



生物の設計図はつぎはぎだらけ： 本俯瞰講義へのイントロダクション

塚谷 裕一(理学系研究科・生物科学専攻)
東京大学・学術俯瞰講義2011年4月13日

⚡: このマークが付してある著作物は、第三者が有する著作物ですので、同著作物の再使用、同著作物の二次的著作物の創作等については、著作権者より直接使用許諾を得る必要があります。

古く、人々の思考方法は神学や哲学に頼っていた。

やがて物理学が現れ、自然科学の思考法の規範となっていくた。

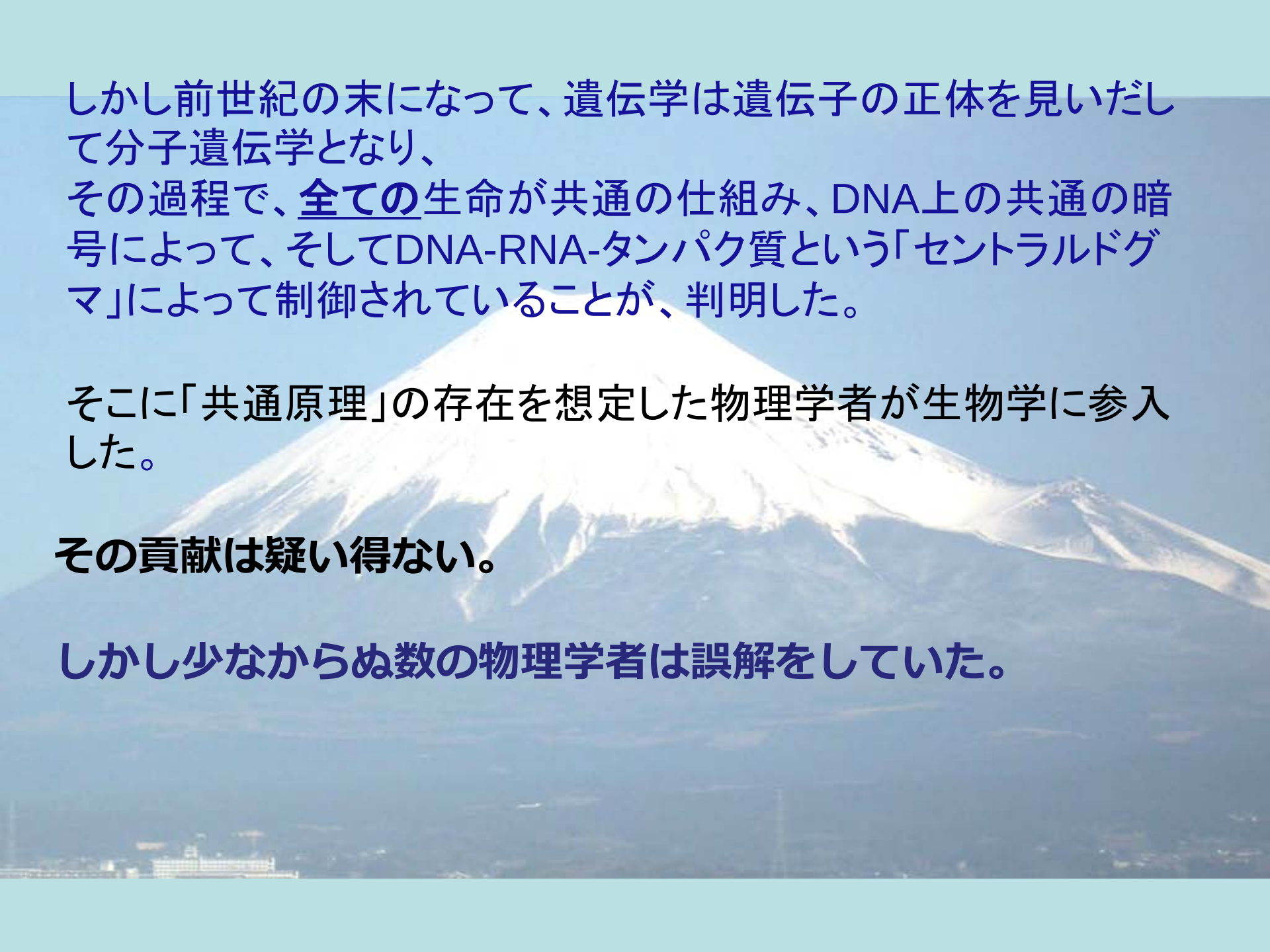
物理学の一部の分野では、絶対真理の存在を仮定している。
森羅万象がすべて、その唯一絶対の真理から自ずと生まれるとする
考え方である。

生物学にはかたや、唯一絶対の共通原理がなく、枚举主
義に過ぎない、と蔑まされるくらいすらあった。

唯一の「基本原理」とされたのが、「遺伝の法則」である。

しかしこれは、遺伝子が離散型の因子であると仮定するだけで自然
と導かれる性質に過ぎず、物理や化学で言うところの いわゆる
「法則」とは性質が異なる、下位の概念とされた。

生物学は、物理学や化学と比べ、一般性、原理性に欠く未熟な、発
展途上の学問とされてきたのである。



しかし前世紀の末になって、遺伝学は遺伝子の正体を見いだして分子遺伝学となり、
その過程で、全ての生命が共通の仕組み、DNA上の共通の暗号によって、そしてDNA-RNA-タンパク質という「セントラルドグマ」によって制御されていることが、判明した。

そこに「共通原理」の存在を想定した物理学者が生物学に参入した。

その貢献は疑い得ない。

しかし少なからぬ数の物理学者は誤解をしていた。

生物にも、確固とした共通原理があり、それから全てが生まれるという誤解である。

その誤解は、遺伝暗号であるDNAの構造を推定する際にも、またその暗号の仕組みを推定する際にも見られた。

何人かの物理学者は、こう考えた。

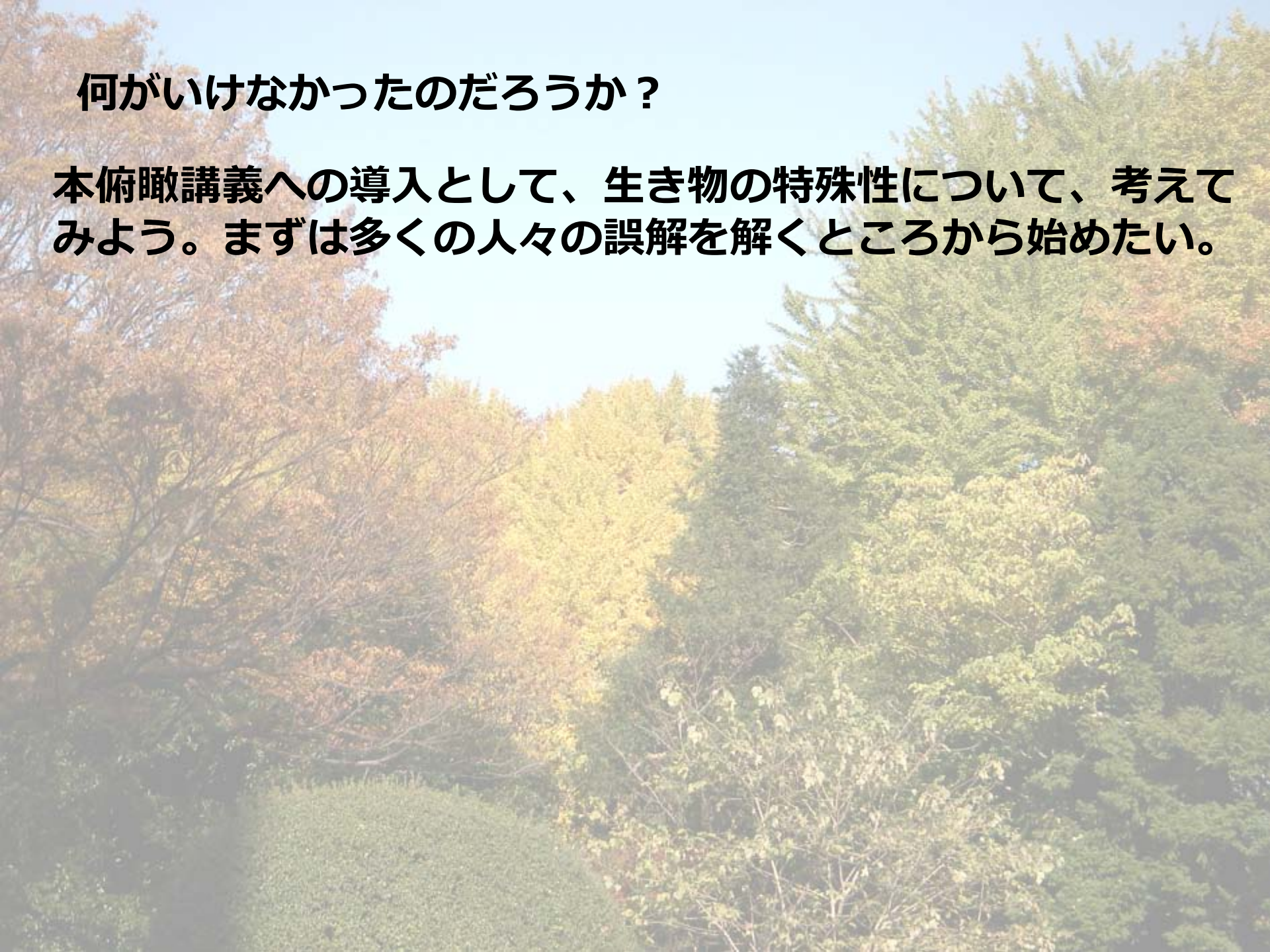
「遺伝は何百年もの間、安定的に伝わる点がその特質で、エントロピーの増大に抗して秩序から秩序を生むシステムだ。」

それがDNAからタンパク質に「翻訳」されるにはどうあるべきか。著名な物理学者のジョージ・ガモフは、やはり一流の物理学者のデルブリュックやファインマンなど物理畑の先鋭の研究者たちと、理論的な研究をした。

しかし彼等のたくさんの仮説は、ほとんど全ての的はずれだった。遺伝の暗号の読み取られ方については、結局、生物学者の行なった「生もの」実験によって解明されていった。

何がいけなかったのだろうか？

本俯瞰講義への導入として、生き物の特殊性について、考えてみよう。まずは多くの人々の誤解を解くところから始めたい。



多くの人が理解し損ねている概念に、「進化」がある。

比較的多くの人には、「進化」を「改良」とか「最適化」とかあるいは、とにかくともかく「すごくなること」と思っているようだ。

「携帯電話の進化」とかいった用法はその例だ。

これは進化とは違う。ただし一般社会ではこういう用法のほうが普通なために、多くの人が「進化」を誤解している。

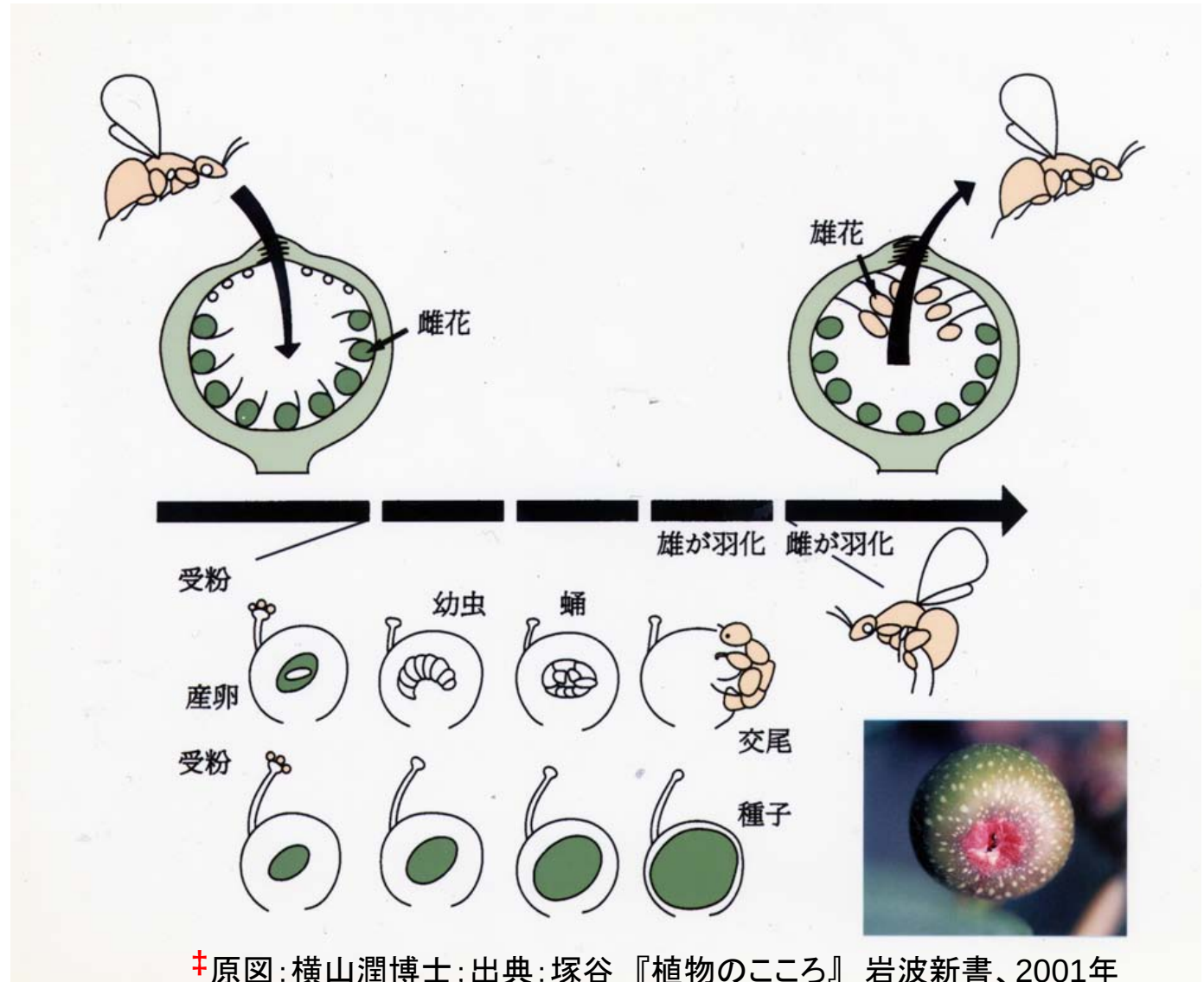
その誤解の背景には、もう一つ根深い思い違いがある。

それは、生き物はすごい、という誤解だ。

こんな精妙な仕組み、精緻な構造がどうしてできたのだろう、という素朴な疑問が、多くの人を目を曇らせてきた。かのダーウィンの同時代人に、ファールがいる。彼もそうした誤解にとらわれてしまった一人だ。

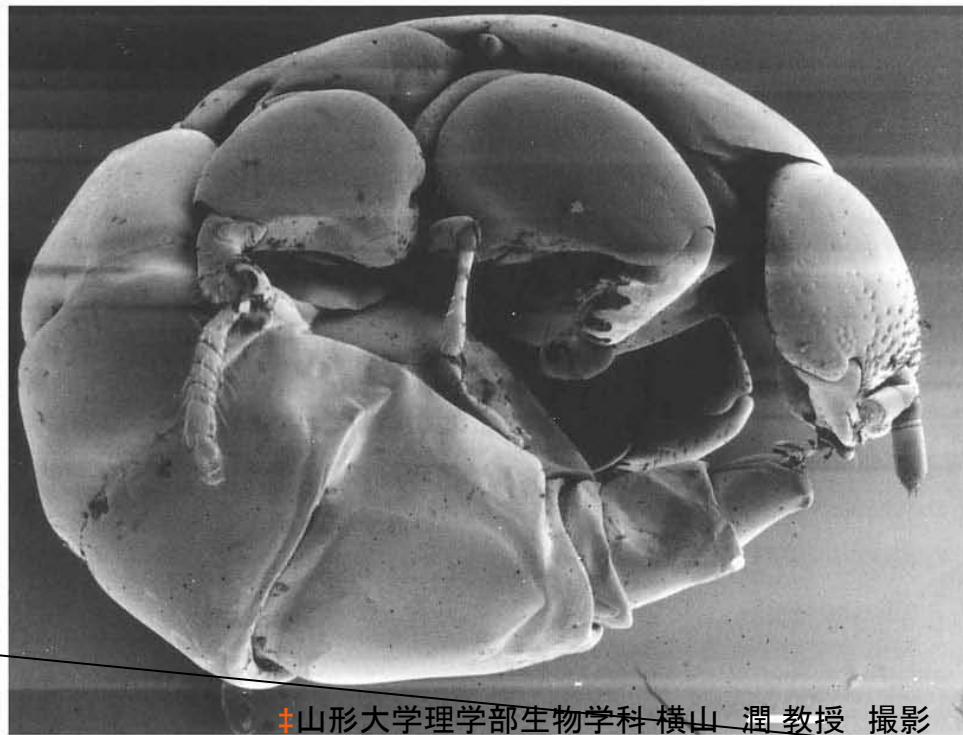
フーブルは頑固なまでに、その著作で進化論を否定し続けた。それは彼の愛する昆虫が、あまりに精巧にできているように見えるからでもあった。たしかに昆虫の体はすごい。

たとえば、イチジクの仲間の花序にもぐりこんで花粉を媒介するイチジクコバチの仲間などは、狭い空間を、身をよじらせながら花に侵入する性質があって・・・





山形大学理学部生物学科 横山 潤 教授撮影



山形大学理学部生物学科 横山 潤 教授 撮影

その際、花粉を落としてしまっ
てはいけなと、足に
花粉ポケットがついてい
る！！



山形大学理学部生物学科 横山 潤 教授 撮影

(Yokoyama, 1995)

かと思うと、メスの気を引く競争をしているうちに、なんでここまでというほどおかしなものになってしまった昆虫も。



ともあれ「生物はすばらしい、人知を超えて精緻にできている」という誤解、それと「進化とは何かすごいものになることだ」という誤解、これは表裏一体のものである。注意、注意。

ところで進化論の肝心かなめの要素は、これは「偶然の産物」という考え方である。ここがなかなか理解されていない。

進化論を受け入れられないと表明する人々に共通する誤解は、すなわち、「生き物はすばらしく、人知を超えて精緻にできている」のに、「これが偶然の積み重ねなんかでできるはずがない」、という思い込みだ。

ここで人々は道に迷い始める。世界的に最も多い迷子は、キリスト教原理主義に走ってしまうタイプ。

「偶然の結果でできたのではなく、神様がおつくりになったのだ」と考えるタイプだ。近年アメリカを中心にはやっている、「インテリジェント・デザイン論」も、「神」を「デザイナー」と言い換えただけで、基本的に同じ主義である。

哲学者を名乗る人の中にも、 「偶然性」や「進化」にはなじめない人が多い。

「ここでもまた議論が沸騰するのだが、結論的に言えば、たまたまサーカディアンリズムの反応があつて、それが他のリズムより生体にとって都合がよかったので生き残ったのでしよう、と。もちろんこう答えないとしたら、たんぱく質なりシアノバクテリアなりが、地球の自転を何らかの方法で感知していると仮定しないわけにはいかなくなるという事情はよく分かるのだが、わたしの脳は**どこかで納得していない**くて「？」の信号が明滅している。

「結果としての進化」の論理はどうも**思考を停止させてしまう**傾向がある。

（小林康夫『UTオデュッセイア』

UP誌二〇〇八年九月号）

小林氏は東京大学大学院総合文化研究科・
教養学部 超域文化科学専攻の教授（表象文化論）

小林康夫氏に限らず、自称「哲学者」を名乗る人には、進化の背景に何か超越的なものを持ち込みたがる人が少なくない。

ダーウィンによる進化論は、進歩史観のイデオロギーとして批判され、「進化」を「変化」と言い換えるようにもなったらしい。しかし、それにしてもその「変化」、過去と現在、点と点をつなぎ連続的に説明したいという人間の欲求は変わらない。生物の多様性、その不思議を、何とか説明したいのである。しかし、説明しようとして説明できずにひねり出された「突然変異」なる概念が、いったい何を説明しているのか、私には理解できない。理解したいのは、まさにその突然の変異とは何なのか、「なぜ」そんなことが起こるのかという、当のそのことだからである。

だから、その「なぜ」はわからない、説明できないという意味でなら、それを「神」と呼んでも同じであろう。「突然変異」とは、「神」の別名である。

（池田晶子『人間自身』第126回、週刊新潮2005年11月13日号）

池田氏は突然変異の要因（私たちの言葉で言えば変異原）を神の別名として、神に固執している。かたや小林康夫氏の方は、その著作を読んでみると、氏は「神」の代わりに「複素数」を持ち込みたいらしい。氏にとっては「複素数」が超越的なものの象徴ないしはそれそのものなのである。ただしこれも、「神」＝「デザイナー」＝「複素数」の言い換えの一環に過ぎない。よくありがちな、一神教的な、決定論にとらわれた誤謬である。

なおインテリジェント・デザイン論は、宗教心の薄い日本（注）では幸い、あまり表だった普及を見せていないが、アメリカではかなり猛威をふるっている。

ちなみに（注が多いのは、本俯瞰講義のインターラプターである物理学者・須藤教授の著作の癖の影響である）、アメリカ人などと比べて日本人に宗教心が薄いことについて、妙に劣等感を抱き、早まって新興宗教に走ってしまう人が、知識層に意外に多い。その結果として不幸なことにオウム事件を起こしたりしているわけだが、実のところ、先進国となって経済力が付いてくると、洋の東西を問わず、宗教心が薄くなるのは、ごく一般的な傾向であり、日本は決して特殊ではない。むしろ、先進国でありながら異様にキリスト教への依存が強いアメリカだけが、世界的に見て特殊なのである。

なお、宗教心が目覚めた場合も、選択肢としてはキリスト教やイスラム教のような一神教を選ぶばかりが手ではない。しかし物理学のように、唯一絶対の統一原理を探し求める学問に慣れてしまうと、つい一神教を選んでしまうのかもしれない。逆もまた真なりである。

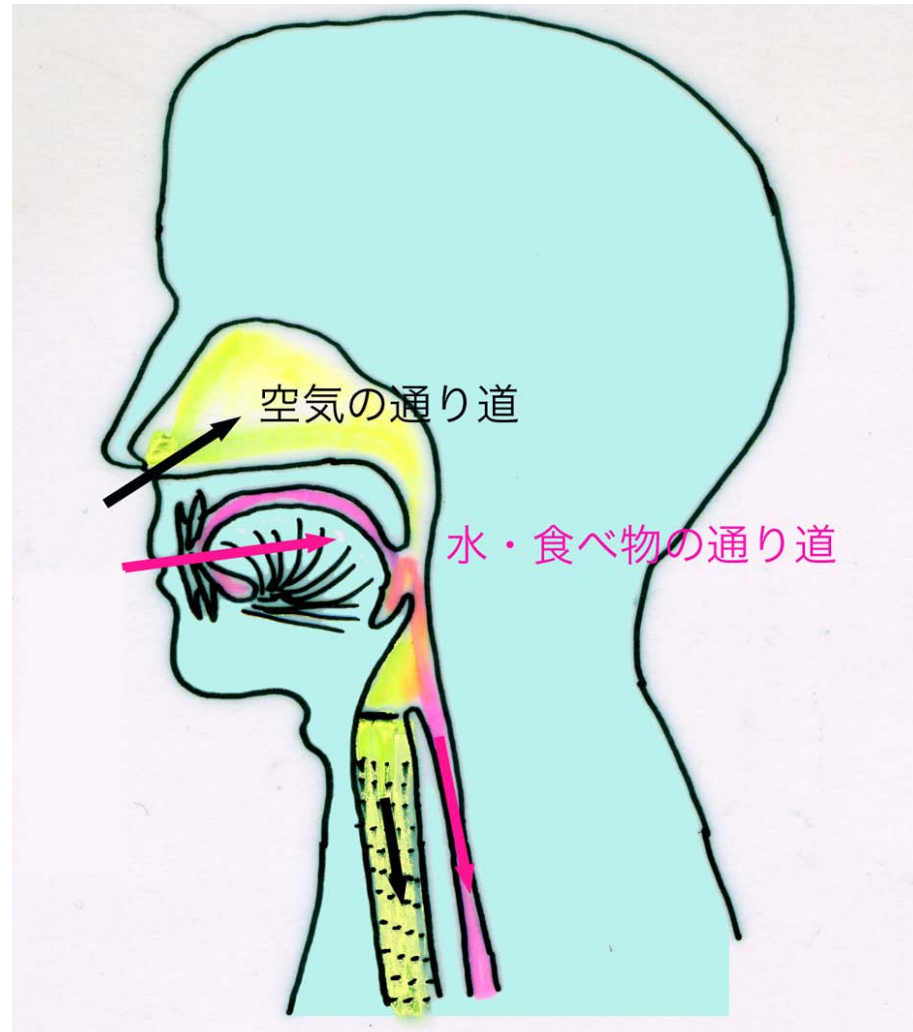
閑話休題。生物が、偶然の積み重ねでできたにしては精密すぎる、精巧すぎるという誤解を解いていきたい。

ちなみにこれから述べる例は、たくさんある中でも、もっともよく知られていて、わかりやすい例である。

似たような例をもっと探してみたい場合は、ネットで「設計ミス」「人体」などのキーワードで検索をかけてみることをお勧めする。きっとこれに参加したのは大学生たちだな、というのがありありとわかる、爆笑もののサイトがいくつか見つかるはずだ。

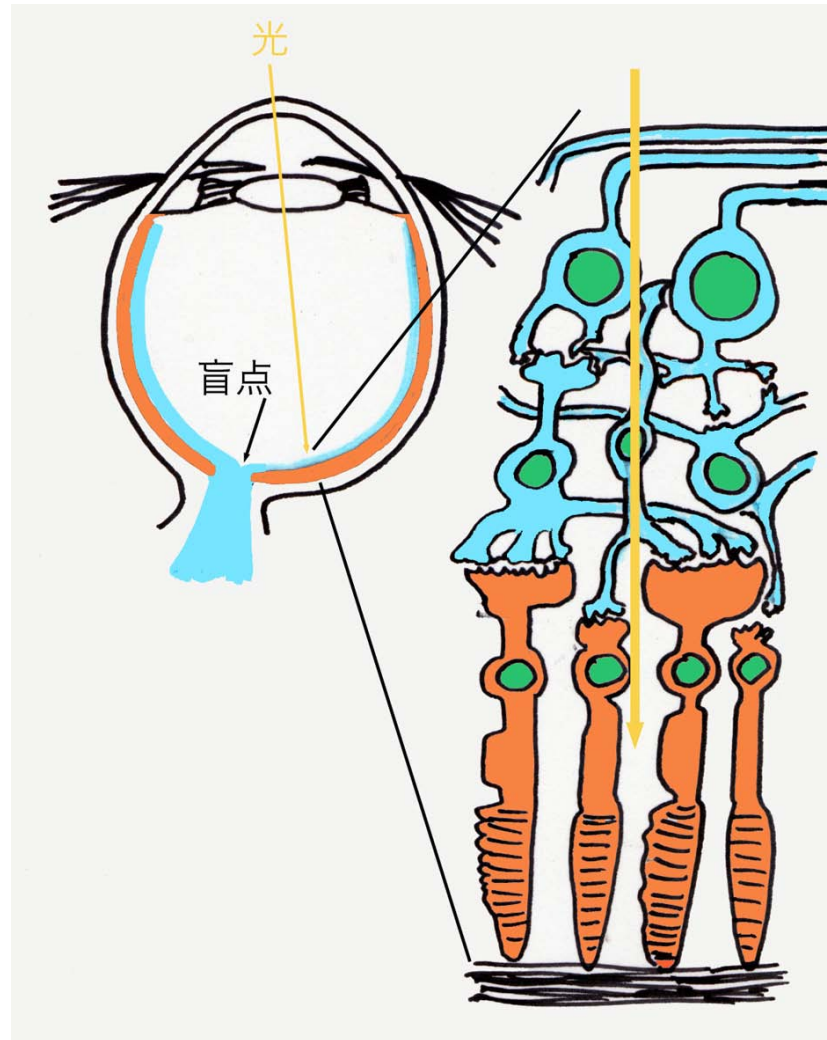
以下、いくつか生物の構造について、もし「神」なり「デザイナー」なり「複素数」なりがいて、生物の体を設計したのだとすると、なぜこんなことをしたのか、文句を言ってみよう。

気道と食道。なぜこんな設計にした？



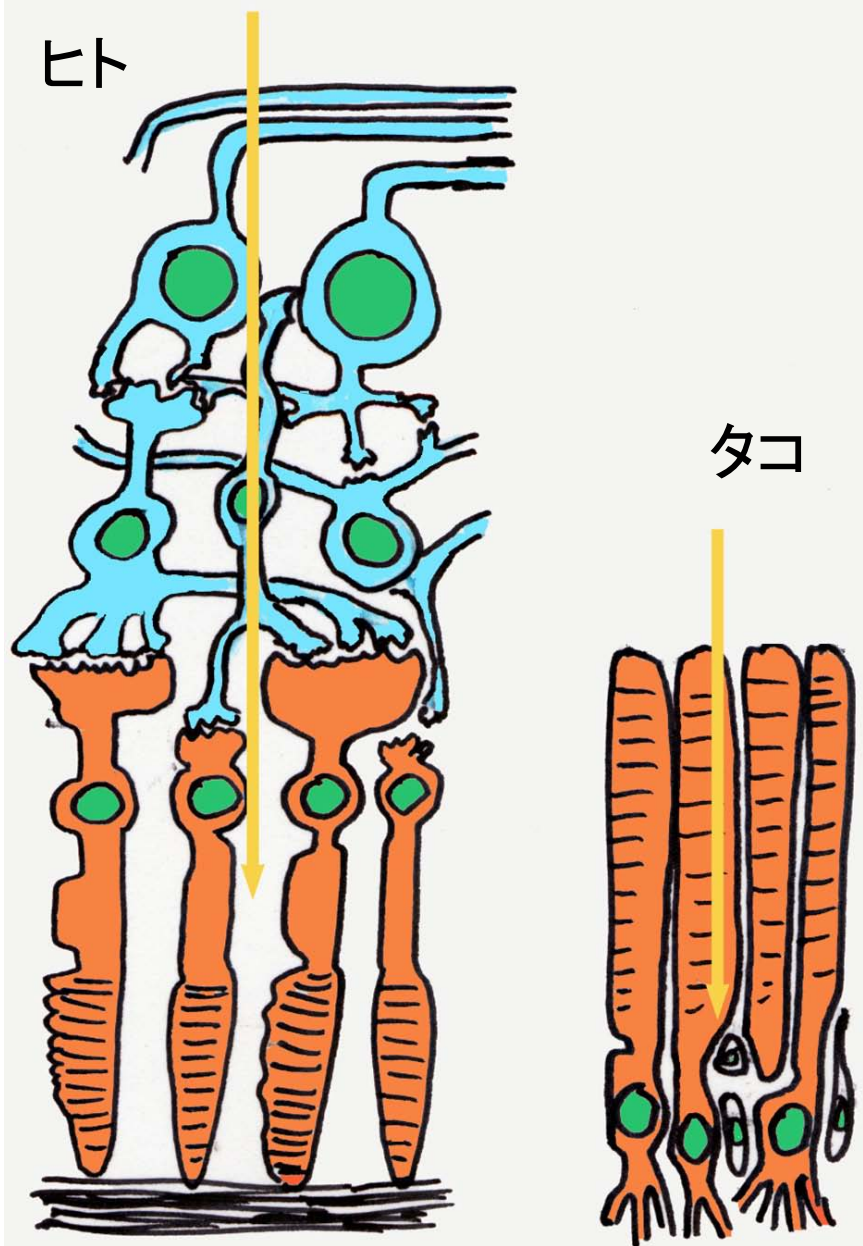
もう少しましな弁の設計か、配管にしてくれば、いい歳をして、餅をのどに詰まらせ、正月早々から救急隊員を呼んだり医者を呼んだりしなくても済むわけである。

目の網膜と視神経の配線構造。なぜわざわざ光を遮る？



網膜の裏側に視神経を配線してくれば、盲点もできないし、そもそも受光部へ入る光を余計なものが遮ることもなかったはず。解像度ももっと上がったのでは。

ちなみにタコ・イカの類は、視神経を別に置いているので、網膜はそうあるべき位置と向きにある。



ほかに、よく言われることとして、

1) 四足歩行用に作られた体を、ヒトの進化の際にそのまま直立歩行に使ってしまったため、腰の周辺に構造的な無理が生じた。二足歩行用に設計しなおすべきだった。腰痛に悩まされる人が多いのは、このとき設計の見直しをさぼったせいである。

2) 骨盤も、ヒトの進化とともに頭が異様に大きくなったので、胎児の段階で既に、分娩可能なサイズぎりぎりになってしまっている。せめて女性だけでも、大きな頭が通り抜けられるような構造に設計しなおすべきだった。

3) ちなみにくだんのネットを見ていると、なぜか何人もの人が「足の小指」をあげている。しょっちゅう何かの角にぶつけるからだとのこと（笑）。

私は植物が専門なので、植物の例も1つ。根がどう出るか。



植物は根をわりと
気軽にあちこちか
ら出し、またそれ
をちよくちよく枝
分かれさせる。

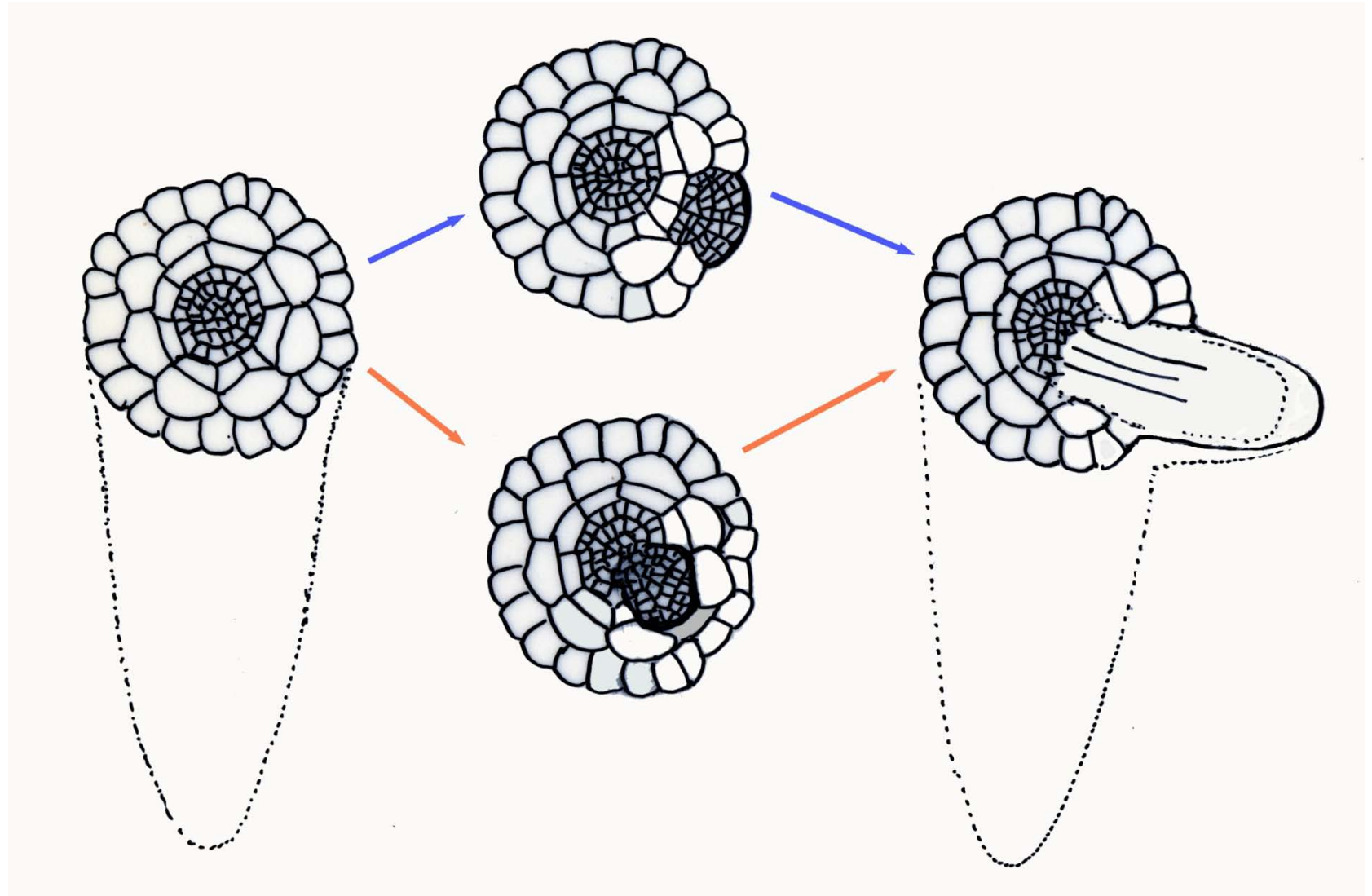




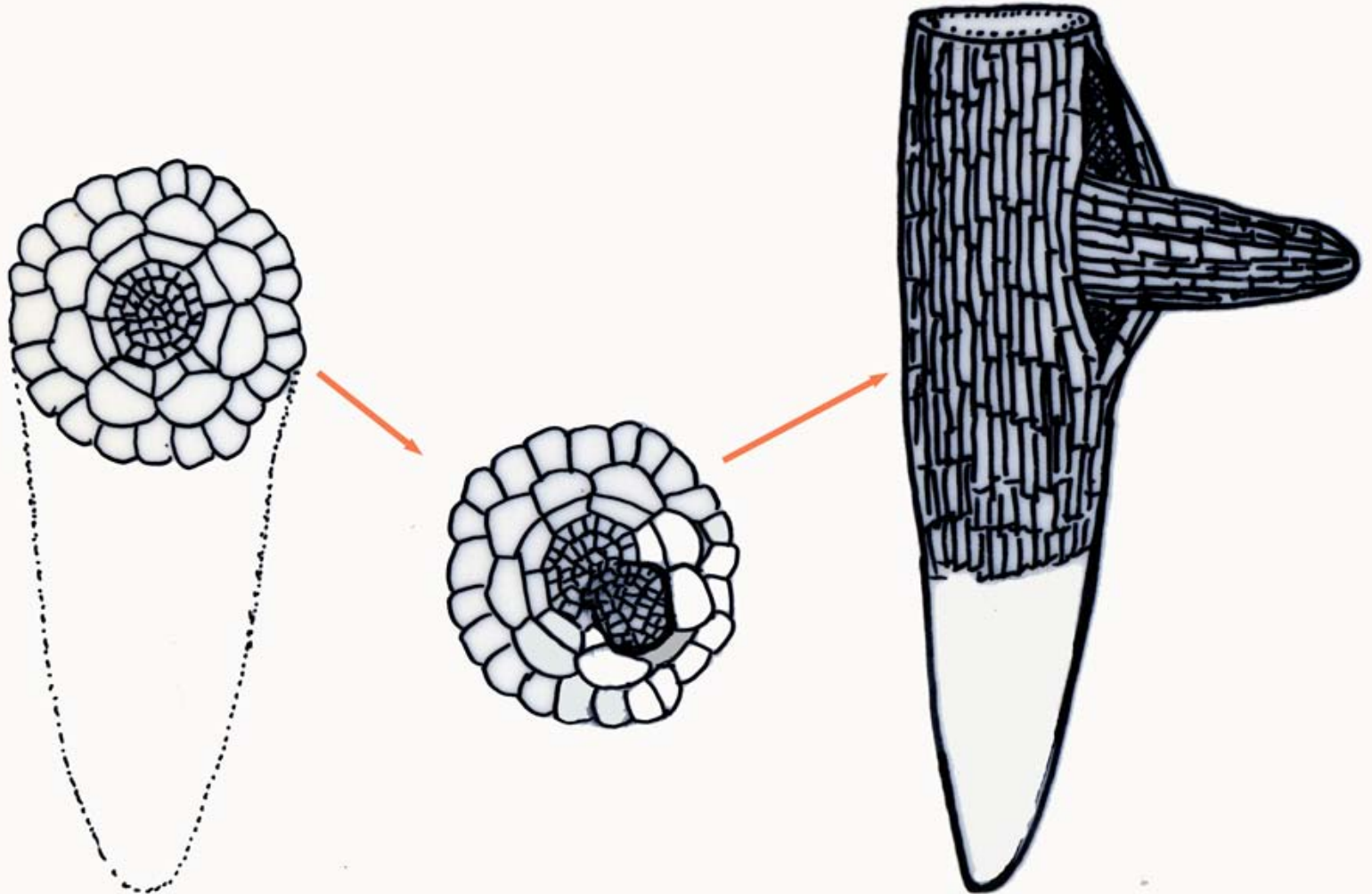
果てにはこんなにもなってしまうわけだが・・・

これはガジュマルの気根。
理学部生物科学科4年の
屋久島実習の一コマ。

質問。根が分岐するときは、どうやって細胞分裂するか。



正解はこちら。なんでこんなむちゃな設計にしたのか？根が枝分かれするたび、また茎や葉から不定根が出るたびに、毎度、植物の組織には亀裂が入ってしまう。病虫害に対して無防備すぎないか。



さて物理学者や哲学者の中には、唯一絶対の、シンプルな数式で書くことができる「万物理論」の存在を信じている人が少なくない。

その人たちにとっては、生物も所詮、いつかその万物理論で記述されるべき存在なのだろう。もしそうだとすれば、生物におけるその多様性には意味がない気もする。

例えばアインシュタインは1954年、ある人に「自然の究極の法則が単純でないということが分かったら、どう思うでしょう」と尋ねられて、「そんな法則には関心を持たないでしょう」と答えた。

しかし万物理論というのは、本当にあるのだろうか。

「単純化し、統一する過程を求めてきた過去の物理学者はうまくやってきた。・・・しかし事物がもっと単純にならないといけない『理由』はない。どんどん混沌としてきてどんどんややこしくなってもよかった」(シエルダン・グラショウ)

実際、クォークは6種だとする小林・益川理論は、当初、要素の数を安直に増やしすぎだとして、黙殺されたが、昨年(2008年)のノーベル賞受賞対象となったように、これは正しかった。

自然の究極の法則は、はたして単純である必然があるのだろうか

宇宙については、物理定数が、あまりにヒトの存在を可能とするのに都合がよいものばかりであることから、以前、物理学では、これを可能とするために世界はできている、というような「人間原理」的な考えも流布した。

が、最近では、宇宙は1つではなく多種多様であり、たまたま(偶然)私たちの住む宇宙がそういう性質を持っているだけである、とする考えもでてきた。

この「多種多様さ」「偶然性」は、生物学にとって、ごく自然な考え方であるが、物理学者や哲学者の中には、どうもこれになじめない人がいるらしい。

ちなみにこうした「万物理論」の考え方、「人間原理」の考え方が極限までいく(カリカチュアライズする)と、SF小説『万物理論』(グレッグ・イーガン作、山岸真訳)のような世界が生まれる。

またよく考えてみれば分かるように、唯一絶対の「万物理論」は、ちょっとした思考のすげ替えをするだけで、絶対神に取り変わる危険性がある。物理学出身者に、某宗教のような怪しい教えにのめり込んでしまったインテリが多かったのも、そうしたことからだろう。

また物理学者の中には、「西洋科学は行き詰まっている。これからは東洋哲学を取り入れた新しい科学も必要だ」と主張する人もいる（決してトンデモ学者ではありませんよ。れっきとした、日本でその学問分野を代表するようなベテラン物理学者です）。

でもそれは、生物学者から見れば、誤解に過ぎない。それは、それまでその先生たちがやってきた「科学」が宗教のようなものだったということに過ぎず、これからその先生が目指すとしている方向こそが、昔から生物学者が追求してきた、本当の科学なのである。

しかし意外にその点は、一般の間でも知られていないようだ。

以前の朝日新聞にこんな記事が出ていた・・・。

“宇宙はなぜ、こんななのか”

「理系から、『偶然』をはらむ世界像の発信だ。
文系とのガチンコ対話が聴きたい。」

尾関章(朝日新聞論説副主幹)

宇宙論入門 佐藤勝彦著 (岩波新書)
2009年2月8日 朝日新聞朝刊書評欄より

「理系から『偶然』をはらんだ世界像の発信」！！！？

「文系とのガチンコ対話が聞きたい」？？？

理系＝必然の世界像？

文系＝偶然の世界像？

いいえ。

少なくとも、科学を考える頭脳、それを作り出してきた生命は、「偶然」の繰り返しでできたものであり、その「進化」の道筋そのもの、あるいはその結果について詳しく知ろうとしている生物学者は、「偶然」こそがすべてと考えている。

そういう生物学者にとっては、森羅万象が必然でできていると考える立場は、これは一神教の、一人の神による創造という物語に、知らず知らずのうちに毒された、宗教的思考に見える。

実はこの書評で取り上げられている佐藤勝彦先生（東大名誉教授）は以前、「生物学者の科学と私たちの科学は違うようだ」と語ったことがある。（日経サイエンス2004年4月号）

佐藤 答えになっているかどうかわかりませんが、科学でも専門分野によってずいぶんカルチャーが違うものだと感じた経験があります。

瀬名 それは、どんなとにき？

佐藤 ある科学博物館の設立準備の会議に呼ばれたとき、科学論的な話題になったことがあります。そこで私が「宇宙の謎を解き明かす真理を探求している」という話しをしたら、生物の方が「真理なんてものは存在しない。我々はあくまでも自然のメカニズムや機構を調べているにすぎない」と言うんです。真理などと口に出して言うのはエセ科学だと言わんばかりだったので、とても驚いた経験があります。

佐藤 でも、私たち物理学者は実に単純に信じています。この世界には真理があつて、その法則に従って世界は動いているという信念です。もちろん究極の真理がわかれば、それで世界のすべてがわかるなんて思っているわけではありません。

宇宙論で言えば、物理法則は縦糸みたいなもので、横糸として量子論的ゆらぎやカオスなどさまざまな数理的な現象が組み込まれています。まさに必然と偶然のゆらぎの中でこの面白い世界が出現している。でも、やっぱりこの世界には真理があつて、それを知ることによって世界を認識できると思っています。それが理論物理学者なんです。

↓

塚谷□裕一 2001『植物のころ』岩波新書↓

□植物を擬人化して捉えるのも間違いだが、植物とヒトとじゃまるきり違う生き物、という考え方も、これも間違い。本書を読んだあとで、人間模様を見ていると、なんだか植物そっくりだな、と思えてくればしめたものだ。本俯瞰講義でも、私の担当分では、思想的な通奏低音としてこの考え方が流れる予定。新書なので定価 735 円。↓

↓

須藤□靖・2010『人生一般二相対論』東大出版会↓

□本俯瞰講義のインタープリターの須藤教授の代表的主著。東大出版会の月刊 PR 誌『UP』（ユーピーと読む。生協書籍部のレジの横にもよく置いてある）に不定期に連載中のエッセイ（既刊分）をまとめた。物理学者とは、こんな生態的特徴を持つ生き物なのだなということがよく分かる。本俯瞰講義を受けるからには必読書である。こちらも下の本と同じく定価 2,520 円。↓

↓

塚谷□裕一 2006『変わる植物学□広がる植物学』東大出版会↓

□こちらは植物学にいつか進む学生向け。10 年ちょっとで植物学はがらりと変わった。この間の流れと研究の背景とを、読み物ふうにまとめた。今、流行っている研究なんて、もう古い。研究をするなら、誰も未だやっていない研究をしなくては。初版の印税を減らしてもらってその分定価を安くしたので、東大出版会の教科書にしては安くて定価 2,520 円。↓

□↓

グレッグ・イーガン作、山岸真訳『万物理論』創元 SF 文庫↓

□SF 好きの人なら既に読んでいるかもしれない。世の書評をざっと眺めてみると、ラストには、この作品が想定する「万物理論」の性質のために描写に制約がかかってしまうため、その結果描かれたエンディングを良しとするか否かで、この作品の評価はまっぴらに分かれるようだ。ともあれ、主人公のバイテク専門の科学ジャーナリストが装着している「シジフォス」というアイテムは欲しいものの一つ。そろそろ現実世界でも実用化される？ 定価 1,365 円。↓