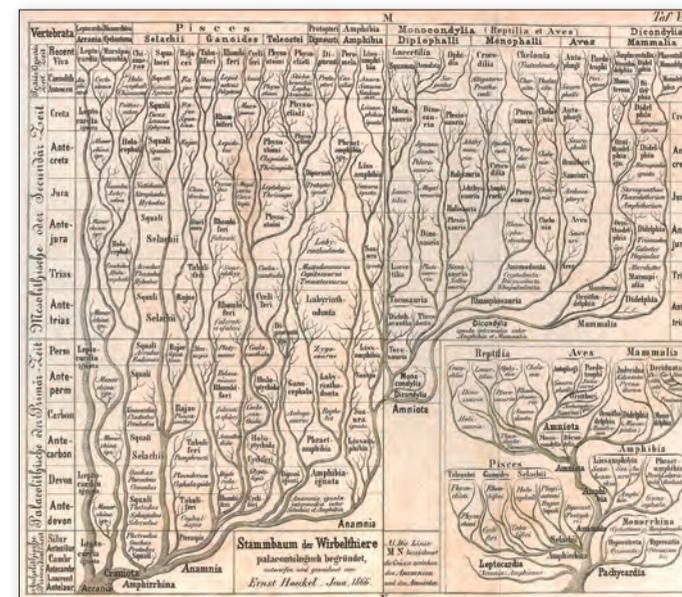
【図1】ヘッケルによる人類の系統発生 (1874)



【図2】ヘッケルの人類の系統発生的分類 (1868)

大きな特徴は、リアルな「樹」をイメージさせる点にある。(図3と図4を参照) 古来からの図像学的伝統のひとつである“生命の樹”に、ヘッケルはそのたぐいまれな画家的才能によって新たに息を吹き込んだ。

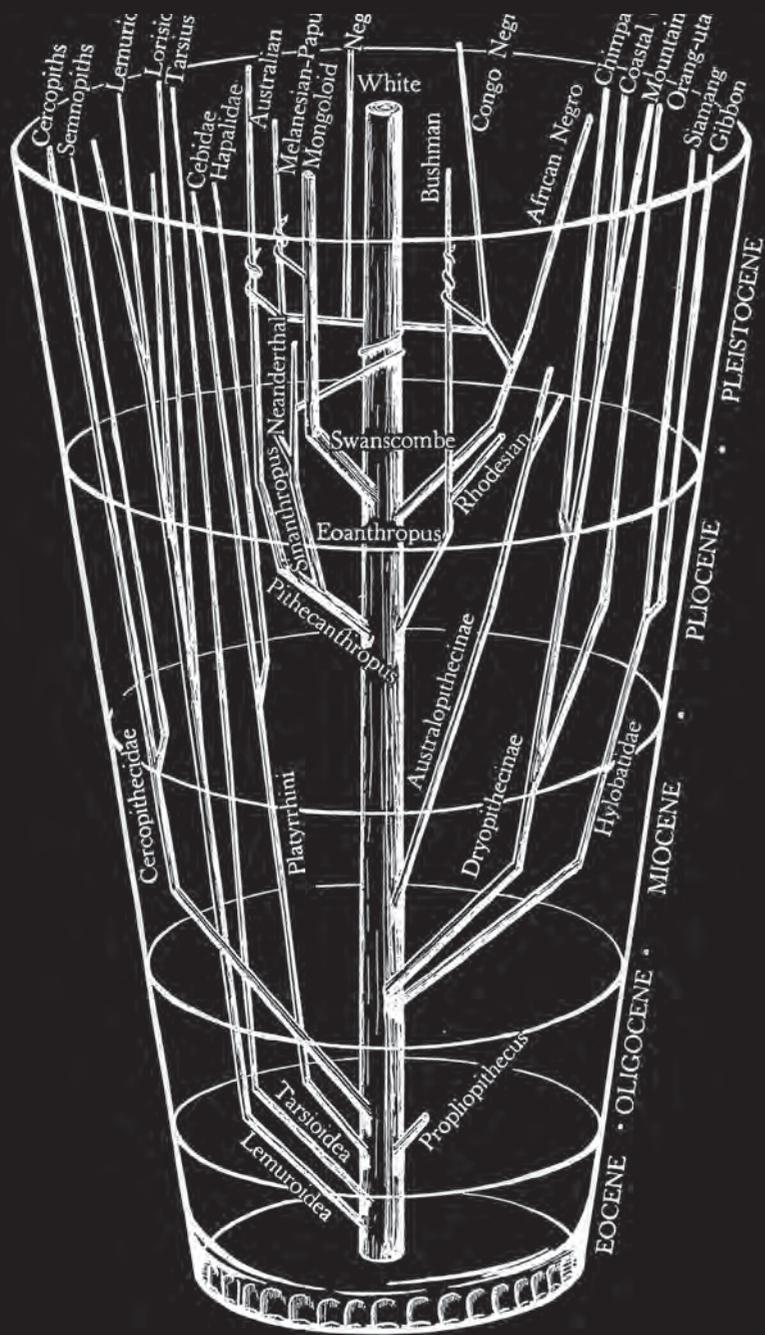
図2は、同じくヘッケルの『自然創造史』(1868年初版)の巻末に折り込み図版として添付されている「人類分布拡大図」である。ヘッケルは中近東(アフガニスタン付近)が人類全体のルーツであると仮定して、そこに根をもつ人類(彼は12の「人種」があるとみなした)の系統樹を世界地図の上にマップした。時間的な生物の進化に空間



【図3】ヘッケルによる脊椎動物の系統樹 (1866)

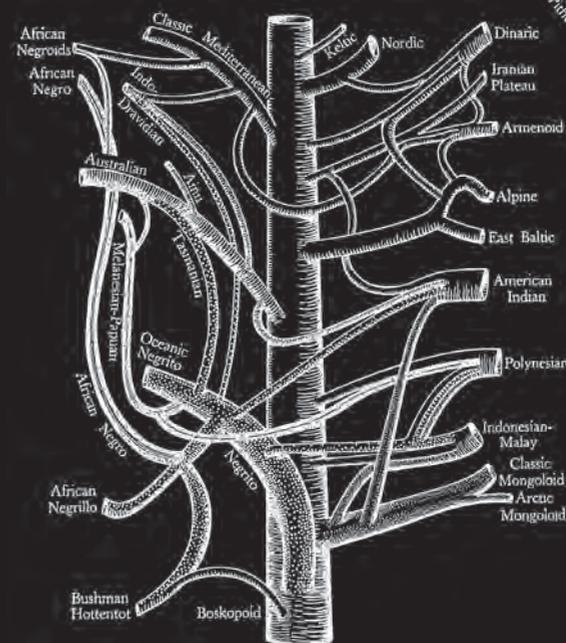
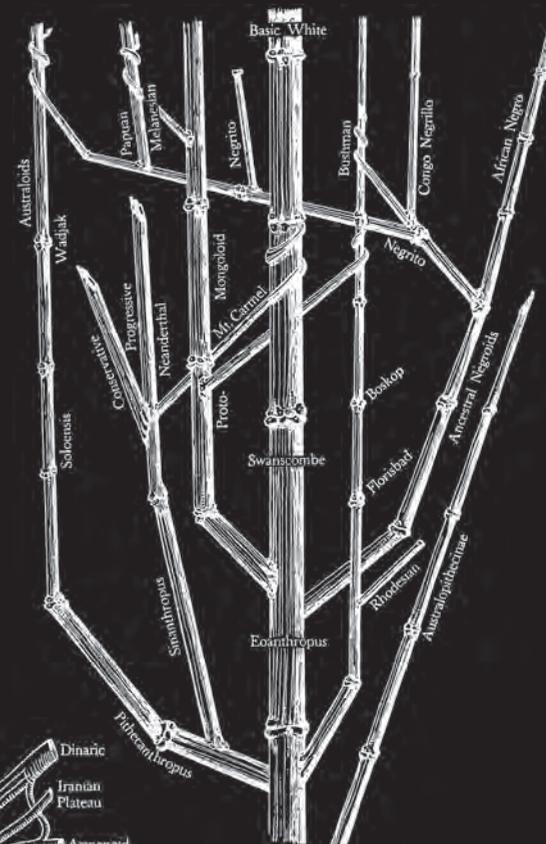
的な次元を付与したこの系統樹は、ヒトという生命体がこの地球全体を埋め尽くす時空的な存在であることを読者に強く印象づけている。

以下の各章では、いわばサイエンスとアートをまたぐ領域で開花した「系統樹」という図像のもつ今日の意味をいまいちど見直していきたい。

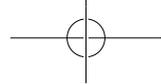


【図4】フートンによる霊長類からヒト人種にいたる系統樹 (Hooton 1946: fig. 60)

【図5】フートンによる人種系統樹の二次元射影図 (Hooton 1946: fig. 61)



【図6】フートンによる「人種」間の混血を表示する三次元系統ネットワーク (Hooton 1946: p. 652, fig. 68)。フートンは、動植物の育種研究を引き合いに出しながら、異なる「人種」の間で混血が生じることにより、より優れた形質が発言できるだろうと主張した。

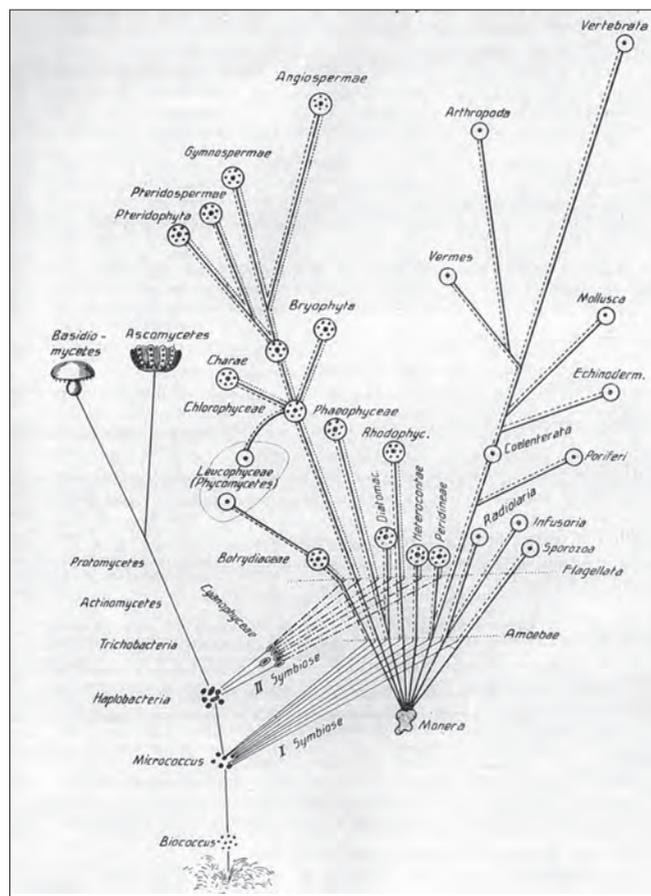


列化されるのに対して、「樹」では点の間には直線上ではない分岐関係が存在し得る。重要な点は、「鎖」と「樹」のどちらも人間にとって記憶しやすい構造特性をもっているということである。

「樹 (arbor)」という図式表現に関しては過去に多くの図像学的研究が蓄積されてきた。とりわけ、「樹」に基づく知識体系化の有力なルーツのひとつは13世紀のライムドゥス・ルルスに端を発する「学問の樹 (arbor scientiae)」である (Domínguez Reboiras et al. 2002)。中世ヨーロッパでは「記憶術 (ars memorativa)」と称する技法が何世紀にもわたって継承されてきた。もともと記憶を助けるための実践的な技術だったものが、ルルス以降、ヘルメス主義やカバラ思想さらにはオカルト哲学の系譜と合流することで、15世紀以降はある種の「魔術」的な色彩を帯びた異端的技芸 (秘術) とみなされるようになった。

このように全学問と全知識を一本の「樹」として体系化することにより、グラフの上でのつながりを一目で把握できる。その結果、オブジェクト間の連続性・一体性・統一性のイメージが喚起される。同時に、「樹」には必ずある「根」を起点とすれば末端にいたるまですべてのオブジェクトに関する、おなじみの階層分類がもたらされる。階層性が人間にとって有利な点は、多様なオブジェクトの記憶を助けるからにはほかならない。

存在の連鎖に始まり、ルルスの「知識の樹」を経て、現在にいたる体系学の系譜は、より複雑なネットワークへの志向しつつある現代にあっても、オブジェクト情報学の史的基盤としていまなおその影響力を失ってはいない。学問が組織的に細分化され、相互のつながりが薄れてきているという現代科学がもたらした傾向は、地下水脈としての知的系譜の存在を見えにくくしていることは確かである。オブジェクトのちがいを超越して分類方法論を相互に比較検討することにより、よりよい分類体系の構築を目指すという暗黙のコンセンサスは根本的にまちがっているのではないだろうか。互いに見つめ合っているだけでは生産的ではなく、むしろ共通に持つ「分類」のルーツ、すなわち民俗分類の本性とそれを支える認知心理的基盤の探究こそ、人間にとって「自然な」(少なくとも「不自然ではない」) 分類体系を目指すうえで不可欠ではないだろうか。



【図2】ロシアの植物学者コンスタンチン・メレシュコフスキー (Constantin Mereschkowsky 1855-1921) は、細胞内共生に基づく生物界の系統ネットワークを1910年に公表した。現代では生物の大系統の根元では錯綜した網目状の系統発生が繰り返されたという認識が広まっているが、その考えの萌芽は一世紀以上も前にさかのぼれる。

分類するは人の常である。あらゆる分類が表向き形式的な私たちをとっているわけではない。日常生活の大部分は、ほとんど意識もせず、分類することに費やされている。われわれのその場かぎりの分類をつくりあげては使い回しているのだ。(Geoffrey C. Bowker and Susan Leigh Star 『ものを分ける——分類とその意義について』1999, pp. 1-2)

本書は「系統樹」という図像世界に対していくつもの視点からアプローチした。ひとつには、系統樹のもつ長い歴史を過去から現代にいたるまでたどりつつ、同時に、洋の東西を問わない地理的な広がりをも明らかにすることを目指した。一方、情報学的にみるならば、系統樹とはオブジェクトのもつ多様性を整理するための図像ツールとしてわれわれ人間のツールボックスに常備されてきた。体系的な知識を有することは生物としてのヒトにとっても、社会的かつ文化的な存在としての人間にとっても必要だったにちがいない。系統樹はオブジェクトの呈する多様性を効率的に要約できる道具だった。

冒頭でも述べたように、来るべきオブジェクト情報学がよって立つ基盤を歴史的に振り返るとき、普遍的な体系学がたどってきた長い道りが伝える知的遺産の伝承を意識しないわけにはいかない。それらを前近代的な制約であると棄却するのはたやすいが、少なくともその一部は人間を取り巻く外界におけるオブジェクトの多様性を認知する共通の心理的性向の発現であることは疑いない。生命の樹すなわち系統樹というダイアグラムは時代と地域を超えてわれわれヒトに有力な導きを与えてきた。

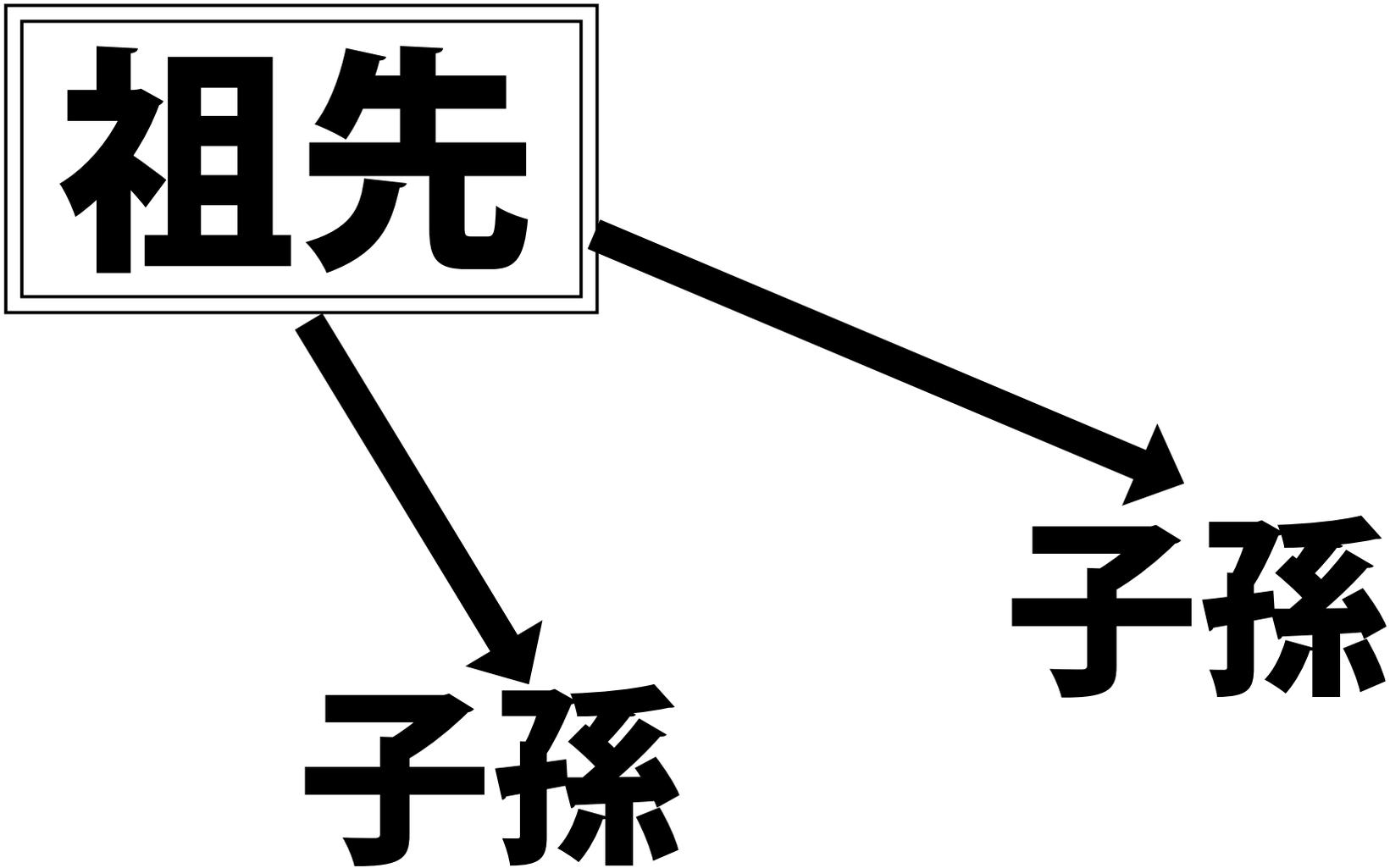
系統樹曼荼羅は昔も今も、そしてこれからも、われわれの一部として生き続けている。

Alles mit Stammbaum und nichts ohn' ihn.

**祖先**

**子孫**

**子孫**



# 「生命の樹」：成長のメタファーとして

- 存在の連鎖 [ギリシャ思想]
- エッセイの樹 [旧約聖書]
- 知識の樹 [スコラ哲学]
- 家系図 [社会史]
- 文化 / 芸術 / 建築 / 技術の系図 [文化史]
- 写本の系譜図 [比較文献学]
- 言語の系統樹 [歴史言語学]
- 生物進化の系統樹 [進化生物学]

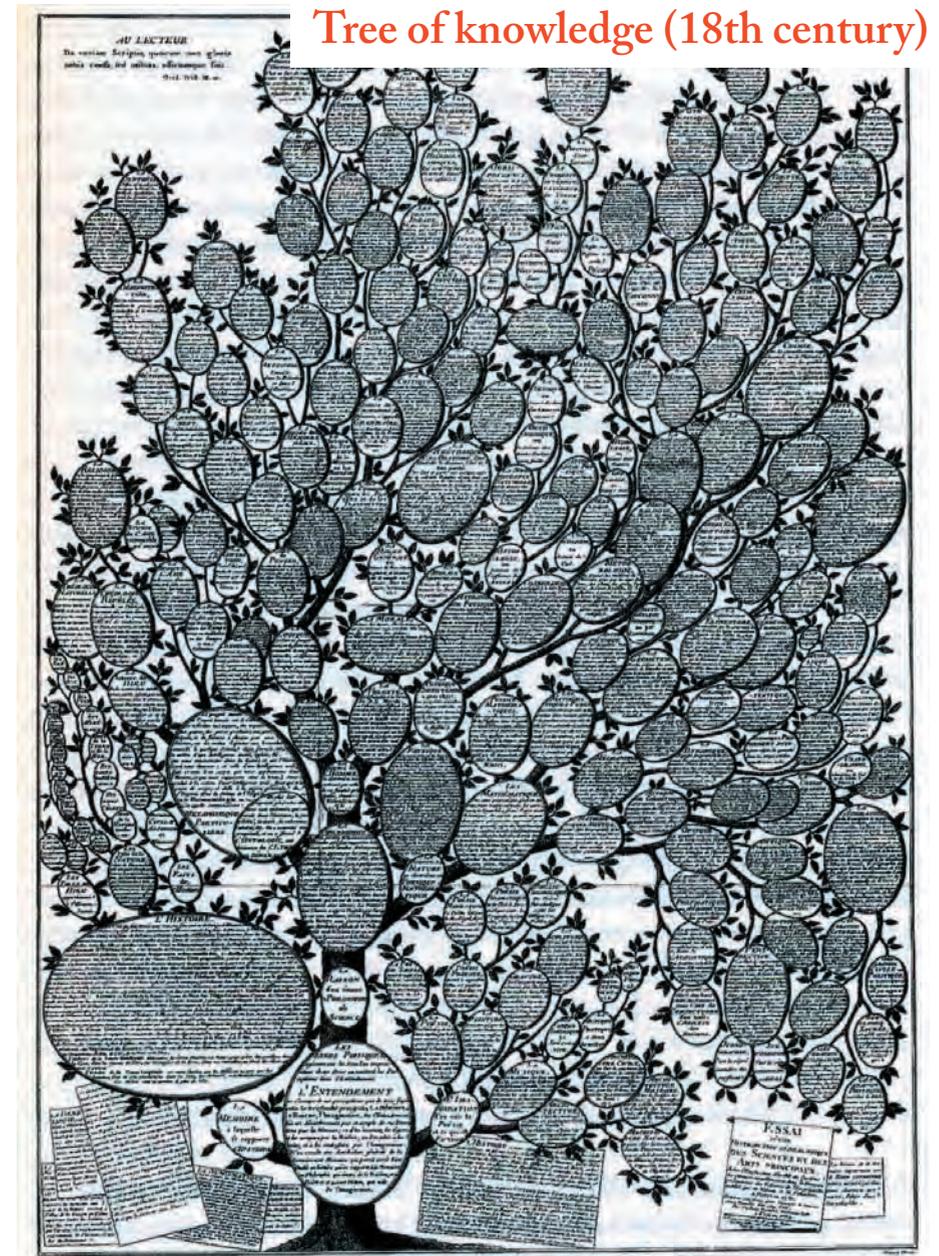
# 「生命の樹」：成長のメタファーとして

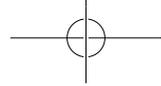
「生命の樹 (the tree of life)」は、成長と繁栄のメタファーとして、それと同時に、オブジェクト関係性を可視化する図像ツールとして、諸学問分野をまたいで古くから使われ続けてきた。

# 知恵の樹



arbor scientiæ (13th century)

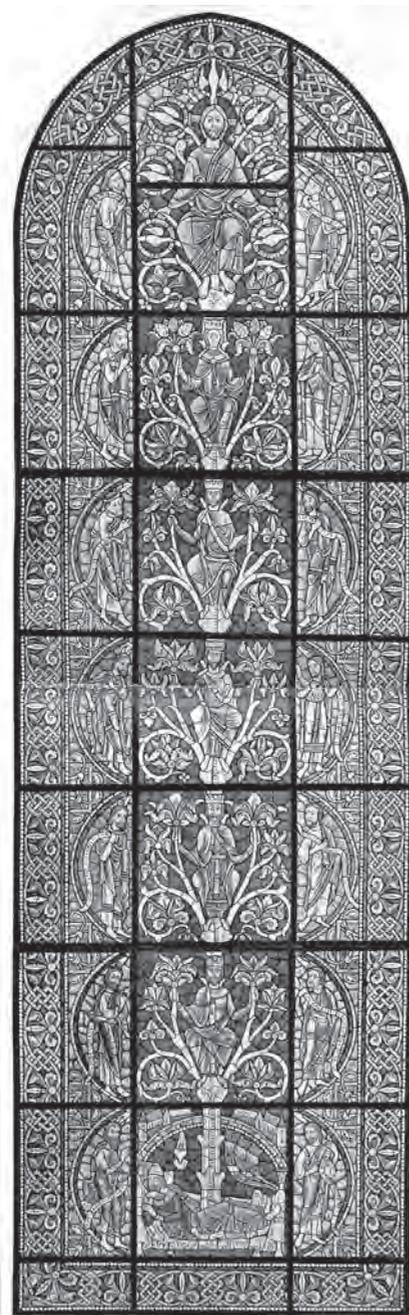




この引用文に書かれている「エッサイの根株 (uirga de radice Iesse)」とはイエス・キリストにいたる直系の系譜が発するルーツを表わしている。つまり、キリストの正当性(正統性)を保証しているのは親子関係という家系であるという考えが表われている。

この「エッサイの樹」はキリスト教がらみの美術や建築に頻繁に登場するようになった。最古のエッサイの樹は、スペインの聖地サンティアゴ・デ・コンポステーラで12世紀に建設された大聖堂にある「栄光の門 (Pórtico de la Gloria)」に刻まれている。図3に示すのは、それとほぼ同時期につくられた、フランスのシャルトルにあるノートルダム大聖堂の西翼のステンドグラスに描かれた「エッサイの樹」である。

静かに横たわるエッサイ(ダヴィデの父)の身体に発する「エッサイの樹」は、あまたの中間的祖先を経由して直系の幹を上へ伸ばし続け、樹の末端である頂点にイエス・キリストを頂く。系譜に基づく血統のつながりを強調するこの図は、見る者をして宗教的畏敬の念を抱かせただろう。



【図3】シャルトルにあるノートルダム大聖堂の「エッサイの樹」(Watson 1934: Plate XXVI)



左の図3「エッサイの樹」部分 (Klapisch-Zuber 2003: 82-83)

### 3. 古代から中世にかけての家系図

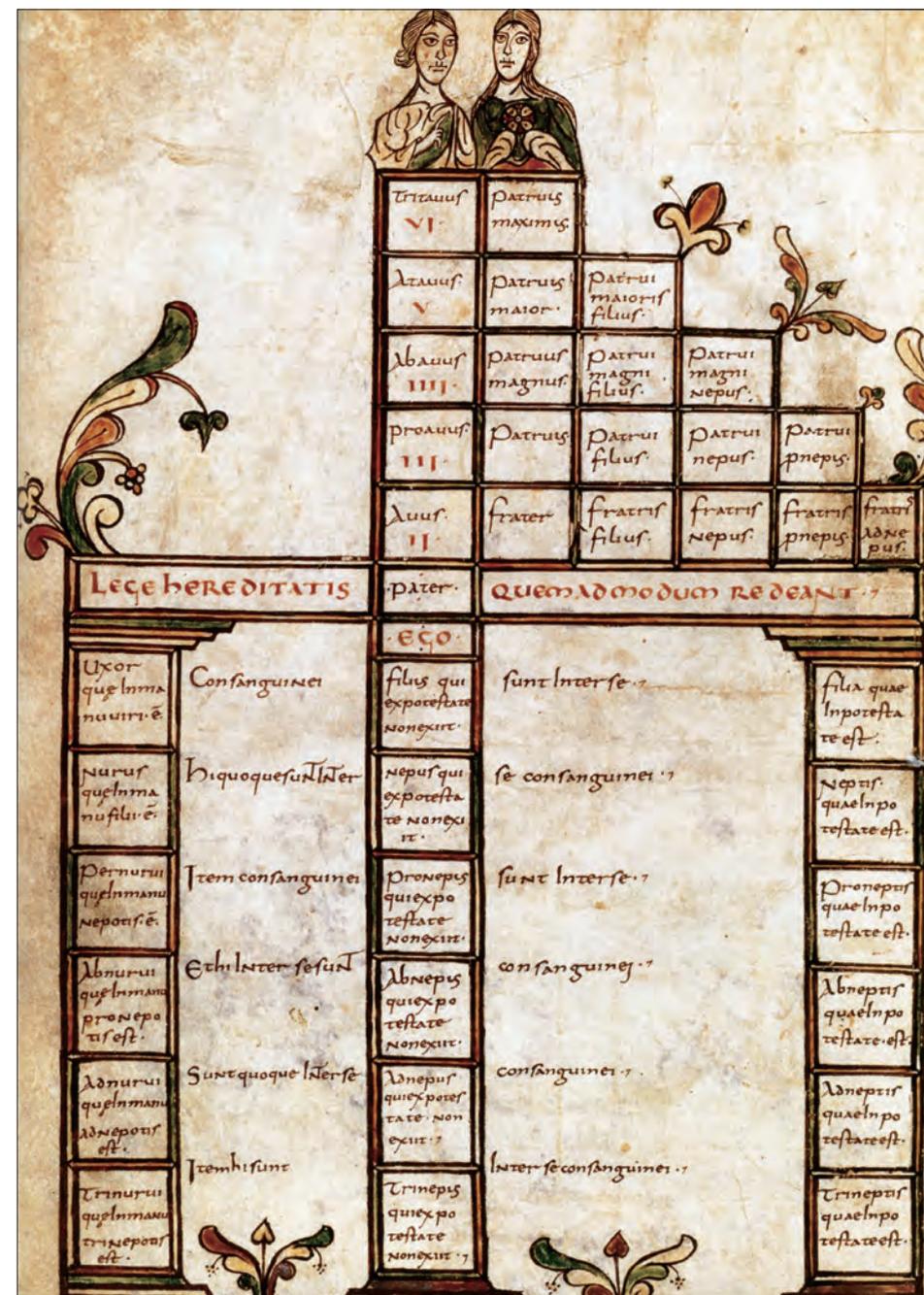
しかし、西欧社会の中での家系を表現する図像言語としての「樹」の使用は12世紀よりももっと古くまでさかのぼることができる。家族社会史の研究者であるクリスティアーン・クラピシュ＝ズベールによると、ヨーロッパにおける最古の家系図は9世紀にまでさかのぼれるという(Klapisch-Zuber 2000)。その最古の家系図を図5に示す。

9世紀末の写本にあるこの「キュジャスの系図表」はいくつかの点でたいへん興味深い。まずはじめに、ここに描かれているのは、時代的に「樹」のアイコンよりも前に用いられていた「系図表(stemmata)」のアイコンである。古代から中世にかけての聖職者や法律家は、法的な近親関係を確認する手段としてこの系図表(別名「法樹(arbor iuris)」あるいは「親等樹(arbor consanguinitatis)」)とも呼ばれた(Schadt 1982)を広く用いていた。その目的は、いにしへのローマ法を遵守するキリスト教会がもっぱら近親婚を防ぐ目的だったという(Klapisch-Zuber 2000: 39-40)。

クラピシュ＝ズベールは、古代に発祥をもつ祖型としての系図表が、中世になるとともに、しだいに現代に連なる家系樹(arbre généalogique)に置換されていったとみなしている。そこで、実例としてこの「キュジャスの系図表」の構成を詳しく見ていくことにより、家系図のもともとの姿を推測することにしよう。

この系図表は何本かの「柱」によって構成されている。それらを橋渡しする「梁」にあたる横棒には「Lege hereditatis(継承の定め)」とラテン語で記されている。当時の家系図が法的な家督継承権と密接に関係していたことがわかる。それが理由なのだろうか、この系図表は父系主義に則って家系をたどっている。

すべての出発点はこの系図表をつくった「私(ego)」のすぐ上に位置する「父(pater)」である。「私」と「父」を結んで真上に伸びる縦の柱には、下から順に「avus(祖父)」「proavus(曾祖父)」「abavus(曾曾祖父)」と記されている。また、「私」の下に続く縦の柱には次世代以降の「filius(子)」や「nepus(孫)」がずらりと並ぶことになる。つまり、父系として見たときの祖先から子孫までの直系の系譜が描かれている。



【図5】古代ローマ法学者キュジャスの系図表 (Klapisch-Zuber 2003: 32-33)

## II-2. 家系図の図像学

### 生命の樹と唐草模様

人間社会に古今東西の「家系図」は、汎世界的に分布する「生命の樹 (the tree of life)」の図像と連動している。前章ではヨーロッパ中世に光を当てて、家系図のもつ図像学的な背景をたどったが、以下、本章ではまずはじめにもっと広い視座から全体を見渡してみよう。

#### 1. 家系図にからみつく生命の樹と唐草模様

アイコンとしての「生命の樹」はきわめて多産にして豊穡だ。われわれ人間は無意識のうちに、「生命の樹」として図式表現することにより、いろいろな観念を視覚化してきたにちがいない。そのひとつの例として、『デカメロン』の作者として有名な14世紀のジョバンニ・ボッカチオ (Giovanni Boccaccio 1313-1375) による『異教の神々の系譜 (Genealogia Deorum Gentilium)』という特異な著作を取り上げよう (Wilkins 1923)。1350年頃から書き始められ、死ぬまで延々と書き続けられたという本書でボッカチオが描いたのは、ギリシア・ローマ神話に登場する神々の系図だった。

『異教の神々の系譜』は、ボッカチオの死後1世紀を経た1472年に、イタリアのヴェニスでようやく出版され、その後は写本として伝承された。図像的に興味を惹くのは彼が採用した家系図の描画スタイルである。彩色図版として伝わっている一葉をごらんいただきたい (図1)。

神話の神々の始祖であるデーモゴルゴン (デミウルゴス) の子孫であるケーラム (Caelum) をルーツとする子孫神たちの系図を描いたこの図版では、ルーツから伸びる葉の一枚ごとに神々の名前が記され、蔦の葉が垂れ下がるように上から下へと親子関係が描かれている。一方、ラテン語の本文には金泥を用いたカリグラフィーによる



【図1】ボッカチオ『異教の神々の系譜』(Wilkins 1923: Plate IV)



# 歴史を記述すること

- 1) 聖書文献学 (biblical criticism)
- 2) 古典文献学 (classical philology)
- 3) 比較言語学 (comparative linguistics)
- 4) 進化生物学 (evolutionary biology)

## 歴史記述的科学 *historiographic sciences*

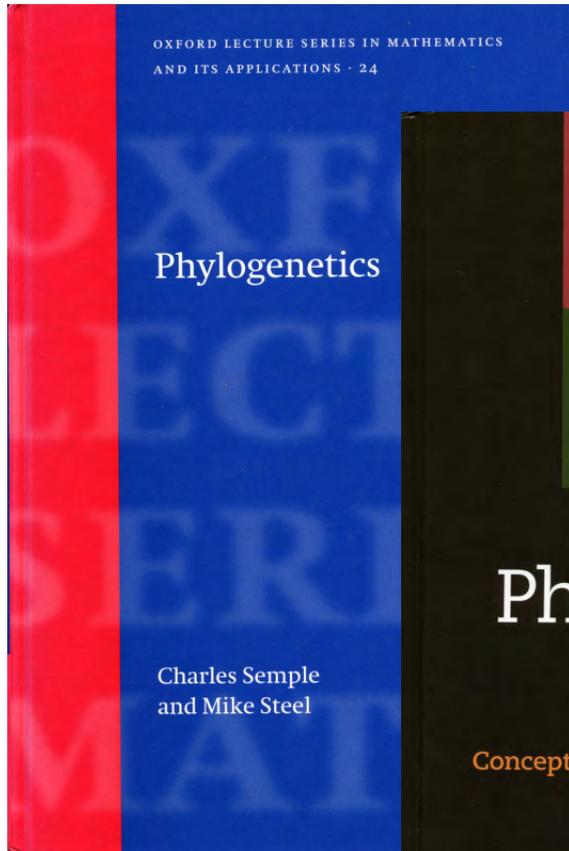
# 「歴史記述的科学」とは――

- similar effects that preserved information about their common cause or causes
- the probable reconstruction of intervening stages between the common cause or causes and the similar effects

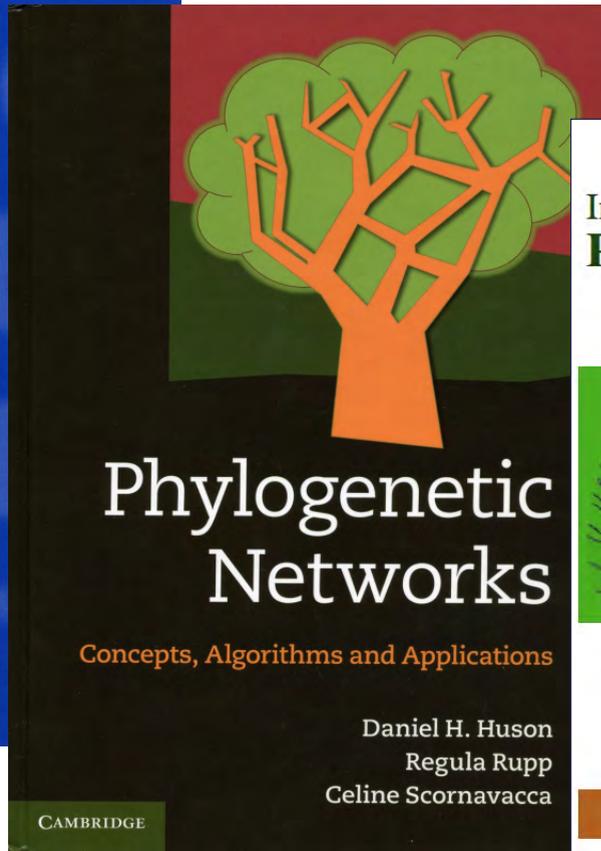
# 共通要因 と 過去復元

チェイン・ツリー・ネットワーク

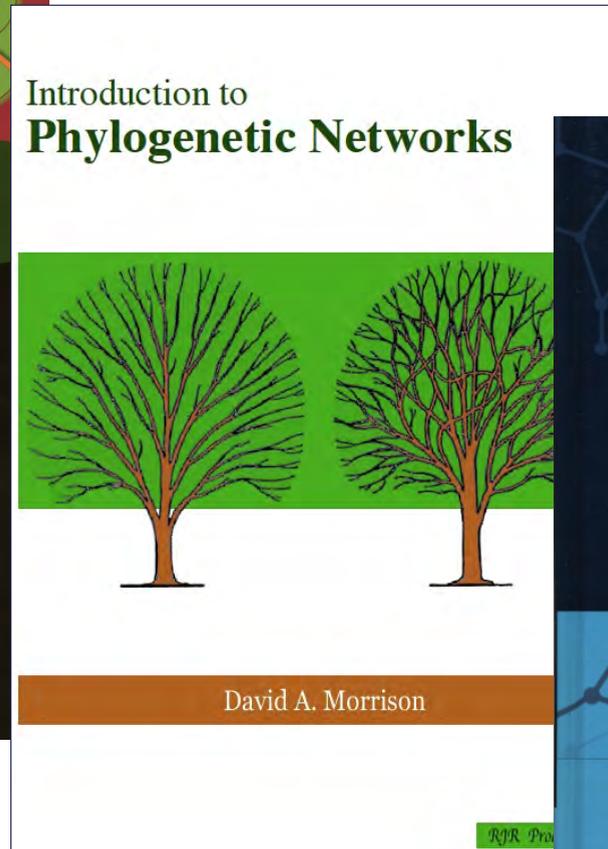
# 数理系統学：系統ダイアグラムの体系



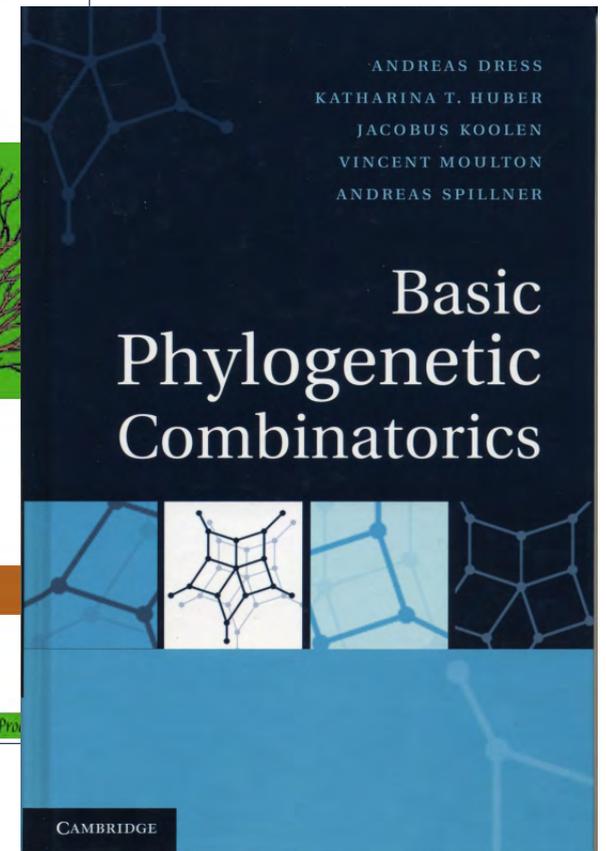
Semple & Steel 2003



Huson *et al.* 2010

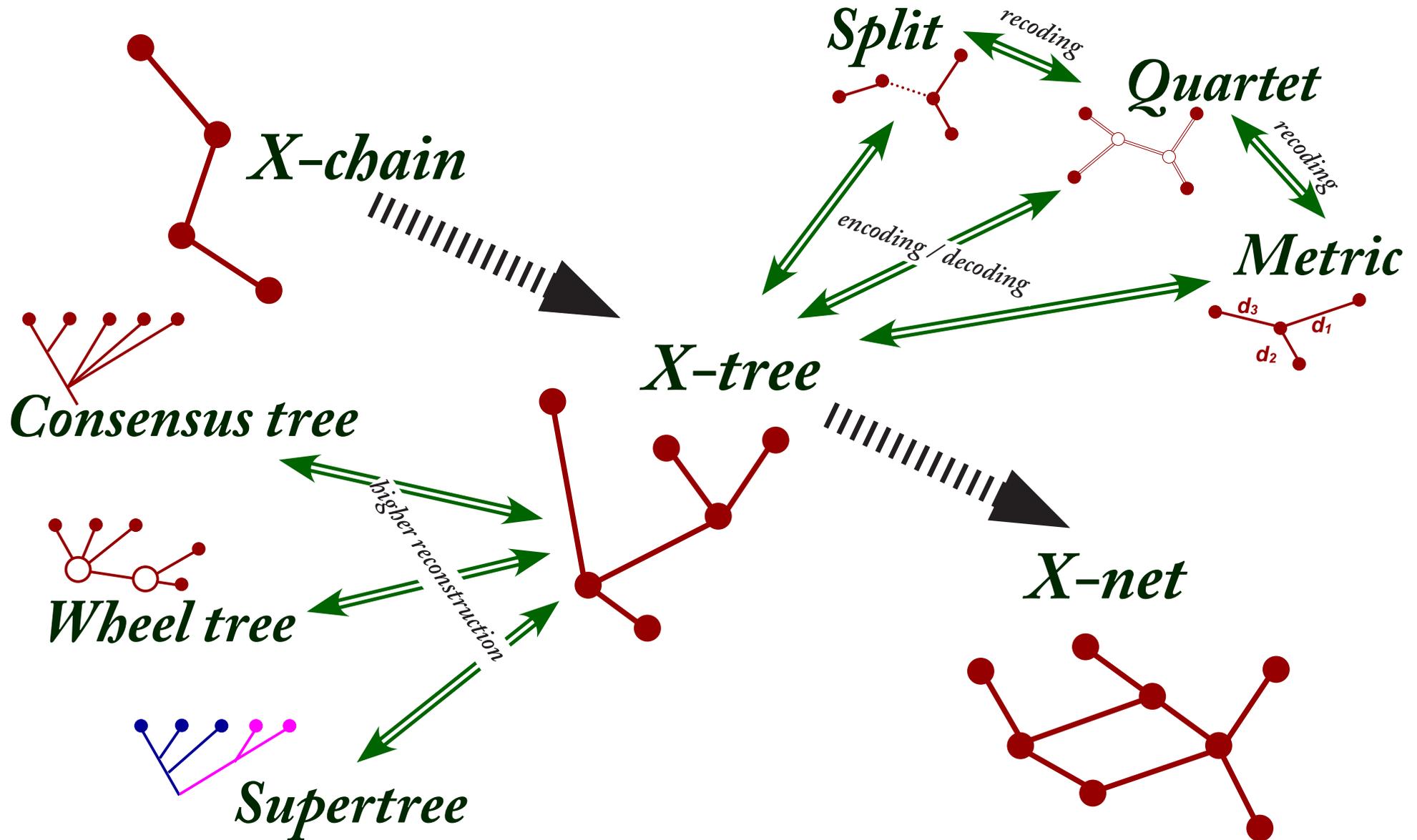


Morrison 2011



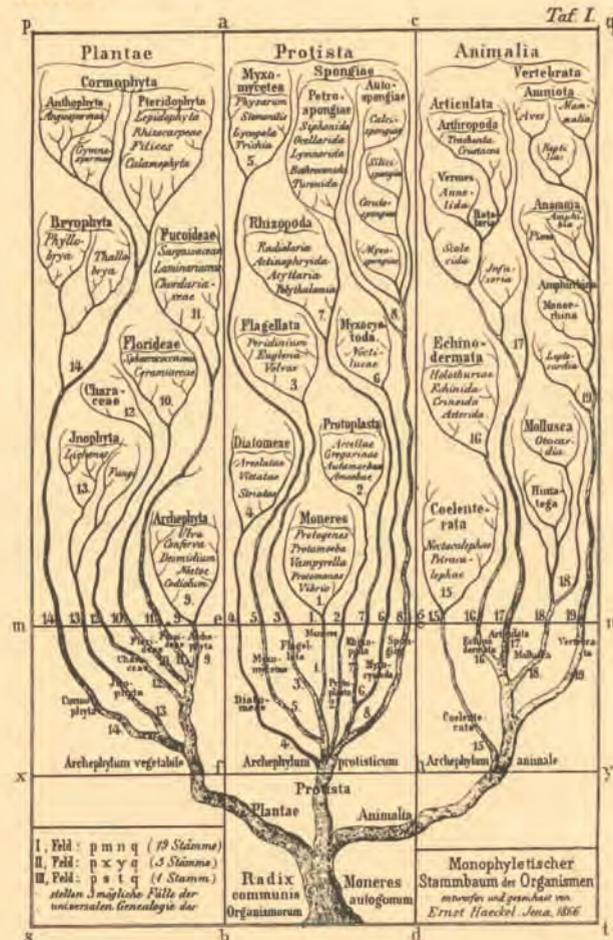
Dress *et al.* 2012

# 数理系統学：系統ダイアグラムの体系



# 生物系統学

三中信宏 [著]



東京大学出版会

1	Homo sapiens	T	A	C	A	G	G	A	C
2	Pan	C	A	C	A	G	G	A	T
3	Gorilla			C	A	G	G	A	T
4	Pongo					G	G	A	C
5	Hylobates	C				G	G	G	C
6	Macaca fuscata	A	A	C	A	G	G	A	C
7	Lemur catta	A		T	A	G	G	C	T

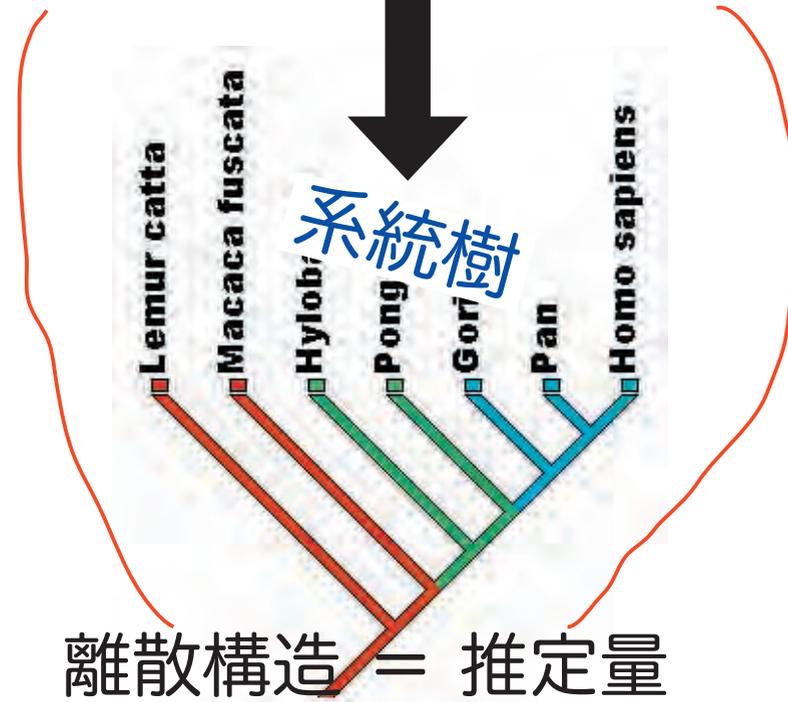
データ

数学的問題

スタイナー問題  
グラフ理論, etc.

統計学の問題

誤差, 信頼性,  
モデル選択 etc.



# 最節約基準

# 尤度基準

# ベイズ基準



完訳  
カンタベリー物語  
(中)

チョーサー作  
榊井迪夫訳



赤 203-2  
岩波文庫

完訳  
カンタベリー物語  
(中)  
チョーサー作  
榊井迪夫訳

赤 203-2  
岩波文庫

**E**xpiment poug non auctorite  
Weye in pis world is right ynough for me

To speke of wo pat is in mayage  
ffor lordynges syn 7 rebellic zeer was of age  
Thanked be god pat is eteyne alme  
houfbondes atte chynche doze 7 hanc had fyue  
If 7 so often unghit haue wedded be  
But att weye woerpy men in heye degre  
But me was told certen noughit longe agones  
To weddyng in ye rane of Galile  
That by pilke ensamplo taughtt ho mo  
That I ne schulde wedded be but ones  
heye eek lo which a schape worde for ye nones  
Besyde a welke Ihu god and man  
Spak in yepreef of ye Samarytan

Thow hast y hadde .v. housebondes quod he  
And yat ille man pat nowt hay pe  
Is not ym housebonde pus sayde he certayne  
What he mente per by I can noughit sayne  
Welle but yat I axe why ye fyfte man  
Was non housebonde to ye Samarytan  
hold many mightt scho han in mayage  
zut hadde I uene telle in al myn age  
Upon pis nombre diffinaou

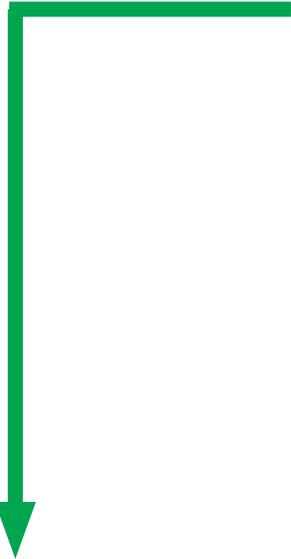
men may deuyne and glosen op and down  
But wel I woot expresse wyrouten hys  
God had us for to weye and multiplye  
That genyl text can I wel ondestoude  
Eke wel I woot ho seyde myn housebonde  
Schulde lere fader e moodey and take to mo  
But of noon nombys menstou made ho  
of bigamy e of otrogamy  
Why schulde men yame haue it in vilanye  
loke heye ye wise man king Salomon

**R**elinquet ho pater e  
mater e adheret e e

I thow he hadde wyues moo pan on  
now wolde god it leeful weye to me

**G**enep 17. amoh. an

# 『カンタベリー物語』の系譜

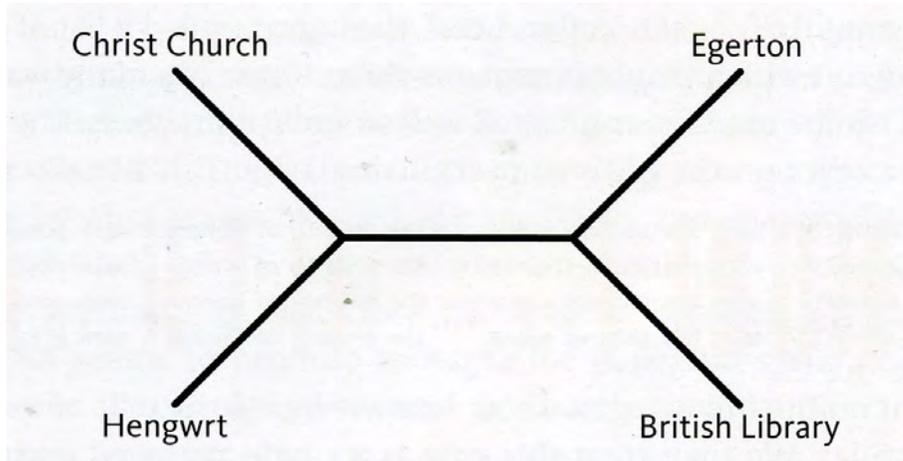


BRITISH LIBRARY:	Whan that Aprylle / wyth hys showres soote The drowhte of Marche / hath pcede to the rote
CHRIST CHURCH:	Whan that Auerell w <sup>t</sup> his shoures soote The droght of Marche hath pced to the roote
EGERTON:	Whan that Aprille with his showres soote The drowte of marche hath pced to the roote
HENGWRT:	Whan that Aueryll w <sup>t</sup> his shoures soote The droghte of March / hath pced to the roote

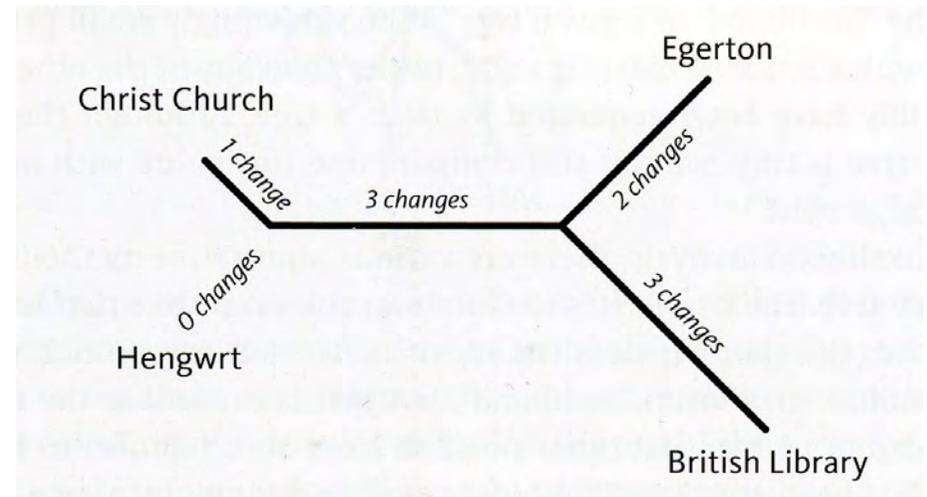
Bl:	Whan that Aprylle / wyth hys showres soote	the drowhte of Marche / hath pcede to the rote
Ch:	Whan that Auerell w <sup>t</sup> his shoures soote	the droght of Marche hath pced to the roote
Eg:	Whan that Aprille with his showres soote	the drowte of marche hath pced to the roote
Hg:	Whan that Aueryll w <sup>t</sup> his shoures soote	the droghte of March / hath pced to the roote

本文テキストに関する分岐分析（最節約法）を実行する。

# 『カンタベリー物語』の系譜



分岐図 (cladogram) → 分岐樹 (phylogram)



# 『カンタベリー物語』の系譜

Adrian C. Barbrook *et al.* (1998), The phylogeny of *the Canterbury Tales*. *Nature*, 394: 839

## scientific correspondence

### The phylogeny of *The Canterbury Tales*

Geoffrey Chaucer's *The Canterbury Tales* survives in about 80 different manuscript versions<sup>1</sup>. We have used the techniques of evolutionary biology to produce what is, in effect, a phylogenetic tree showing the relationships between 58 extant fifteenth-century manuscripts of "The Wife of Bath's Prologue" from *The Canterbury Tales*. We found that many of the manuscripts fall into separate groups sharing distinct ancestors.

Manuscripts such as these were created by copying, directly or indirectly, from the original material (written, in the case of *The Canterbury Tales*, in the late fourteenth century). In the process of copying, the scribes made (deliberately or otherwise) changes, which were themselves copied. Textual scholars have developed a system for reconstructing the relationships between textual traditions by analysing the distribution of these shared changes, and have constructed family trees (stemmata) on the basis of the results, with the ultimate aim of establishing precisely what the author actually wrote. This analysis is carried out manually and is feasible only for a few manuscripts of short texts. The sheer quantity of information in a tradition of manual analysis.

However, the principle of historical

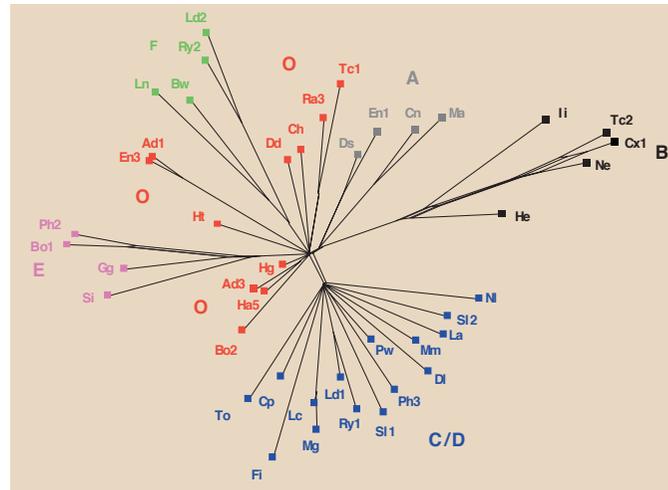


Figure 1 SplitsTree analysis of 44 manuscripts of "The Wife of Bath's Prologue" from Chaucer's *The Canterbury Tales*<sup>4</sup>. The two- or three-character codes indicate individual manuscripts, whereas the large capitals indicate groups of manuscripts, which are coloured the same.

the 58 manuscripts. Very similar results were given by PAUP (not shown). Several manuscripts form groups (A, B, C/D, E and F), each descended from a single and distinct common ancestor. The remaining 14 manuscripts were removed from the analysis shown in Fig. 1, as they were likely to have been copied from more than one exemplar, either by deliberate conflation of readings or by changing the exemplar during the course of copying. These manuscripts were identified by comparison of the trees generated with different regions of the

notes of passages to be deleted or added, and alternative drafts of sections. In time, this may lead editors to produce a radically different text of *The Canterbury Tales*. These results also demonstrate the power of applying phylogenetic techniques, and particularly split decomposition, to the study of large numbers of different versions of sizeable texts.

**Adrian C. Barbrook, Christopher J. Howe**  
Department of Biochemistry,  
University of Cambridge,  
Tennis Court Road, Cambridge CB2 1QW, UK

生物の系統推定と  
同じソフトウェア  
を用いて写本の系  
統樹 (PAUP 3.1)  
と系統ネットワー  
ク (SplitsTree) を  
推定した。

# 写本の系統樹：【棒の手紙】の例

「不幸」

書写ミス↓

「棒」

※書写ミスが伝承されていく進化過程と系統発生が出現した。

28人の棒をお返します。

これは棒の手紙と言って知らない人から私の所に来た死神です。あなたの所で止めると必ず棒が訪れます。

〒180 東京都武蔵野市 吉祥北野 3-3-13 成城大学法学部 政治学科 4年 美穂さんが止めた所で川部さんに殺されました。

12日以内に文章を変えずに28人に出して下さい。私は965番目です。これはイタズラではありません。

※次に書くことに注意して下さい。

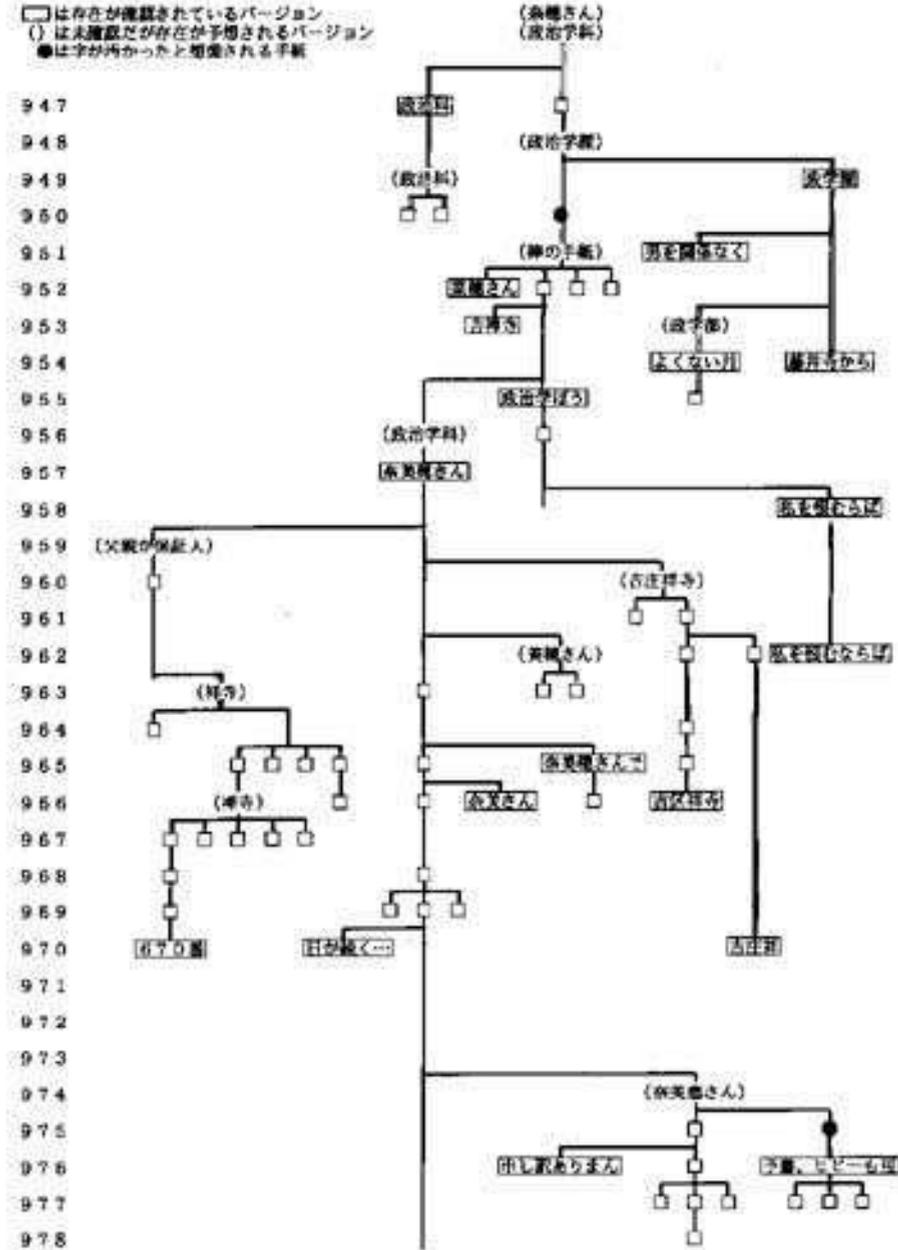
1. 必ず書き直して下さい。(手書き、コピー可)

2. 12日以内に見せてはいけません。(男女関係なし)

1つでも欠けている場合はあなたにふたりの日が続きます。

ある人は父親が保証人になっていた会社が倒産して1億円の借金がでてしまいました。これは本当のことです。

# 【棒の手紙】の 最節約的系統推定



# 『百鬼夜行絵巻』の系譜



# 『百鬼夜行絵巻』の系譜

山田奨治 2009

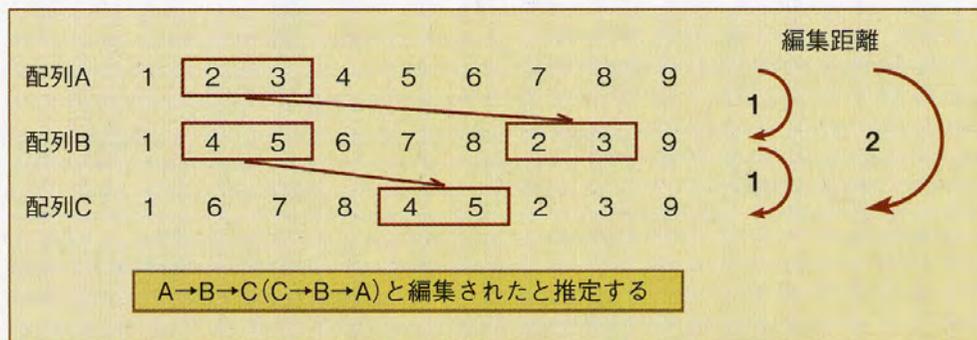
真珠庵本



歴博A本



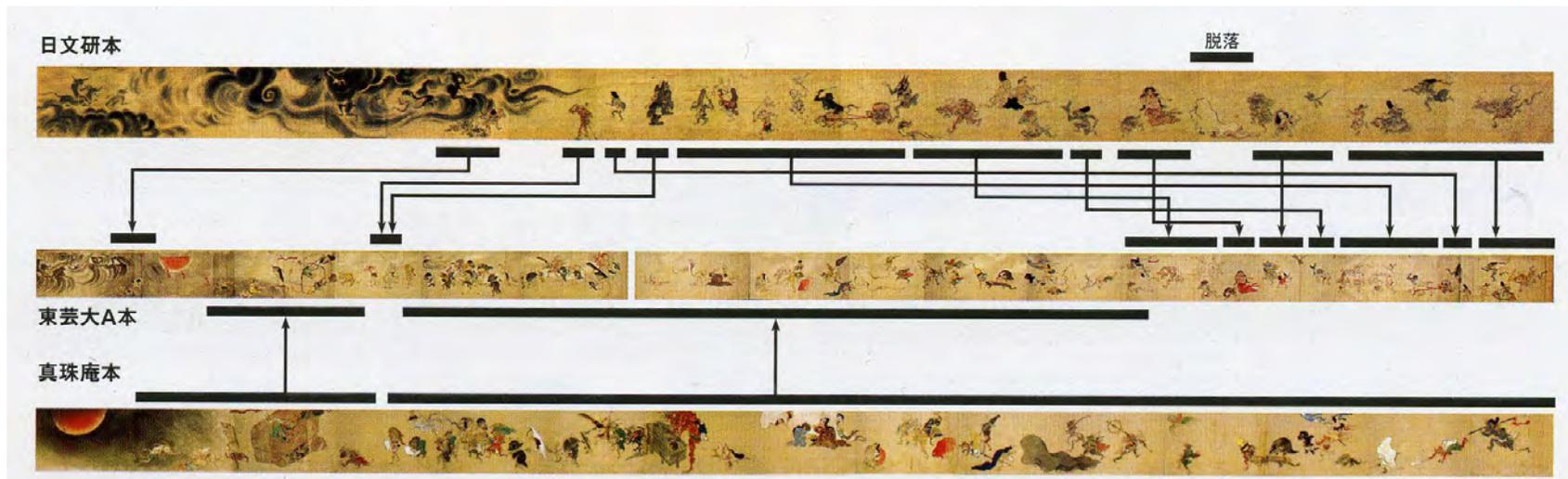
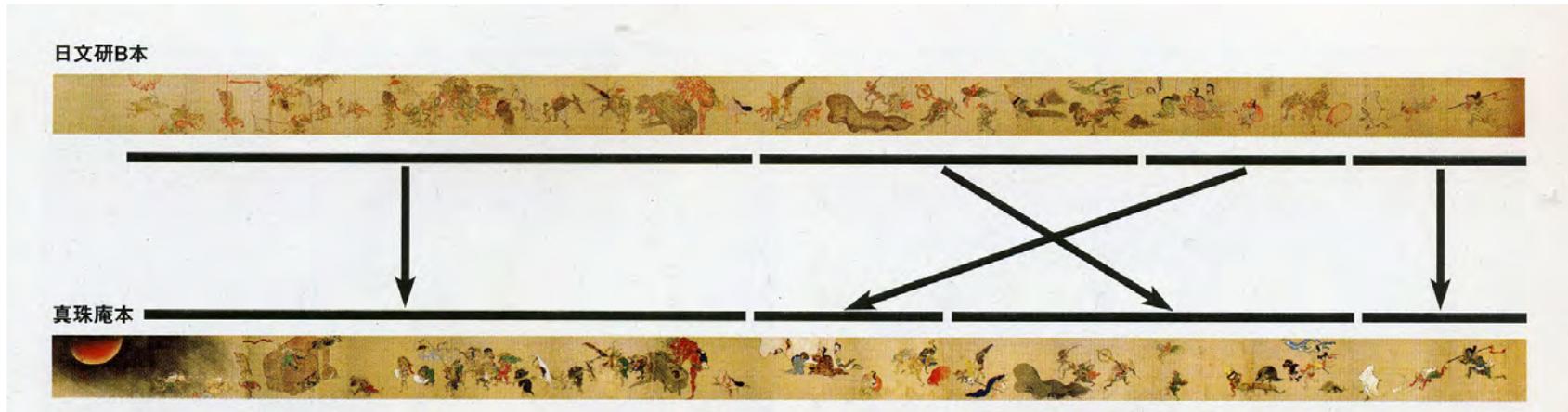
図① 真珠庵本と歴博A本の差異



表① 記号配列間の編集距離と編集過程の推定モデル

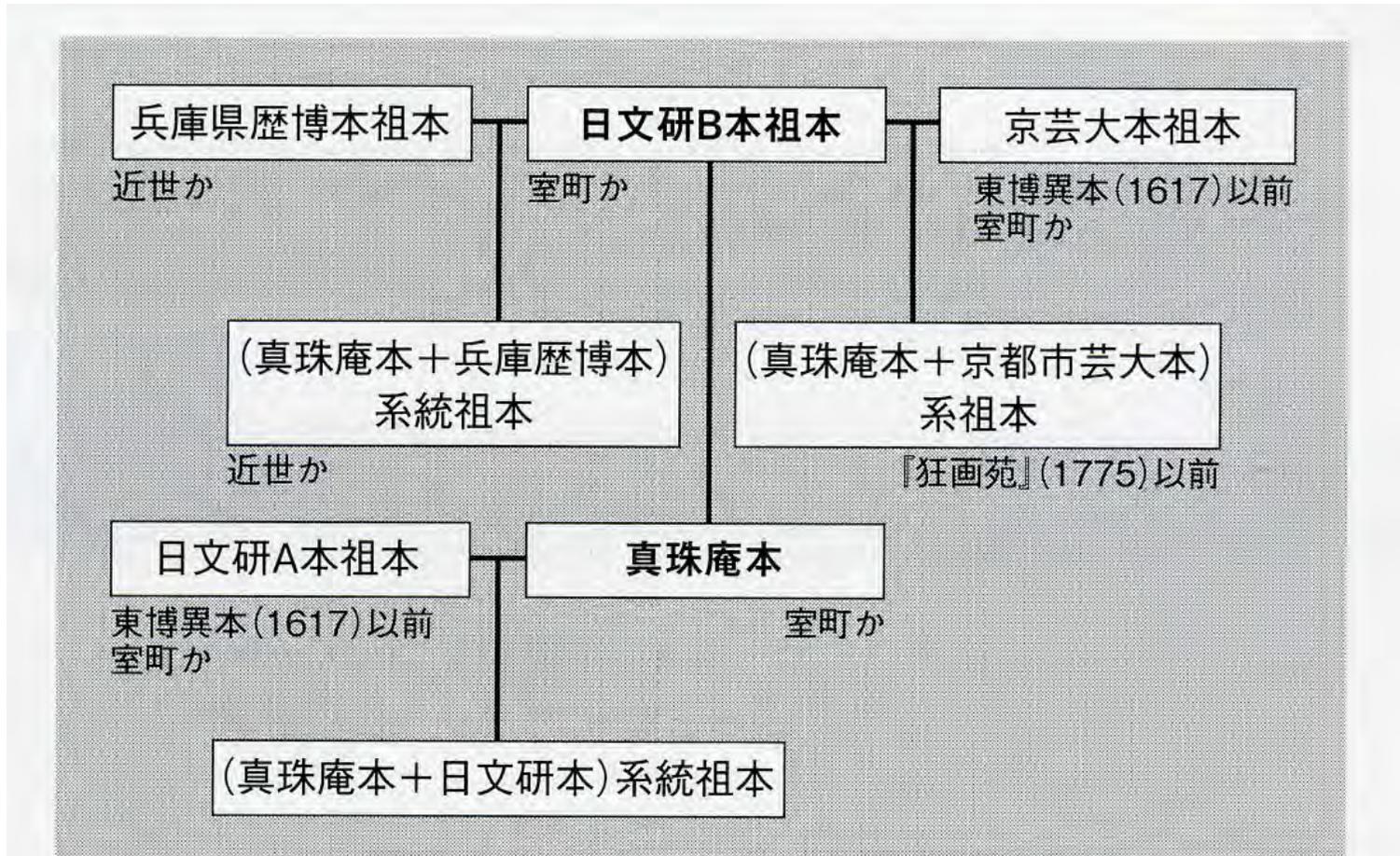
# 『百鬼夜行絵巻』の系譜

山田奨治 2009



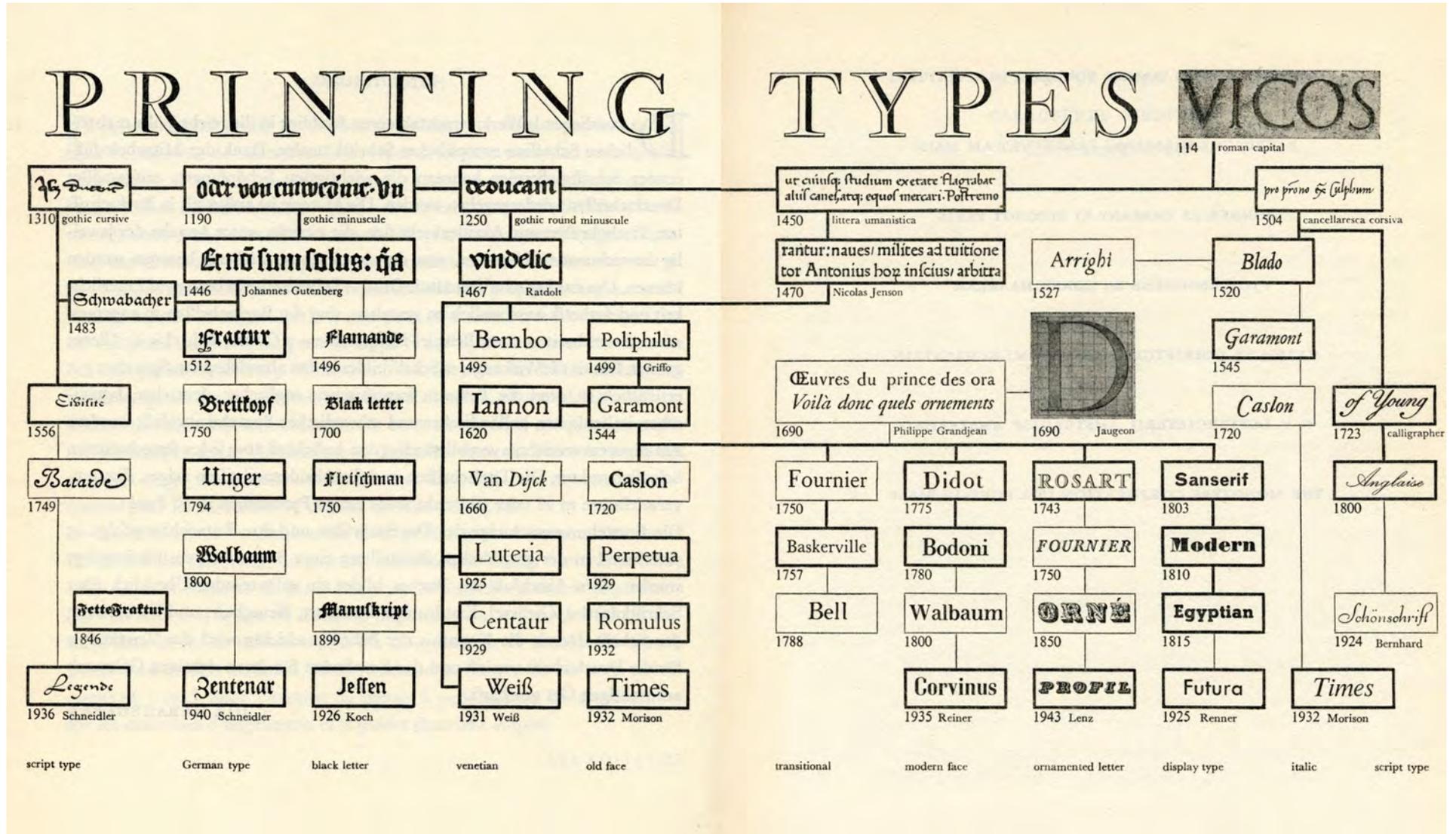
# 『百鬼夜行絵巻』の系譜

山田奨治 2009



表⑧ 「百鬼夜行絵巻」諸祖本 編集過程の推定結果

# 万物は蒐集の対象である



Rudolf Hostettler 1949

# 万物は蒐集の対象である



沢田佳久 2012



村岡ゆか 2011

# “オジギビト”の系譜



とり・みき『街角のおじぎびと』筑摩書房刊より

街角のおじぎびと  
とり・みき

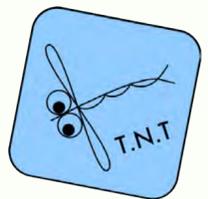
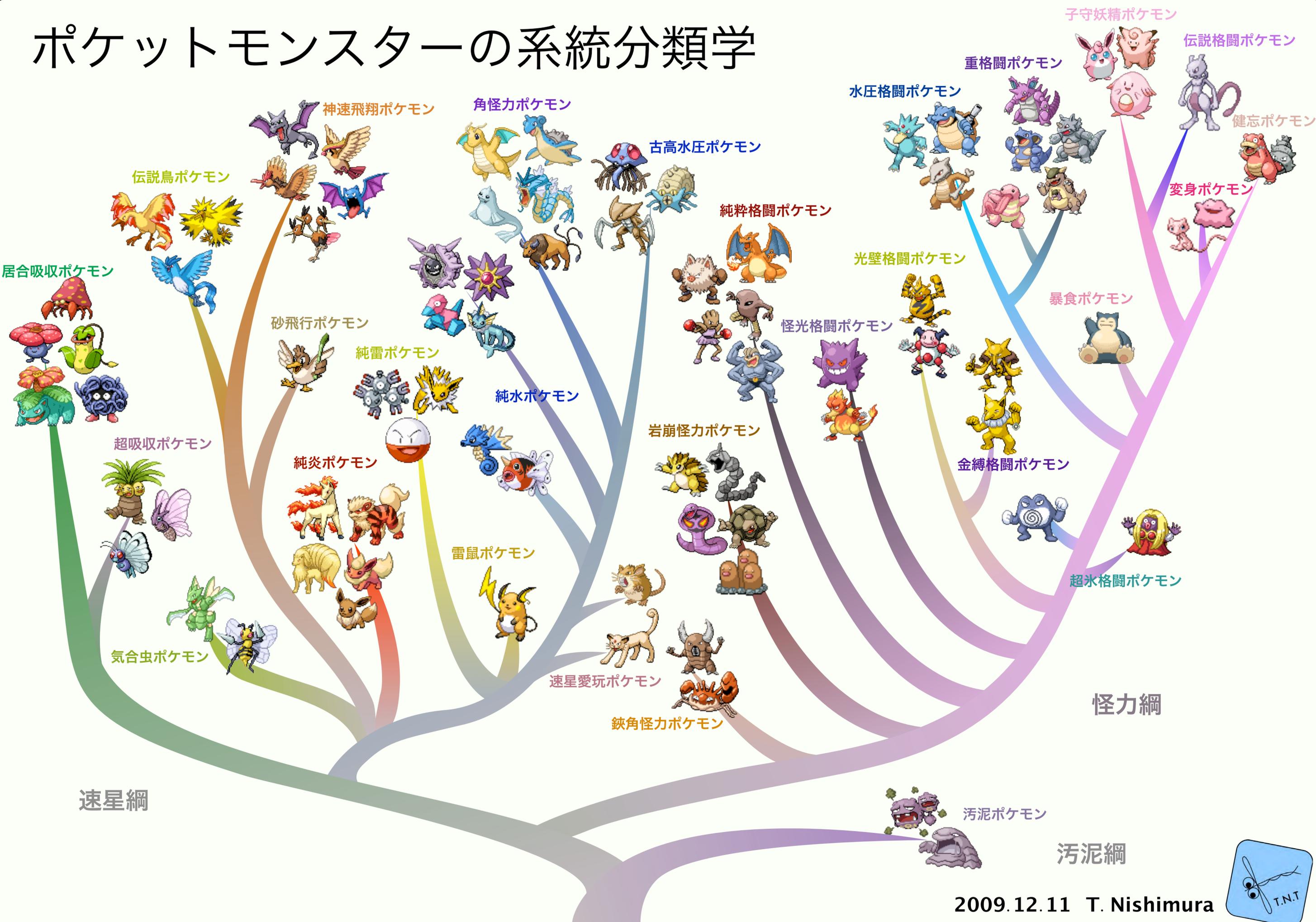
ご迷惑をおかけしております  
絶賛発売中につき  
ご協力をお願いします

体を張って現場を守るおなじみのあのヒトたちを  
20年に渡り徹底収集。  
図版満載でお届けするオジギビトの全て。

筑摩書房 定価(本体価格1400円+税)

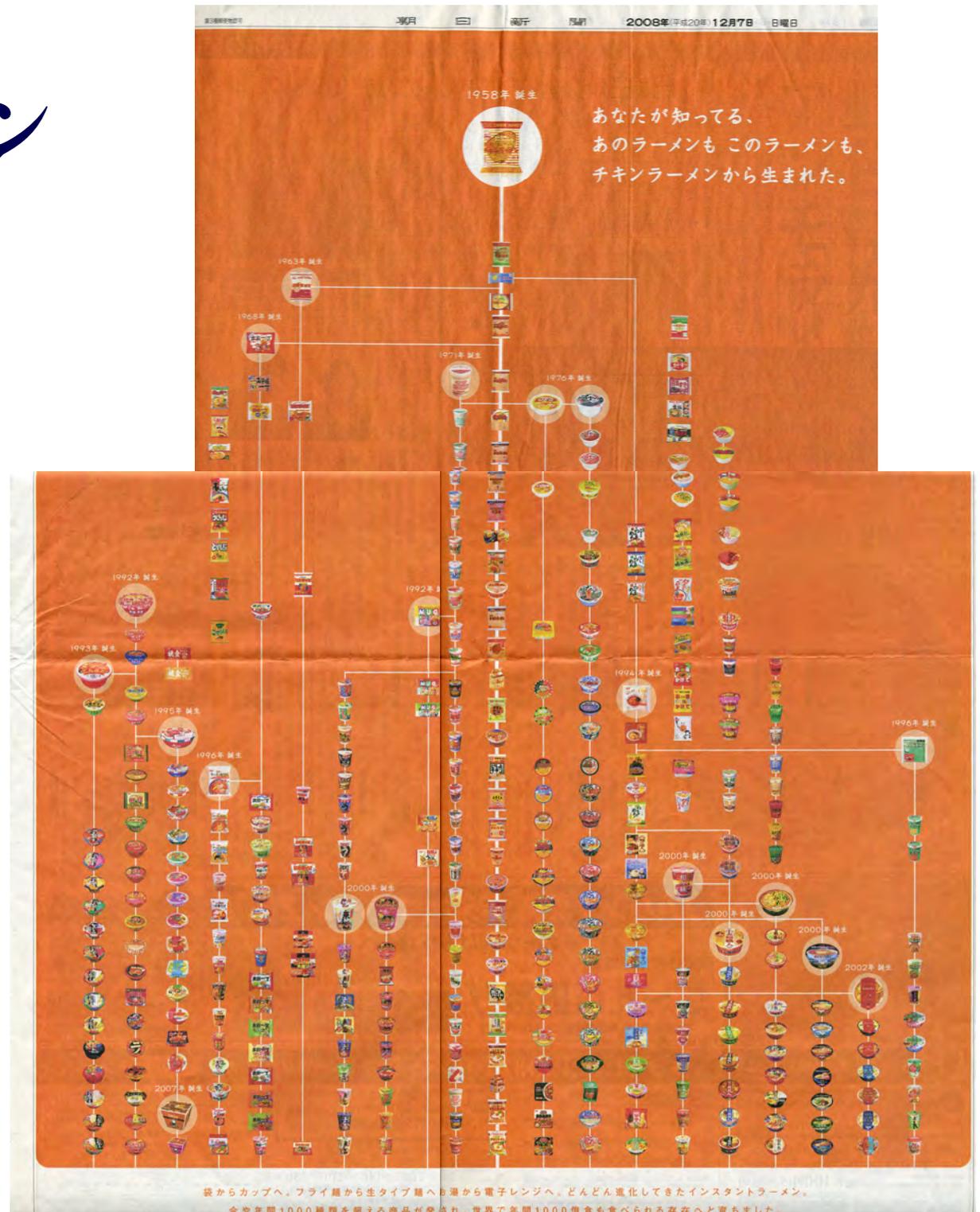
とり・みき (2007)

# ポケットモンスターの系統分類学



# 日清チキンラーメン の系統樹

2008年12月7日(日)  
朝日新聞朝刊全面広告  
〈チキンラーメン50周年〉

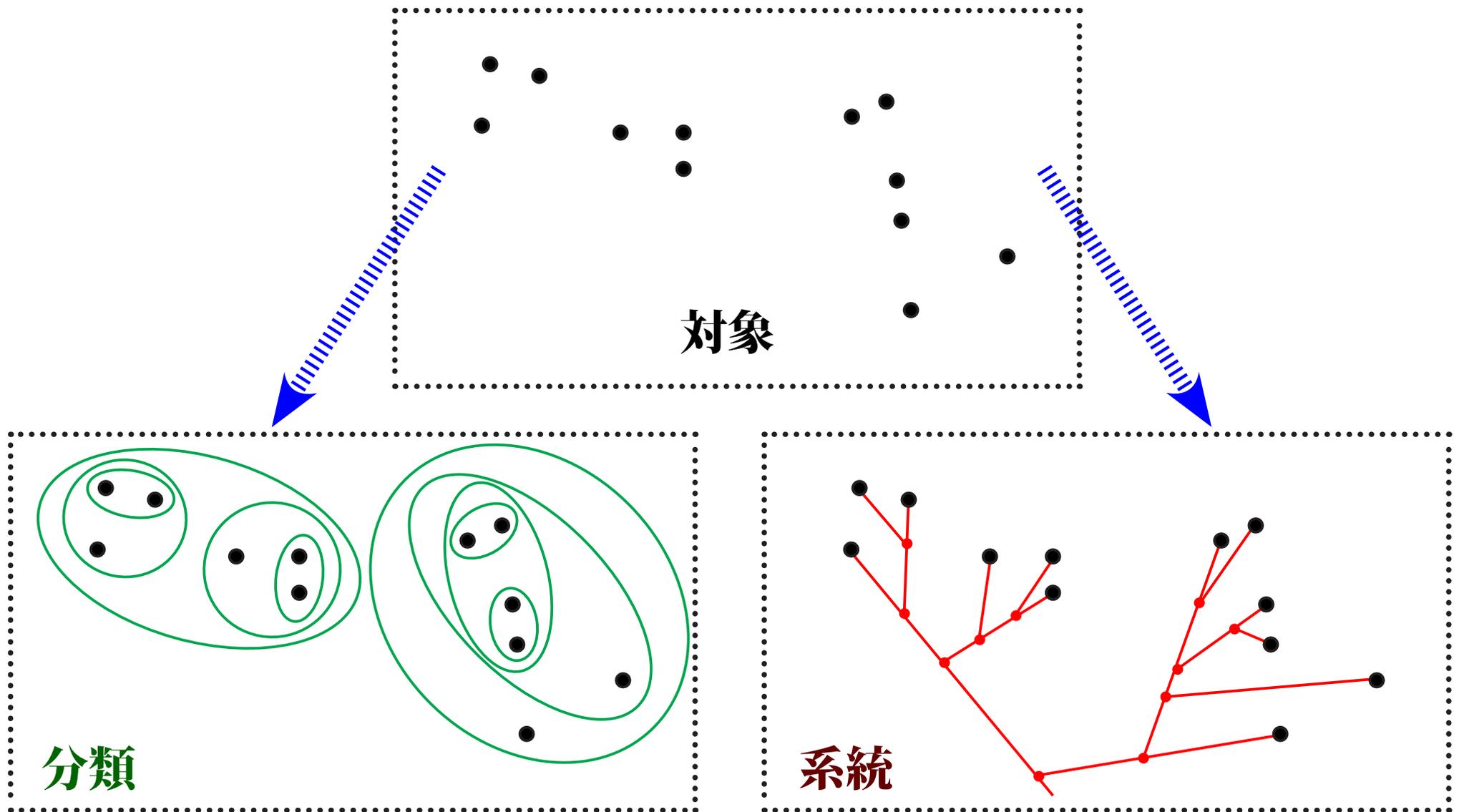


## まとめ

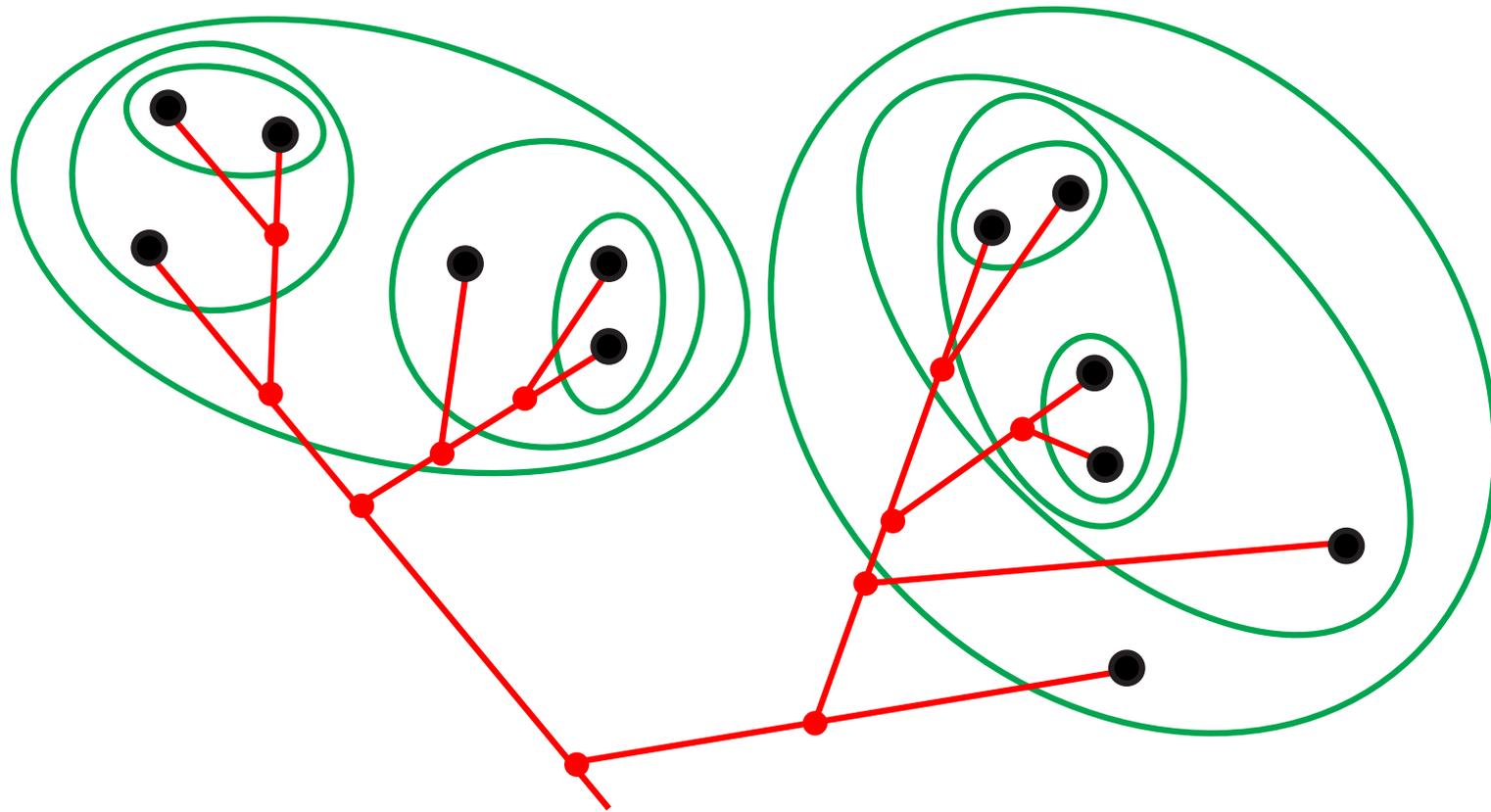
- 「系譜」とは祖先から子孫へのつながりである。
- 「系譜」を図示したものが「系統樹」である。
- 「系譜」は生物／無生物，自然物／人工物の別を問わず広く存在する。
- 「系譜」はさまざまなデータに基づいて推定しなければならない。
- 「系譜」をつきとめて「系統樹」を構築する学問を【系統学 (phylogenetics)】と呼ぶ。

# 分類と系統

# 分類思考と系統樹思考の相互関係

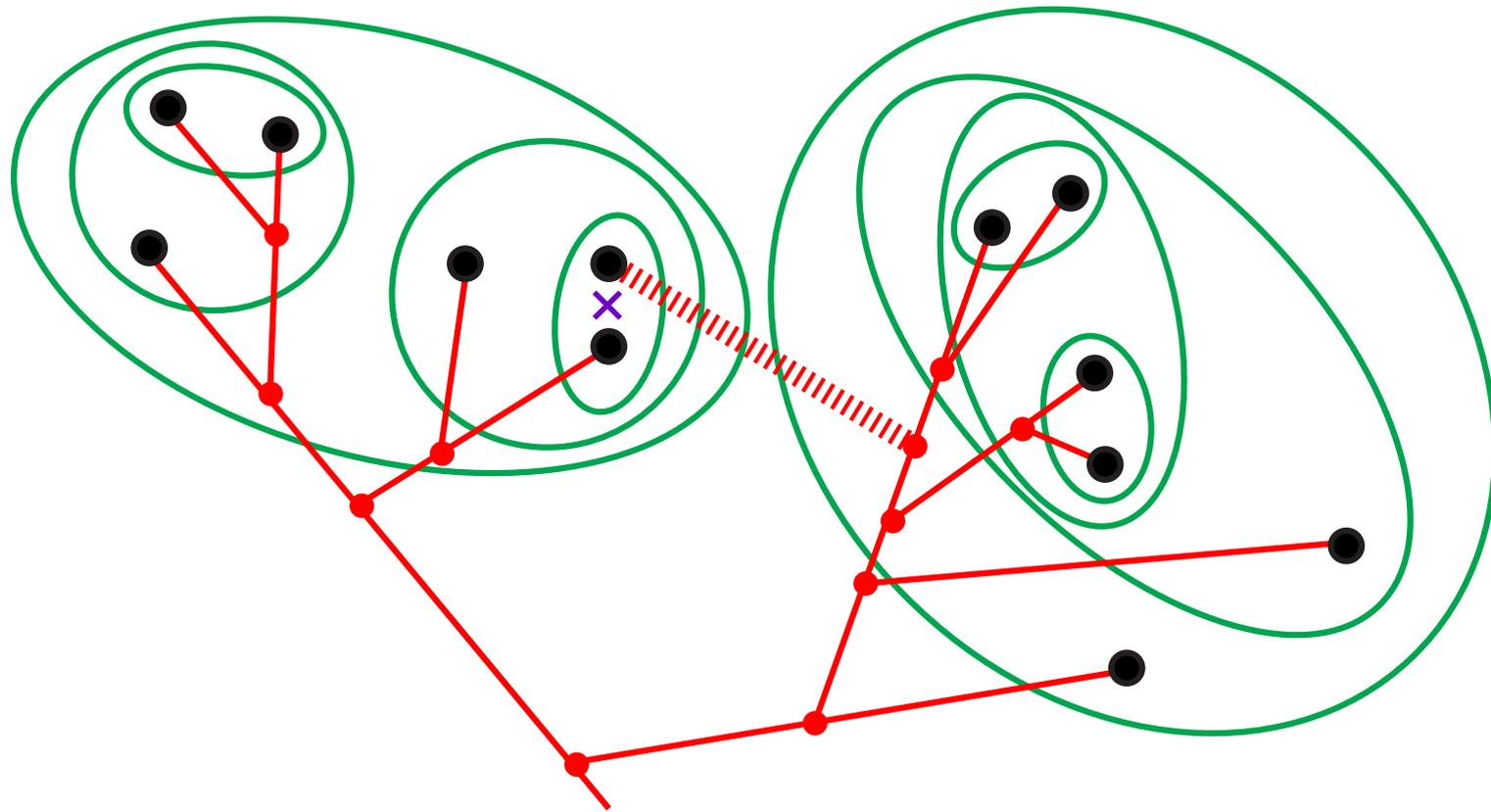


# 分類思考と系統樹思考の相互関係



分類=系統

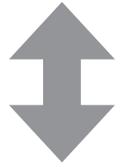
# 分類思考と系統樹思考の相互関係



分類 ≠ 系統

# 進化思考の世界

進化思考 = プロセス思考



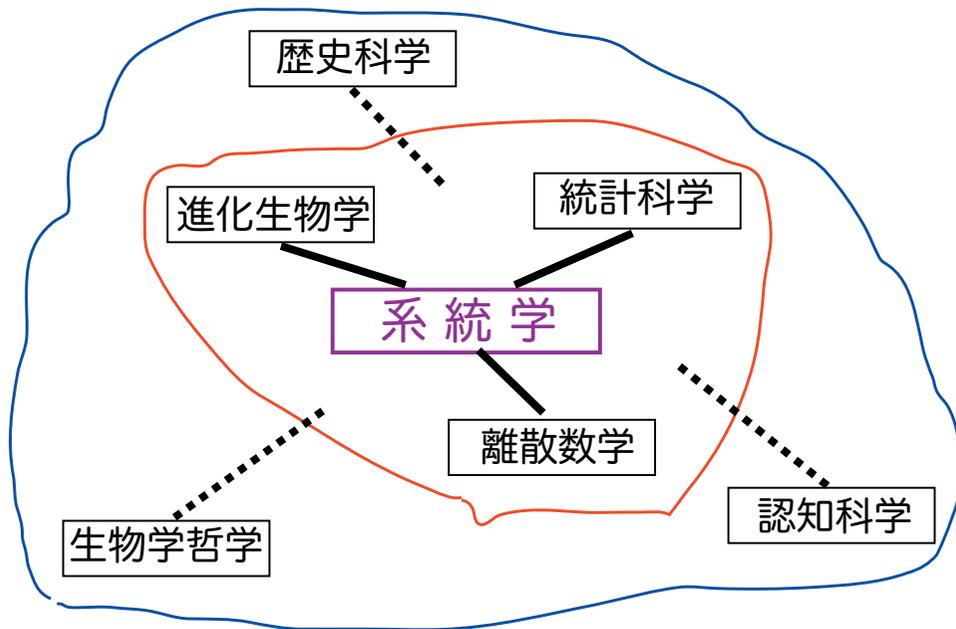
体系思考 = パターン思考

- ・ 分類思考
- ・ 系統樹思考



三中信宏 2010

# 「系統樹思考」と「分類思考」

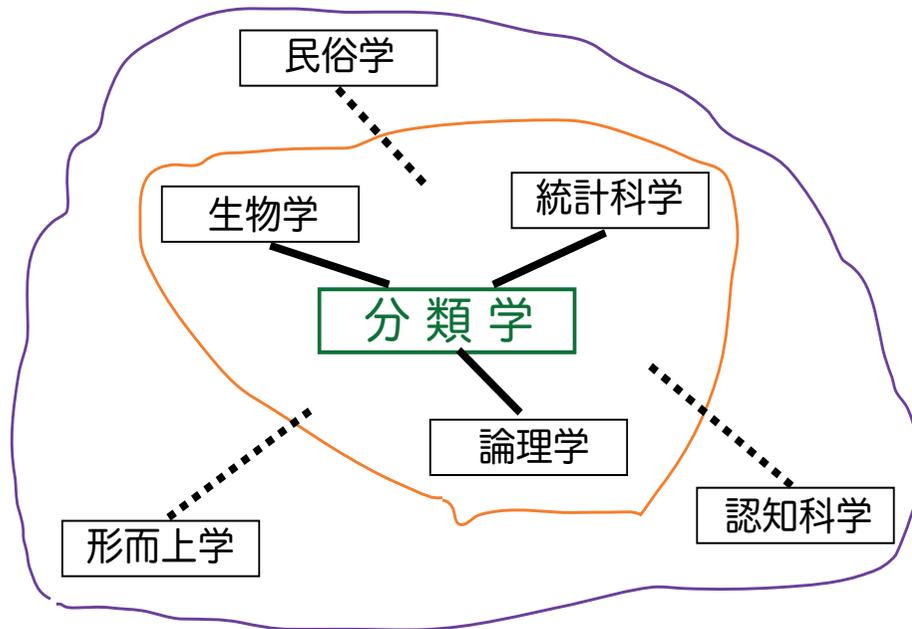


「系統樹思考」とは：

- 1) 対象物間の由来関係
- 2) 最適解のアブダクション
- 3) 系譜によるメトニミー



# 「系統樹思考」と「分類思考」



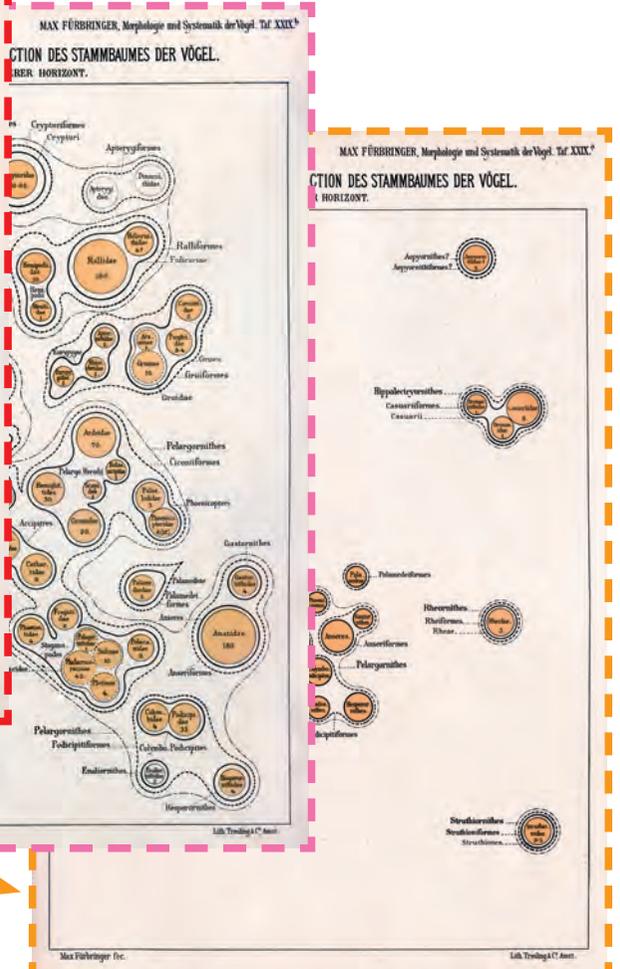
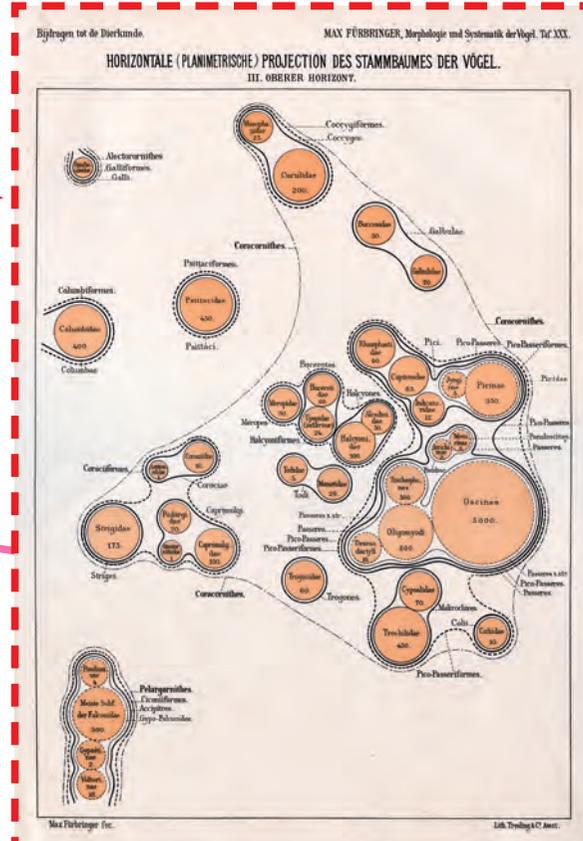
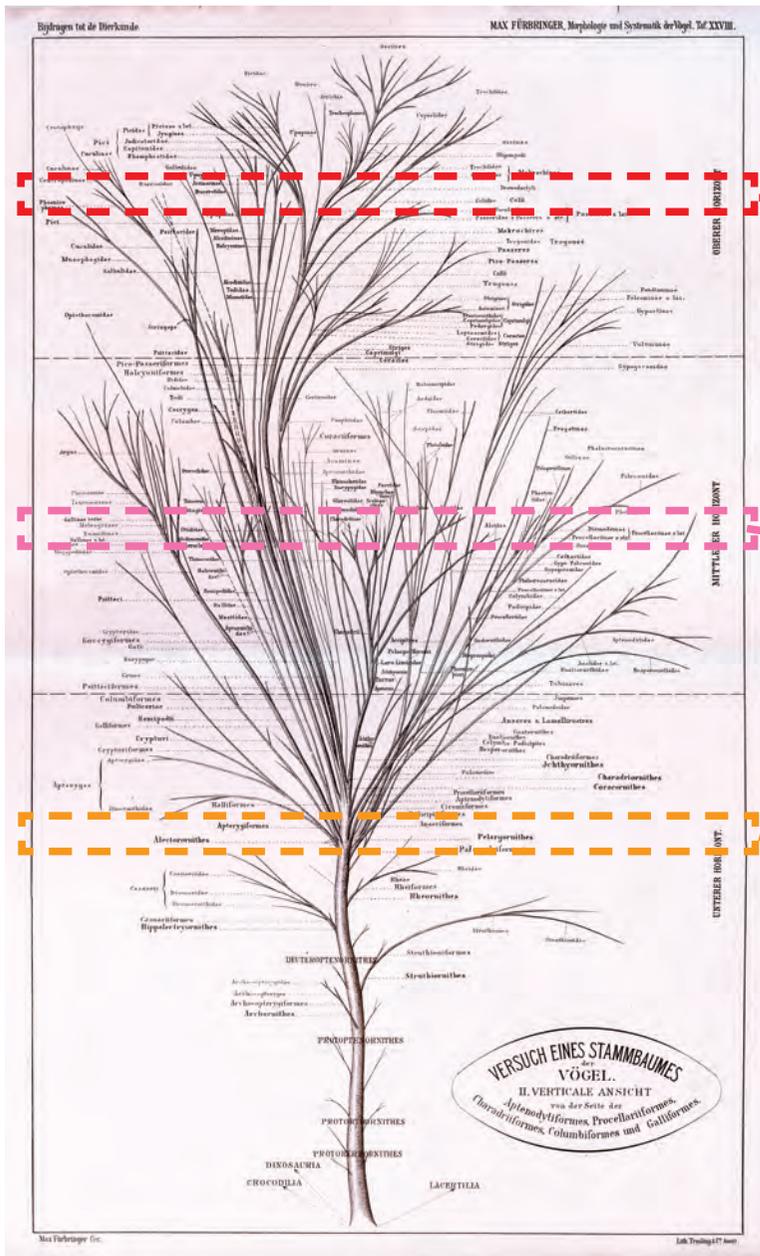
「分類思考」とは：

- 1) 分類群間の包含関係
- 2) 自然なパターン認知
- 3) 類似によるメタファー



三中信宏「誰にとって【種】は実在するのか? : 「種問題」の現状と展望」  
第 52 回日本菌学会大会シンポジウム〈菌類における「種」とは何か〉  
2008 年 5 月 31 日 (土), 三重大学・三翠ホール

# 分類は系統の「切片」である

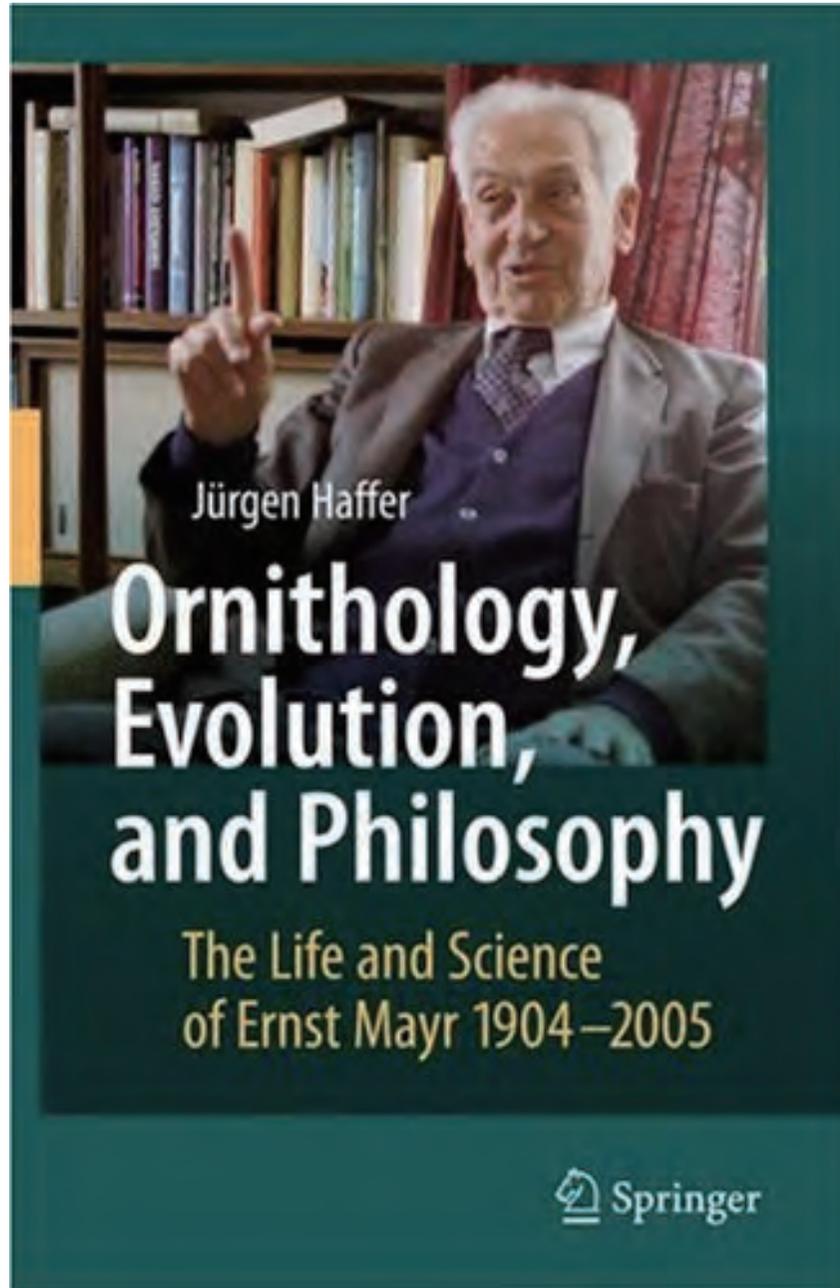


Max Fürbringer (1888), *Untersuchungen zur Morphologie und Systematik der Vögel*, zugleich ein Beitrag zur Anatomie der Stütz- und Bewegungsorgane. Zwei Bände. Verlag von T. J. Van Holkema, Amsterdam & Verlag von Gustav Fischer, Jena.

# 分類思考と系統樹思考の相互関係

対象物が同じでも，分類思考が対象間の類似によるグループ化を目指すのに対して，系統樹思考は対象がたどってきた系譜の推定を目標とする．分類と系統が整合的かどうかは場合による．対象の多様性を理解するにはどちらも必要である．

# こころ



エルンスト・マイア

Ernst Mayr 1904-2005

- 生物学
- 生物学史
- 生物学哲学

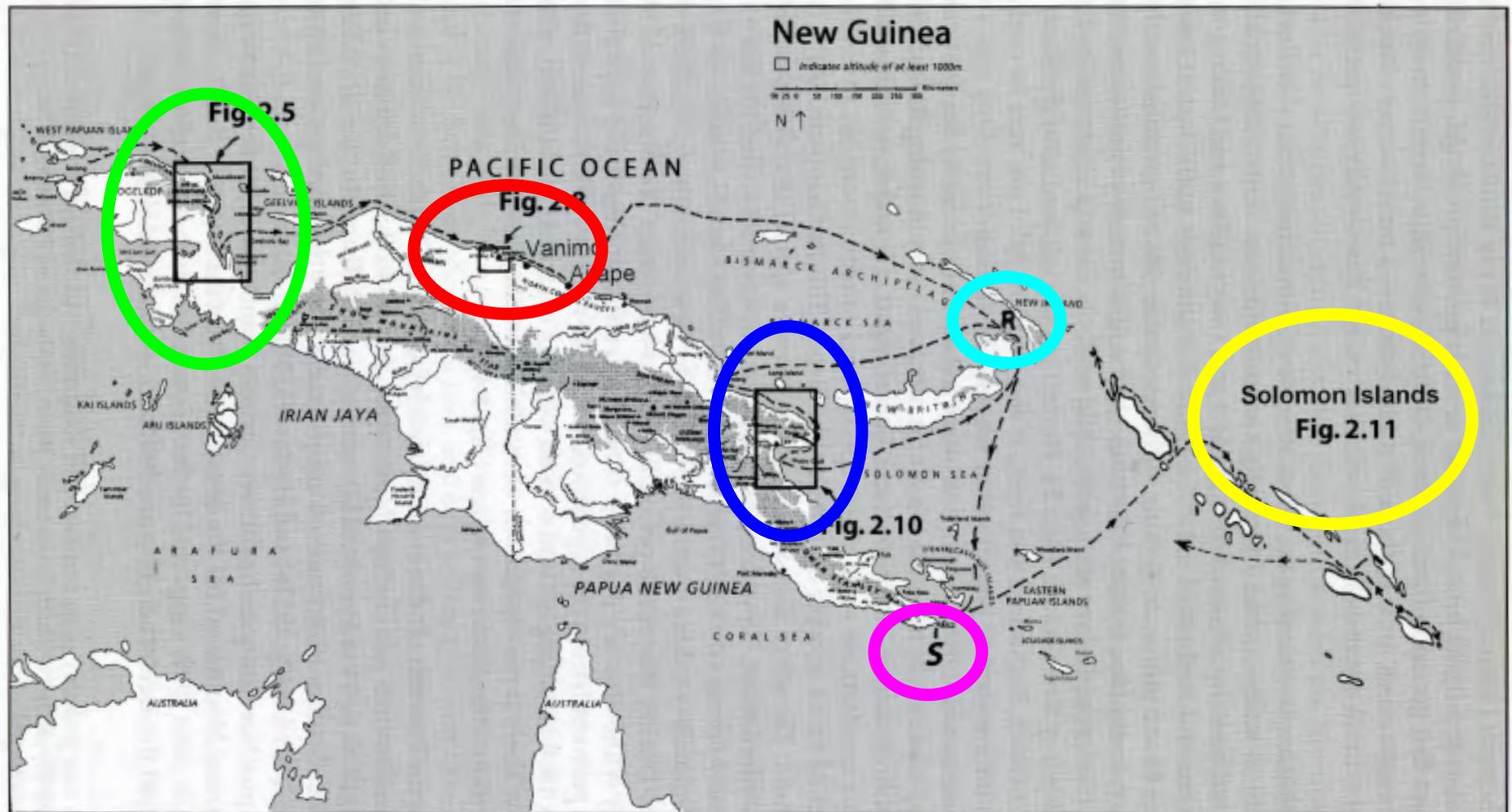
一人三役

日本学術会議・公開シンポジウム

「いま、ともに、古典（伝統知）に学ぶ意義を、考える：  
現代文明の危機をのりこえるために」

2011年12月3日（土），日本学術会議講堂（六本木）

# ニューギニア探検旅行 (1928 ~ 30)



日本学術会議・公開シンポジウム

「いま、ともに、古典（伝統知）に学ぶ意義を、考える：  
現代文明の危機をのりこえるために」

2011年12月3日（土），日本学術会議講堂（六本木）

# ニューギニア探検旅行 (1928 ~ 30)



Fig. 2.6. Ernst Mayr (*right*) and Sario, one of his Malay assistants, at Kofo, Anggi Gidji (Arfak Mountains), former Dutch New Guinea, June 1928 (Photograph courtesy of E. Mayr.)

ニューギニアでの  
鳥類相調査により  
Mayr は  
何を確信したのか？

# 【種】は実在する

50年以上も前のことだが、ニューギニア高地で石器時代のままの生活をしている先住民たちが、西洋の科学者が認識するのとまったく同一の種を自然の実体として認識していることを知って、衝撃的な啓示を受けた。 [……] ある地域の生物集団を調べて明らかにする自然界の明白な不連続性は実在の現象なのだ。

(Ernst Mayr 1987)

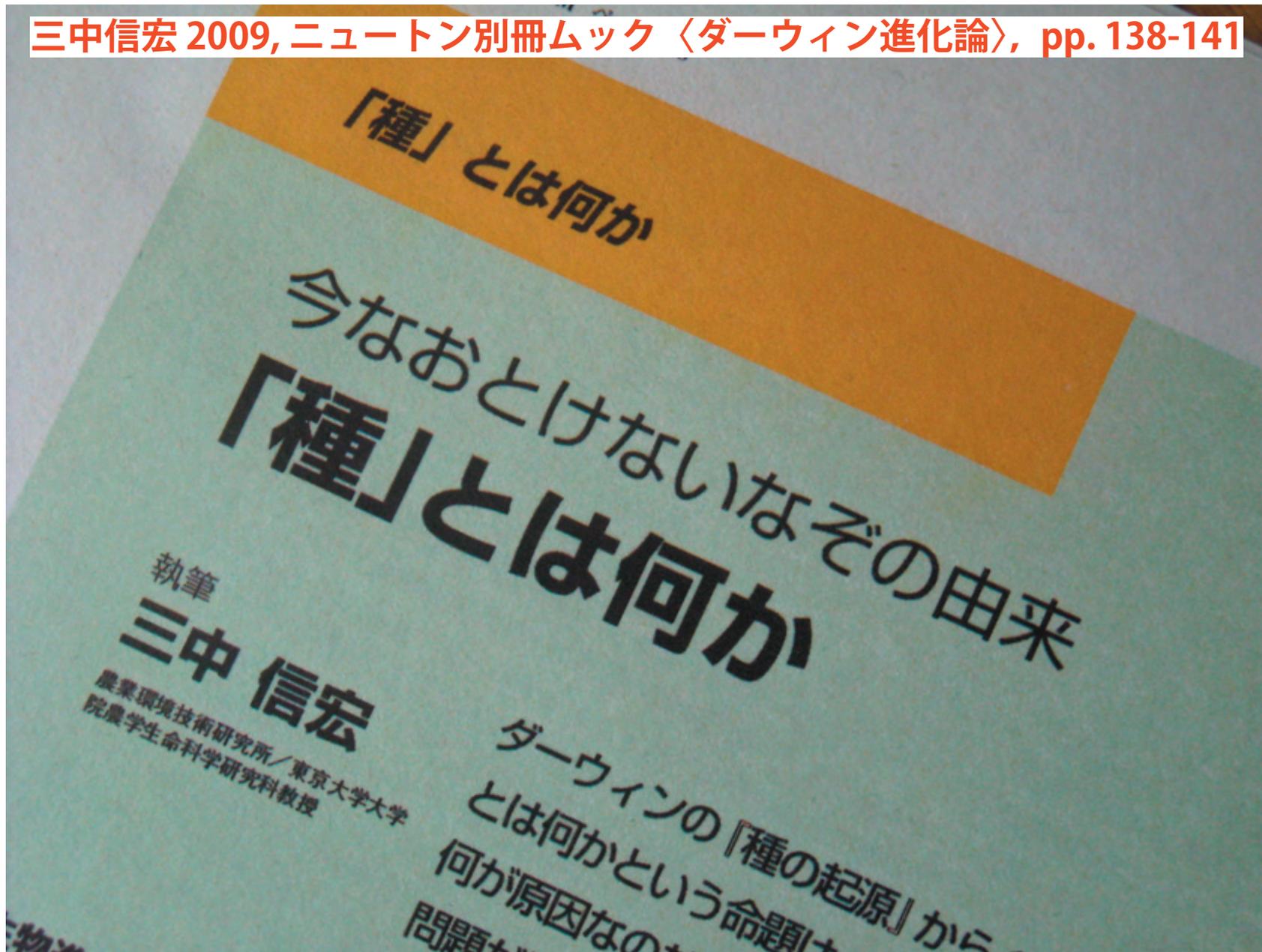
50年以上も前のことだが、ニューギニア高地で石器時代のままの生活をしている先住民たちが、西洋の科学者が認識するのとまったく同一の種を自然の実体として認識していることを知って、衝撃的な啓示を受けた。 [……] ある地域の生物集団を調べて明らかになる自然界の明白な不連続性は実在の現象なのだ。

(Ernst Mayr 1987)

民俗分類と科学分類という相異なる分類体系を構成する要素の間につねに一対一の対応関係があることは、議論の余地なく、種の客観的実在性を証明している。 (Jared Diamond 1966)

# 【種】

三中信宏 2009, ニュートン別冊ムック 〈ダーウィン進化論〉, pp. 138-141



第 64 回日本生物地理学会年次大会シンポジウム  
〈“種”をめぐる諸問題：錯綜する論争と解決への道筋〉  
2009 年 4 月 5 日 (日) 10:00 ~ 14:40, 立教大学, 東京

# Richard L. Mayden (1997)

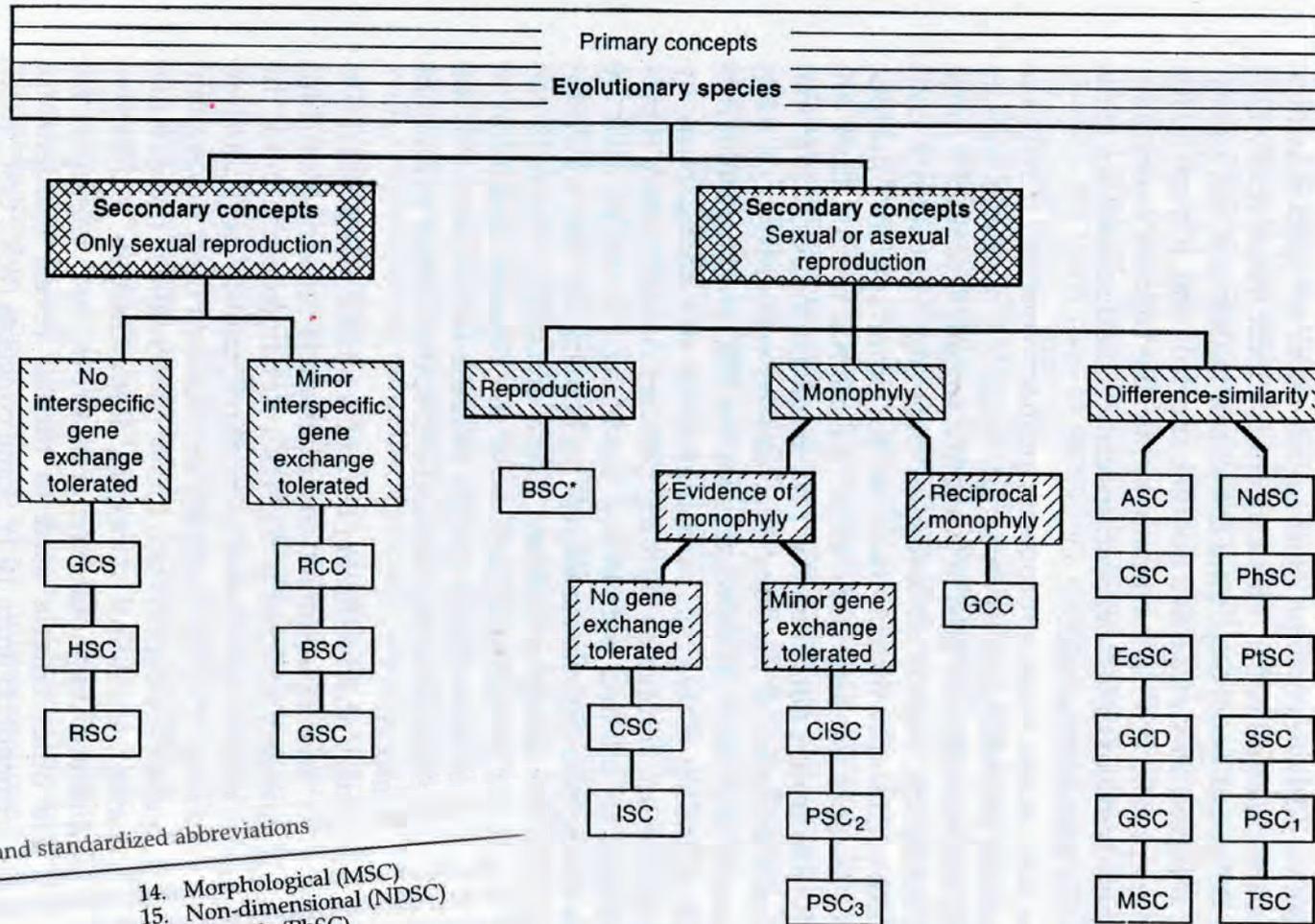
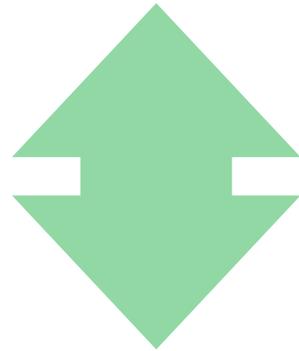


Table 19.1 Species concepts and standardized abbreviations

- |  |  |
|--|--|
| 1. Agamospecies (ASC)                  | 14. Morphological (MSC)                                  |
| 2. Biological (BSC)                    | 15. Non-dimensional (NDSC)                               |
| 3. Cohesion (CSC)                      | 16. Phenetic (PhSC)                                      |
| 4. Cladistic (CISC)                    | 17. Phylogenetic (PSC)                                   |
| 5. Composite (CpSC)                    | 1. Diagnosable Version (PSC <sub>1</sub> )               |
| 6. Ecological (EcSC)                   | 2. Monophyly Version (PSC <sub>2</sub> )                 |
| 7. Evolutionary Significant Unit (ESU) | 3. Diagnosable and Monophyly Version (PSC <sub>3</sub> ) |
| 8. Evolutionary (ESC)                  | 18. Polythetic (PtSC)                                    |
| 9. Genealogical Concordance (GCC)      | 19. Recognition (RSC)                                    |
| 10. Genetic (GSC)                      | 20. Reproductive Competition (RCC)                       |
| 11. Genotypic Cluster Definition (GCD) | 21. Successional (SSC)                                   |
| 12. Hennigian (HSC)                    | 22. Taxonomic (TSC)                                      |
| 13. Internodal (ISC)                   |  |

Species concepts. The non-operational Evolutionary Species Concept serves as the primary concept. Secondary concepts form a hierarchy below this primary concept based on their tolerances for interspecific gene exchange, monophyly, and diagnosability. Because some concepts represent hybrid concepts, they may be depicted more than once in the hierarchy. Species concepts are listed alphabetically in Table 19.1. BSC\* is the BSC modified for asexual species. See Table 19.1 for concept abbreviations.

**【種】** という タクソン



**【種】** という カテゴリ

【種】 カテゴリー  
一元論 ↔ 多元論

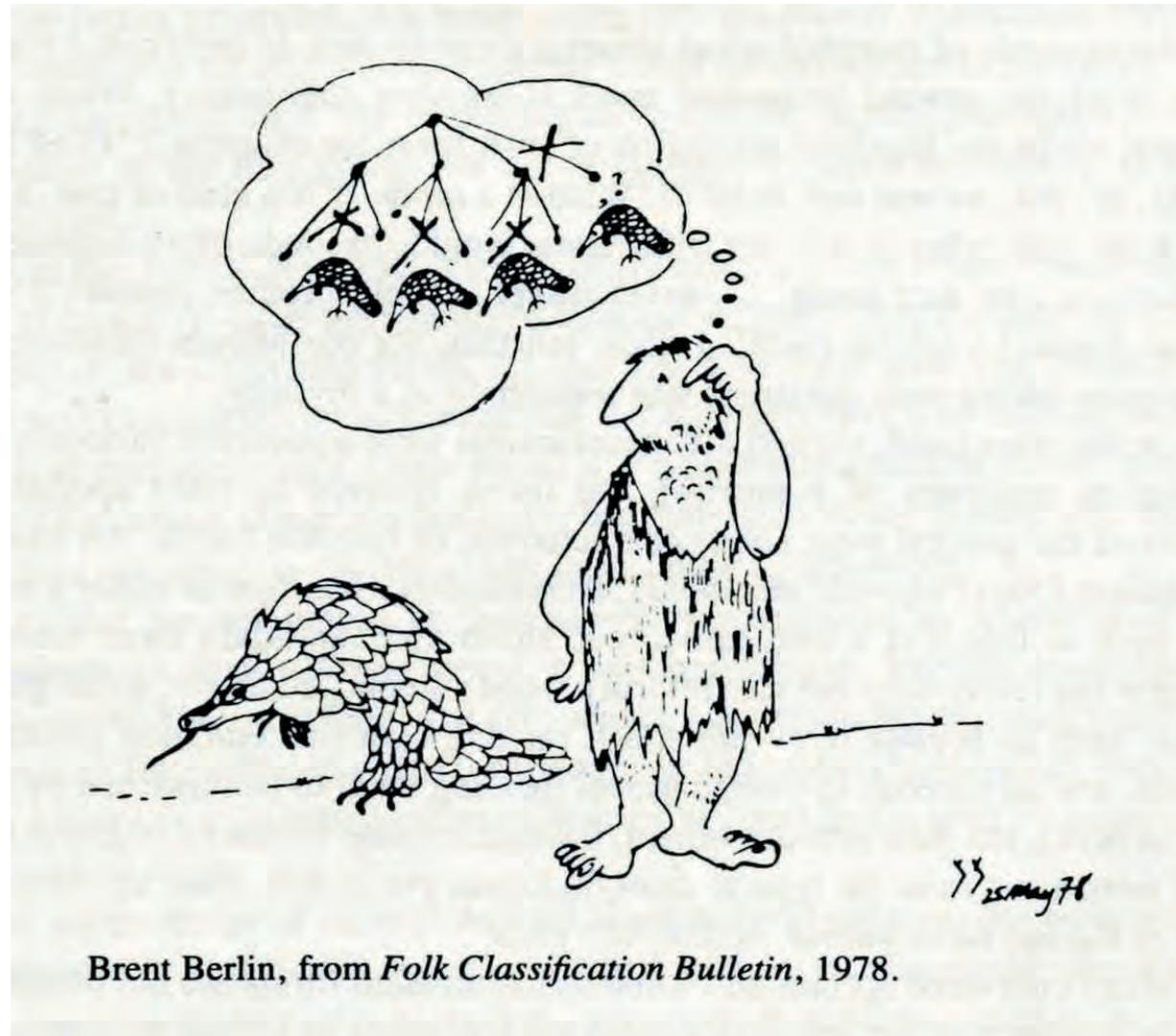
【種】 実在論  
タクソン  
唯名論

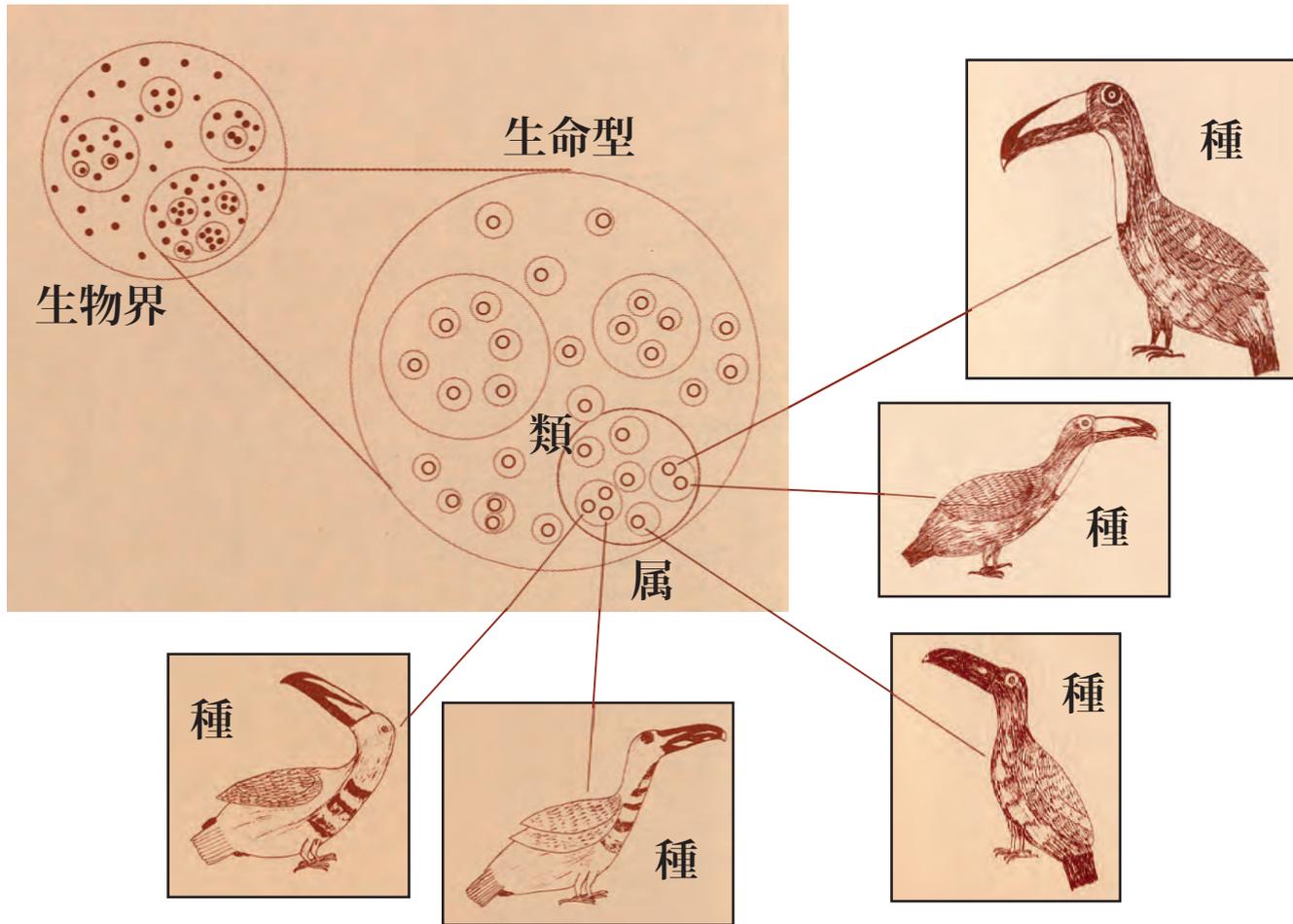
【種問題】

すべては「形而上学」の問題である。

**「分類する者」の側には  
どのような生得的傾向が  
あるのだろうか？**

# ヒトは生得的な分類者 (classifier)

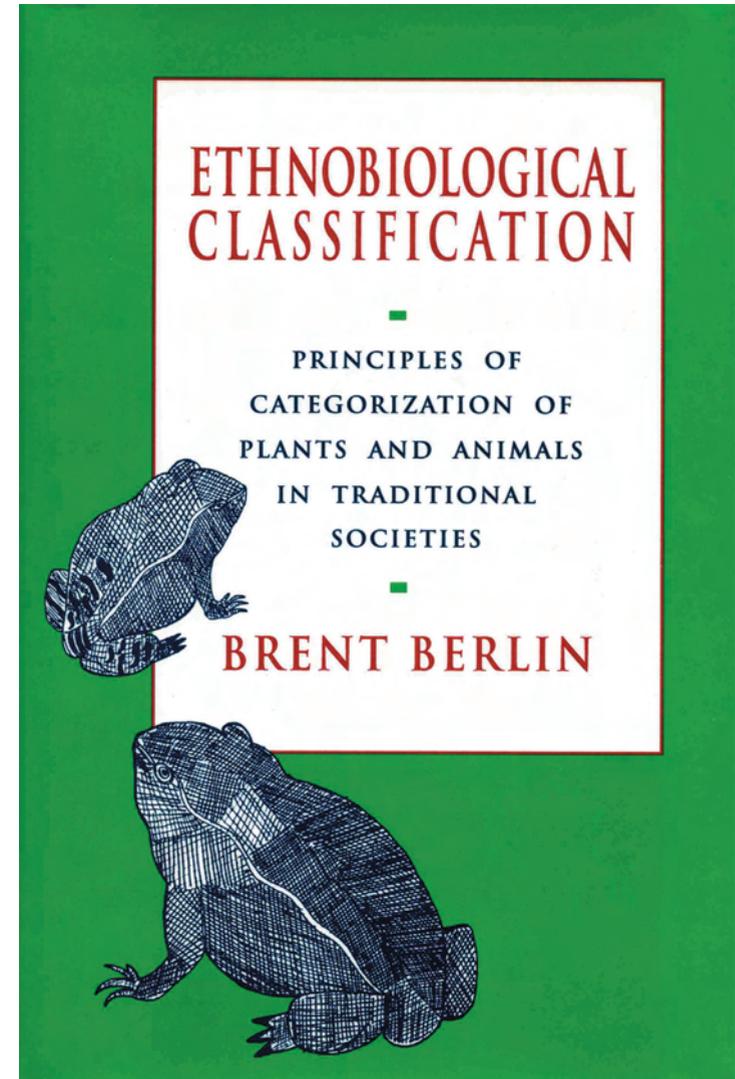




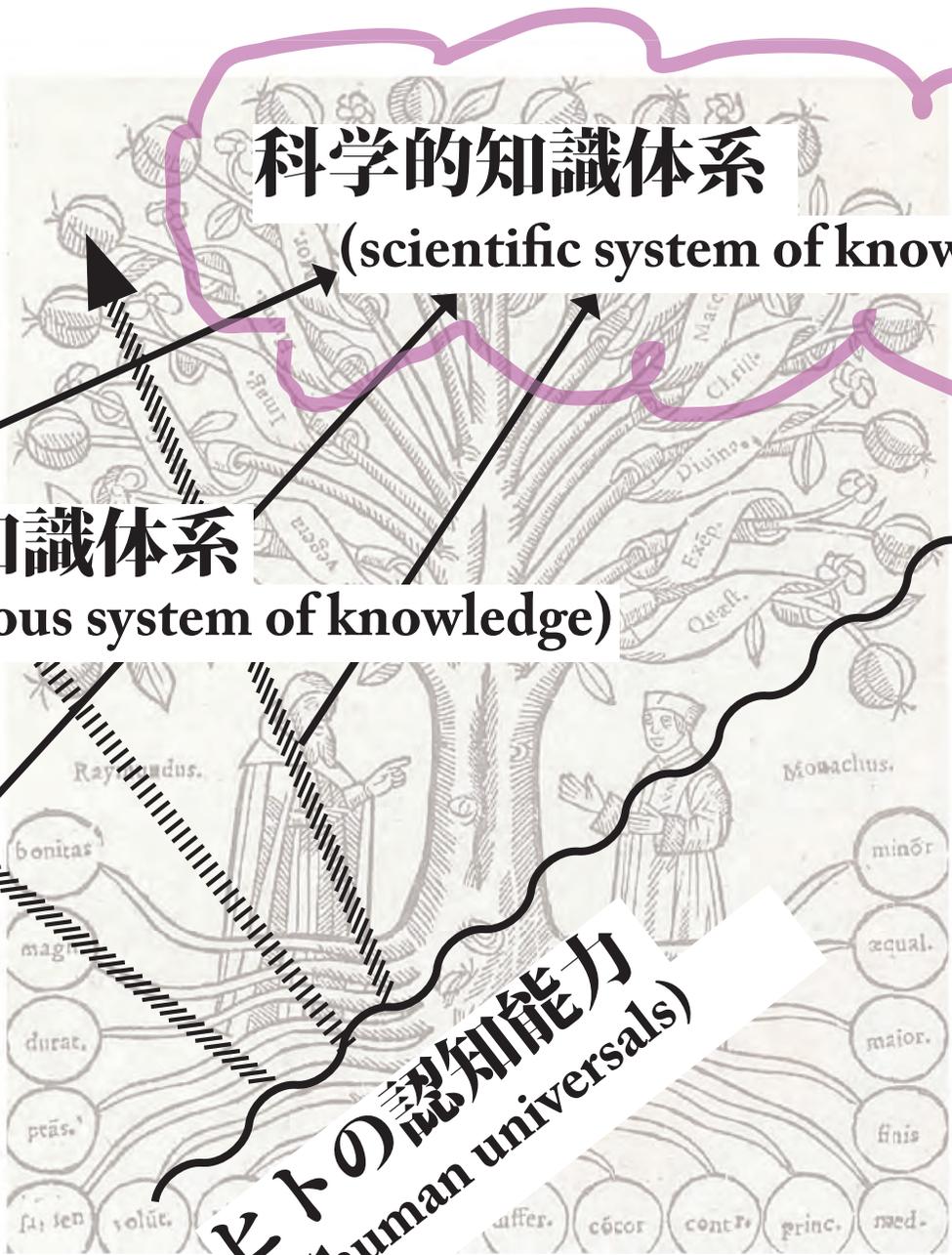
# 民俗分類 (folk taxonomy)

- 1) 階層的に分類する.
- 2) 階層は深くならない.
- 3) 各群はサイズがほぼ同じ.

※これらの通文化的特徴は  
「分類」それ自体の認知  
心理的基盤の存在を示唆  
する.



明らかに，このような論議 [民俗分類と科学分類の比較] からは自然そのものの構造に関する知見を得ることはできない．しかし，その構造をわれわれヒトがどのようにとらえているのかについては多くのことがわかる．（Brent Berlin 他 1966）



# 科学的知識体系

(scientific system of knowledge)

# 民俗的知識体系

(indigenous system of knowledge)

# ヒトの認知能力 (human universals)

