

分類学と系統学

ダイアグラム論から見たデータ可視化の歴史と展望

嘶役

三中 信宏

MINAKA Nobuhiro

国立研究開発法人 農研機構 農業環境変動研究センター [系統体系学]

東京大学大学院 農学生命科学研究科 生物・環境工学専攻 [生態系計測学]

東京農業大学大学院 農学研究科 [応用昆虫学]

mail: minaka@affrc.go.jp

website: <http://leeswijzer.org/>

twitter: [@leeswijzer](https://twitter.com/leeswijzer)

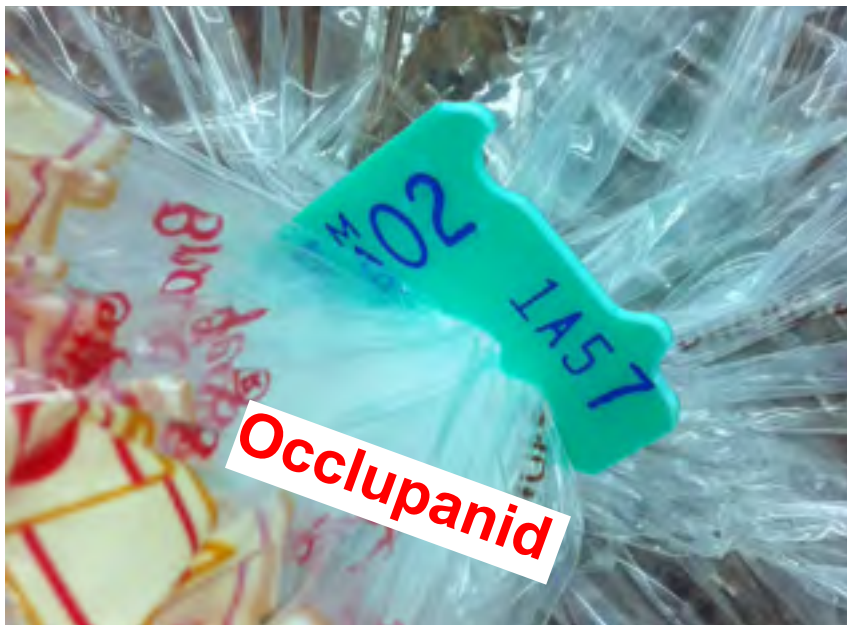
UMTP — Modeling Forum 2017

2017年11月10日(金)

青山テピア(渋谷区)

分類

万物は蒐集の対象である



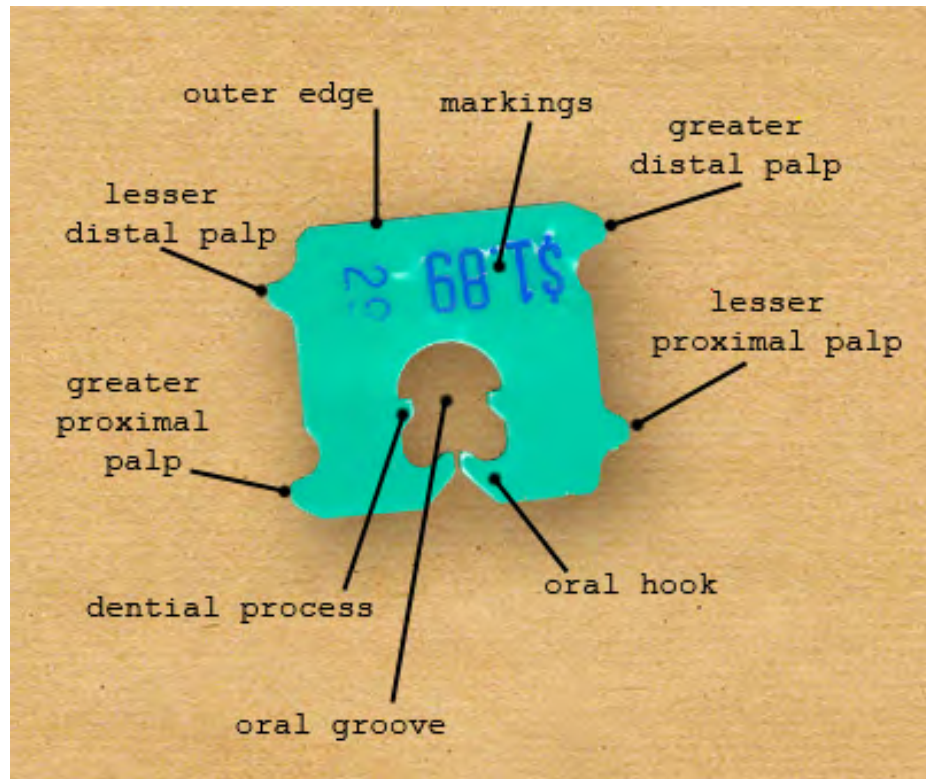
Welcome to the

Holotypic Occlupanid Research Group

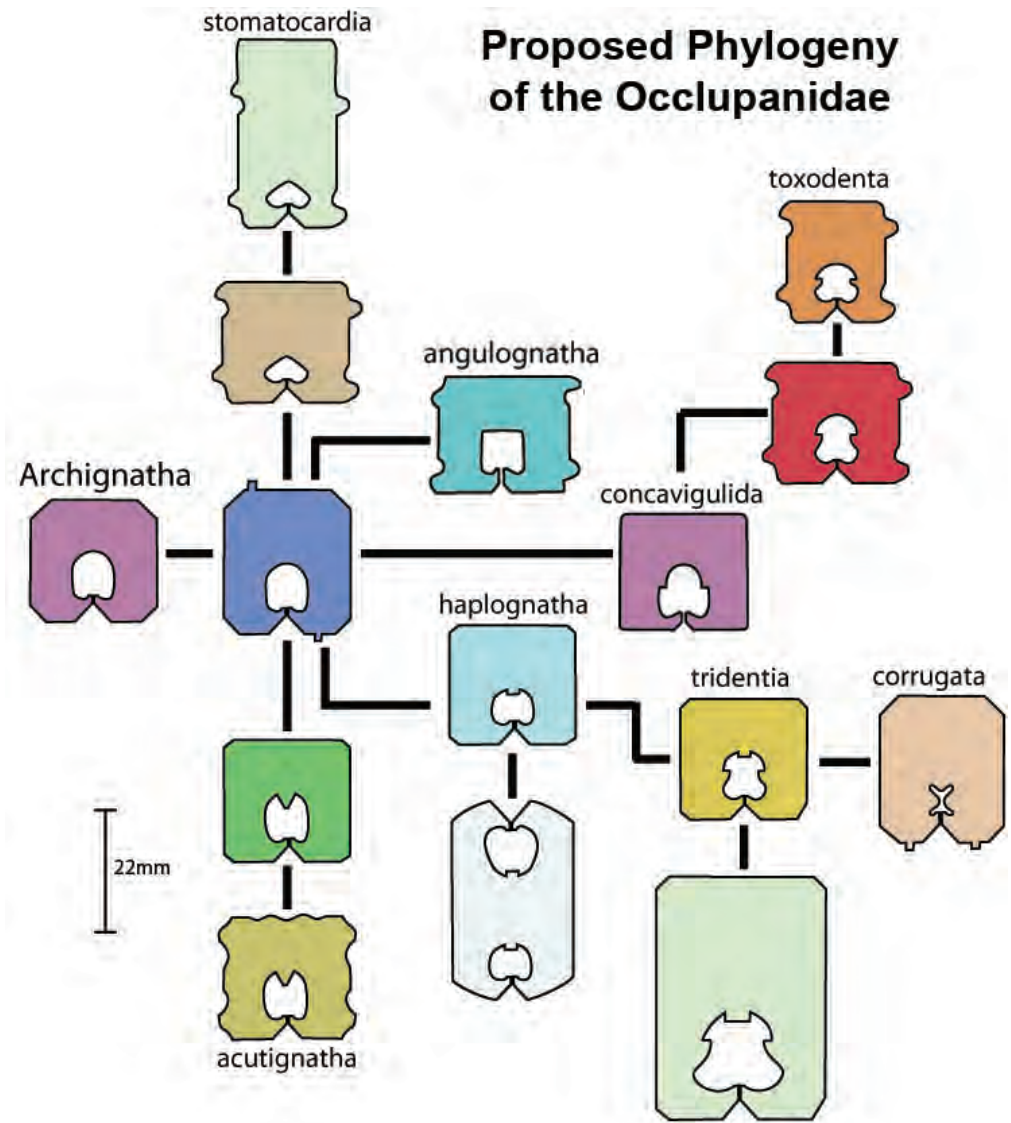
This site contains several years of research in the classification of occlupanids. These small objects are everywhere, dotting supermarket aisles and sidewalks with an impressive array of form and color. The **Holotypic Occlupanid Research Group** has taken on the mantle of classifying this most common, yet most puzzling, member of phylum Plasticae.

<http://www.horg.com/horg/>

万物は蒐集の対象である



Occlupanid: その形態と系統



**「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？**

分類する者

秩序は観念

発見できる



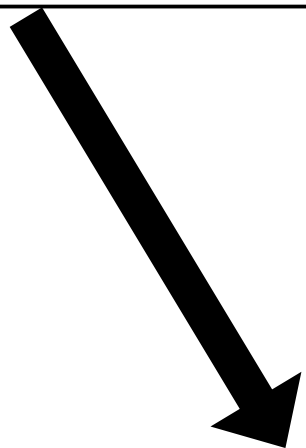
押しつける

秩序は実在

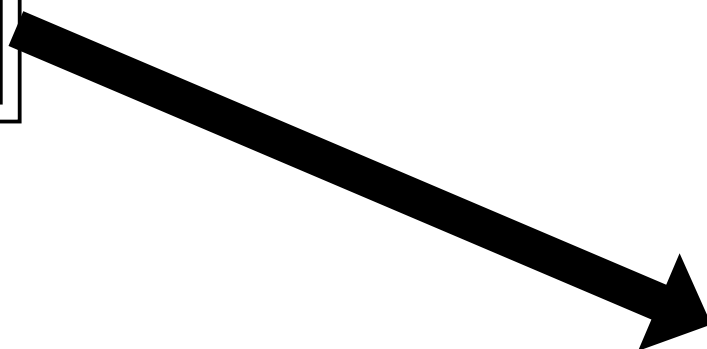
分類される物

系統

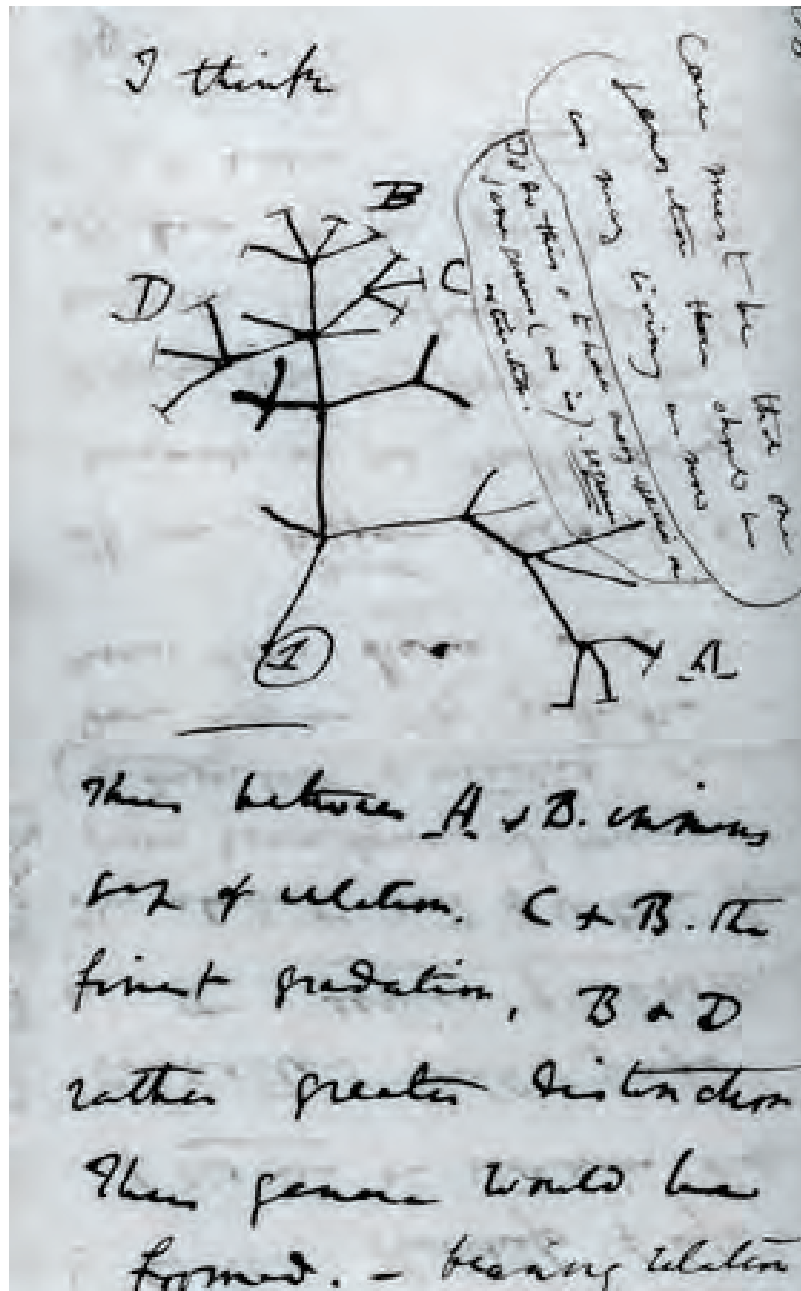
祖先



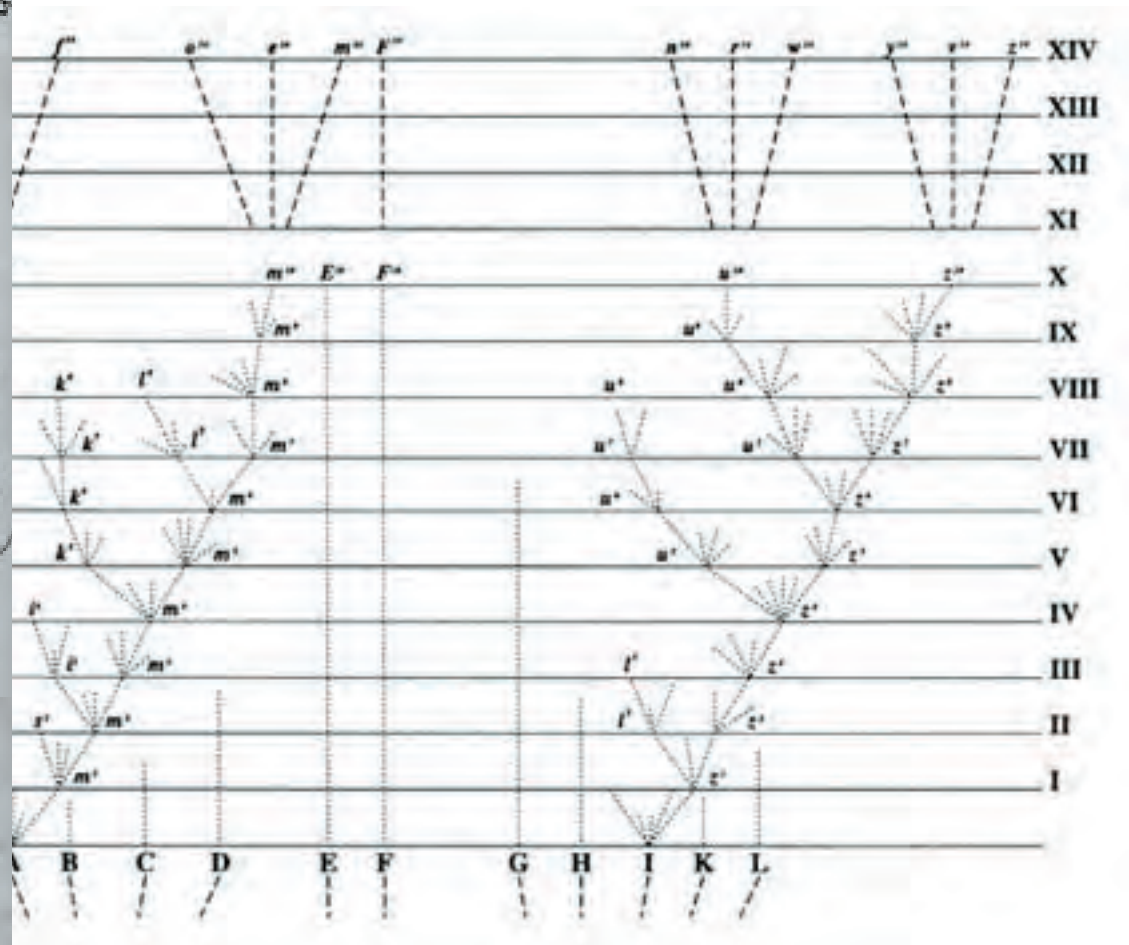
子孫



子孫



Darwin: Notebook



Darwin Origin (1859)

分類とシステムのダイアグラムの体系

チェイン

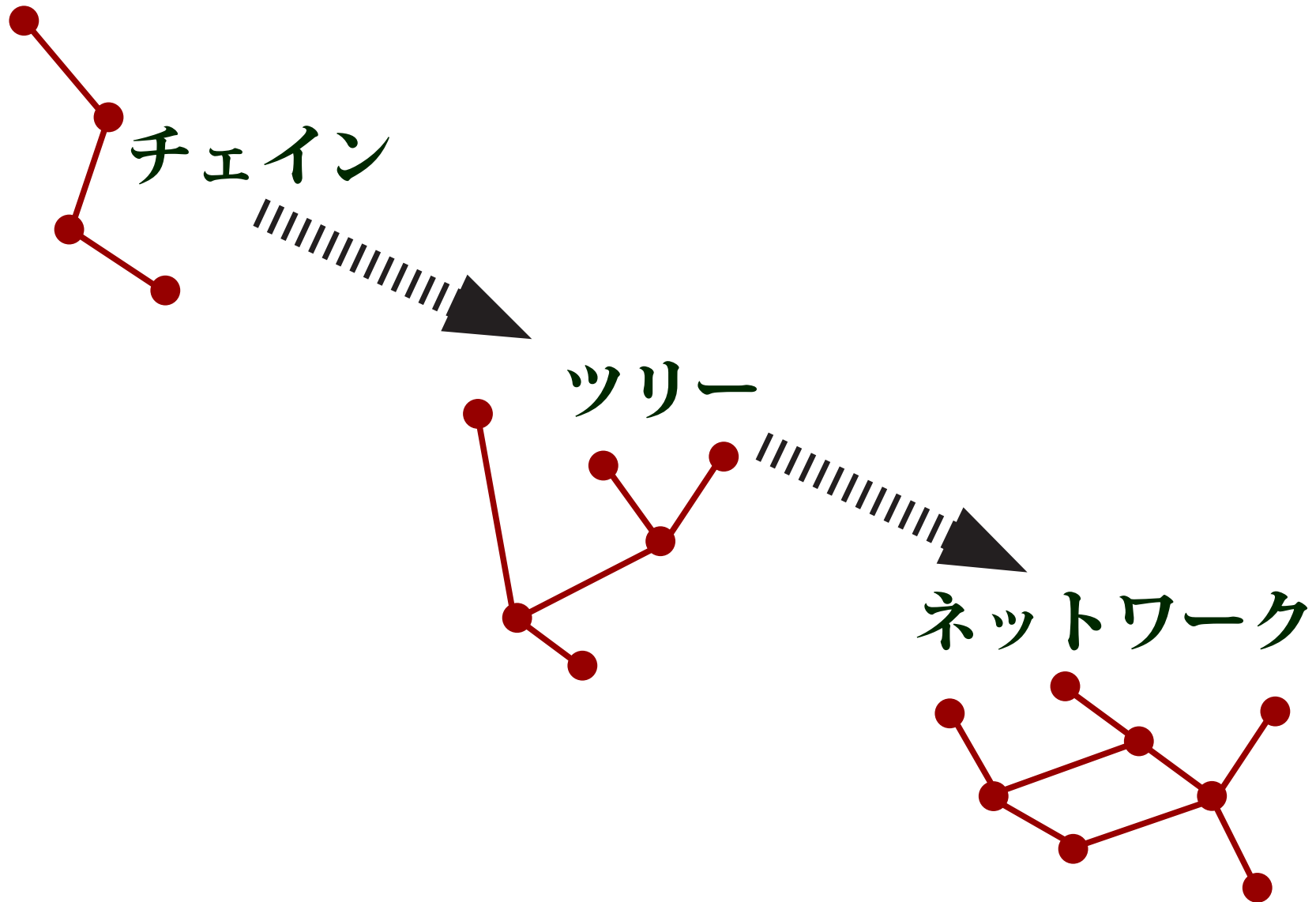


ツリー



ネットワーク

分類と系統のダイアグラムの体系



可視化は知識の体系化への道

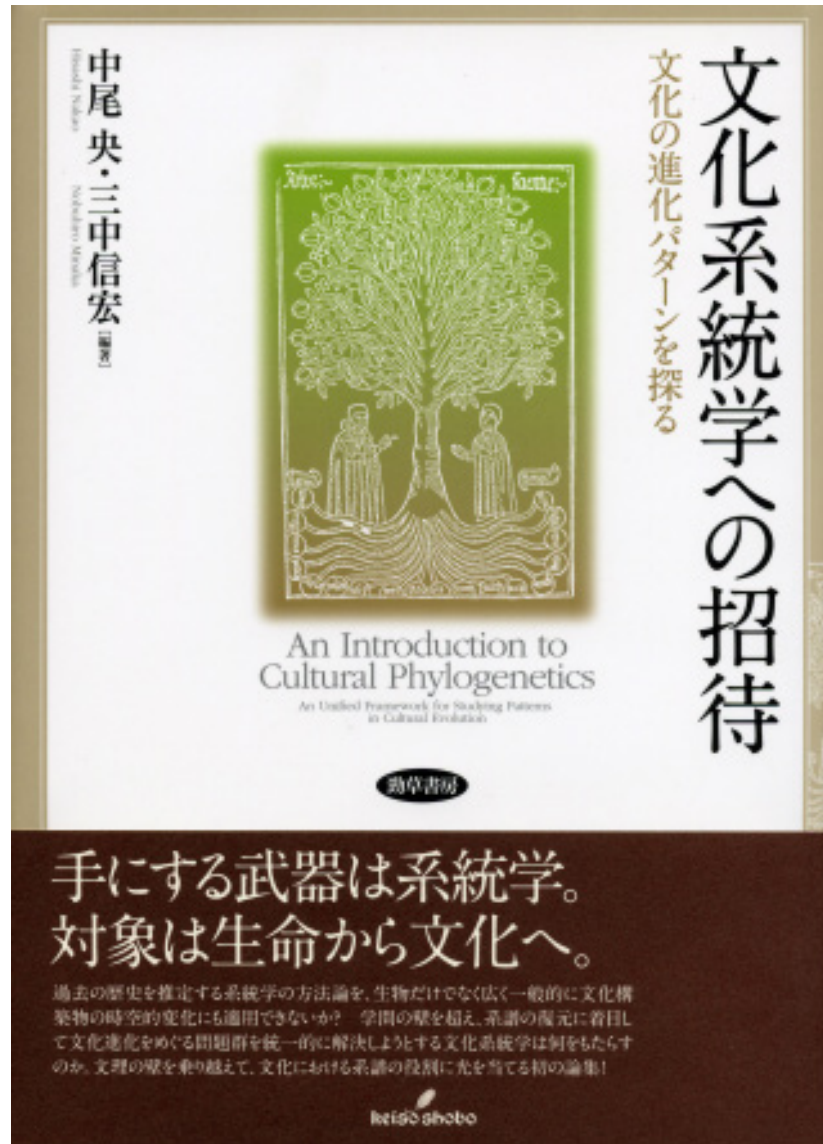


三中信宏・杉山久仁彦 (2012)

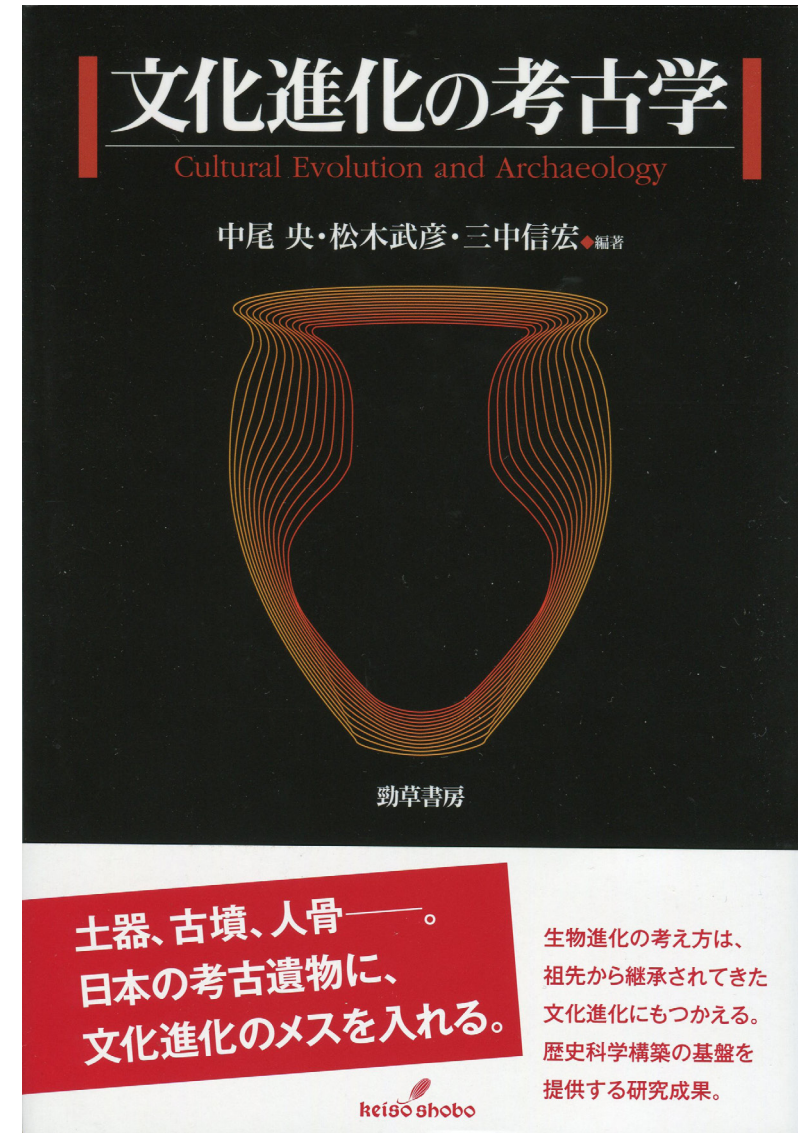


三中信宏 (2017)

可視化は知識の体系化への道



中尾央・三中信宏 (2012)

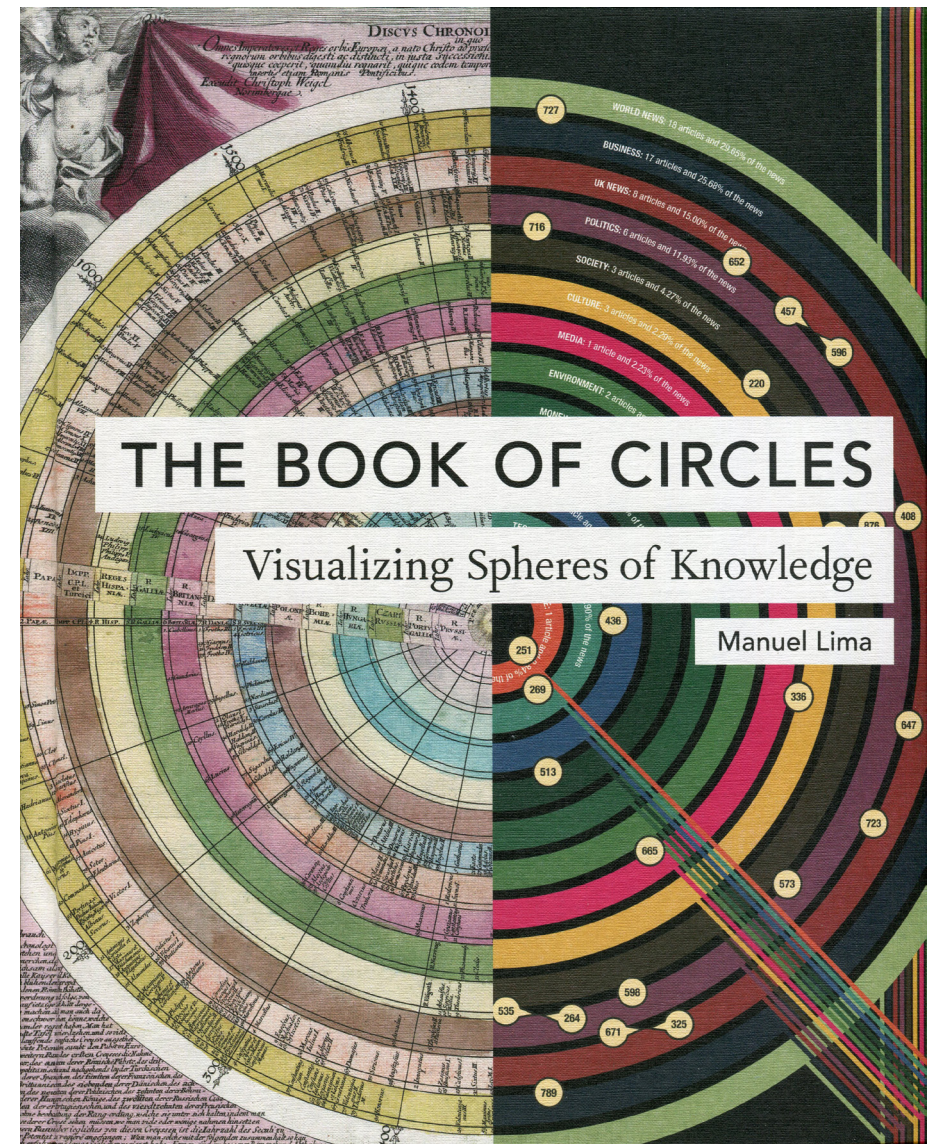


中尾央・松木武彦・三中信宏 (2017)

可視化は知識の体系化への道



マニエル・リマ著
[三中信宏訳] (2015)



マニエル・リマ著
[三中信宏監訳] (印刷中)

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、最も原始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



シャルル・ボネ
Charles Bonnet,
1720-1793（スイス）

【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	
L'HOMME	
Ourang-Outang	
Singe	
QUADRUPÈDES	
Écureuil volant	
Chauve-souris	
Autruche	
OISEAUX	
Oiseaux aquatiques	
Oiseaux amphibies	
Poissons volans	
POISSONS	
Poissons rampans	
Anguilles	
Serpens d'eau	
SERPENS	
Limaces	
Limaçons	
COQUILLAGES	
Vers à tuyau	
Teigne	
INSECTES	
Gall insects	
Tænia, ou Solitaire	
Polypes	
Orties de mer	
Sensitive	
PLANTES	
Lichens	
Moississures	
Champignons, Agarics	
Truffes	
Coraux et Coralloïdes	
Lithophytes	
Amianthe	
Talcs, Gypse, Sélénites	
Ardoise	
PIERRES	
Pierres figurées	
Crystallisations	
SELS	
Vitriols	
MÉTALX	
DEMI-MÉTALX	
SOUFRES	
Bitumes	
TERRES	
Terre pure	
EAU	
AIR	
FEU	
Matières plus subtiles	

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 rampans	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
Moississures	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
MÉTALX	金属
DEMI-MÉTALX	半金属
SOUFRES	硫黄
Bitumes	瀝青
TERRES	土地
Terre pure	土
EAU	水
AIR	空気
FEU	火
Matières plus subtiles	微細物質

自然物の階梯の観念

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には伸ばし続け、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)

2. フィオーレのヨアキムの「生成の樹」

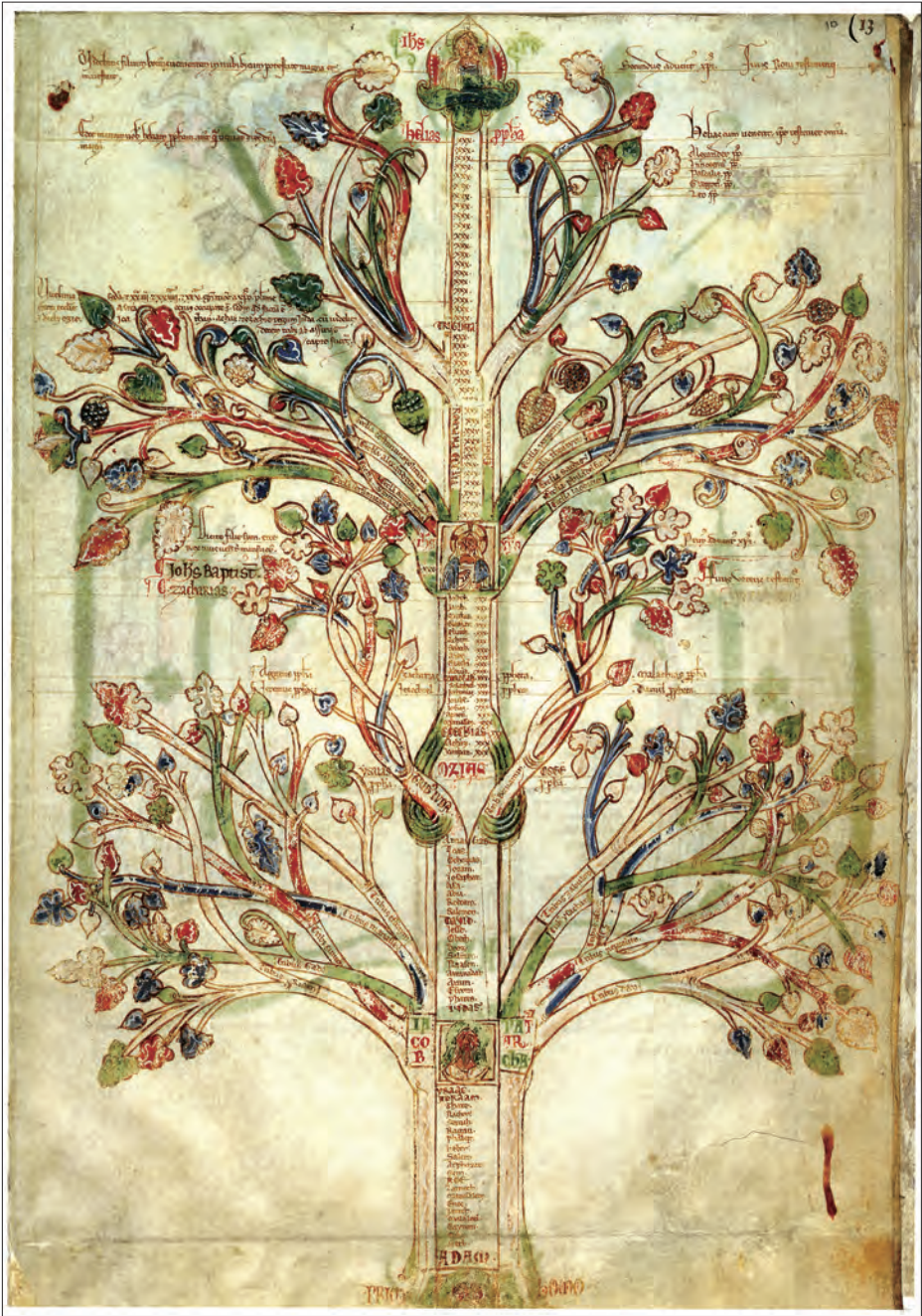
また、同じく 12 世紀から 13 世紀にかけてイタリアで活躍したフィオーレのヨアキム（Gioacchino da Fiore）も、代表作である『形象の書（*Liber Figurarum*）』や『系譜論（*Genealogia*）』において、独特の画風で数多くの「聖なる系譜」を描いた（Rainini 2006; Patschovsky 2003）。奇怪な図が満載されていることで有名な『形象の書』には、図 4 のような系図が載っている。

キルヒヤーと同じく、ヨアキムのこの系図もまたアダムに発する人類の歴史を描いている。ヨアキムの図像世界の柱は歴史や家系を「樹」として表現することにあった。その点で、「エッサイの樹」の発展形としてこれら「ヨアキムの樹」を理解してもいいだろう。ヨアキムの真骨頂である「生成の樹（*alberi delle generazioni*）」は当時のキリスト教図像世界における「樹」の広まりを示唆している。

12 世紀以降の中世において、キリスト教の聖人たちや聖書の神々たちの系譜を「樹」として図像化したこれらの神聖家系図は、「生命の樹（*the tree of life*）」という汎世界的に広がる観念によって支えられていた。末広がりの繁栄を示唆する「樹」のイメージは来るべき宗教的栄華を象徴するのにふさわしいアイコンであったにちがいない。



フィオーレのヨアキム
Gioacchino da Fiore,
1135-1202（イタリア）



【図 4】 ヨアキム『形象の書』にある系図（Rainini 2006）

II-2. 家系図の図像学

生命の樹と唐草模様

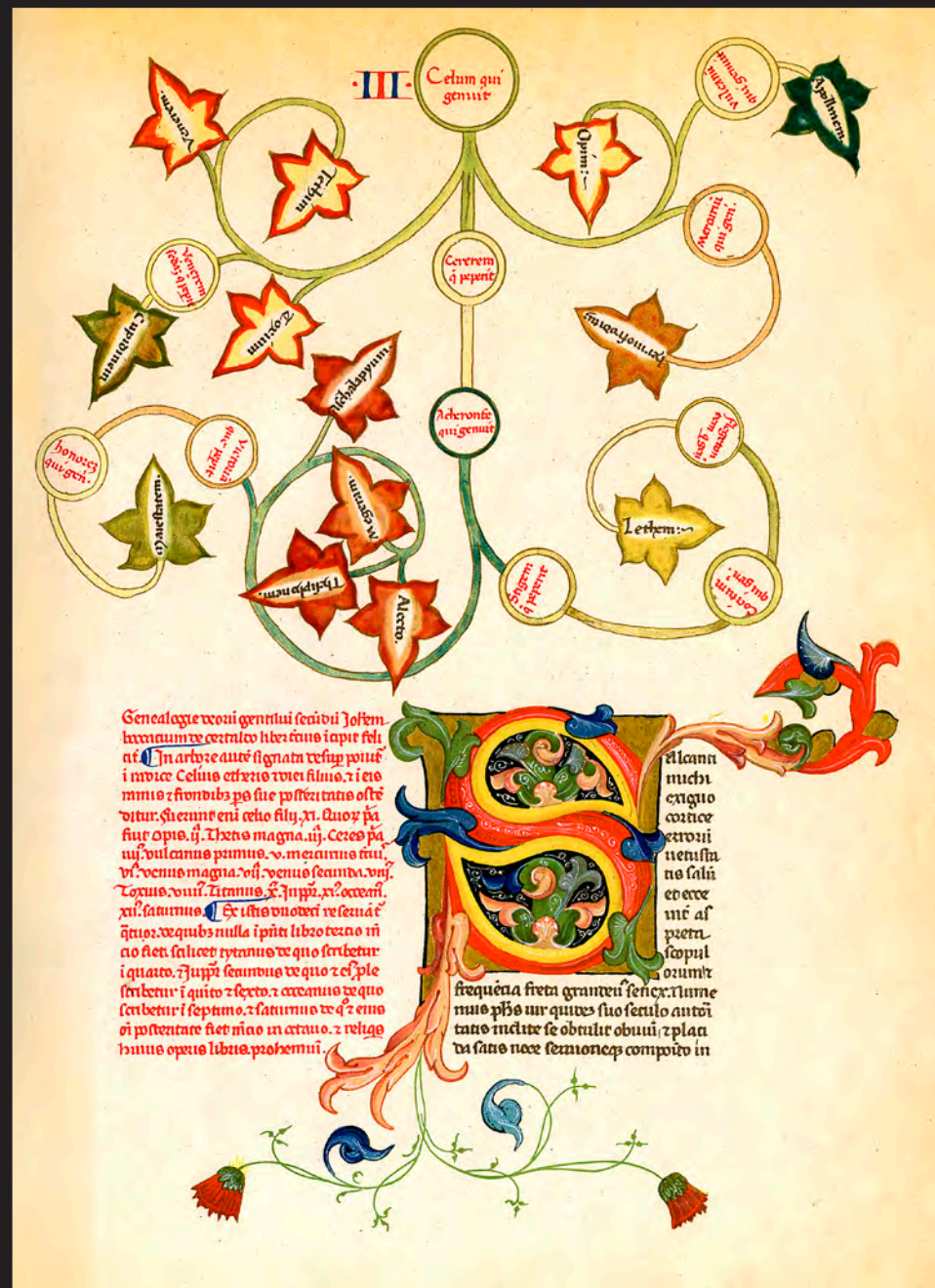
人間社会に古今東西の「家系図」は、汎世界的に分布する「生命の樹 (the tree of life)」の図像と連動している。前章ではヨーロッパ中世に光を当て、家系図のもつ図像学的な背景をたどったが、以下、本章ではまずはじめにもっと広い視座から全体を見渡してみよう。

1. 家系図にからみつく生命の樹と唐草模様

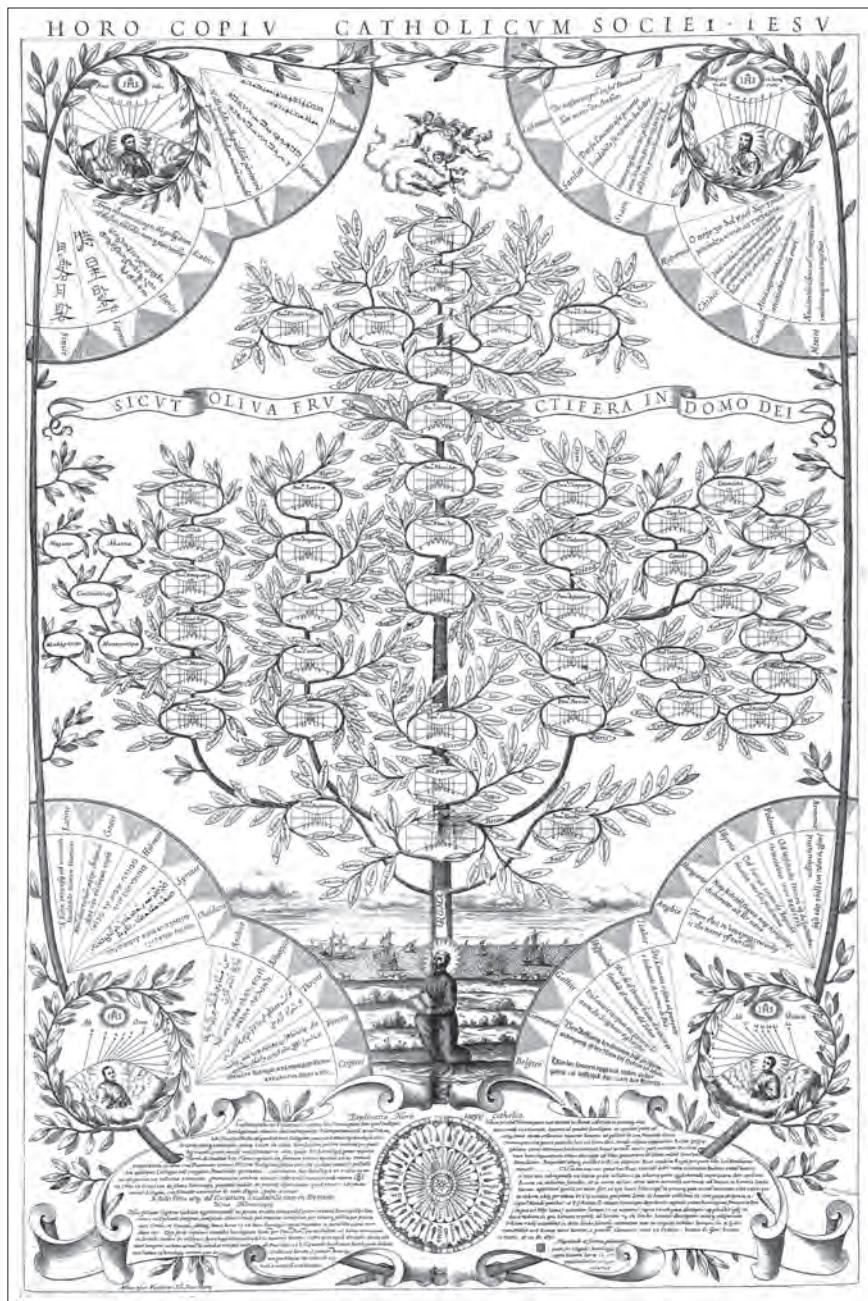
アイコンとしての「生命の樹」はきわめて多産にして豊穡だ。われわれ人間は無意識のうちに、「生命の樹」として図式表現することにより、いろいろな観念を視覚化してきたにちがいない。そのひとつの例として、『デカメロン』の作者として有名な14世紀のジョバンニ・ボッカチオ (Giovanni Boccaccio 1313-1375) による『異教の神々の系譜 (Genealogia Deorum Gentilium)』という特異な著作を取り上げよう (Wilkins 1923)。1350年頃から書き始められ、死ぬまで延々と書き続けられたという本書でボッカチオが描いたのは、ギリシア・ローマ神話に登場する神々の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

『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)。

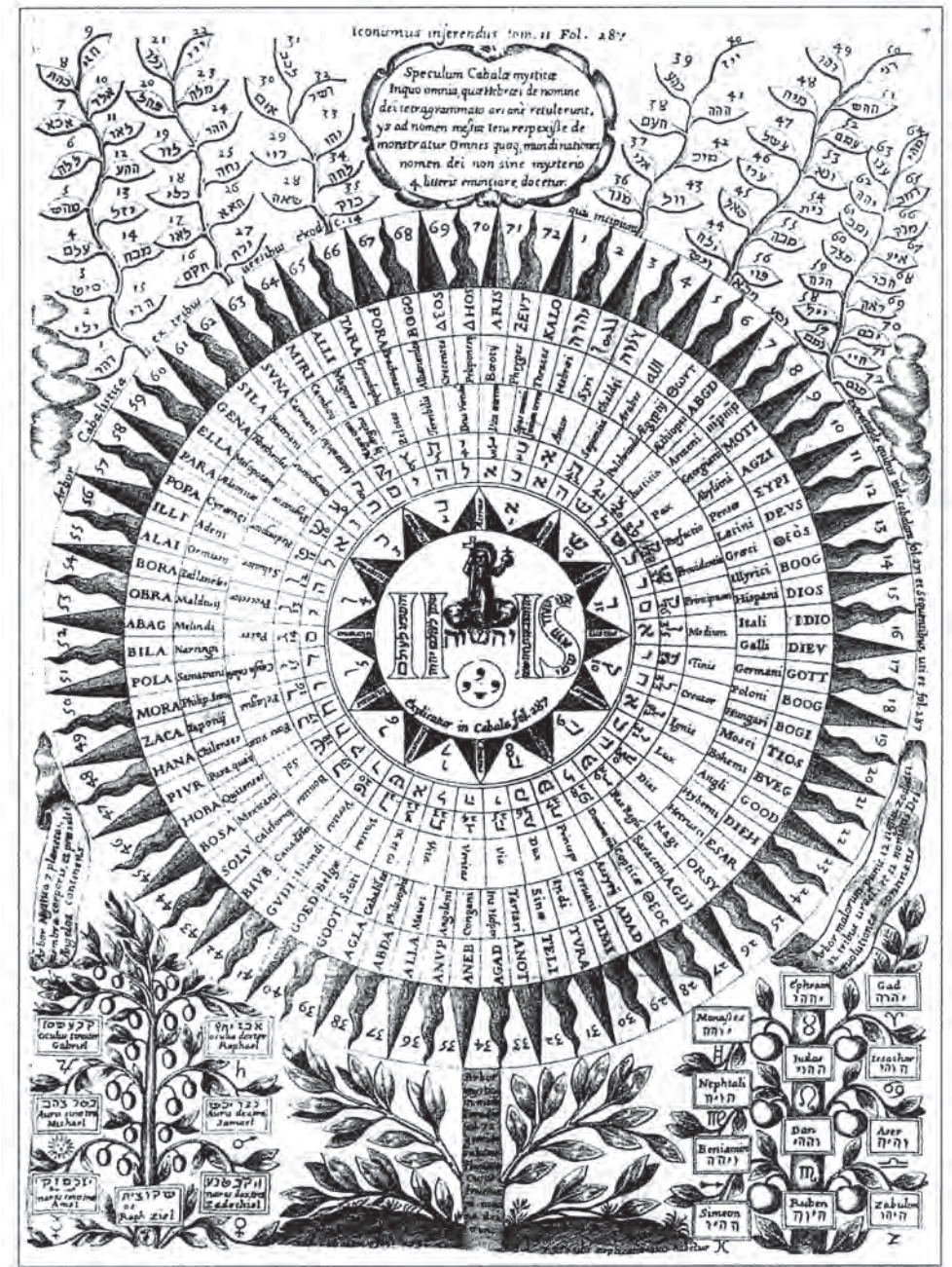
神話の神々の始祖であるデーモゴルゴン (デミウルゴス) の子孫であるケーラム (Caelum) をルーツとする子孫神たちの系図を描いたこの図版では、ルーツから伸びる葉の一枚ごとに神々の名前が記され、蔦の葉が垂れ下がるように上から下へと親子関係が描かれている。一方、ラテン語の本文には金泥を用いたカリグラフィーによる唐草模様が見られる。



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

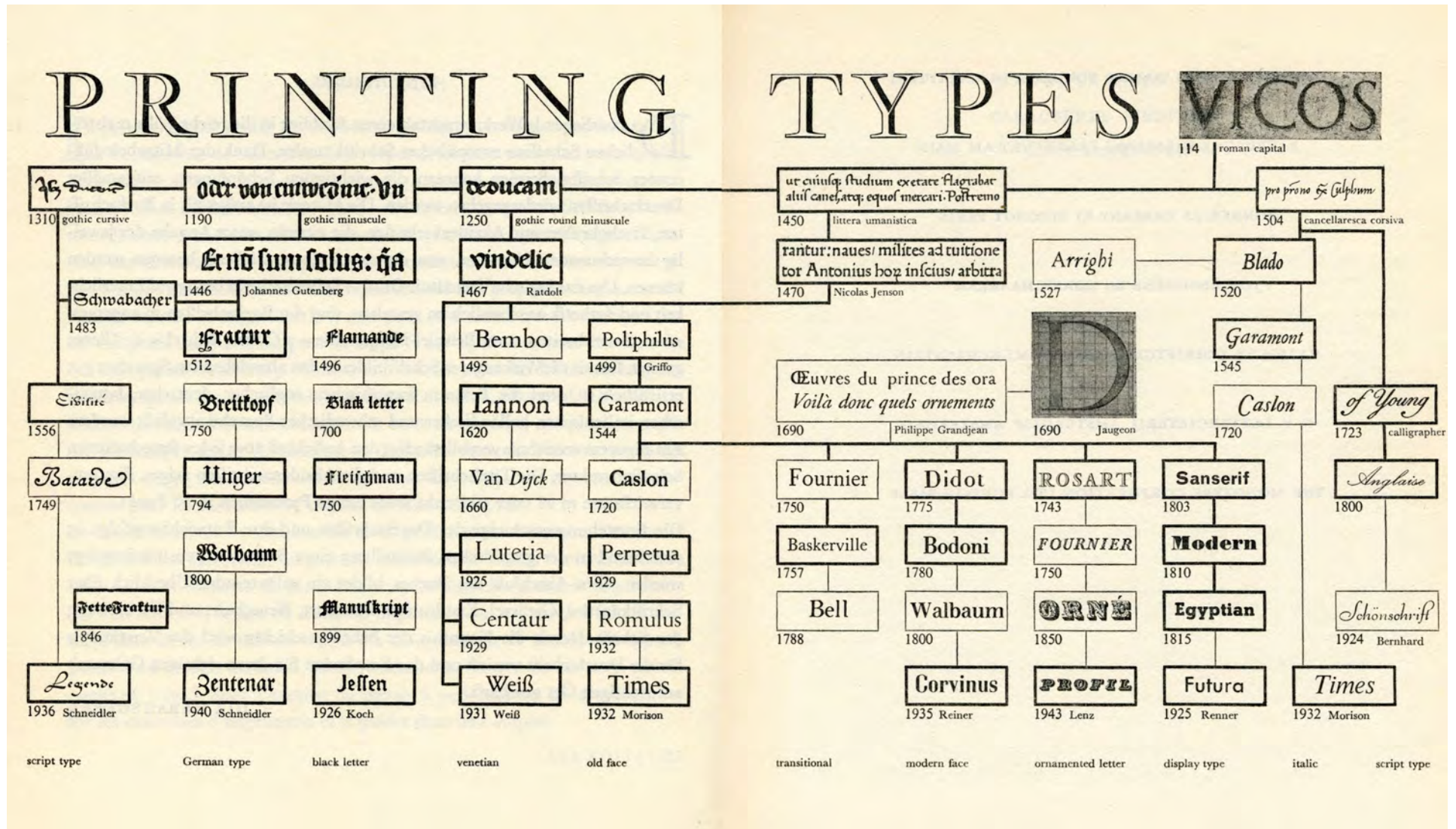


【図5】キルヒャー「ローマを中心に世界に根を張るイエズス会の万能時間早見表」(Kircher 1646)



【図6】キルヒャー「神秘のカバラの樹」。72の神の名称が円周上に配置されている (Kircher 1652-54: vol. 2)

万物は蒐集の対象である



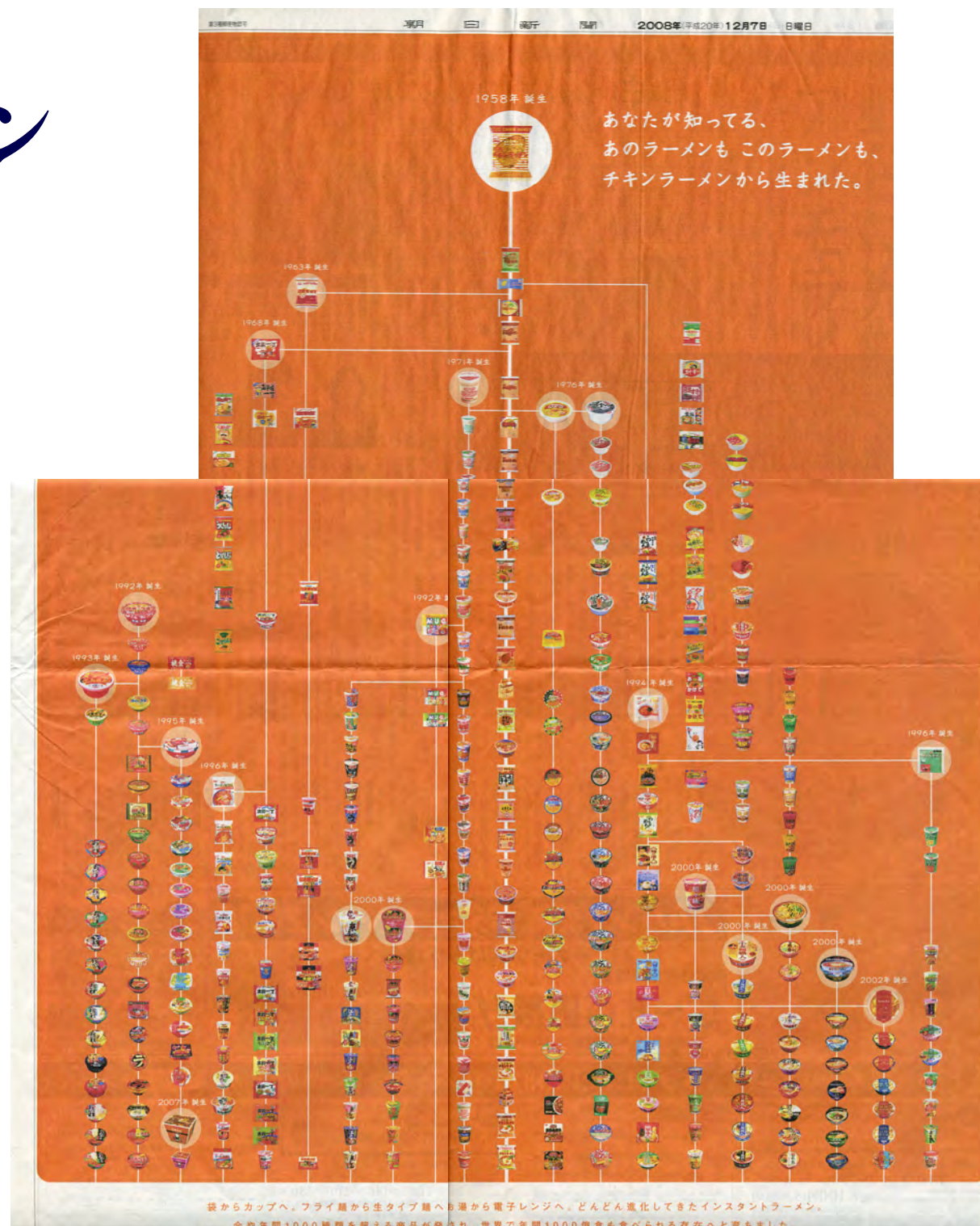
“オジギビット”の系譜



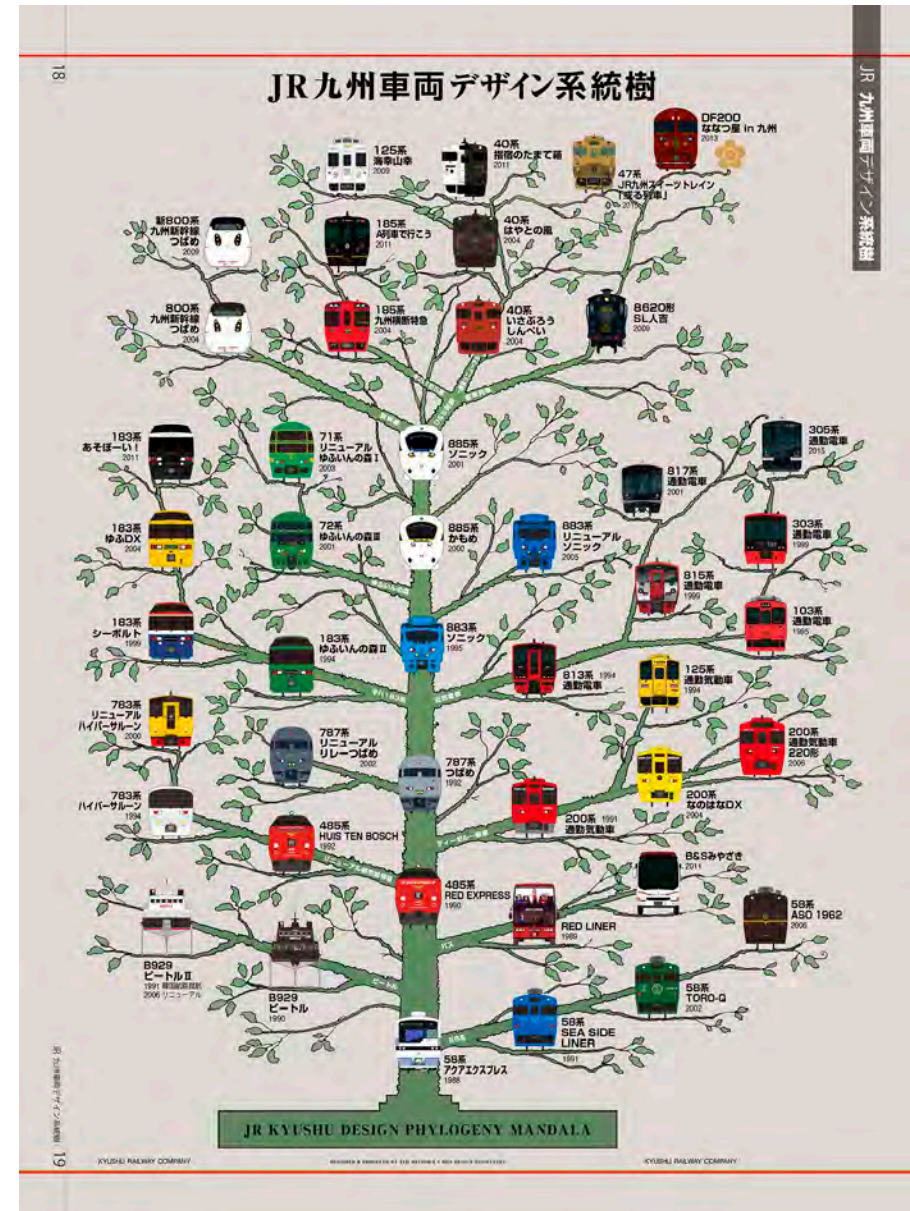
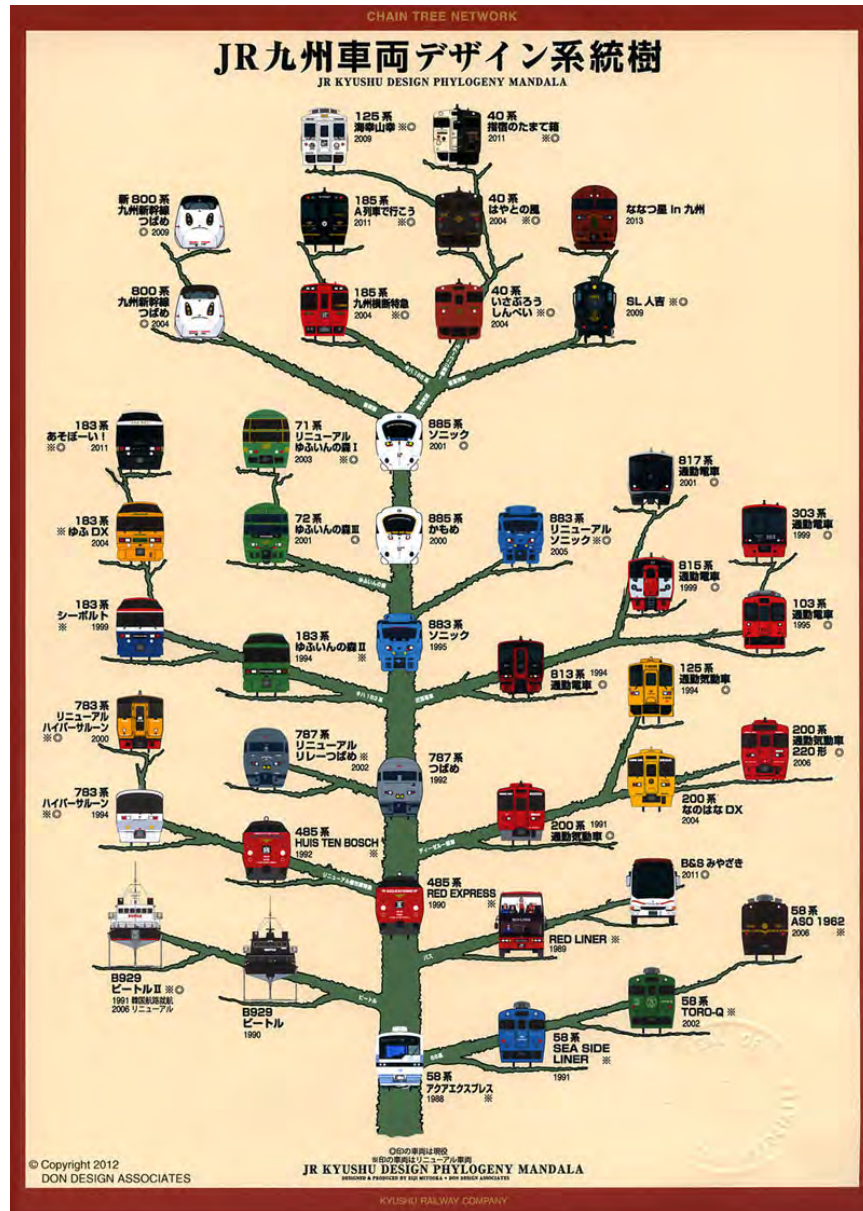
とり・みき『街角のおじぎびと』筑摩書房刊 より



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〉



系統樹曼荼羅はいたるところにある

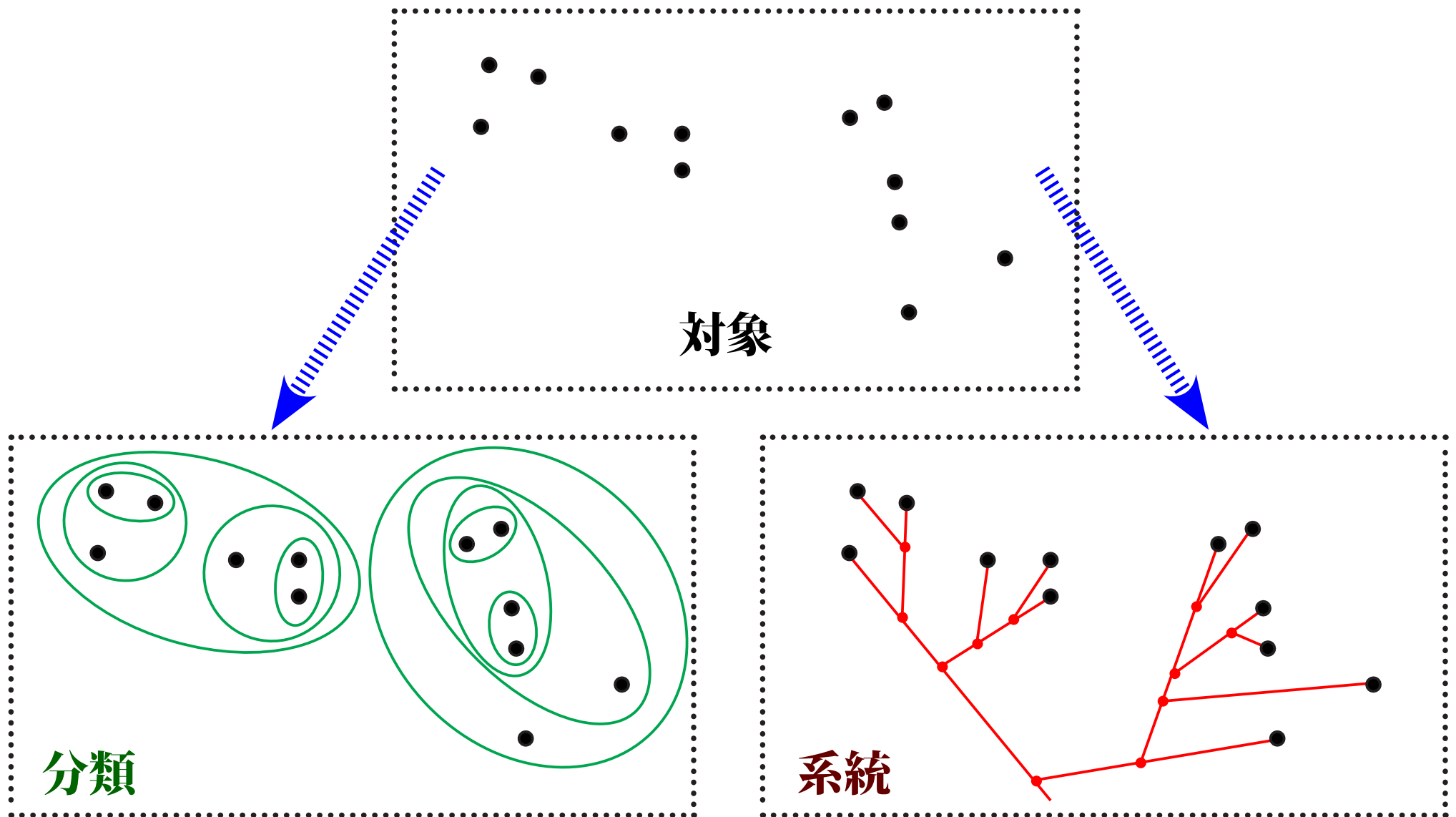


分類と系統

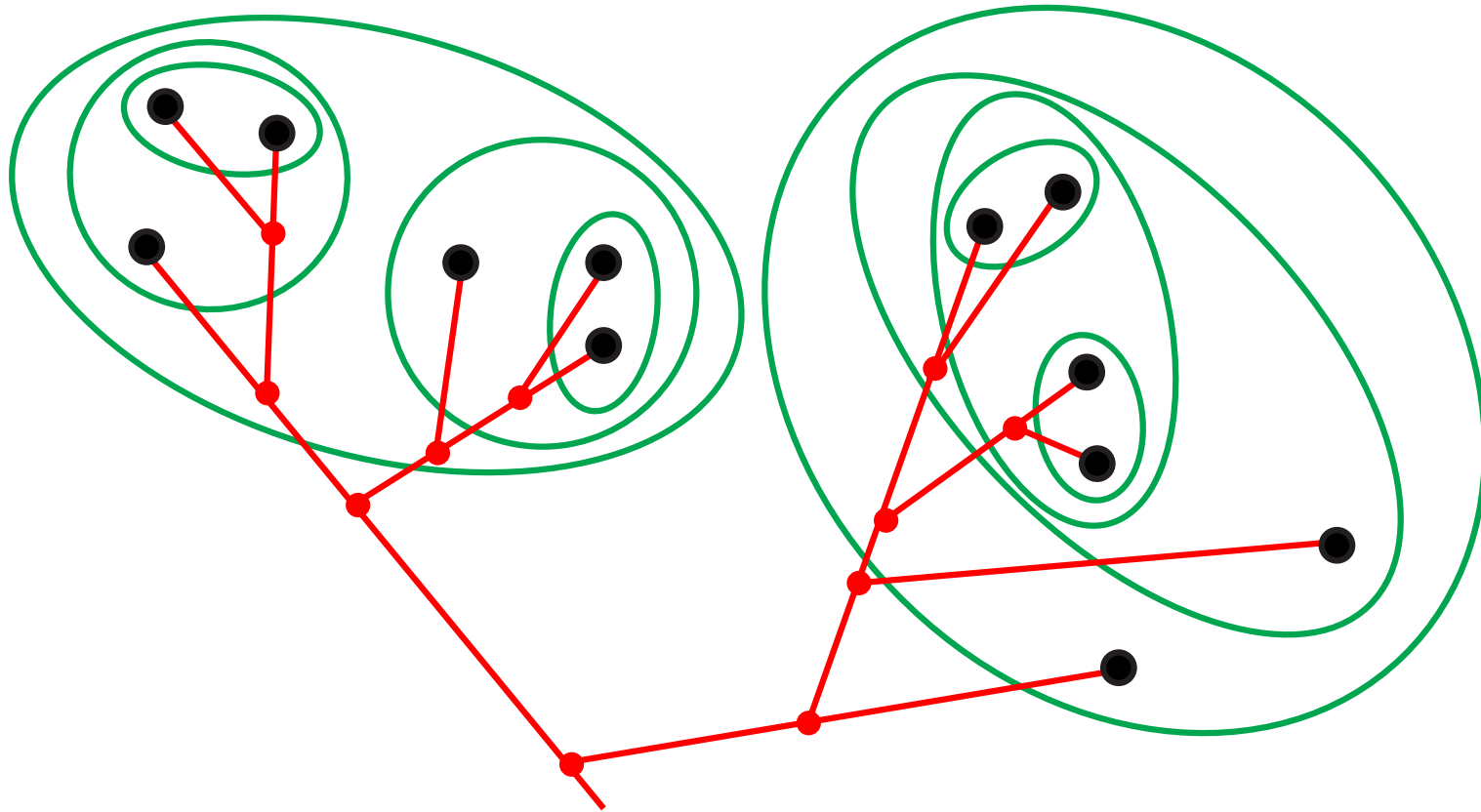
分類思考と系統樹思考の相互関係

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．

分類思考と系統樹思考の相互関係

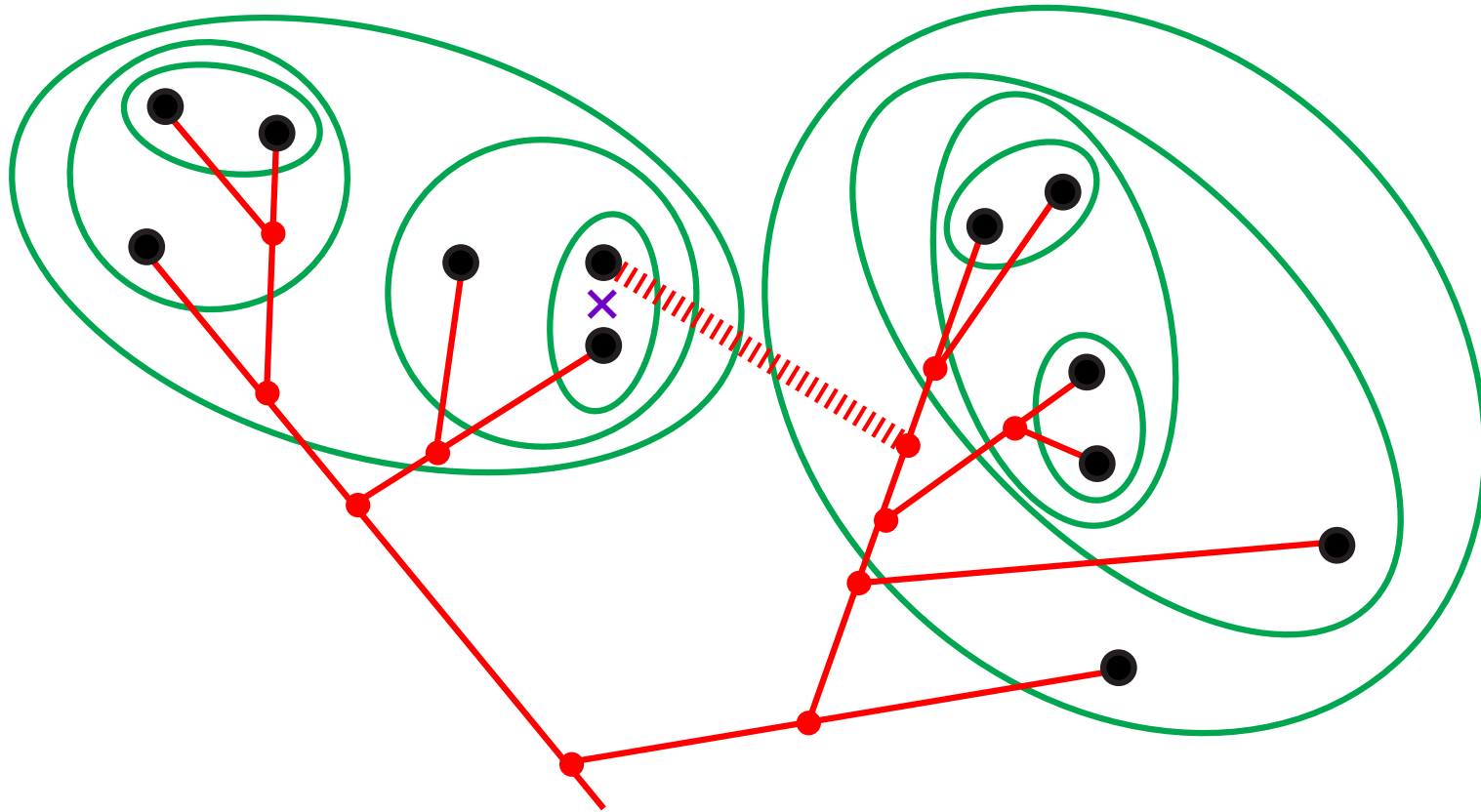


分類思考と系統樹思考の相互関係



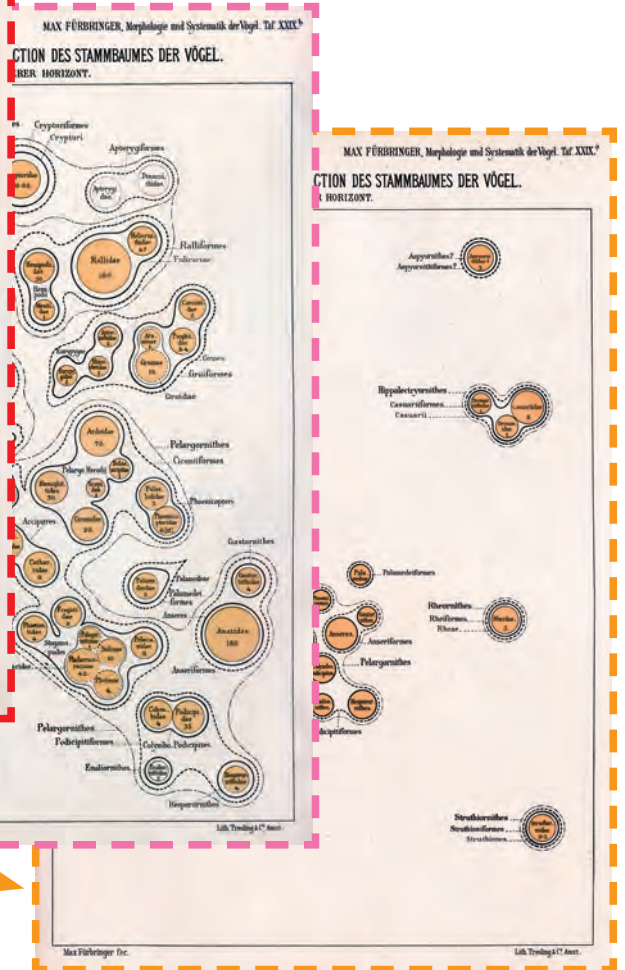
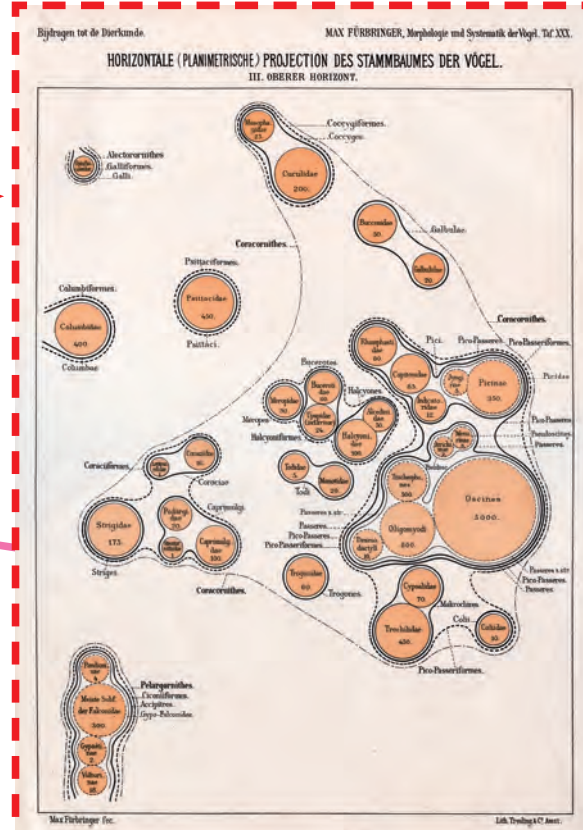
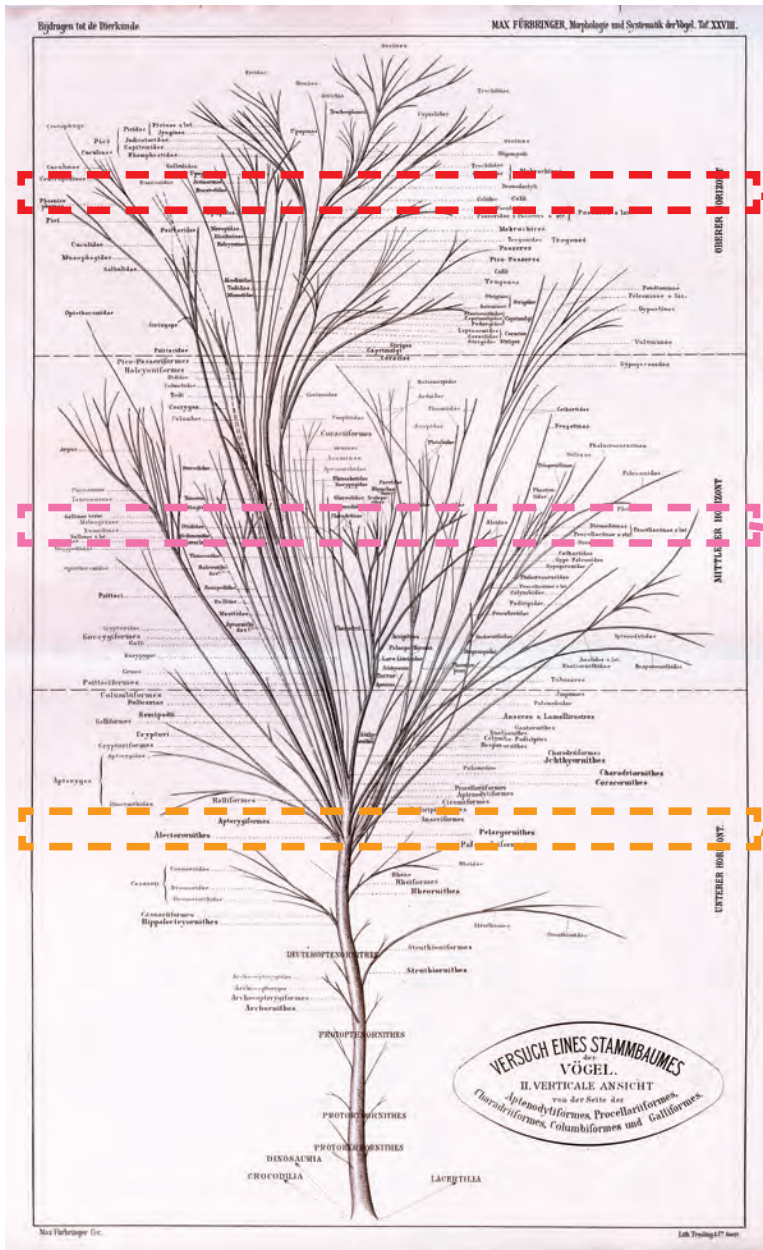
分類＝系統

分類思考と系統樹思考の相互関係



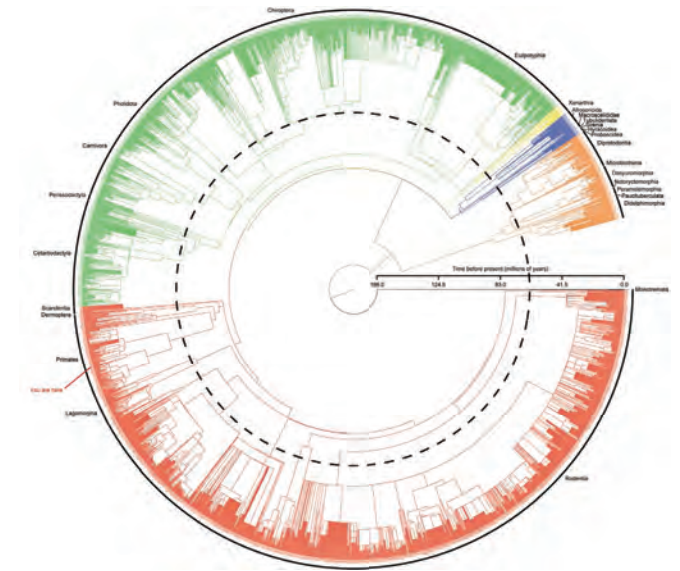
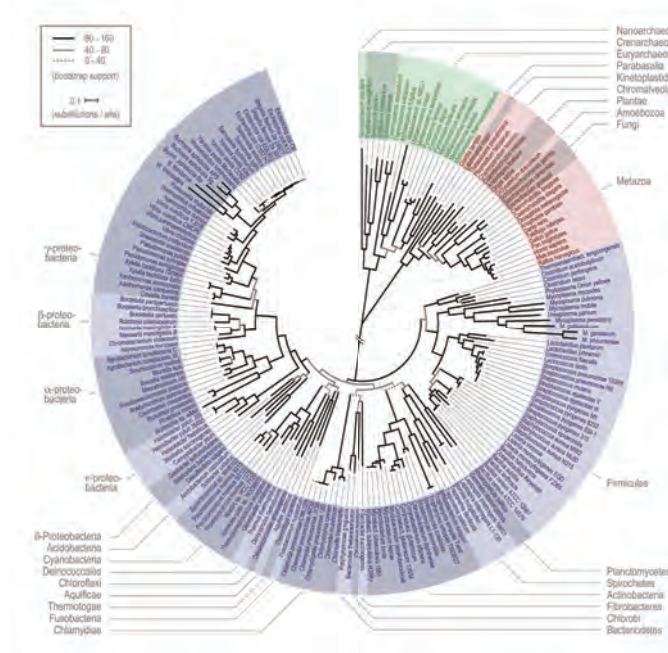
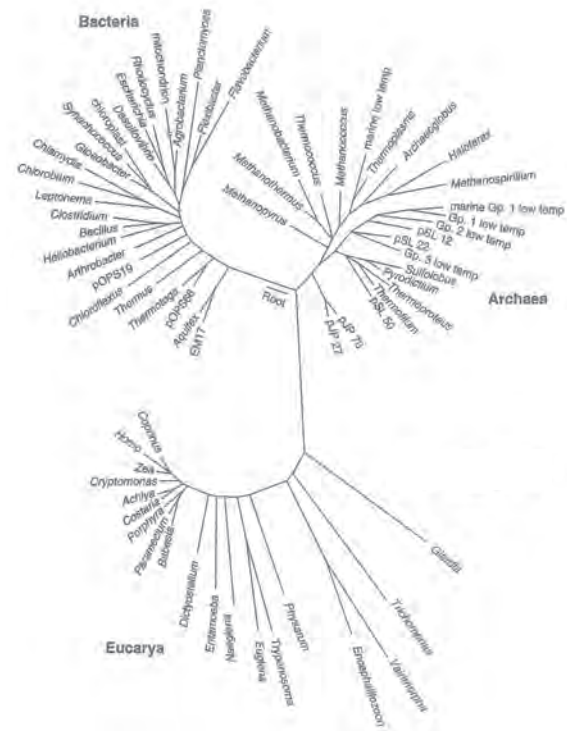
分類 ≠ 系統

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.

蓄積された大量の情報の“可視化”



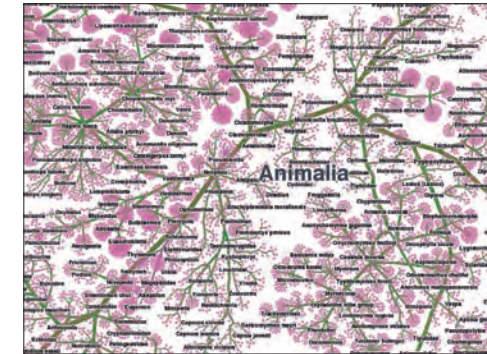
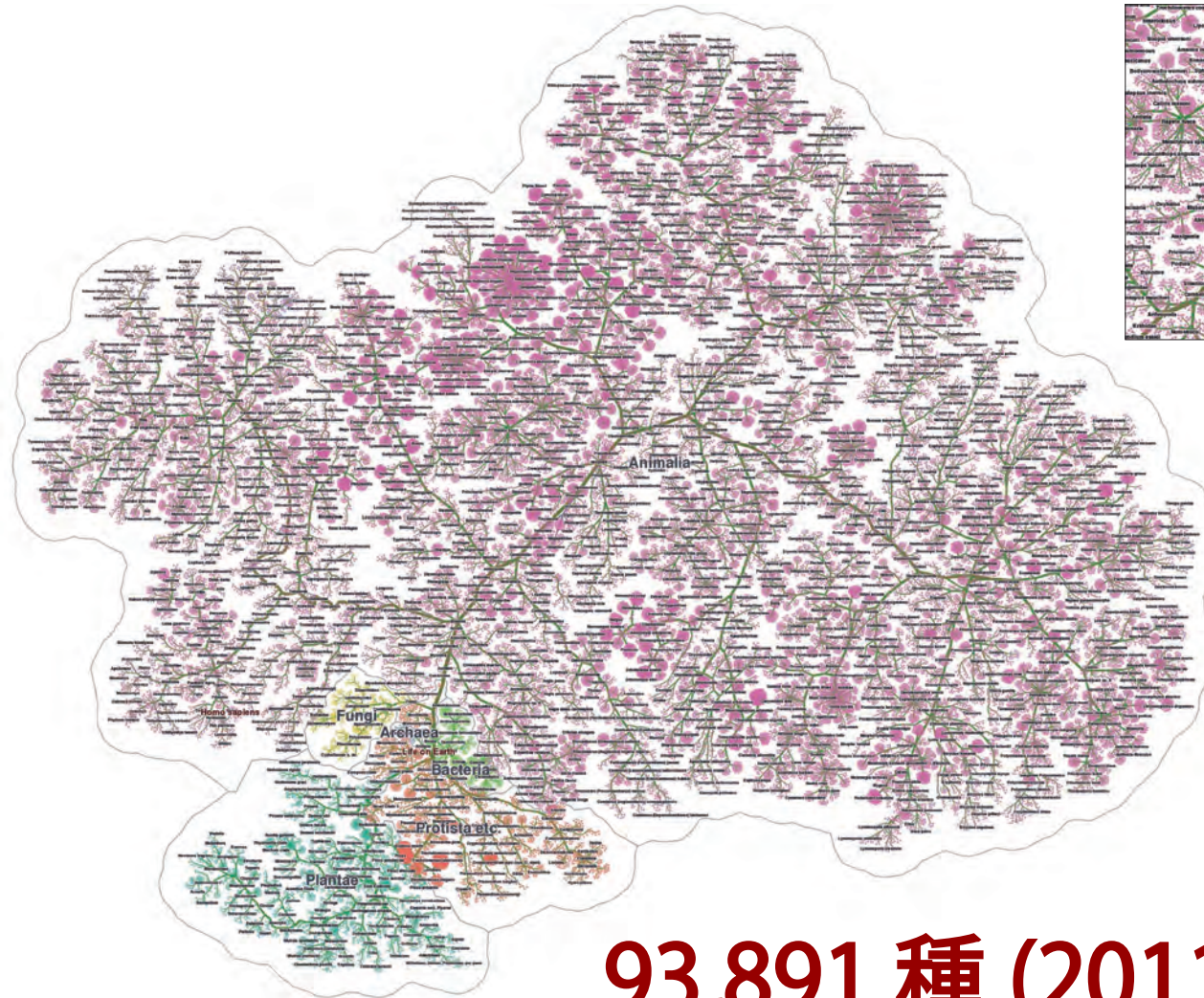
4,510 種 (2007)

191 種 (2006)

64 種 (1997)



蓄積された大量の情報の“可視化”



イーファン・フー
(AT&T Labs—Research)
生命の樹
2011年

Yifan Hu (AT&T Labs—Research)
The Tree of Life

生物多様性に関する巨大なオンライン共同プロジェクト The Tree of Life のデータに基づいて、93,891 種の生物の系統発生の系譜と時間的変遷を描いた複雑なチャート。この生命の樹は左下の赤字で書かれた「生命誕生 (Life on Earth)」から始まり、まずはじめに「真正細菌 (Bacteria)」、「古細菌 (Archae)」、「真核生物 (Eukarya)」の三つのドメイン (domain) に分岐する。もっとも大きな真核生物ドメインはさらに「菌 (Fungi)」、「原生動物 (Protista)」、「植物 (Plantae)」そして「動物 (Animalia)」など主要な界 (kingdom) に分裂する。このうち動物界はダイアグラムの右上方向に大きく広がっている。同じ分類群ごとに同じ色で示された点は、枝 (エッジ) によって連結され、高次分類群となる。この生命の樹は確かに複雑きまりないが、それでもここで用いられたデータはすべての現生生物のごく一部ではない。また、動物だけが不釣り合いに広い専有面積を占めているのは、単にデータベースに登録された動物界の情報が多すぎるからにすぎない。

AT&T ラボの許可を得て転載。
© AT&T Labs. All rights reserved.

93,891 種 (2011)

目に“見える”ことは重要だ

情報を伝えるわざ

アート

(芸術・技芸・技術・学芸)

World IA Day Tokyo 2017

2017年2月18日(土) 13:00 ~ 20:00

東京都渋谷区恵比寿・amu

情報を伝えるわざ

アート

サイエンス

情報を伝えるわざ

アート

サイエンス

World IA Day Tokyo 2017

2017年2月18日(土) 13:00 ~ 20:00

東京都渋谷区恵比寿・amu

情報を伝えるわざ

アート

わざ

サイエンス

World IA Day Tokyo 2017

2017年2月18日(土) 13:00 ~ 20:00

東京都渋谷区恵比寿・amu