

動物と環境

第2回 生物学の基礎 2

単細胞生物～脊椎動物

&

(1)自然科学としての生物学の基本1進化と進化論、
生物多様性 が残ってしまったので、まず続きを話す
その後で

予定の2回目、脊椎動物への歴史を早足で紹介

2016年前学期

~ Topics ~

先週...

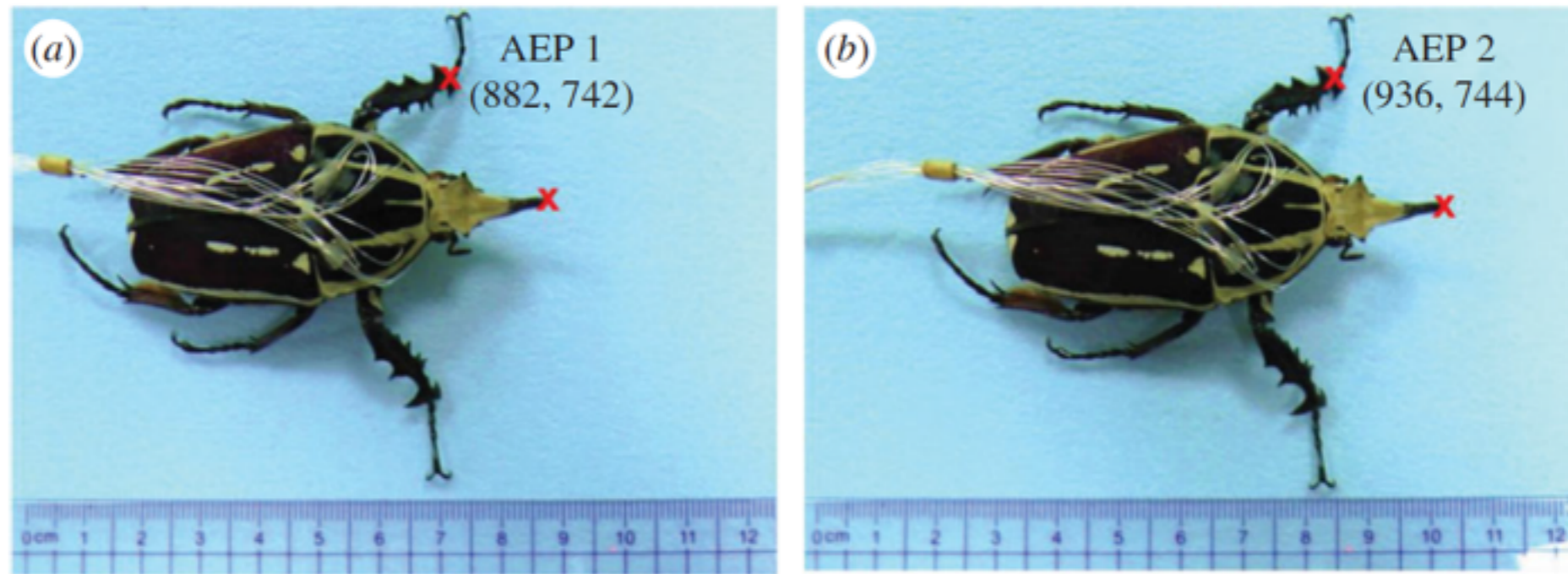


Figure 4. Experimental set-up of the walking speed versus step frequency analysis. (a) Snapshot of the insect–computer hybrid robot during galloping with both front legs at their first AEPs. (b) One step later, with both front legs at their second AEPs. Red crosses indicate the pixel coordinates of the articulation connecting beetle's left tibia and tarsus, used to calculate the step length. The beetle's walking distance was determined from the distance travelled by the beetle's horn (indicated by the red cross on the horn). The pixel distance between AEP 1 and AEP 2 was calculated by Pythagoras' theorem. The pixel distance was then converted to the actual distance (in centimetres) travelled by the leg by calibration with a 30 cm ruler.

例えば、今週：昆虫サイボーク？！

Insect–computer hybrid legged robot with user-adjustable speed, step length and walking gait

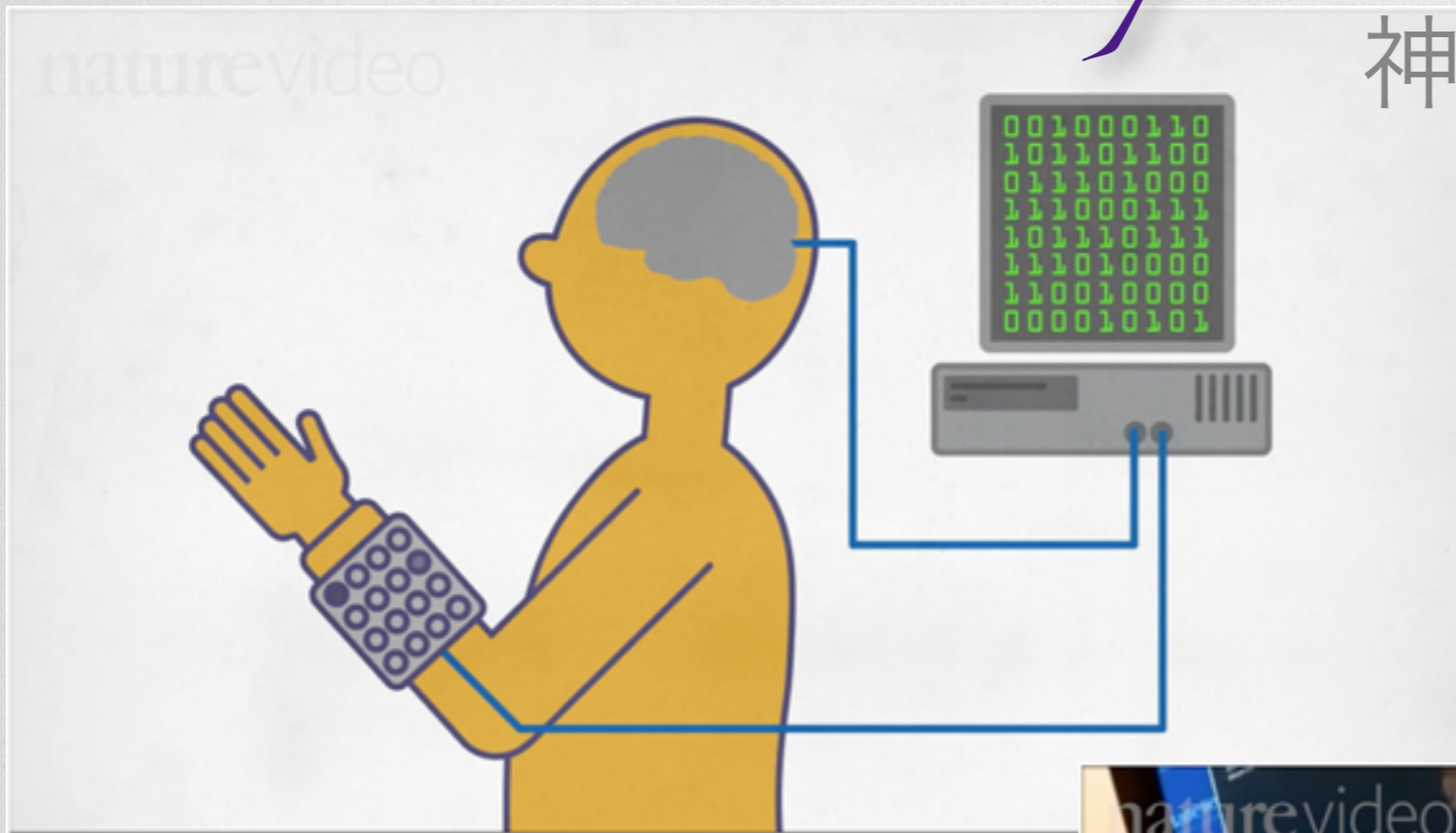
Feng Cao, Chao Zhang, Hao Yu Choo and Hirotaka Sato (2016) JRS Interface , Published 30 March 2016.DOI: 10.1098/rsif.2016.0060

石田の最近の話題、最新の論文、生物の話題 etc.

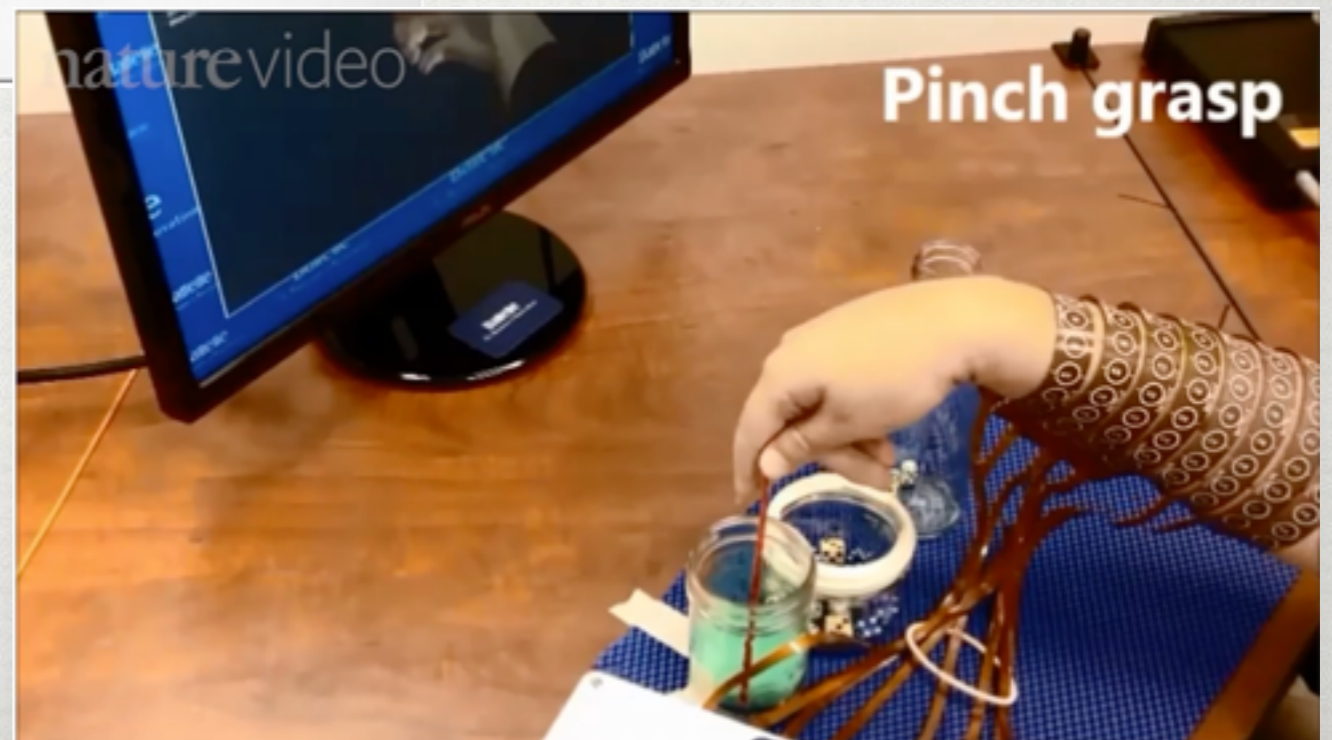
~ Topics ~

神経はかなり再生する

完全ではない



不完全な部分を
人工的に補完できた
という研究



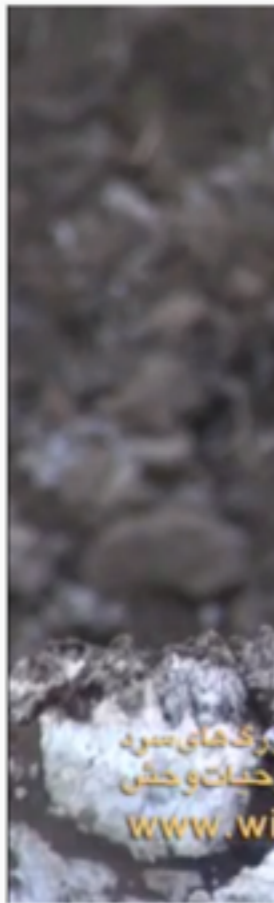
~ Topics ~

これは私にとっても、驚異の画像（動画）

Instagram

Instagram

Instagram



<https://www.instagram.com/p/BBbbagXifRu/>

おまけ、



こんなのか

いっぱいいる

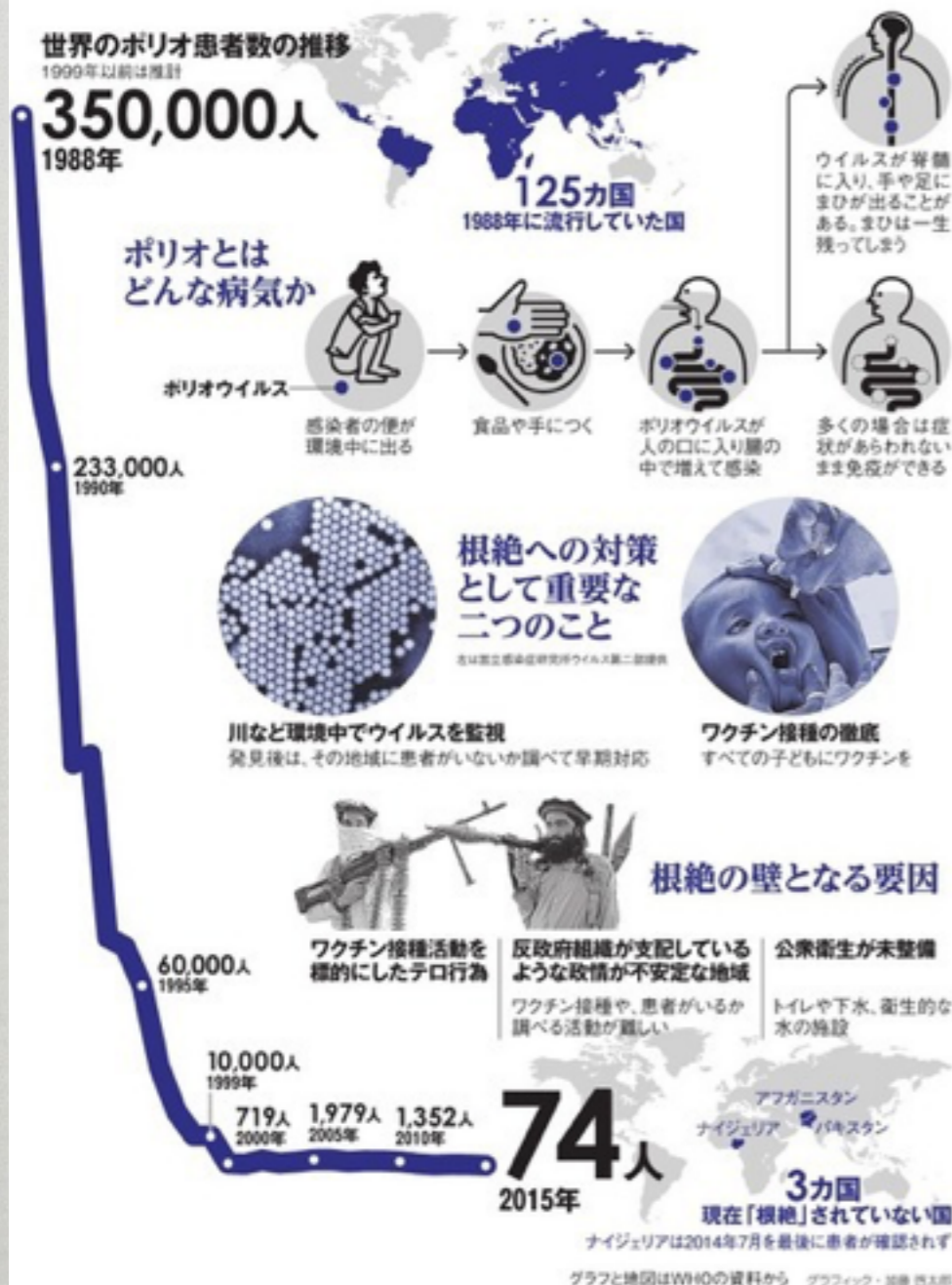


Jenny Martin @Jenny_STEM · 1月17日

"@tvhcaterpillar: The Lichen Katydid is a master of camouflage, Queensland, Australia." wow. beautiful

~ Topics ~

ポリオ根絶へ正念場



KNOW★VPD!
VPDを知って、子どもを守ろう。

日本の子どもたちを守るため、どうかVPDを知ってください。

VPDは、子どもたちの命にかかわる重大な病気。日本では、毎年多くの子どもたちが、ワクチンで予防できるはずのVPDに感染して、重い後遺症で苦しんだり、命を落としたりしています。世界中に数多くある感染症の中で、ワクチンで防げる病気—VPD—はわずかです。防げる病気だけでも予防して、大切な子どもたちの命を守りましょう。

VPDとは「ワクチンで防げる病気」のこと
Vaccine (ワクチン) Preventable (防げる) Diseases (病気) の略です

子どものワクチンとVPD

VPD/ワクチン一覧

- VPDって何?
- ワクチンについて
- 子どものVPD
- 日本vs世界のワクチン事情
- 日本の子どもが接種するワクチン

おすすめ 予防接種スケジュール

予防接種スケジュール

- ワクチンデビューは生後2か月の誕生日
- スケジュールの基本ルール
- 5つのポイント
- スケジュールを立ててみよう
- はじめての予防接種Q&A

<http://www.know-vpd.jp/index.php>

~ Topics ~

日本では、地震や台風が頻繁にある

地震、気象と科学については、また後日

講義スケジュール（計画）

- 1 4月11日 オリエンテーション：本講義の概要紹介
自然科学としての生物学の基本1（進化と進化論、生物の多様性）
- 2 4月18日 生物学の基本2（単細胞～脊椎動物への進化、動物界）
- 3 4月25日 生物学の基本3（DNA, 遺伝学、生態学）
- 4 5月 9日 脊椎動物の多様性1（形態, 系統・体の造り）
- 5 5月16日 脊椎動物の多様性2（形態, 姿や色彩）
- 6 5月23日 脊椎動物の多様性3（行動, 繁殖様式）
- 7 5月30日 脊椎動物の多様性4（行動, 種間相互作用）
- 8 6月 6日 脊椎動物の多様性5（生態, 生息地・食物・分布）
- 9 6月13日 脊椎動物の多様性6（生態, 個体関係・社会性）
- 10 6月20日 生物の数と分布（生態学の基礎）
- 11 6月27日 生態系のしくみ（群集と生物間相互作用）
- 12 7月 4日 生態系のしくみ（共生）
- 13 7月11日 日本の自然（森林の国, ドングリとツキノワグマやカケス）
- 14 7月18日 生態系の管理（気候変動, 動物と人, 外来種など）
これからの地球, 人類, 日本の社会（J.ダイアモンドDVD他）

※**授業内容、予定** → 毎週、ホームページ(プレゼンpdfも掲載) で確認してください。

みなさんの希望や講義の進捗状況に応じて、講義の順番や内容の一部を変更することがあります。

いったん、前回予定していた講義の
残りへ戻ります。

講義スケジュール（計画）

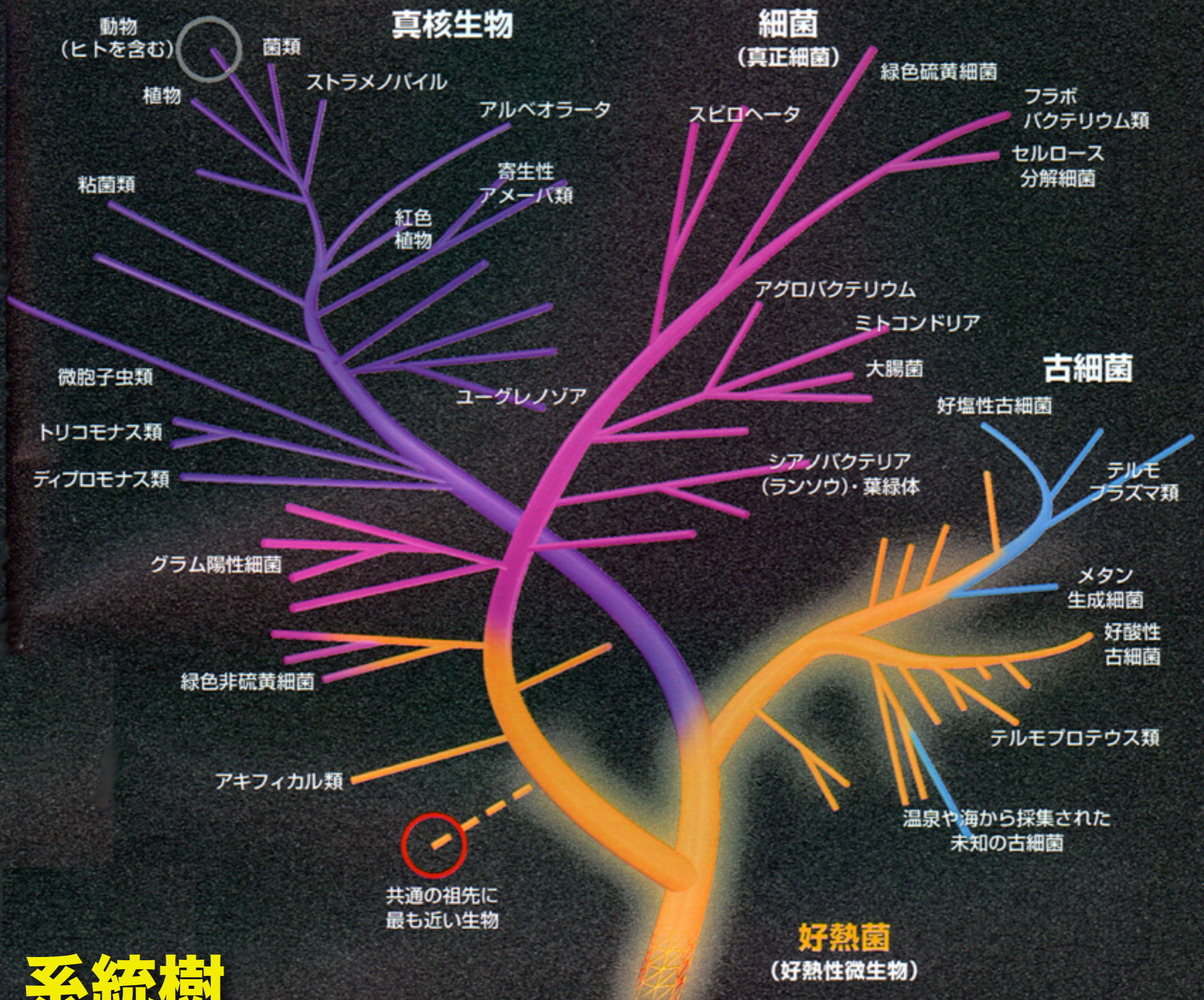
- 1 4月11日 オリエンテーション：本講義の概要紹介
自然科学としての生物学の基本1（進化と進化論、生物の多様性）
- 2 4月18日 生物学の基本2（単細胞～脊椎動物への進化、動物界）
- 3 4月25日 生物学の基本3（DNA, 遺伝学、生態学）
- 4 5月 9日 脊椎動物の多様性1（形態, 系統・体の造り）
- 5 5月16日 脊椎動物の多様性2（形態, 姿や色彩）
- 6 5月23日 脊椎動物の多様性3（行動, 繁殖様式）
- 7 5月30日 脊椎動物の多様性4（行動, 種間相互作用）
- 8 6月 6日 脊椎動物の多様性5（生態, 生息地・食物・分布）
- 9 6月13日 脊椎動物の多様性6（生態, 個体関係・社会性）
- 10 6月20日 生物の数と分布（生態学の基礎）
- 11 6月27日 生態系のしくみ（群集と生物間相互作用）
- 12 7月 4日 生態系のしくみ（共生）
- 13 7月11日 日本の自然（森林の国, ドングリとツキノワグマやカケス）
- 14 7月18日 生態系の管理（気候変動, 動物と人, 外来種など）
これからの地球, 人類, 日本の社会（J.ダイヤモンドDVD他）

※**授業内容、予定** → 毎週、ホームページ(プレゼンpdfも掲載) で確認してください。

みなさんの希望や講義の進捗状況に応じて、講義の順番や内容の一部を変更することがあります。

生命の歴史

進 化



系統樹

生命の歴史 = 事実としての進化

太陽の誕生 およそ50億年前

地球の誕生 およそ45億年前

生物の誕生 およそ38億年前

- RNA(DNA)の合成 (裸のRNA, DNA)

↓

- ヒトの誕生

生物の消滅 およそ??億年後

地球の消滅 およそ50億年後

太陽の爆発 およそ50億年後

生命の歴史上、重大なできごと

- **RNA(DNA)**の合成（裸のRNA, DNA） 生命の情報が複製される，
伝達されるしくみ（物質的な基礎）ができた・・・約**38億年以上前**
- **細胞**(核なし) 生命の情報が薄まらない，
自己複製する基本単位ができた，生物の誕生・・・約**38億年前**
- △ 酸素を生産する生物（**シアノバクテリア**）が生まれ，エネルギー効率増大し，再生産が加速した。おなじ量の糖を分解して得るエネルギー量は，
硫黄や硫化水素を利用する生物が得るエネルギーの約18倍。
情報複製が加速され，進化の速度も加速したはず・・・約**30億年前**
- ★ **真核細胞**の誕生，核の中にDNAが包みこまれた，遺伝子でないDNAが増大。突然変異の蓄積が急加速。「がらくた」DNAがたくさん，自然選択にかからないそのようなDNAは，後々，大きく異なる生物を生み出す
可能性を秘めていたのではないか・・・**20億年余り前**
- **細胞共生**（ミトコンドリア，葉緑素），異なる特長が合わさり，
生殖能力のより高い生物が出現したことになる・・・？億年前
- **有性生殖**の出現，遺伝子が混ぜ合わされることにより多様性が増す。
一方で，有害な（細胞を死なせるような）遺伝子が発現するのを抑えたり，
DNAの集合としてのまとまりを維持したりするのにも役立っていると言われる
・・・**10億年余り前**
- **多細胞**（群体）が生まれ，さらに細胞の分化が起こった。
細胞間の共生，分業が生まれた・・・約**6億年前**

進化の暦 38億年を1年365日に例えると・・・

- RNA(DNA)合成=生命の誕生
- 細胞誕生(38億年前) 1月1日0時0分
- △ シアノバクテリア誕生(8億年目) 3月17日20時12分38秒
- ★ 真核細胞の誕生(18億年目) 6月21日21時28分25秒
- 細胞共生開始(?億年目)
- 有性生殖出現(28億年目) 9月25日22時44分13秒
- 多細胞(32億年目) 11月3日8時50分32秒

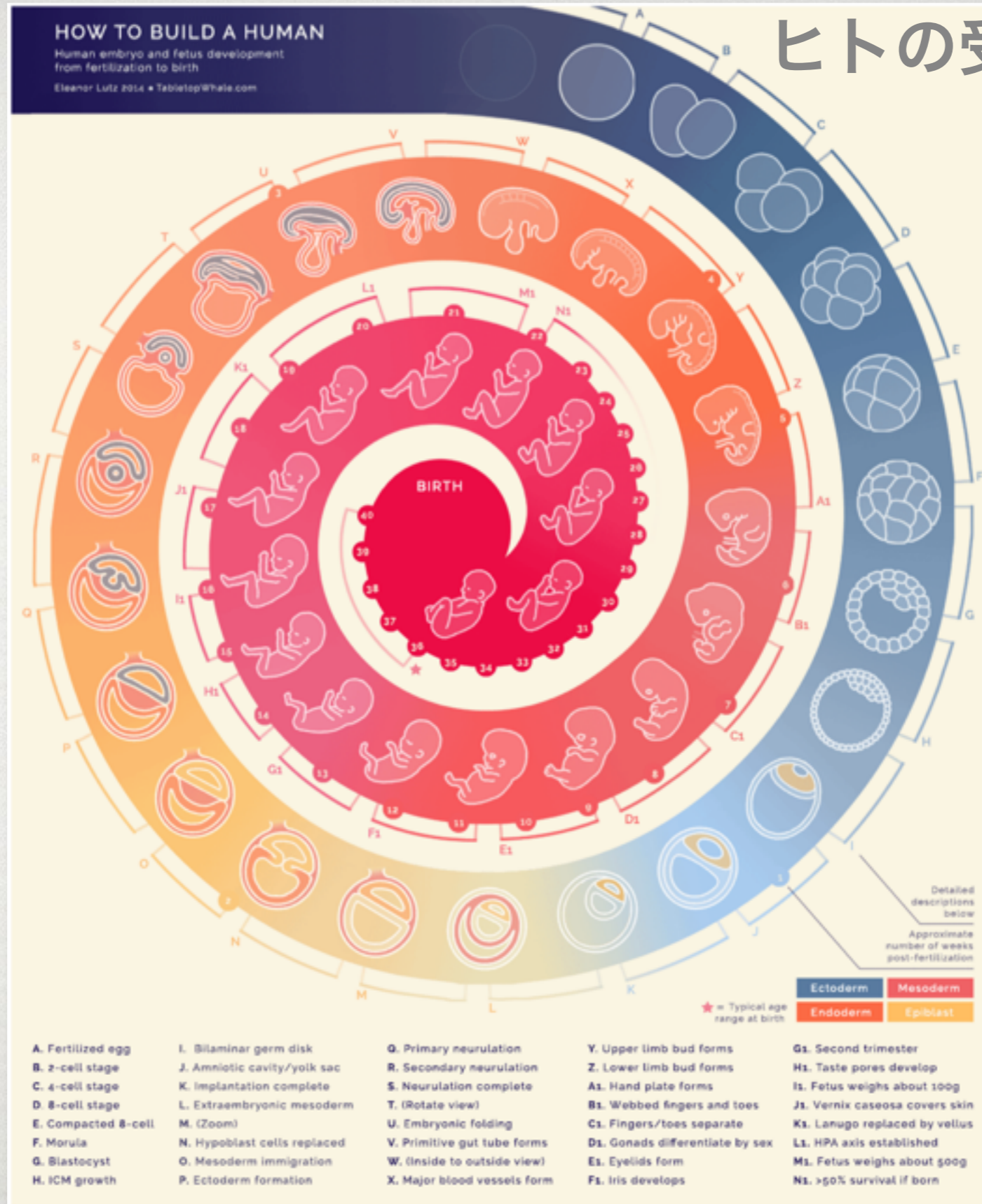
- 脊椎動物誕生/植物や動物の上陸 11月12日23時22分6秒
- 哺乳類と爬虫類が分かれた 11月30日6時18分57秒
- 恐竜誕生 12月7日21時47分22秒
- ヒト誕生 12月31日20時32分31秒

HOW TO BUILD A HUMAN

Human embryo and fetus development
from fertilization to birth

Eleanor Lutz 2014 • TabletopWhale.com

ヒトの受精卵～誕生



単細胞生物の例

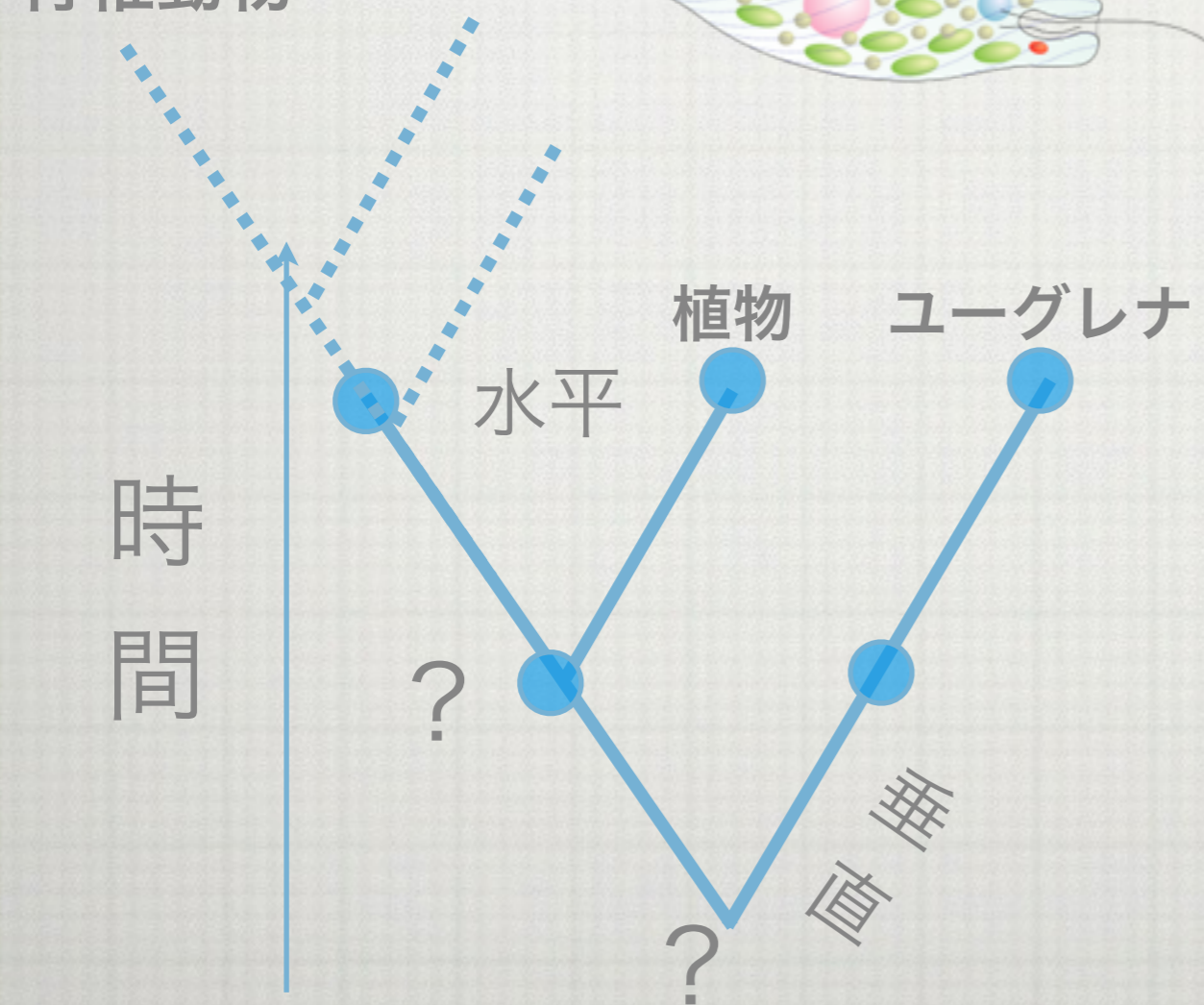
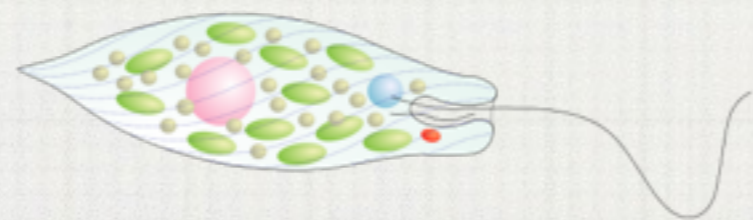
ミドリムシ

系統樹 : 垂直進化、水平進化

真核生物、エクスカバータ界

ユーグレナ類

脊椎動物



ウィキペディアから拝借

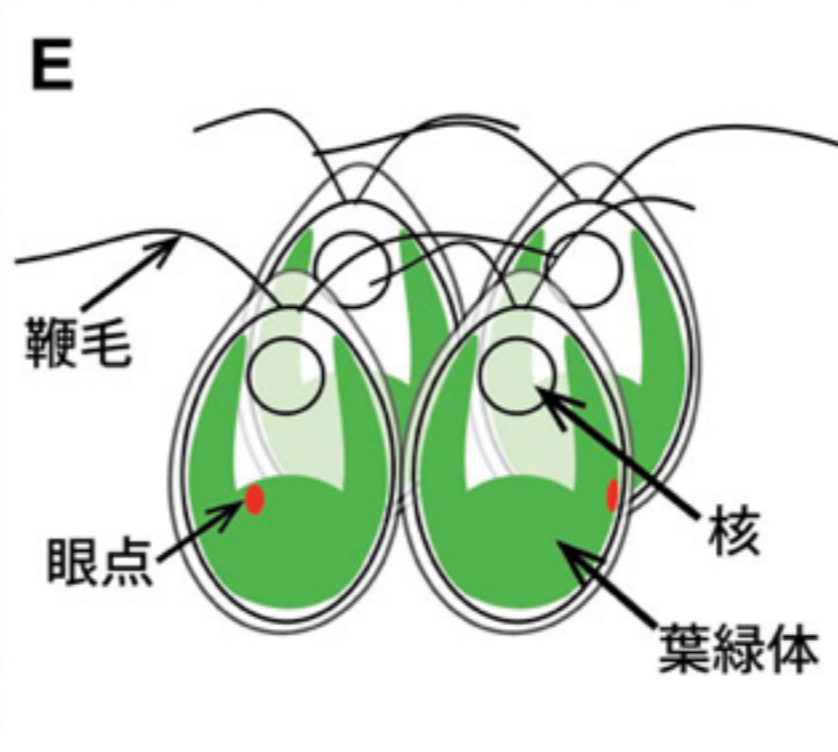
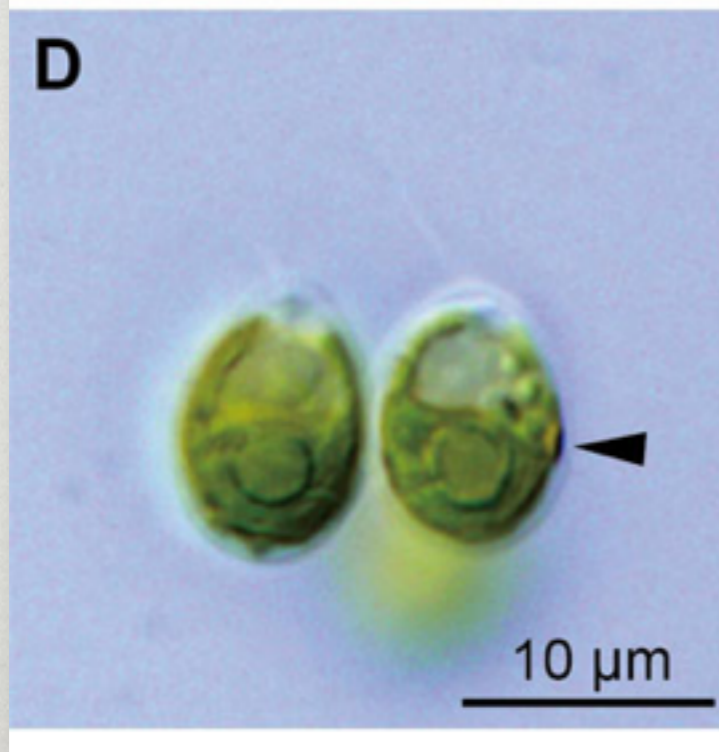
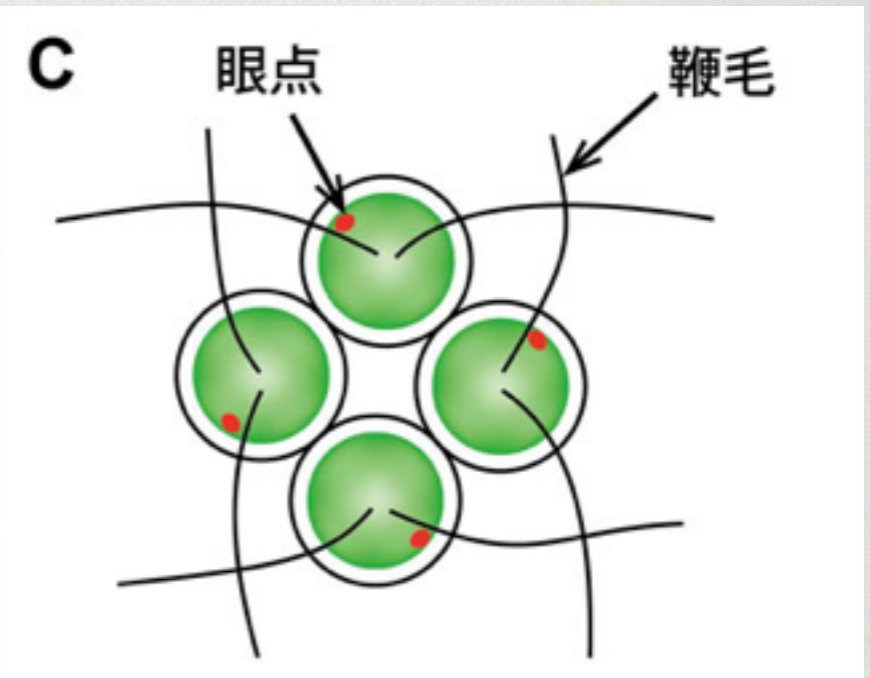
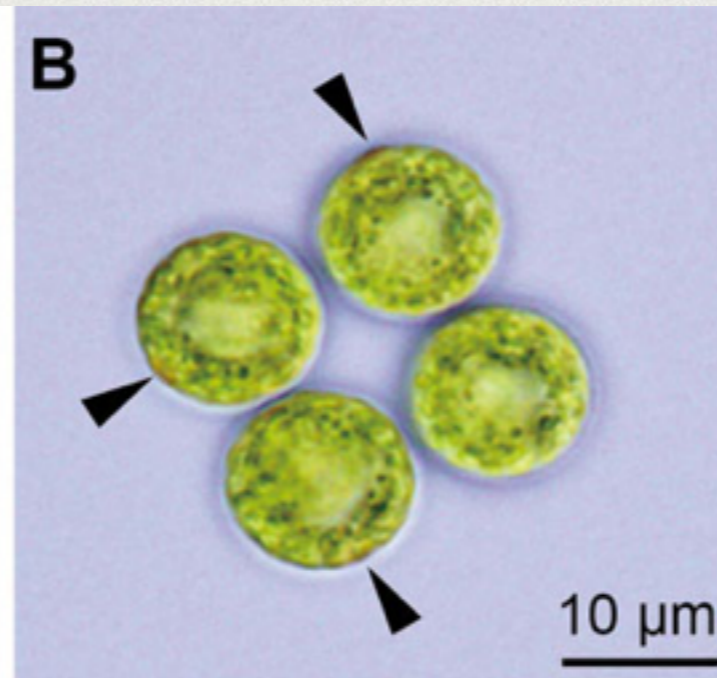
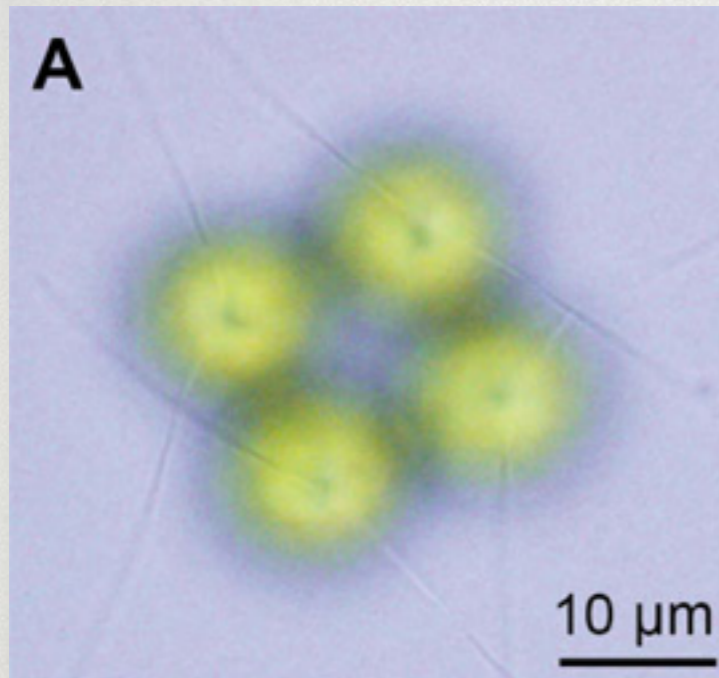
0.1mm 程度

無性生殖（細胞分裂）と有性生殖（接合）

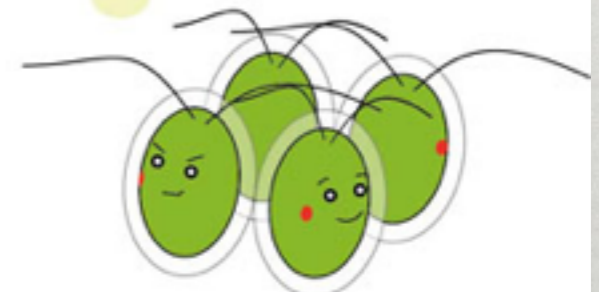
鞭毛で「動く」

最小の多細胞生物？

シアワセモ



世界最小の
多細胞生物！



植物

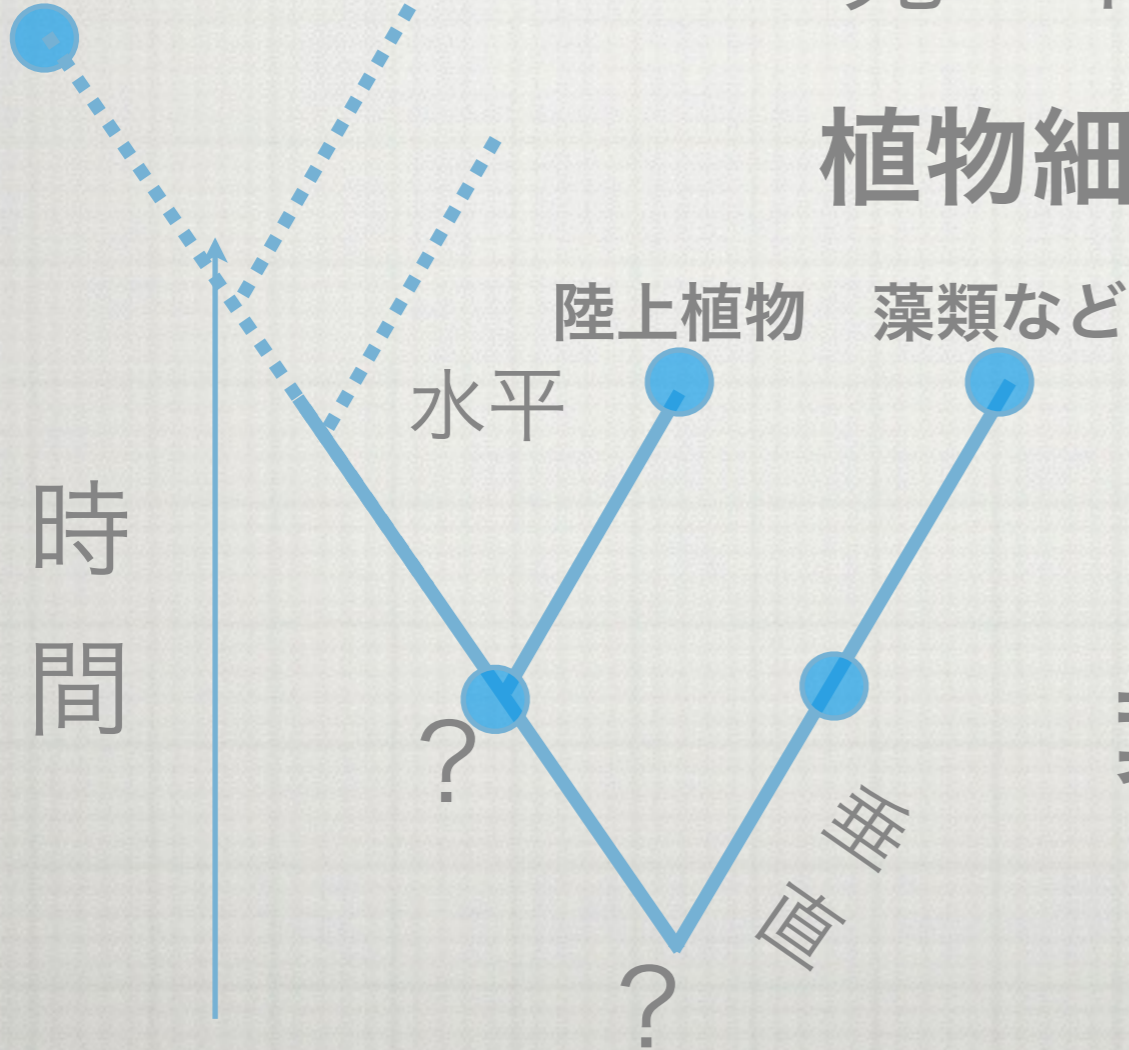
真核生物、植物界

光合成をする・・・水と二酸化炭素を材料に

光エネルギーで糖を合成する

植物細胞には、硬い細胞壁がある

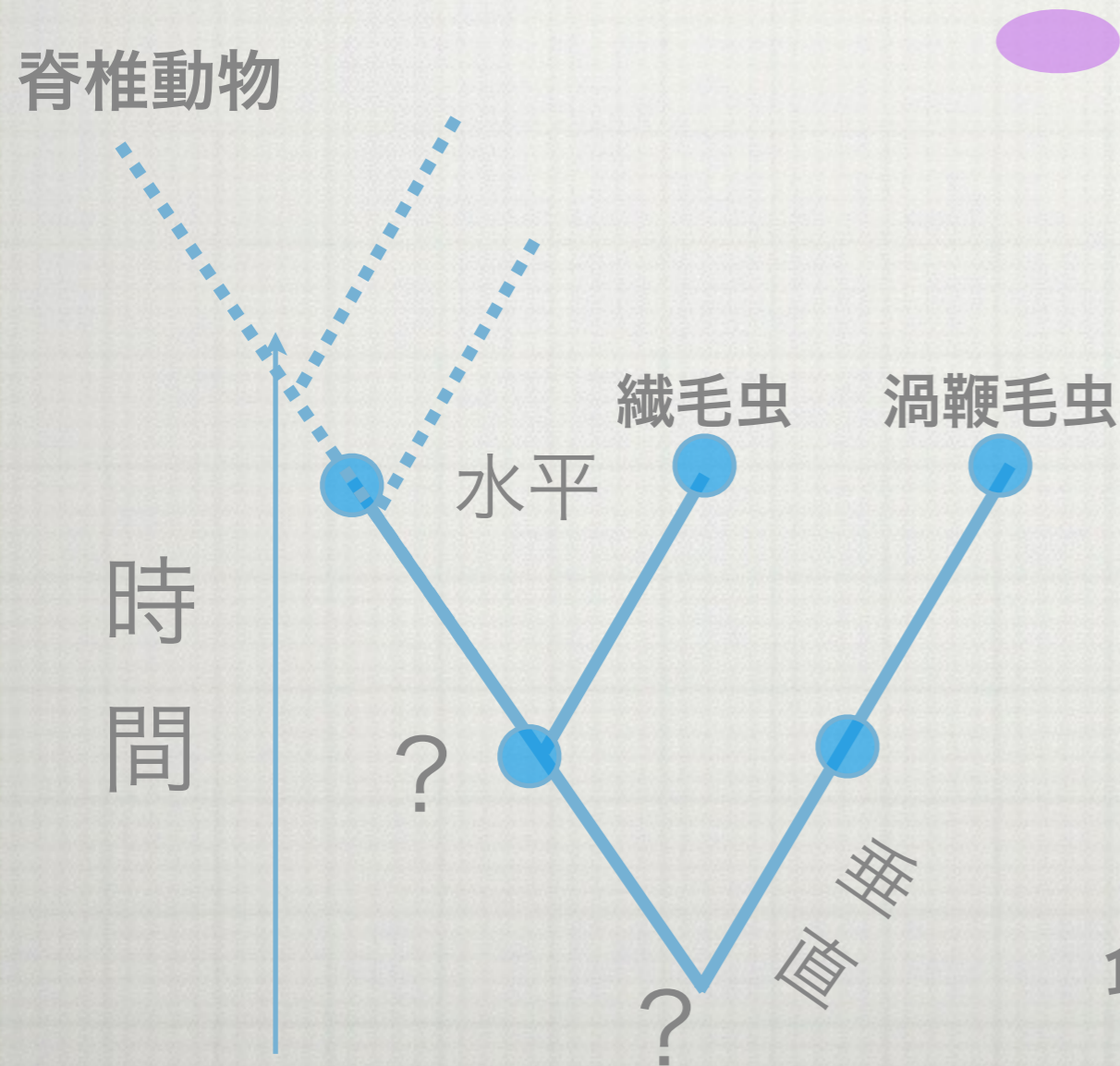
脊椎動物



植物細胞の中にある、
葉緑素（細胞器官の1つ）
が実際に光合成をする。

アメーバ・粘菌類

真核生物、アメーバ動物界



ミトコンドリアを持たない
アメーバもいる。
葉緑素を持つアメーバもいる。

形不定・下足を持つ
一見？合理的、知的な探索行動を見せる
食物資源を求めて最適に移動（変形）する

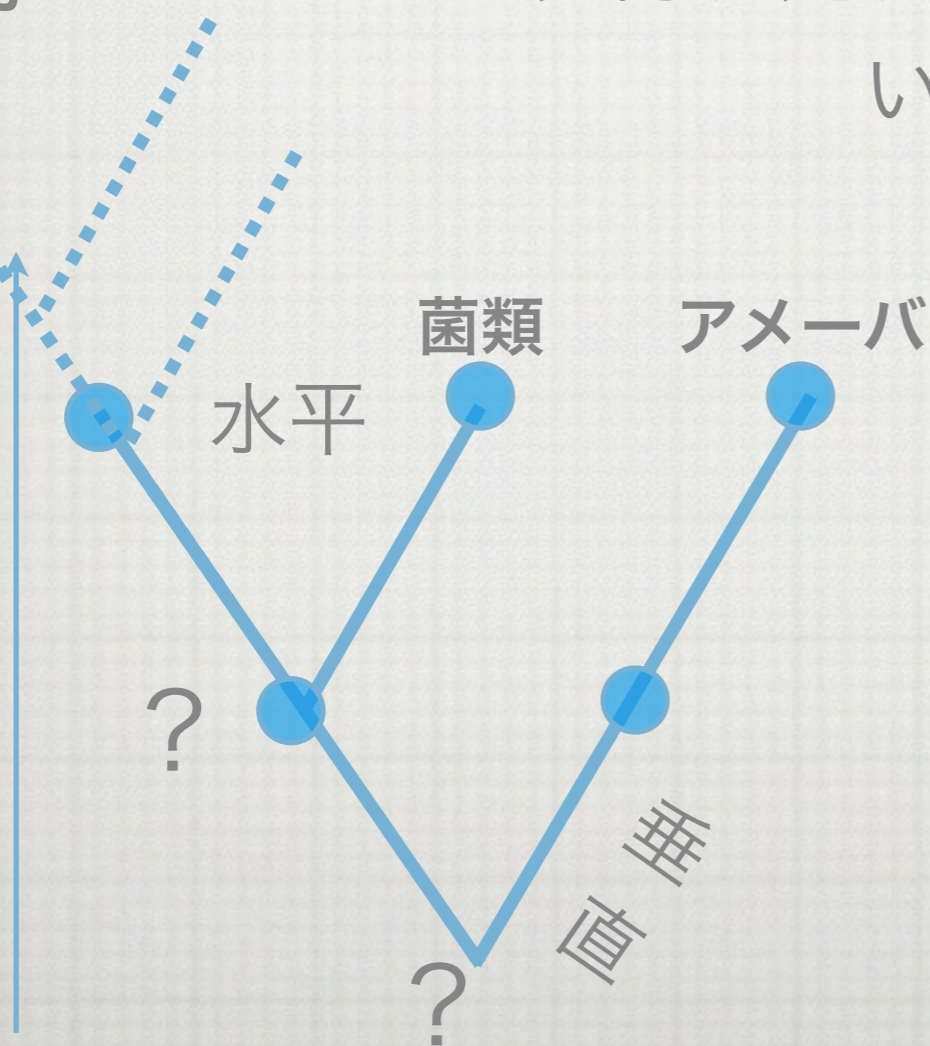
菌類 : キノコ カビ 麹 など

真核生物、菌界

発酵、麹、私たちの生活（衣食住）にも
いろいろ話題豊富。。。。

脊椎動物

時間



脊椎動物、人にとって
植物やアメーバよりは**近縁**

菌類（真菌：真核生物）

と

細菌（細菌&古細菌：原核生物）

とは **全く別物**

国立科学博物館の展示など・・・

タマゴタケ



今秋、菌たちが
上野の森をかもします!

菌類のふしぎ

↑↑↑↑ きのことカビと仲間たち ↑↑↑↑

漫画「もやしもん」のヒットと共に注目を集める
菌類にスポットをあて、
人々の生活に欠かせないパートナーであり、巧妙で多様な
菌類の生態を紹介します。菌類と人間の関わり合いに
驚きと感動が感じられる展覧会です。

(C)「もやしもん」石川雅之/講談社

菌類のふしぎ展 ワークシート完成 クリック!

http://www.kahaku.go.jp/exhibitions/ueno/special/2008/mysterious_fungi/

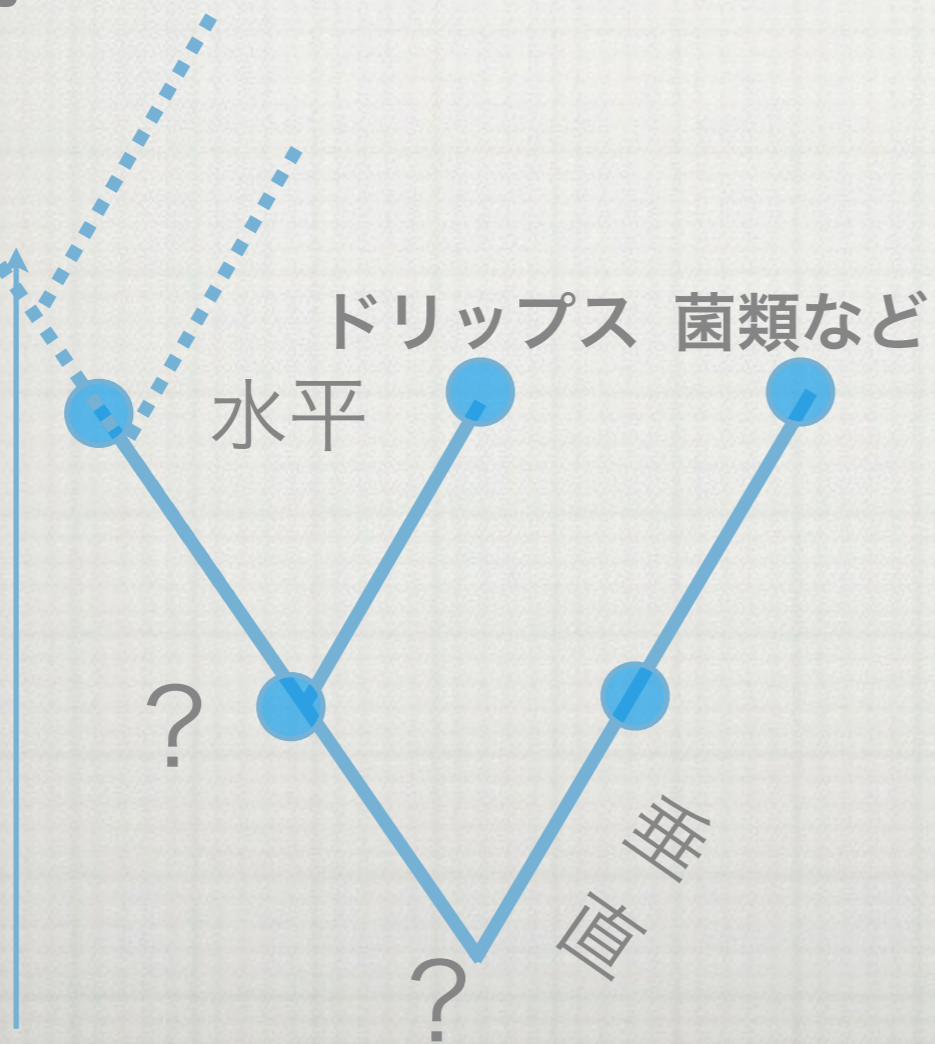
(ドリップス)

魚類・淡水に棲む動物
に寄生する単細胞生物。

「属」が4つだけ知られている

脊椎動物

時間



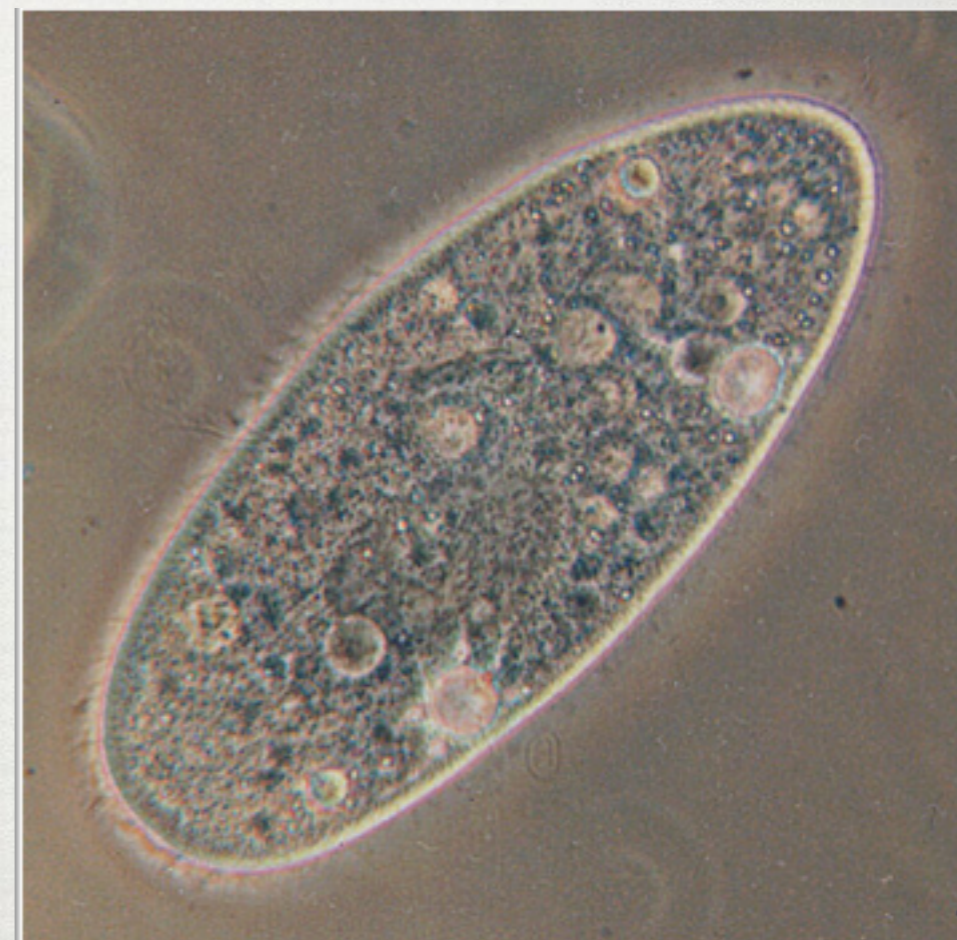
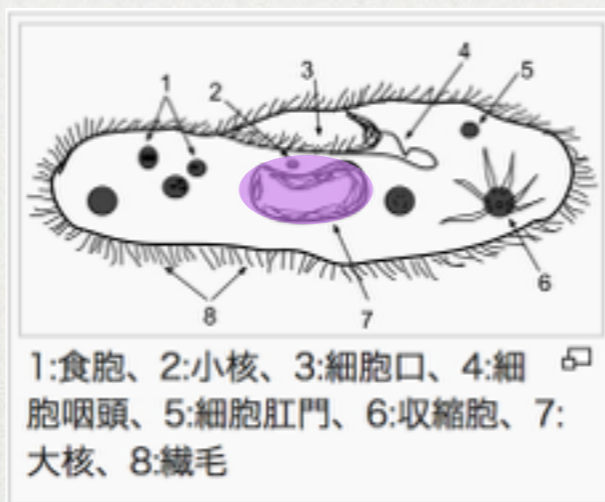
単細胞生物の例

ゾウリムシ

系統樹 : 垂直進化、水平進化

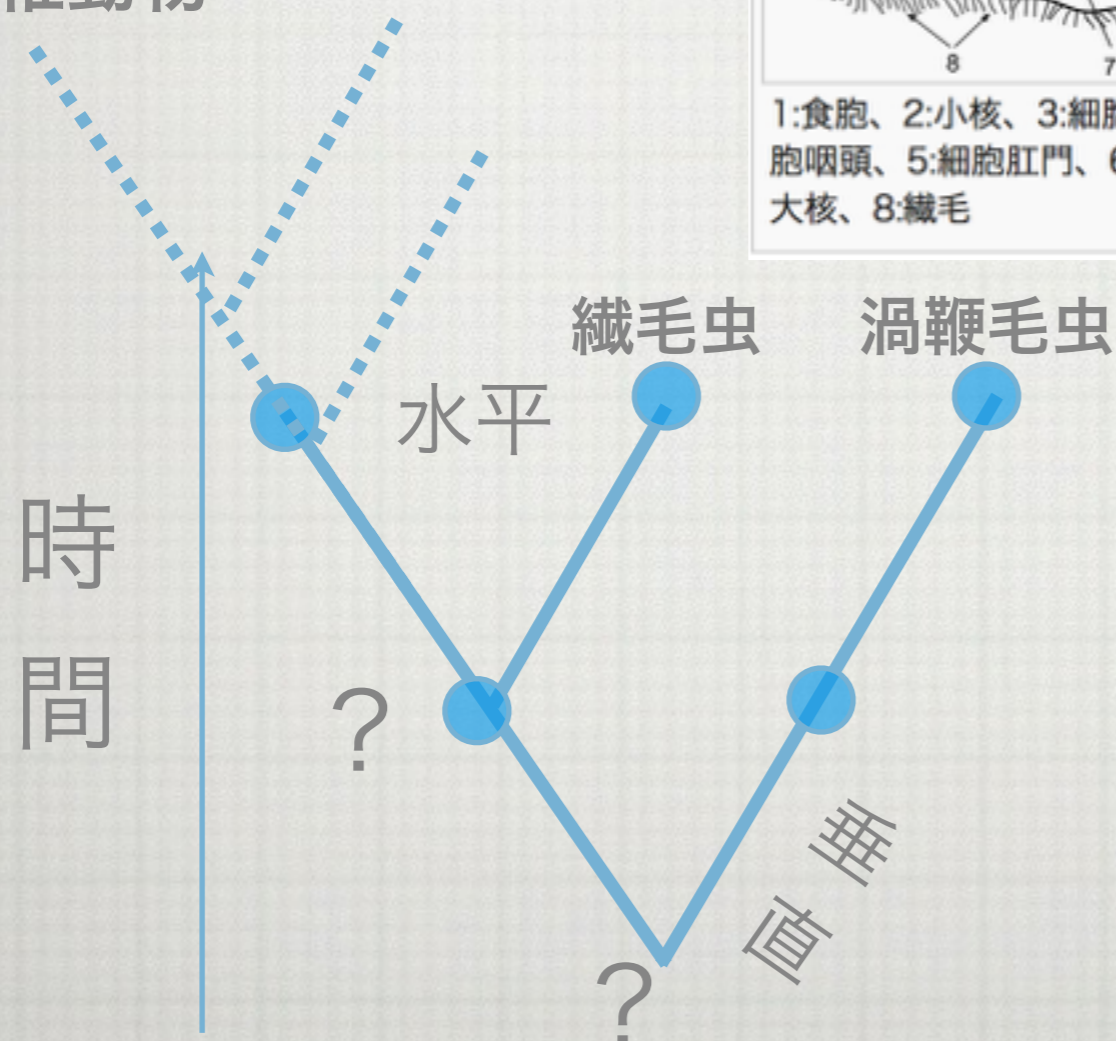
真核生物、アルベオラータ界

繊毛虫類



ゾウリムシの一種 *Paramecium aurelia*

脊椎動物



ウィキペディアから拝借

幅は 40μm 程度

有性生殖（接合）と無性生殖（細胞分裂）

渦鞭毛虫類は葉緑素を持つ

カイメン 海綿 Sponges

真核生物、動物界、カイメン動物門

多細胞生物、と言える一番祖先に近い動物

短時間には？ 動かない

昔、今の「スポンジ」
のように使ってた

神経系は持たない



ウィキペディアから拝借

板形動物

センモウヒラタムシ

ただ、一種のみ知られている

「謎の動物」 (ドーキンス)

かつていた、絶滅しまった生物は多数いる (はず)

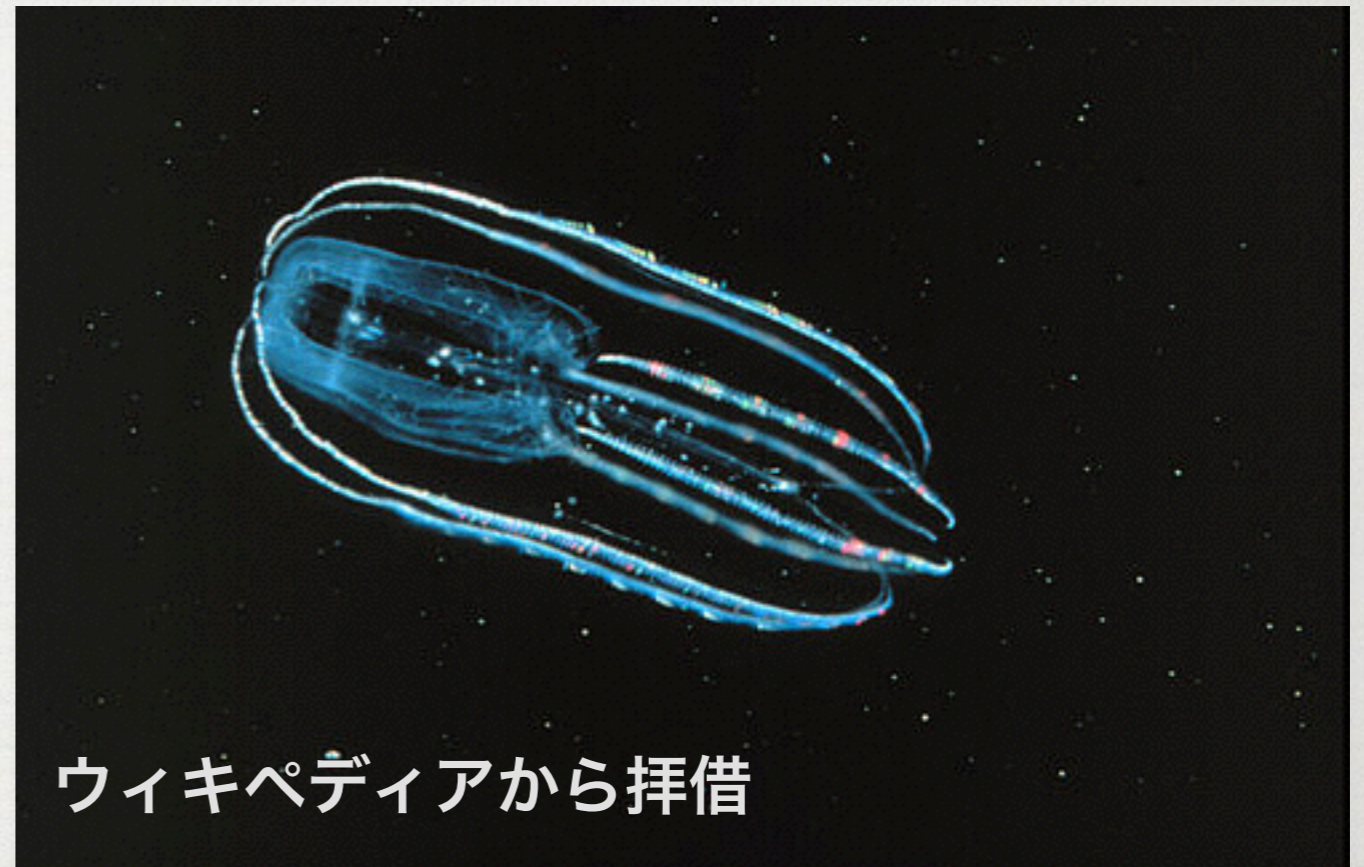
バージェス頁岩層から発見された

カンブリア紀の生物群 (『ワンダフルライフ』 S.J.グールド、など)

有櫛動物 クシクラゲ類

真核生物、動物界、
有櫛動物門

発光する捕食者



ウィキペディアから拝借

3~10cmぐらいのがいる

https://www.youtube.com/watch?v=eDS_NMrPPKc

<https://www.youtube.com/watch?v=ivoSHtOoHuo> など

ほとんどの門が、海の中に棲んでいる
ただし？、昆虫は海の「中」にはいない why?

刺胞動物

クラゲ、イソギンチャク、サンゴ

全身に神経が行き渡っている 触れると反応

サンゴ礁は、サンゴ虫と褐藻の共生体

海

地衣類は、菌類と藻類の共生体

陸上

イソギンチャクとクマノミやエビは共生



無体腔型扁形動物

次に出てくる旧口動物の中の、扁形動物みたいだけれど、原腸（消化管）がない、体腔がない

まだ、よくわからない 動物

時々、その他、みたいな生物が見つかる

DNAの類似性などから、親戚関係は推測している

旧口動物

クマムシ、カギムシ、昆虫・節足動物、線虫、ワムシ、扁形動物、軟体動物（タコ・イカ・貝）、などなど

とっても、多様、多種の生物が含まれる！

原腸を持つ、はっきり役割を持った消化管を持つでも、入口（口）と出口（肛門）の区別（起源）が（胚発生と経過から）不明

脱皮する者も多い、

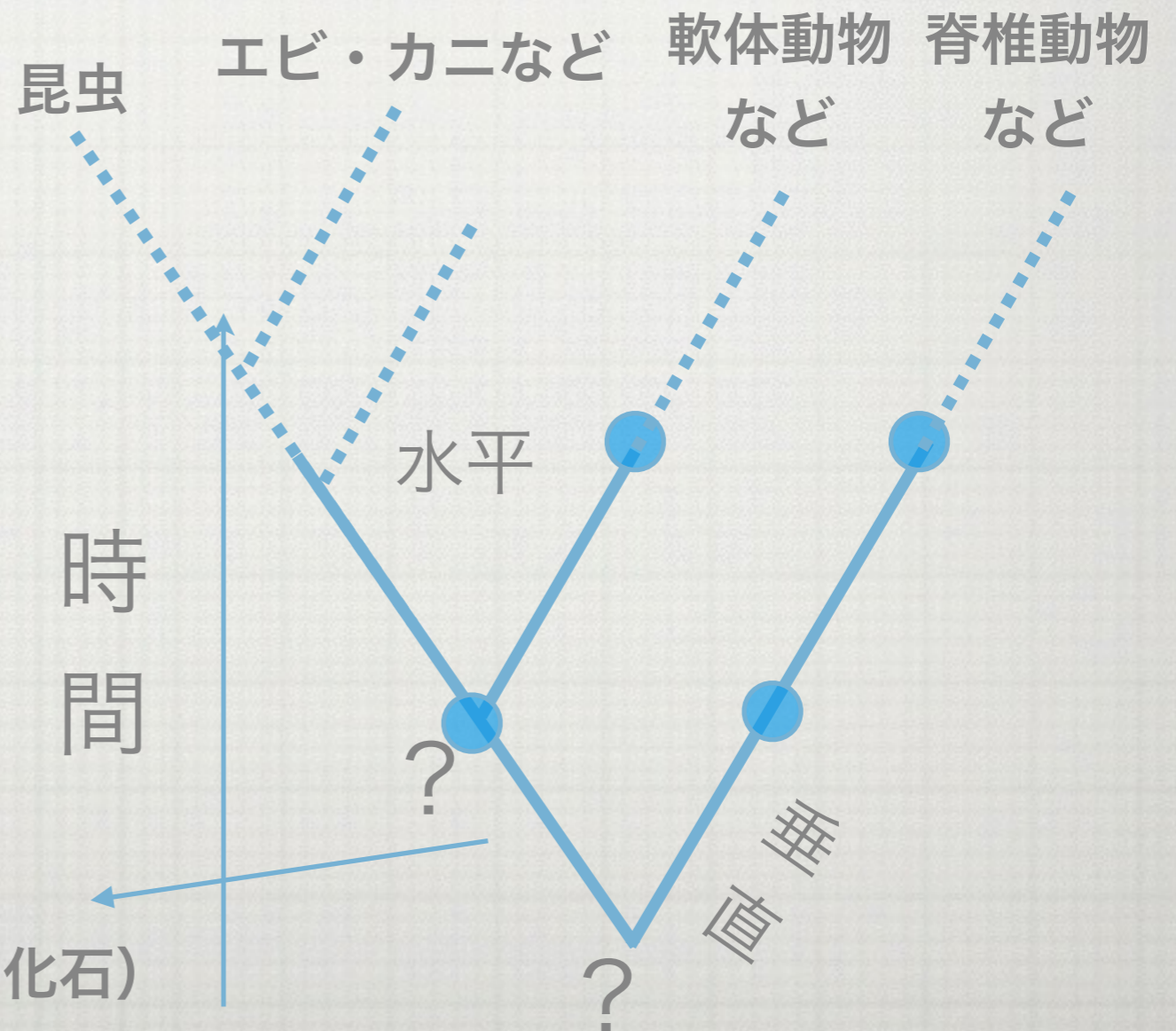
旧口動物と脊椎動物の共通の祖先が分かれた後で

昆虫（ヒトが知っている生物種の大多数）

軟体動物（タコとか）

親しみのある
いろいろな動物も
進化して 居る

カンブリア紀に
絶滅した多数の変わった
生物がいた（バージェス頁岩の化石）



化石に残りやすい生物が多数進化して生まれたという解釈もある・・・本当のことはもう分からない

その中で、ヒルガタワムシはスキャンダラス
だと、ドーキンスは書いている。



<https://www.youtube.com/watch?v=JKyj2Q1iPAQ> も

ずっと、無性生殖だけしてきた希な動物：証明した研究が秀逸 参考書p.153~162.

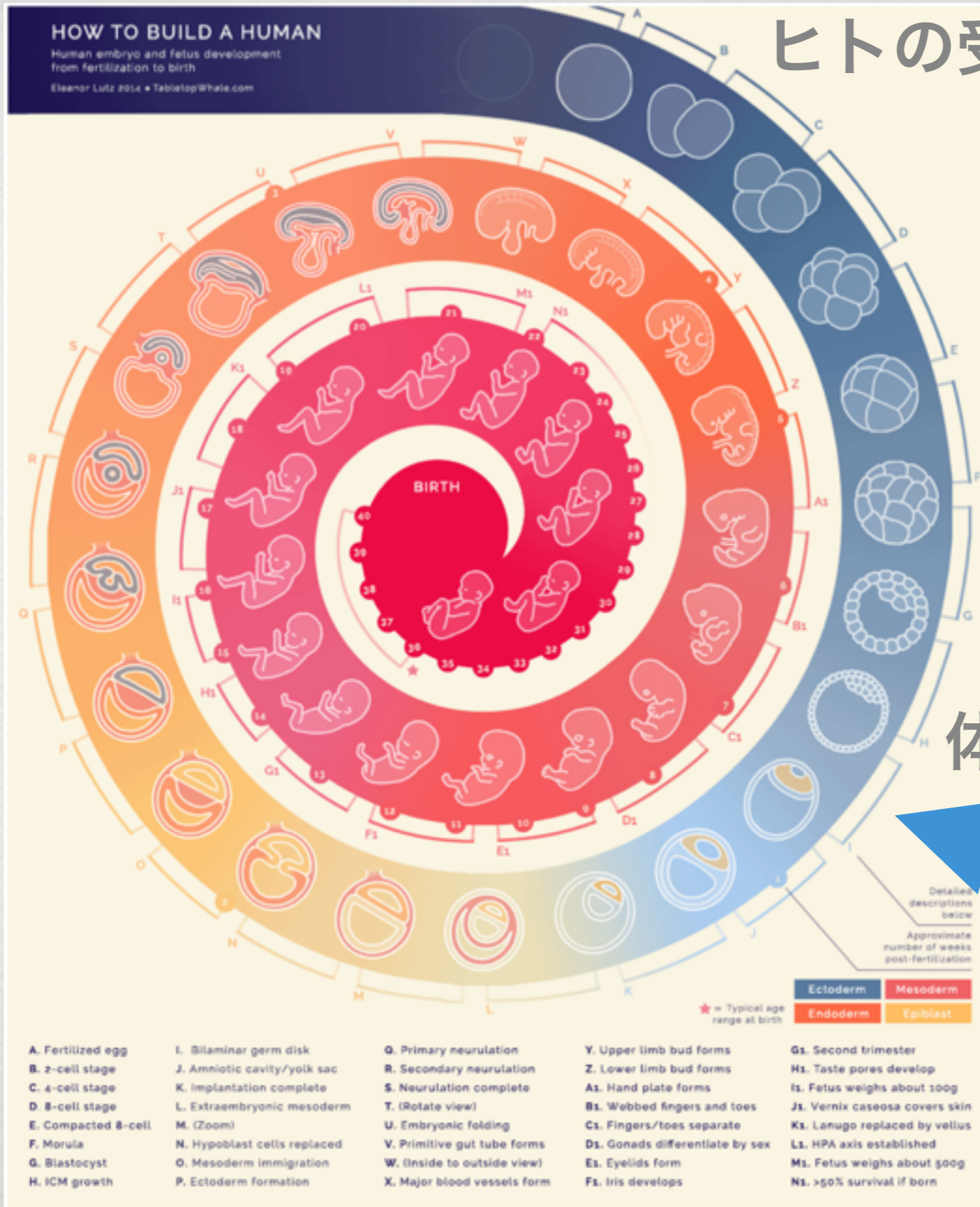
読みたい人は、個別に石田にメールで連絡してくれば、頁のスクリーン画像を送ります。

HOW TO BUILD A HUMAN

Human embryo and fetus development
from fertilization to birth

Eleanor Lutz 2014 • TabletopWhale.com

ヒトの受精卵～誕生



体腔らしきもの



棘皮動物門：ウニ、ヒトデ、ウミユリ、ナマコなど

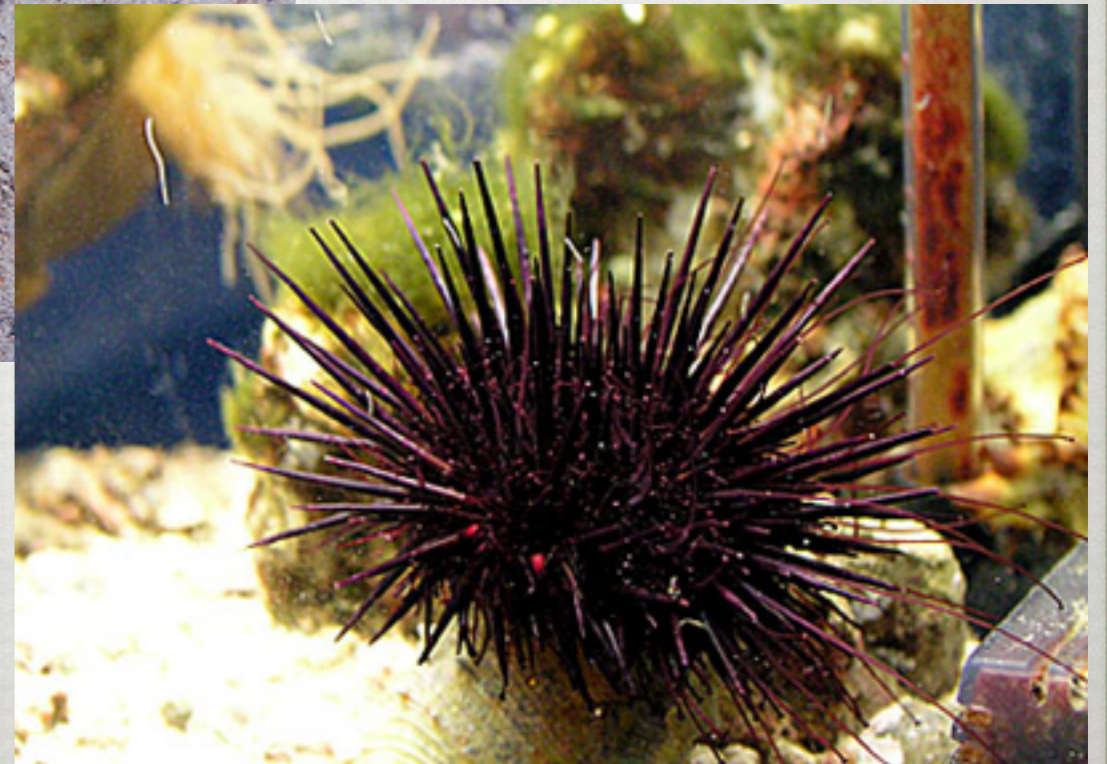
「腸体腔性ないし裂体腔性の真体腔を持つ」岩波生物学辞典第4版



<http://hiro-maru.blog.so-net.ne.jp/2010-08-18>



美ら海水族館の写真

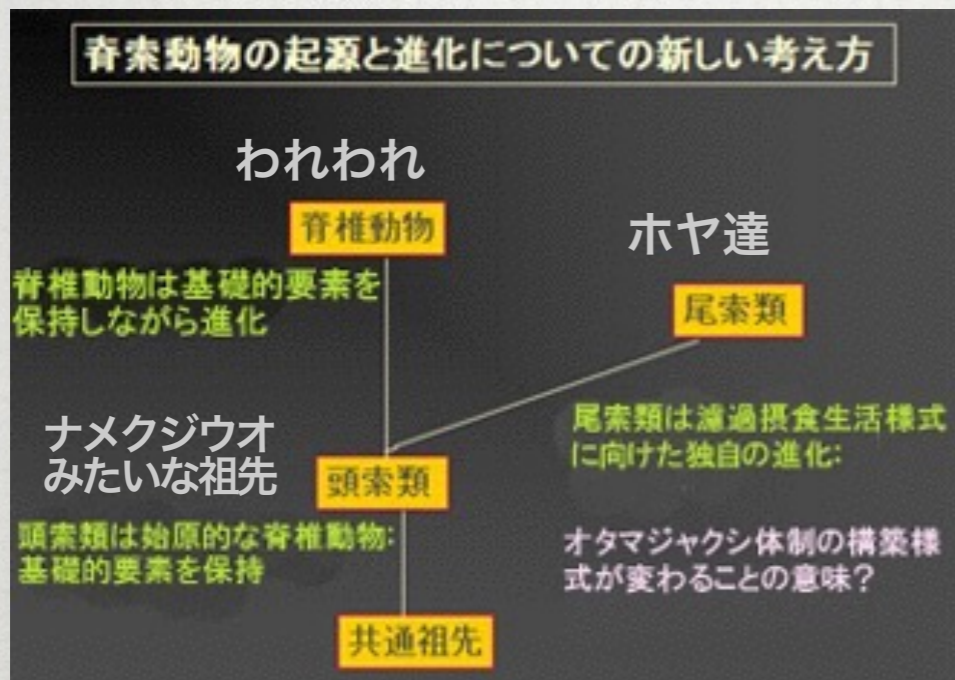


<http://www.seibutsushi.net/blog/2008/03/414.html>

ナメクジウオ

脊索動物門頭索動物亜門

神経の束みたいなのが背中を走っている。



http://www.kyoto-u.ac.jp/static/ja/news_data/h/h1/2008/news6/080612_1.htm

背骨がない無脊椎動物ですが、脊椎動物の個体発生の初期にだけ出てくる脊索を終生もち、脊索が脊椎に置き換わることはありません。神経組織も脊椎動物を簡単にしたような構造をとり、脊椎動物の祖先に似ていると考えられてきています。

<http://reproduction.jp/jrd/jpage/vol47/470603.html>

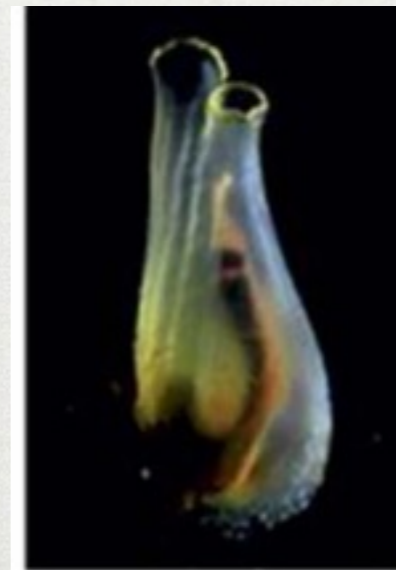
ホヤ

脊索動物門尾索動物亜門：ホヤ ぐらい

「すべての脊索動物において、終生または個体発生の一定期に、体の正中背側に、神経管の直下を前後に走る棒状の支持器官。」
岩波生物学辞典第4版



親（成体）は固着性、「サイフォン」のような体の中を海水が通り抜ける。海水からプランクトンを濾し取って摂食している。



Tunicate

Genome Research 2008: 10

幼生は、オタマジャクシの様に泳ぎまわる。
岩などに（頭から）固着すると、不要な器官消滅

脊椎動物

ヤツメウナギ

サメ

鰭のある魚

肺魚

シーラカンス

魚

爬虫類・鳥類

哺乳類

他の系統（系統樹の枝）

にわかれていった子孫

たちには無い、ものを持っている

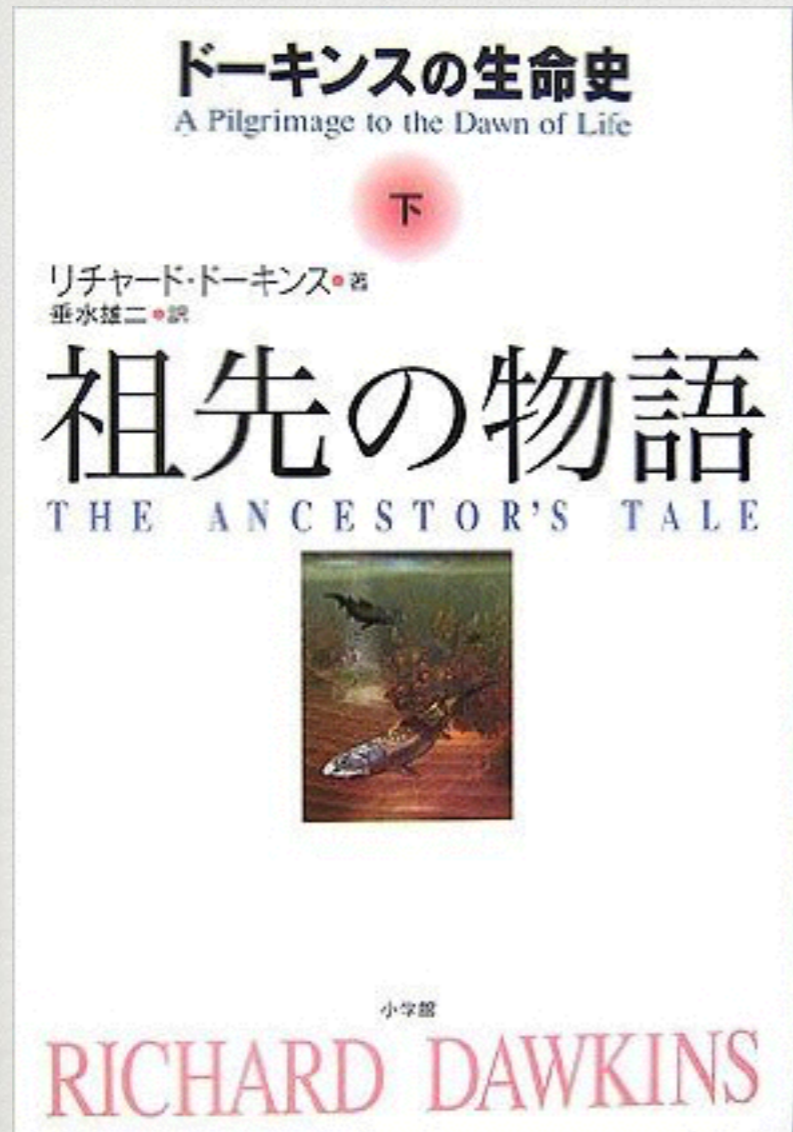
後から、獲得して進化した？

他の系統（系統樹の枝）

にわかれていった子孫

たちと共通の、ものも持っている

- ・似てるだけ（収斂・相似）
- ・共有（祖先形質・相同）



ヒトから、祖先をたどって
生物の歴史を説明している。

本日、紹介した項目は
これも、参考にしました。



おしまい