

2015年5月20日2限

[スライド] 150枚程 急いで行きます。15分増量！出血？大サービス

このプレゼンは後で「石田健のページ」に掲載

今は、聴けばいい

東京大学農学部森林科学専修 森林動物学

鳥の進化、形態と生態、生物多様性保全

**10月2日に実習 → 上野動物園に行って、
科学的な観察、報告の手習い**

今日の要点（目次）：

Today's topics :

- ・ 自己紹介

Self-introduction

- ・ 科学、生態学の 概念 と 方法

“Science, ecology & method”

- ・ 鳥の特徴、いくつか

Several traits of birds

- ・ 鳥とはどのような生物か、進化系統

What's the bird ?

- ・ 哺乳類はどのような生物か・比較

What's the mammals ?

人は？

the Humane being

- キツツキの特徴と適応

woodpeckers characteristics & adaptation

- ほかの鳥の特徴と適応

Other examples of birds

- ダーウィンフィンチの研究

Study of the Darwin's Finchi

- ルリカケスの保全

Bird conservation, Amami Jay

- ・ 上野動物園見学と課題 10月2日

Exercise at Ueno Zoo

Q question

ところで、ハチ は どういう生物 ？

答え は この授業の最後で 解説

継続調査

秩父 1989～

奄美 1989～

福島 2011～

Key Words：

森林生態系（管理）

長期モニタリング

鳥類群集

脊椎動物個体群

固有種保護

生物多様性

島の固有種を丸ごと保全する

旗艦&指標希少種の理想的な保全対策をめざして



フィールド研究支援担当
石田 健 准教授

ルリカケスは、20世紀初頭には美しい青い羽根を婦人の帽子飾りとして輸出するための乱獲、1953年の奄美諸島の本土復帰後は生息地の天然林開発、20世紀末は外来捕食者フイリマングースの脅威にさらされてきました。保護対策が実り一息ついた今、生態系の研究から保全の理想のかたちをさらに探求しています。

奄美だけにいる遺存固有種

ルリカケスは、奄美大島[※]と隣接する2,3の小島だけに生息しています。独特の羽色を持ち、DNA分析でも日本のカケスと明確に区別されます。もっとも近縁の種は、ヒマラヤ山地に生息するインドカケスです。奄美大島は、以南の生物群集が日本の他地域やユーラシア大陸の大部分と異なり、東南～南アジアと共通性が高く、生物地理学の東洋区の先端に位置しています。固有種が多数生息する奄美諸島を、『東洋のガラパゴス』と呼ぶ人もいます。



ルリカケス（奄美諸島の金・高美両島に分布）

自然の実験、ドングリの結実動態

食物連鎖の最上位に位置するルリカケスは、トカゲや昆虫、クモなどの他、秋冬にはドングリを食べます。好物のアミミアラカシは、頬袋とくちばしをいっぱいにして運び貯蔵します。奄美大島に大量にあるのは、農学部キャンパスにもあるスダジイです。ドングリはほとんどならない年があり、豊凶の年変動はルリカケスの繁殖成績に効きます。ドングリとルリカケスを含む長期生態系モニタリングにより、生態系的重要な性質である動態が明らかになり、気候変動など長期の環境変化が自然に及ぼす影響についても参考になります（図1）。

域内と域外で、丸ごと知り、丸ごと護る

東京大学は上野動物園が近く、研究のご縁もあります。私は行動実験のためにコケラを飼う方法を伝授してもらったのをきっかけに、学生実習でも長年利用させていただいてきました。上野動物園は1929年からルリカケスを飼育し始め、50年前に中断後1995年頃に飼育を再開しました。飼育繁殖を継続するための現地での生態調査と個体採取に、10年余前から東大も協力し、地元の保護・飼育団体も加わって、科学的視点から、種を丸ごと、遺伝的多様性を域内外ともに最大限保持する取組みを進めています（図2）。

※奄美大島には東京大学最南端の自然科学研究所奄美諸島動物研究施設があり、ハブや島インフルエンザの研究が行われています。

雄鳥のルリカケスの繁殖成績

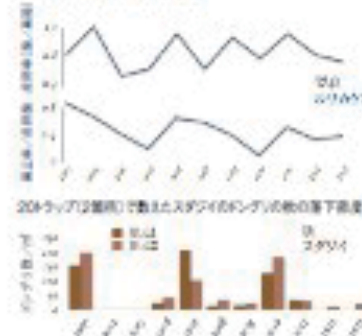


図1.
2008年まで10個、2009年以降は20個の巣箱による観察。産卵率（産卵/巣箱数）と、雛の生存率（雛の生存/産卵）が1羽以上集まった年。同じ巣箱で2回の産卵や巣立ちもあり、産卵率が1を超えた年もあった。個体群の回復動態、個体間の競争や捕食（雛の捕食を含む）の影響も加わり、単純ではないが、ドングリの豊作が繁殖成績の総称と個体群回復に関連している。

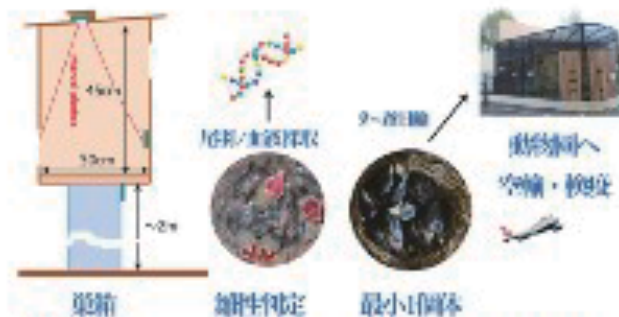


図2.
域外保全創設個体は、DNAで雄雌判定し、1つの巣箱から目的の他の最小個体3羽を採取する。これによって遺伝的多様性を確保し、個体群への影響を最小にできると想定。域外保全個体群における遺伝的多様性の確保は、後から検証し、改善する。

教えて！Q&A

遺存固有種

奄美のルリカケスとヒマラヤ山地のインドカケスの共通祖先は、かつて同地域にまたがって広く分布し、中央の広い場所では絶滅して別の系統の種たちにおきかわったと考えられます。同時に残って別々の進化を選んだよう今近縁種どうしを、こう呼びます。沖縄島の1万年余り前の地層からは、ルリカケスに似た鳥の骨の骨が発見されています。

鳥の生態学

チャールズ・ダーウィンがビーグル号航海の途中で、進化論を育む着想を得たガラパゴス諸島は、「ガラパゴス」などと生物学を促して引用されます。奄美のような島は、進化現象が顕著に現れ、生態動態が明確な固有生物もいて、生物学の地史と着想に選んだ場所のひとつです。

↓3つの主調査地



今

「弥生」58号5頁

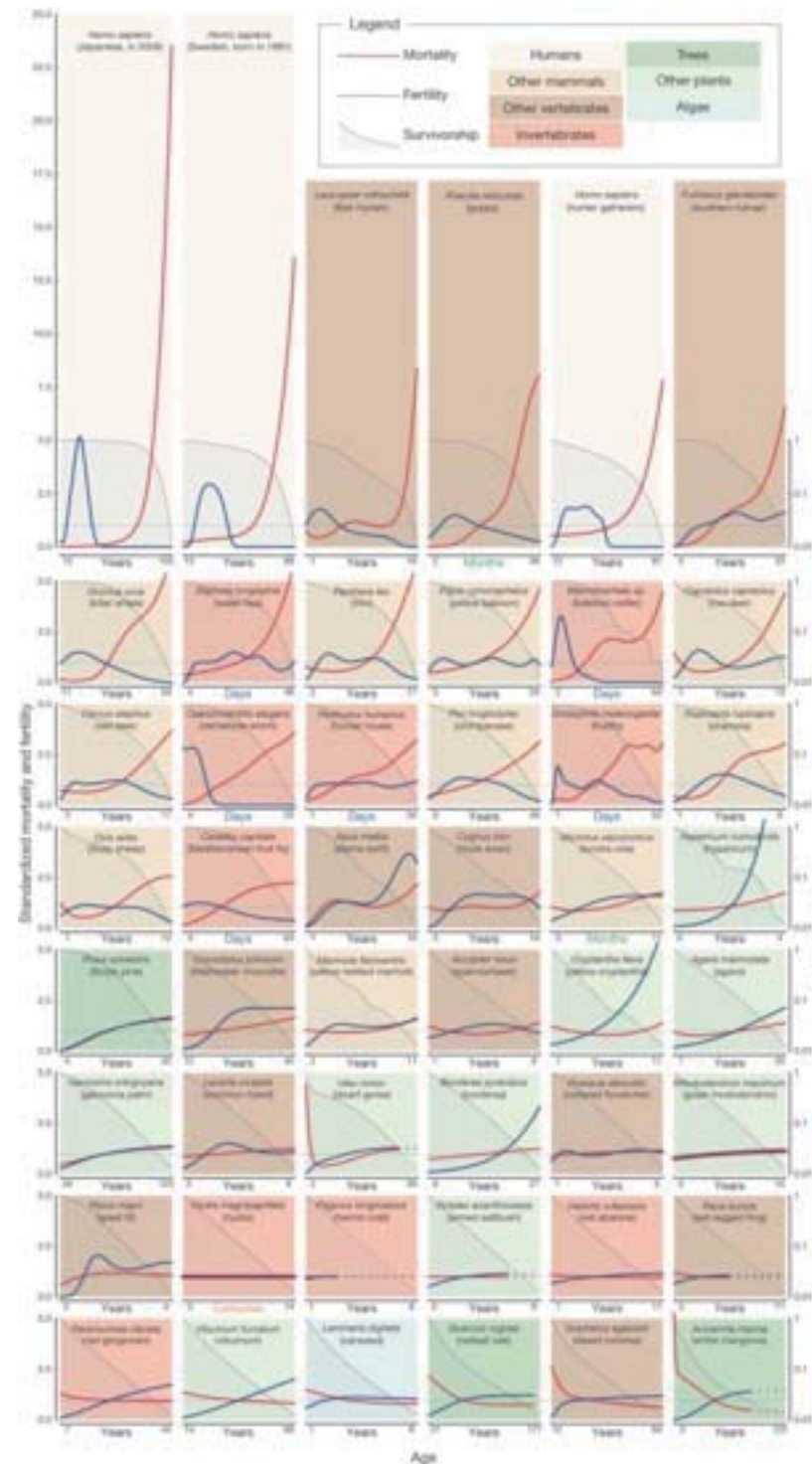
Q question

ところで、鳥 は どういう生物 ？

Topics

相对死亡率
繁殖齡分布
生存曲線

Demographic trajectories.



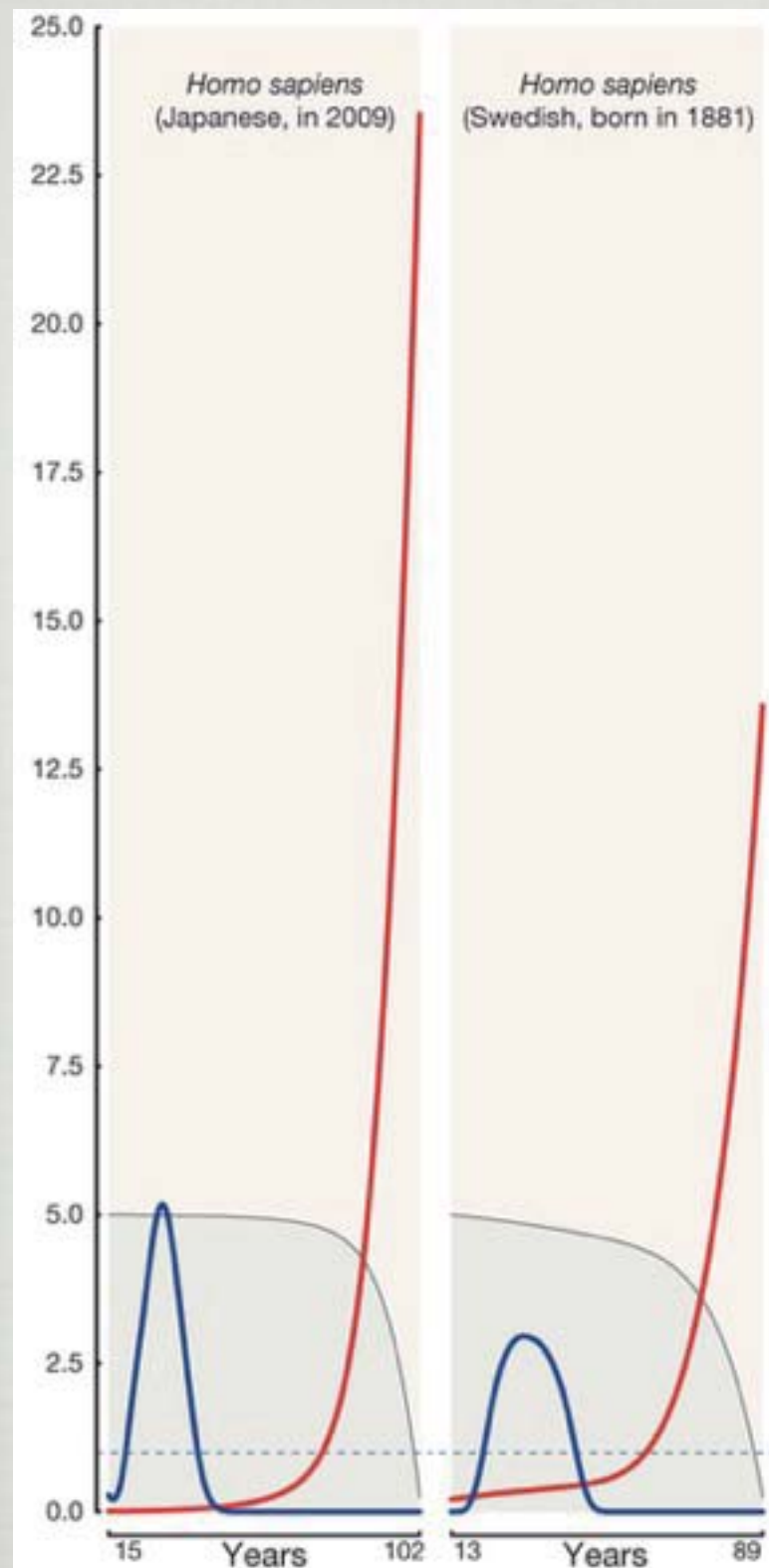
OR Jones *et al.* (2013) doi:10.1038/nature12789

一部の生物の一生

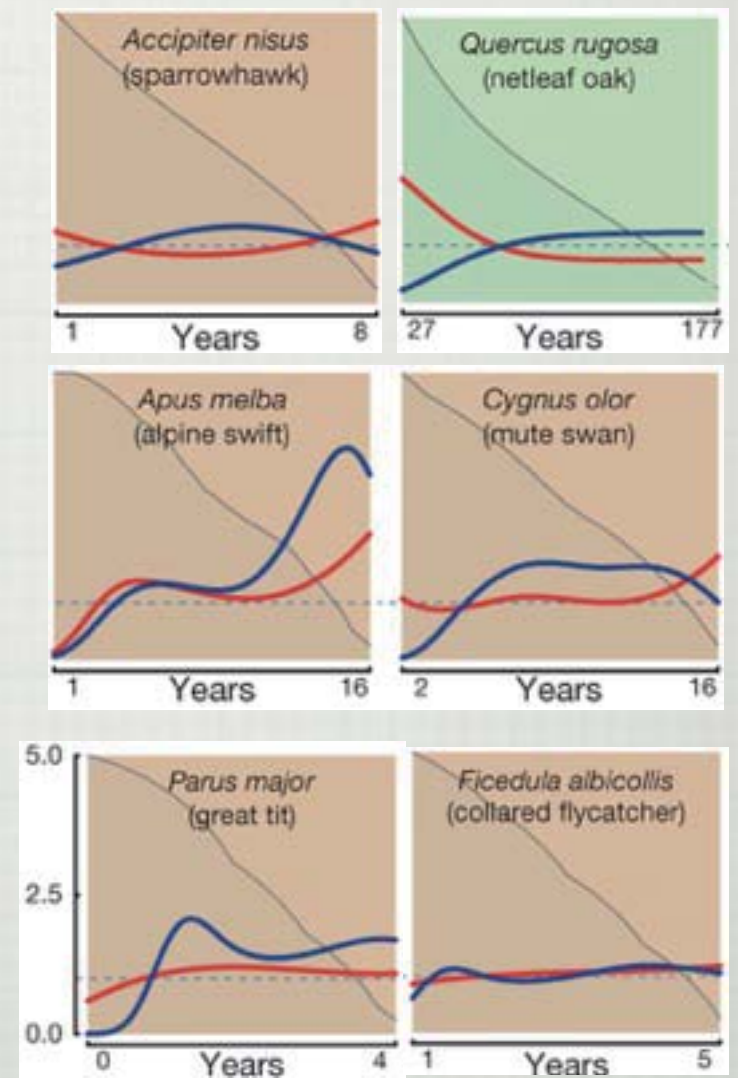
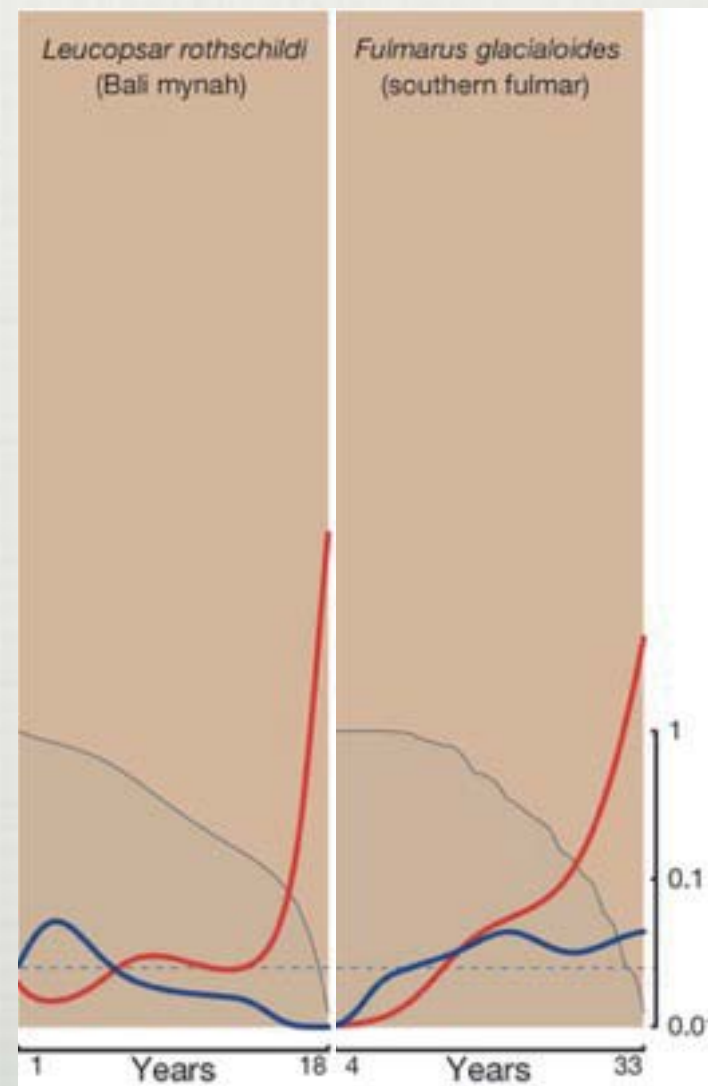
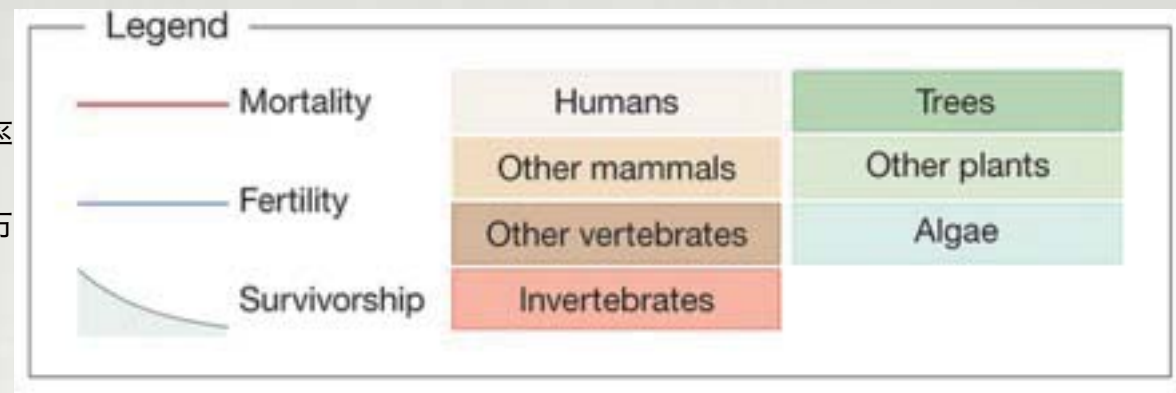
nature

Birds
Humans
Mammals
Trees
Other plants
Algae
Invertebrates

Standardized mortality and fertility

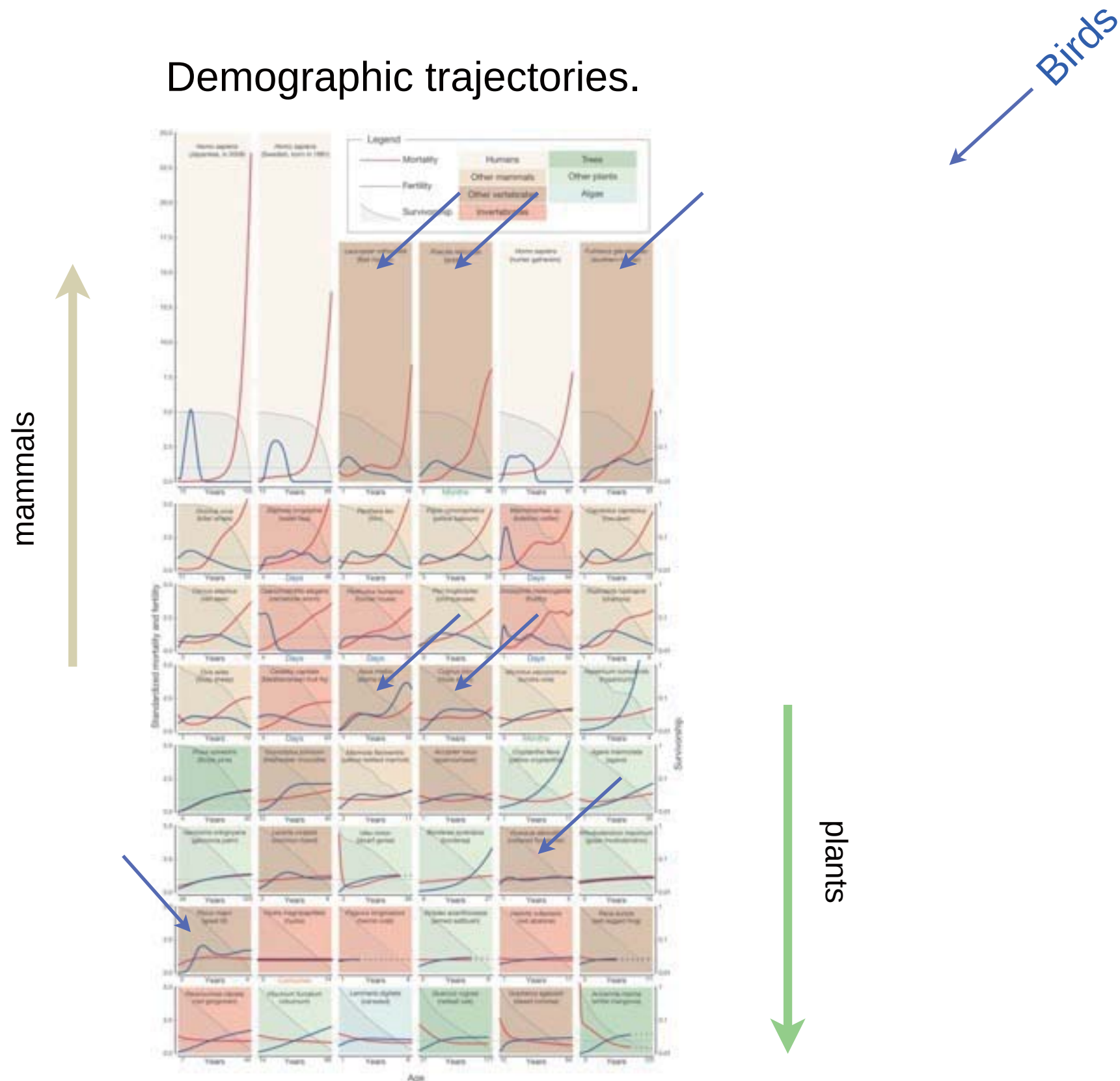


相对死亡率
繁殖齡分布
生存曲線



Birds
Humans

Demographic trajectories.



OR Jones *et al. Nature* **000**, 1-5 (2013) doi:10.1038/nature12789

いろいろな生物の一生

nature

この写真は2014年2月のもの
<http://www.mnn.com/earth-matters/animals/stories/at-63-years-old-wisdom-the-laysan-albatross-hatches-another-chick>



コアホウドリ 少なくとも64歳、去年もヒナを巣立たせた！

例えば、アメリカ地理協会の足環標識記録 http://www.pwrc.usgs.gov/BBL/longevity/Longevity_main.cfm
1956年12月10日に標識して、2014年2月4日にも雛が孵った
2015年の営巣地には来ていたが繁殖期情報、今のところ未確認、お休み？

この写真は見本、長寿記録の個体とは関係ありません
http://www.allaboutbirds.org/guide/acorn_woodpecker/id



17年3ヶ月間、野生で観察され続けたドングリキツツキ

http://www.pwrc.usgs.gov/BBL/longevity/Longevity_main.cfm

1992年6月1日に標識して、2009年9月17日に最後の観察



Nakayama *et al.* (1999) doi:10.1016/S0197-4580(99)00004-4

脳から、今のところ世界で唯一鳥類で確認した β アミロイド検出

石田が成鳥の♂を捕獲、標識して丸4年間野外で観察し、その後再捕獲して12年間飼育した個体もあった。

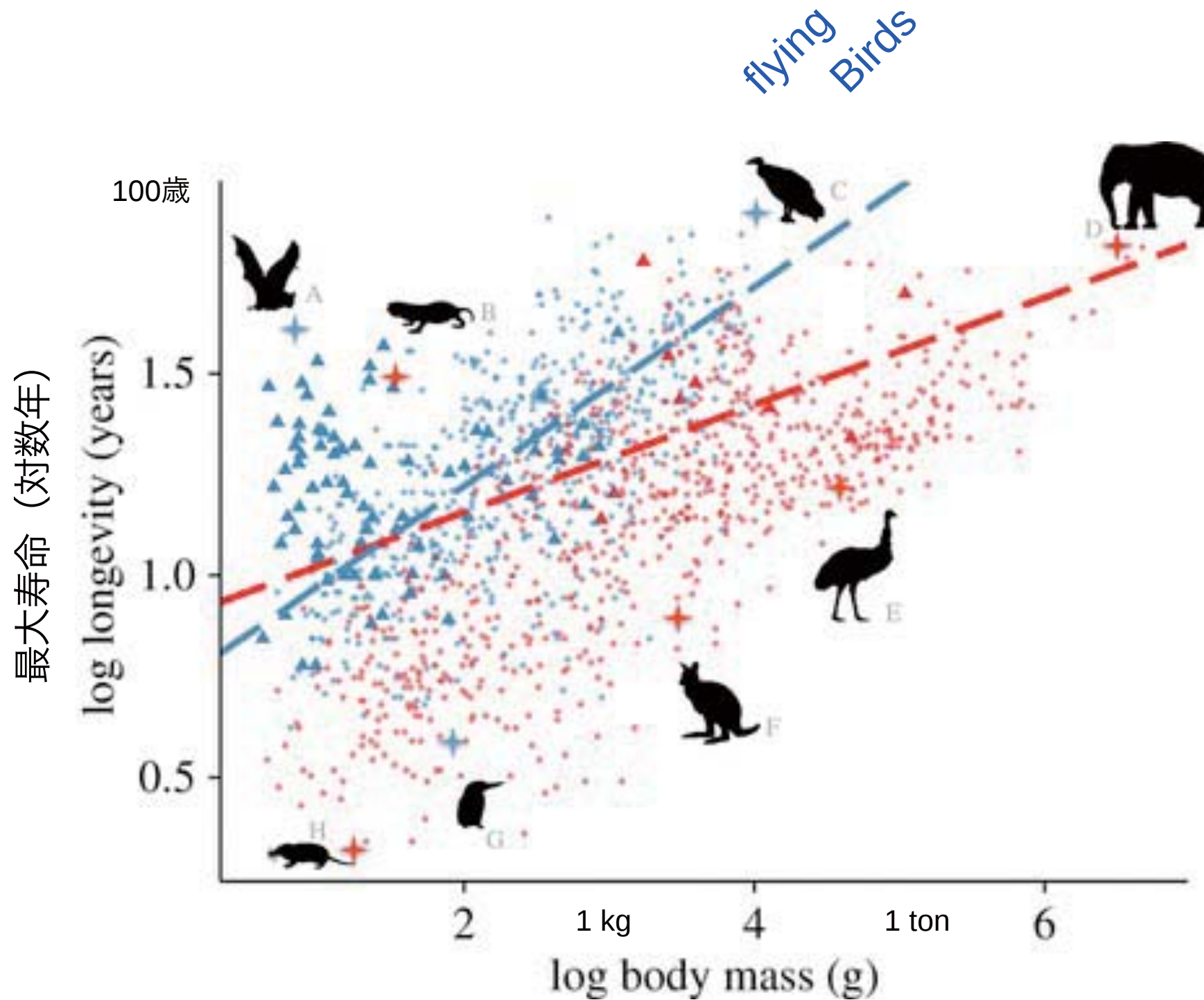
この写真は見本、長寿記録の個体とは関係ありません

http://www.allaboutbirds.org/guide/mexican_jay/id



野外で17年8ヶ月間観察された、メキシコカケス

http://www.pwrc.usgs.gov/BBL/longevity/Longevity_main.cfm
1969年5月31日に標識して、1987年1月9日?に最後に観察された



PROCEEDINGS OF THE ROYAL SOCIETY B BIOLOGICAL SCIENCES

H. Kelvin et al. *Proc. R. Soc. B* **281**, 20140298, published 16 April 2014

“飛んでる”動物は長生き？

陸上に棲んでいる鳥と哺乳類

科学 とは ？

生物科学とは ？

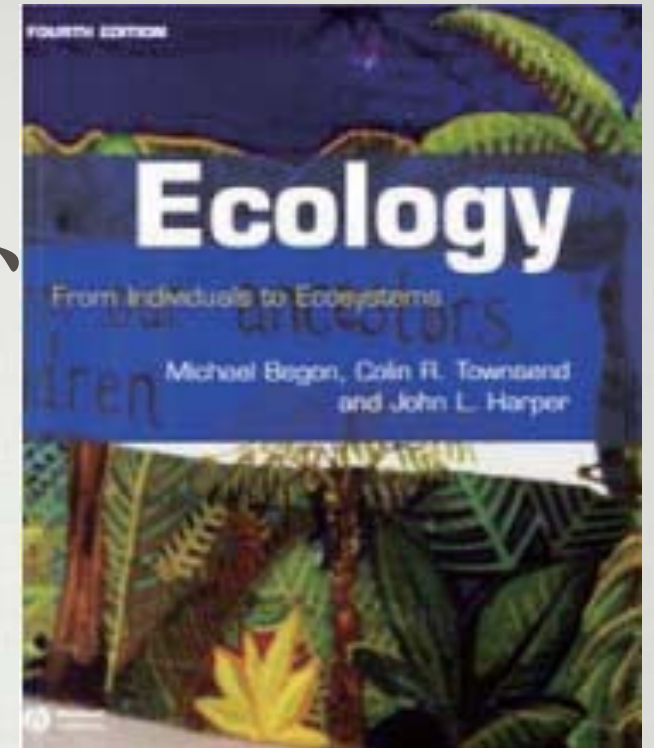
生態学 とは ？

ドブジャンスキー

「進化概念のない生物学は無意味」

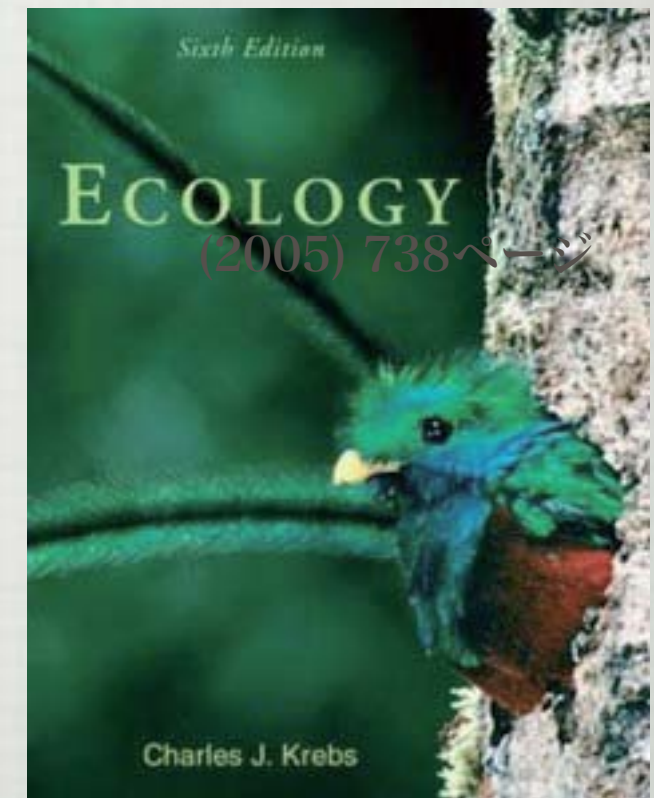
"Nothing in Biology Makes Sense Except in the Light of Evolution"

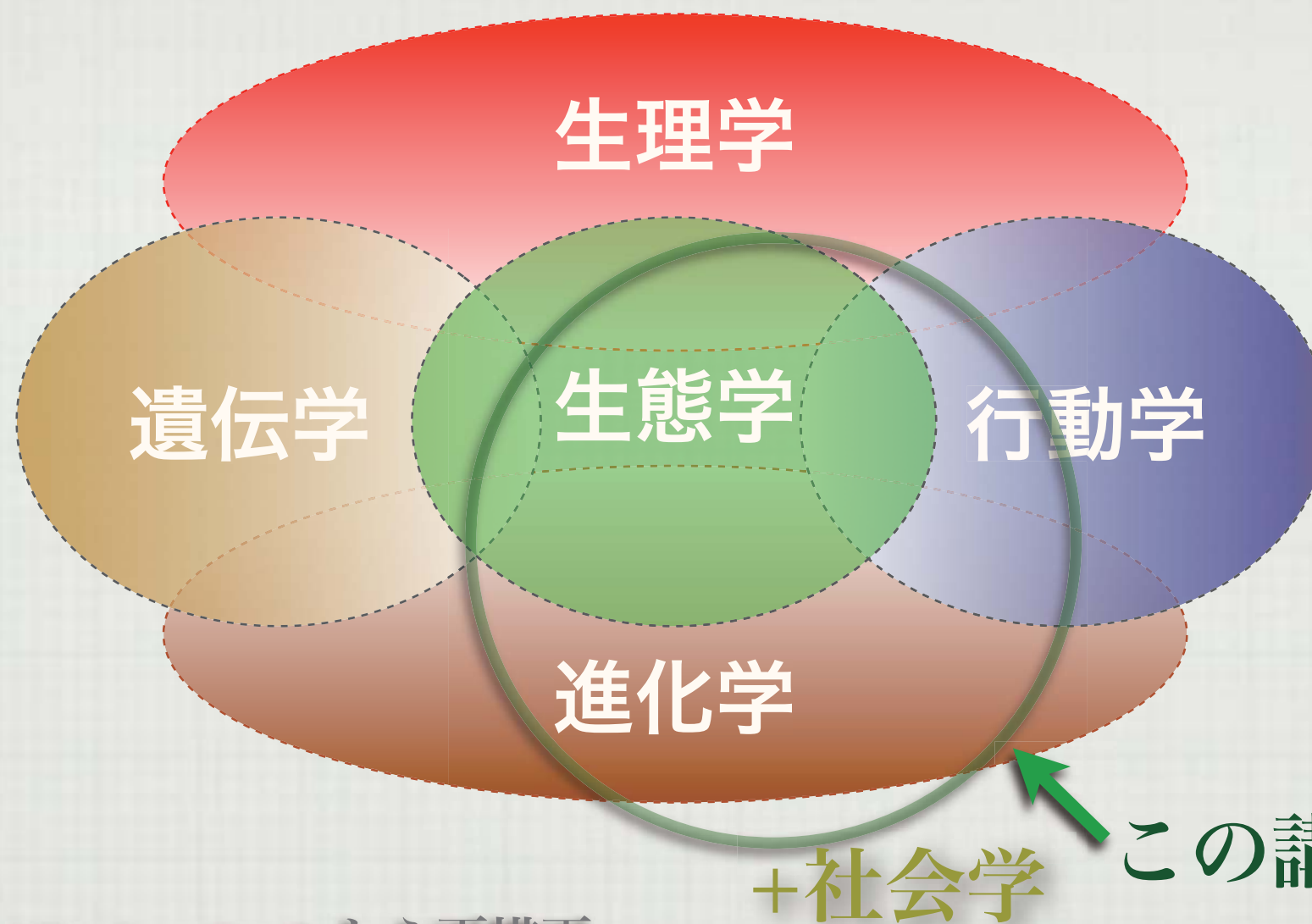
生物の**分布**と**数**、
生物の**分布**と**数**を決める物理的、化学的、
なにより生物学的な特徴と**関係**
について書いた本
(ベゴンら『生態学』第4版)



第4版翻訳 2013年3月刊行

“Ecology” Charles Krebs
Elton の定義を引用





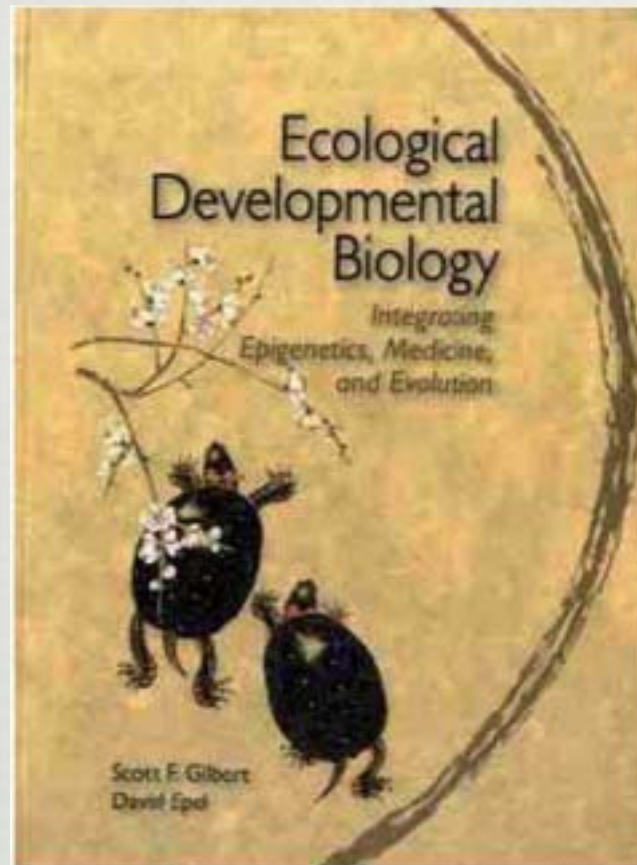
C. Krebs "Ecology" p.2 から再描画

保全生態学、生態系管理、合意形成、リスク管理

生態学

生命の歴史 DNAと環境

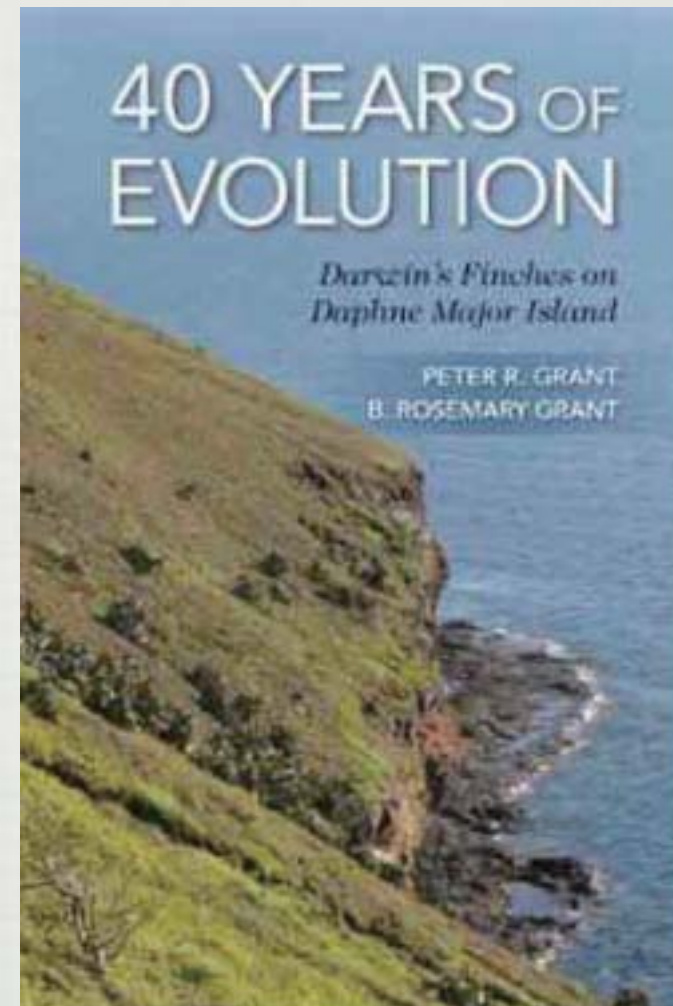
おすすめ 参考書



2009年



2012年3月
の翻訳書



2014年

エピゲネティクス = epigenesis + genetics

生態系（自然界）における、内分泌攪乱物質や放射線等の影響

生物学

**科学は、
この世界の（普遍的、よく起こる）
規則、パターンを認識する
or 法則を、確認する 「おこない」
生物学は、生命現象の 科学
生態学は、
生物の 数 と 分布、 と それらの関係性
の規則、法則を明らかにする科学**

**科学では、
(科学者は、)**

仮説 をたて、それを **検証** する。
あるいは、(意味のある) 仮説を
生み出す。後者は、数学の「定理」
に似ている。

農学生命科学は、、、

生命 を育む科学？、

検証 するのは、

**生命がどのように生まれ、育つか
についての仮説、**

生命が育つ環境（生態系）に注目

科学の仮説には

**なぜ (Why) ・ ・ ・ 生物学では進化要因
と**

どのように (How) ・ ・ ・ しくみ

**究極要因 と 至近要因 と言うこともある
と 大きくは2種類ある**

**科学技術は、科学によって得られた知見
を、私たちの暮らしに応用する技術**

**科学技術は、科学の守備範囲を広げる
必須の手段**

科学 と 科学技術 は 車の両輪

科学

森林動物学2015年5月20日

科学 と 科学技術 は車の両輪
仮説 と 検証 は 繰り返し続く
メビウスの輪 のよう

例) 望遠鏡 の 場合

望遠鏡を逆さまに使うと、顕微鏡
最も大きい宇宙を観ている科学者は、
「望遠鏡」で最も小さい暗黒物質
を 探している ! ^^

科学的発見

も ある

本質的には

**発見するのは、物や事
ではなく**

「仮説」 ！

科学

森林動物学2015年5月20日

仮説 を 検証 するために

科学 (natural) science には

- ・ 演繹法**
- ・ 帰納法**

の2つの大きな 研究手法 がある

科学

森林動物学2015年5月20日

- **演繹法**

しばしば 実験 を行う

特定の条件で観察される事実を予測

- **帰納法**

観察に基づいて、法則、規則を発見

どちらも 比較 を行う（ことが多い）

- **実験 における コントロール**

- **統計解析**

- **モデル比較**

等々

みな 比較

- **モニタリング（帰納法）**

長期生態学研究 自然の実験

生態系、生物、異時間 の比較 等々

科学

森林動物学2015年5月20日

さて、、、、

exercise

粒子を最も明瞭に見いだすことができる過程は、高エネルギーのガンマ線光子対への崩壊だ。その実験結果は、ヒッグス粒子が約 125GeV (ギガ電子ボルト) の質量を持つことを示している。



ATLASとCMSと呼ばれる両検出器グループは、
およそ 5σ (σ =標準偏差) だと報告した。これは、
もしも **ヒッグス粒子** が存在しなければ、この
データを偶然に得る確率は100万分の1より小さい、
という意味である。

1兆円規模の予算、延べ数万人の研究者
共著者数 人

科学と統計値

森林動物学2015年5月20日

鳥は どのような 生き物 か ？

HOW BIRD IS BIRD?

🥚 羽毛 feather

🥚 内温 warm

🥚 翼・飛ぶ wing

🥚 くちばし beak

🥚 産卵 egg shell



🥚 「恐竜の子孫」

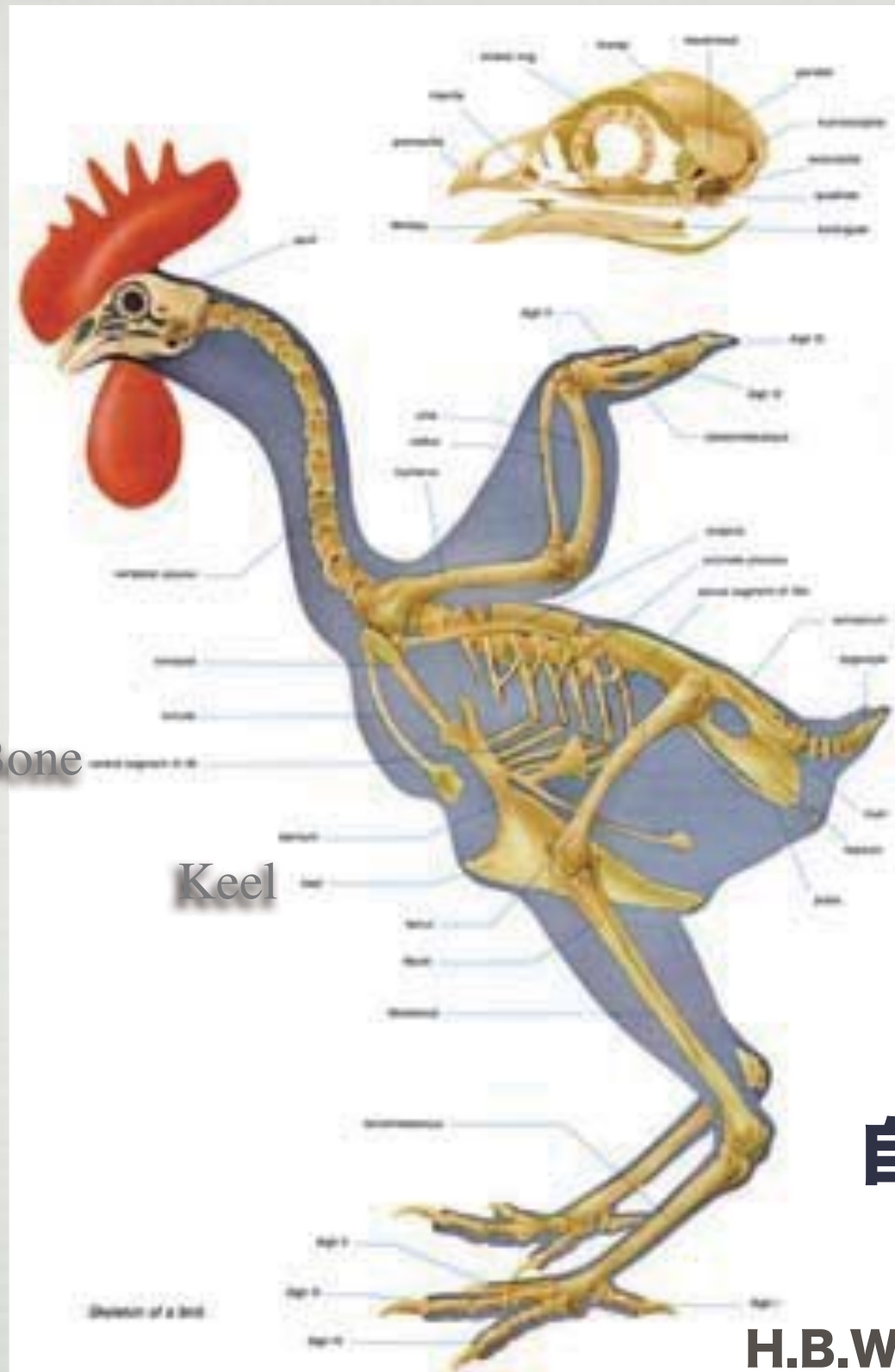
あるいは、『恐竜』

羽毛を持つ恐竜化石

dinosaur

🥚 子 の世話をする

child care



Wish Bone

Keel

H.B.W.

要点
目が大きい
頭、頸椎、肩、脊椎、
骨盤（、尾）
前肢=翼、後肢=脚
前肢の肘、手首、手羽先
後肢の膝、踵、指4本
肋骨の前中央に竜状突起

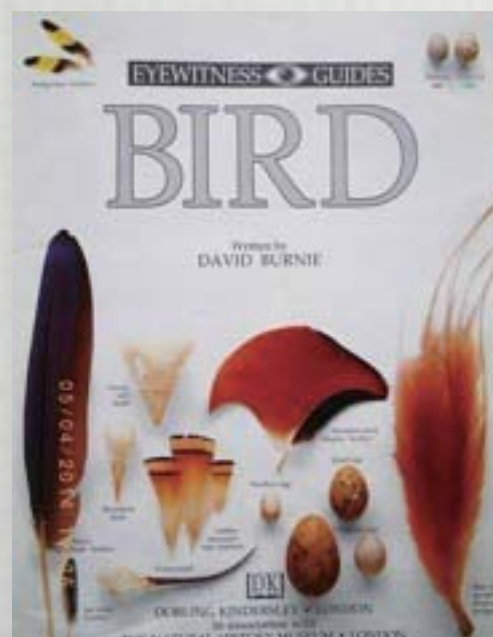
つま先の真上に重心

自分の絵を自分で採点せよ
(100点満点)

竜骨

Keel

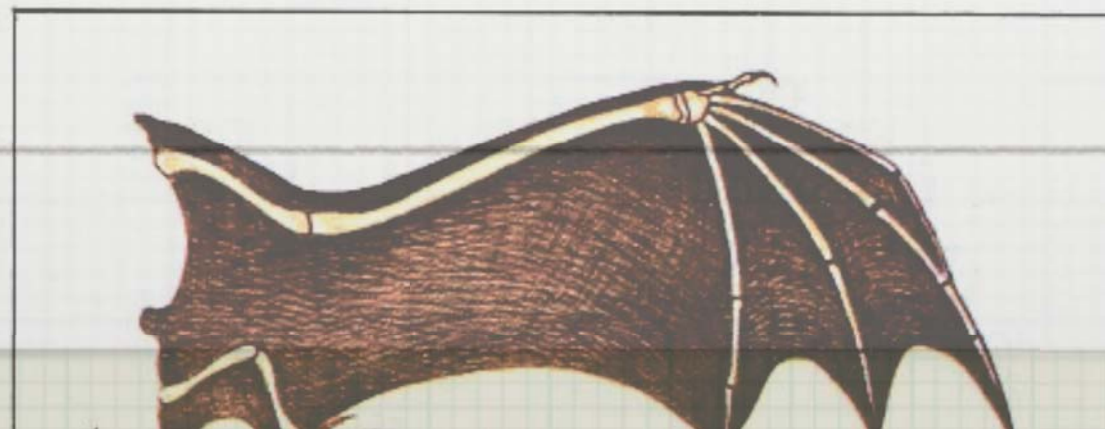
飛翔筋が着く



カラスの骨格

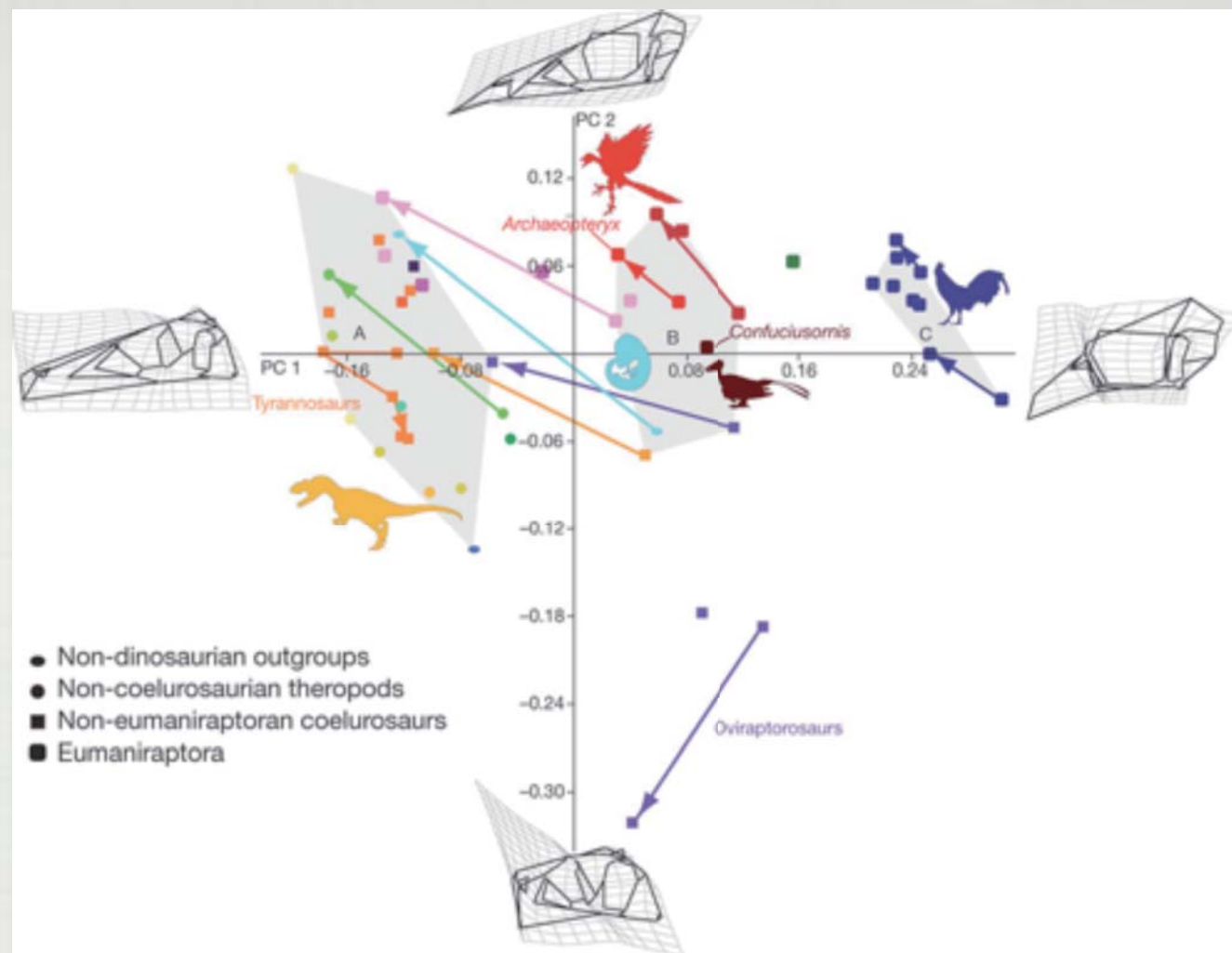
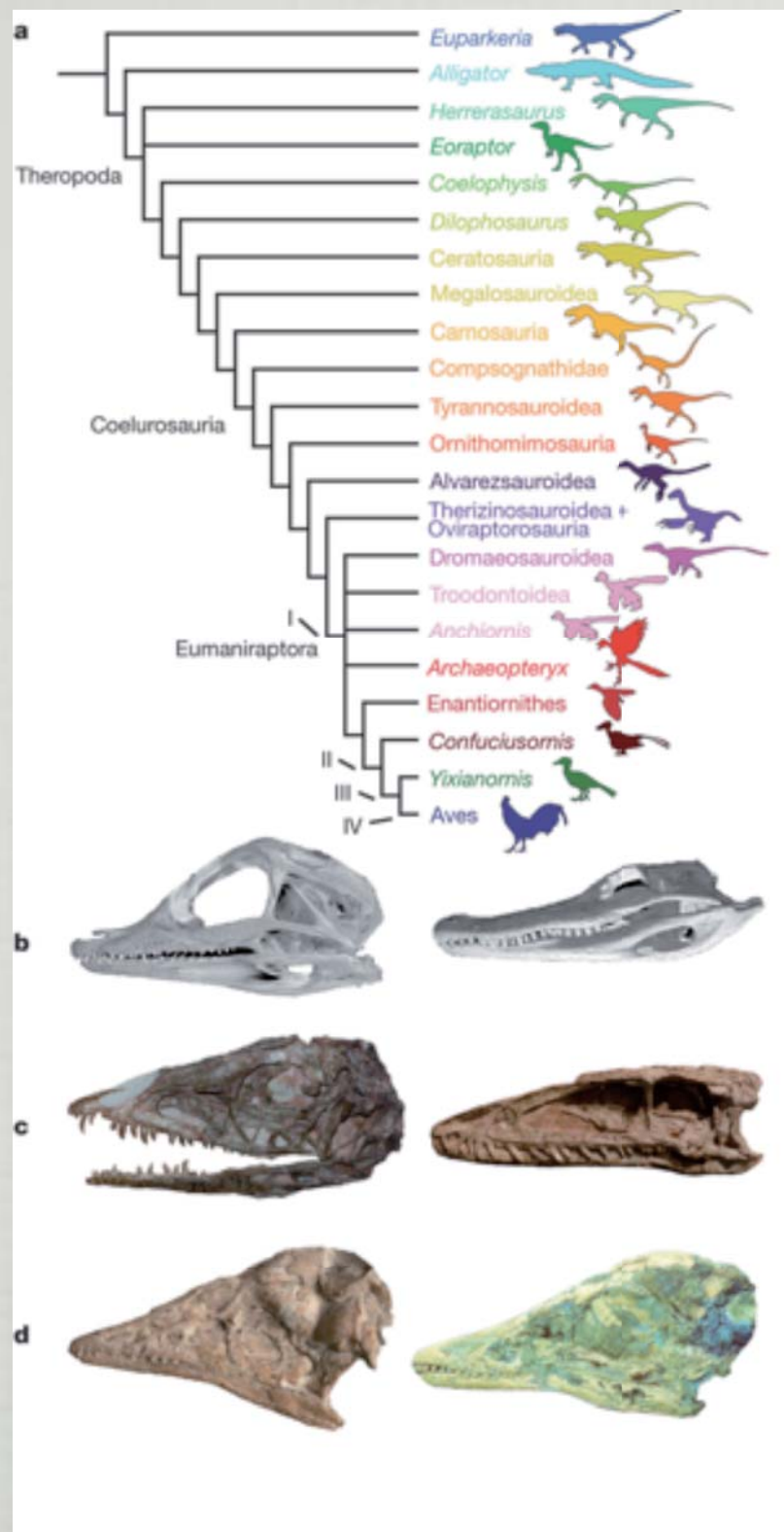


The bird's skeleton (1) may appear ungainly, but it is made streamlined by the body's covering of feathers. The all important forelimb supports the wing feathers which provide a large flight surface. To achieve strength and lightness (2), solid bone is replaced by structures composed of struts similar to those employed by engineers.



**飛ぶために
体を軽く
酸素を高速で
吸集代謝する**

鳥の骨は中空



鳥は恐竜の幼形成熟的頭骨を有する？

Bhullar *et al.* 2012 doi:10.1038/nature11146

恐竜は大きくなって、骨を軽くするために、骨の空隙が増えた

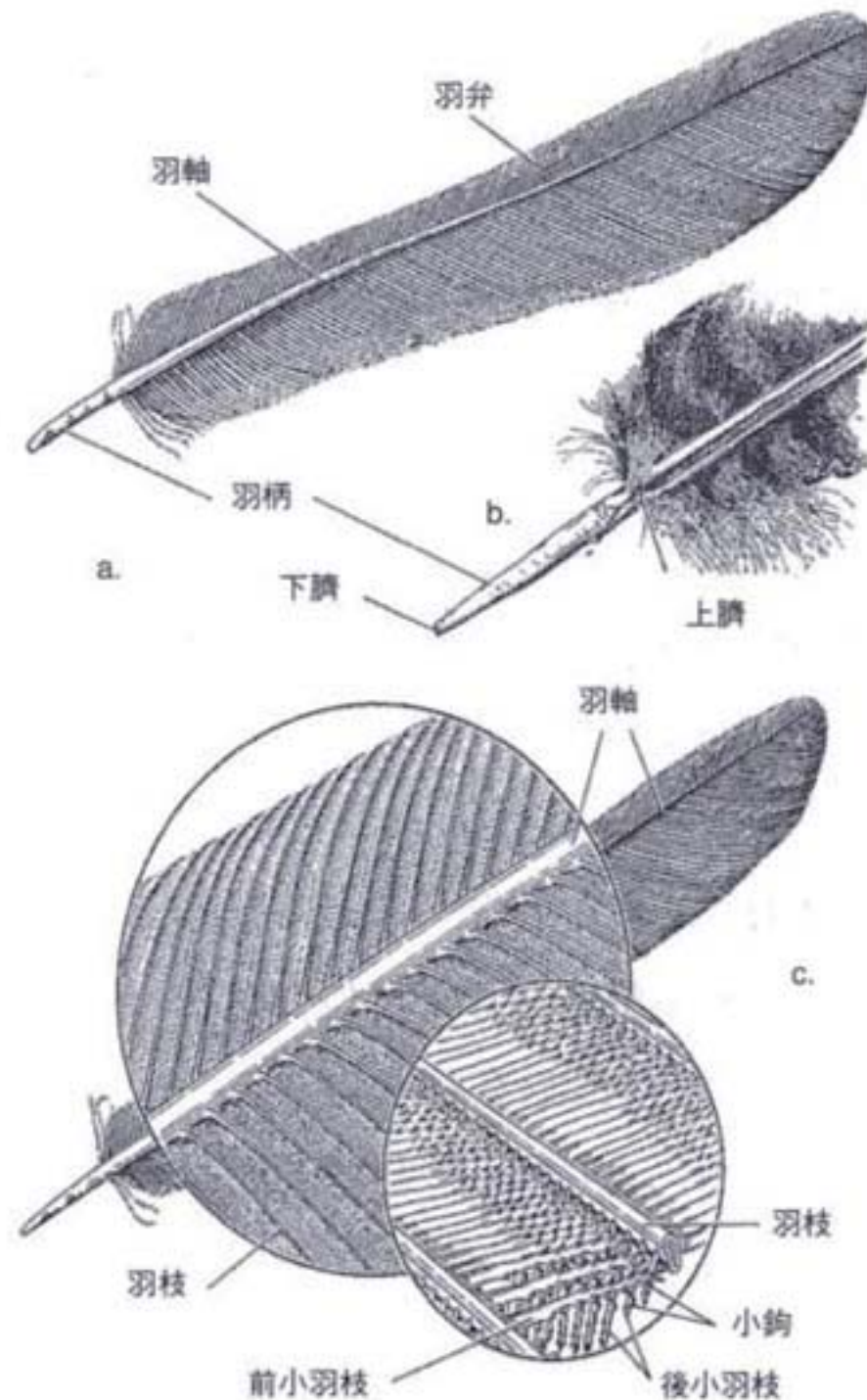
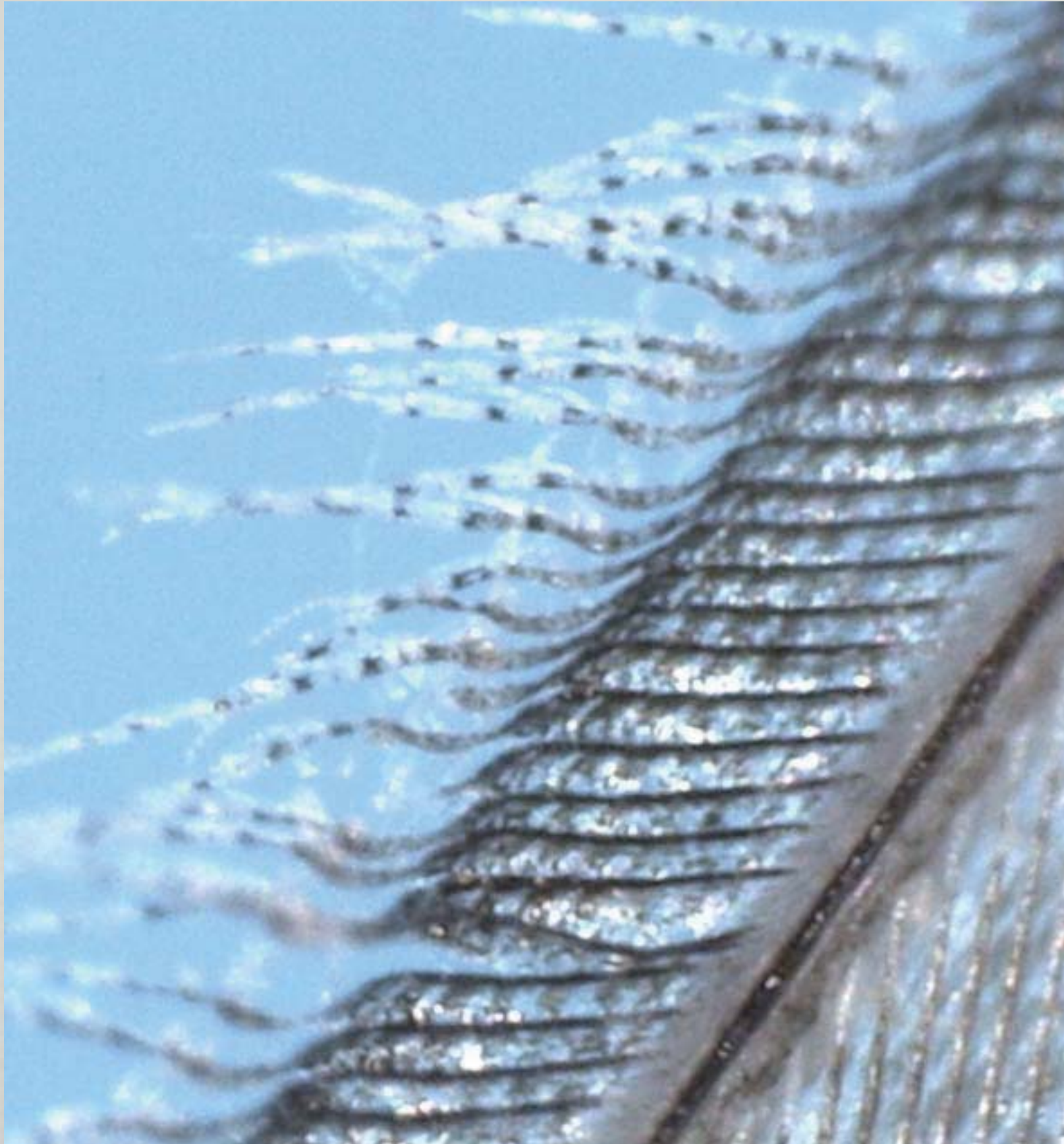
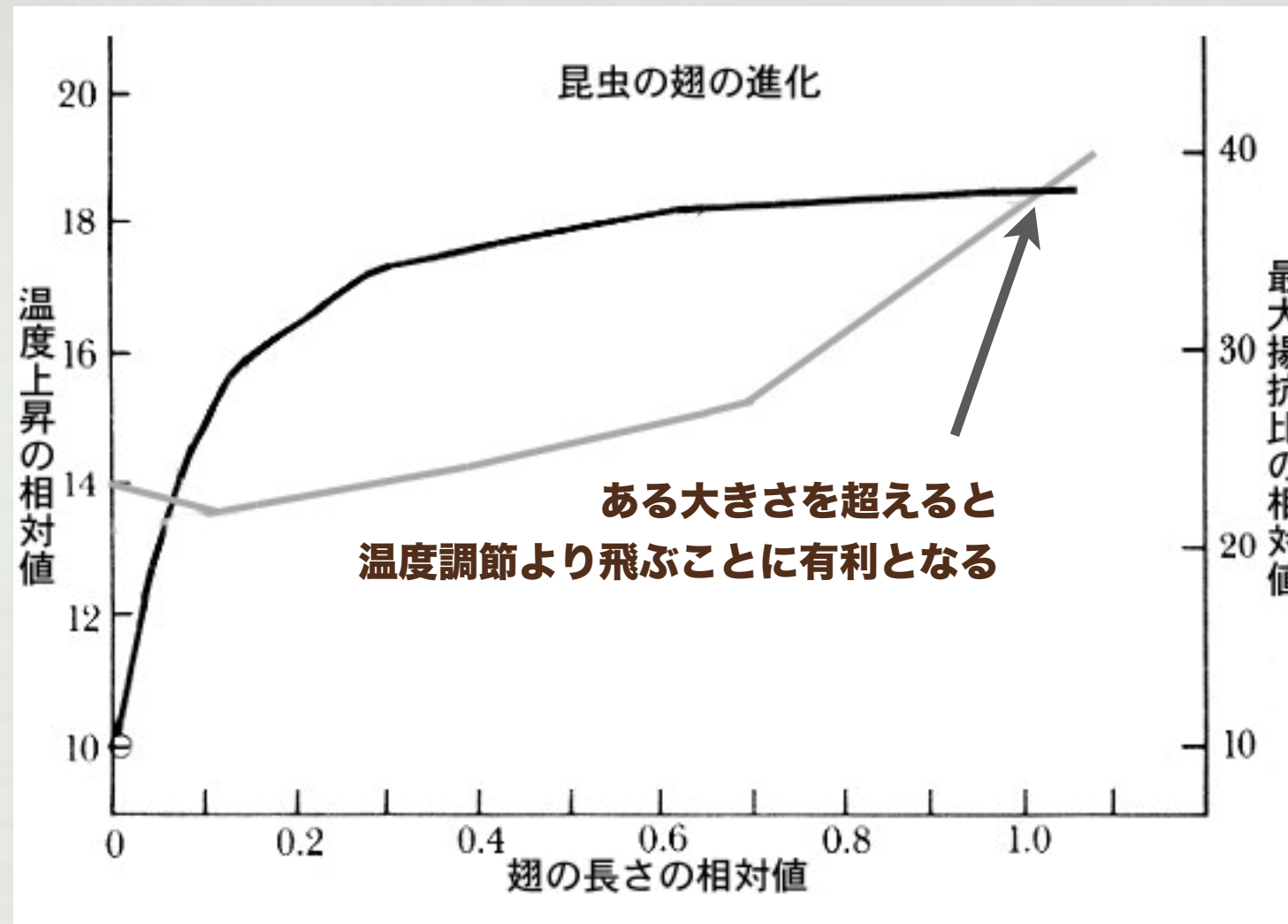


図3-23 風切羽と各部位の名称。(a) 羽の全体図、(b) 羽の基部、(c) 羽軸の一部の拡大図。

**(はばたいて)
飛べる翼の羽毛
(風切羽)
は羽軸に対し
非対称**



羽毛の拡大写真

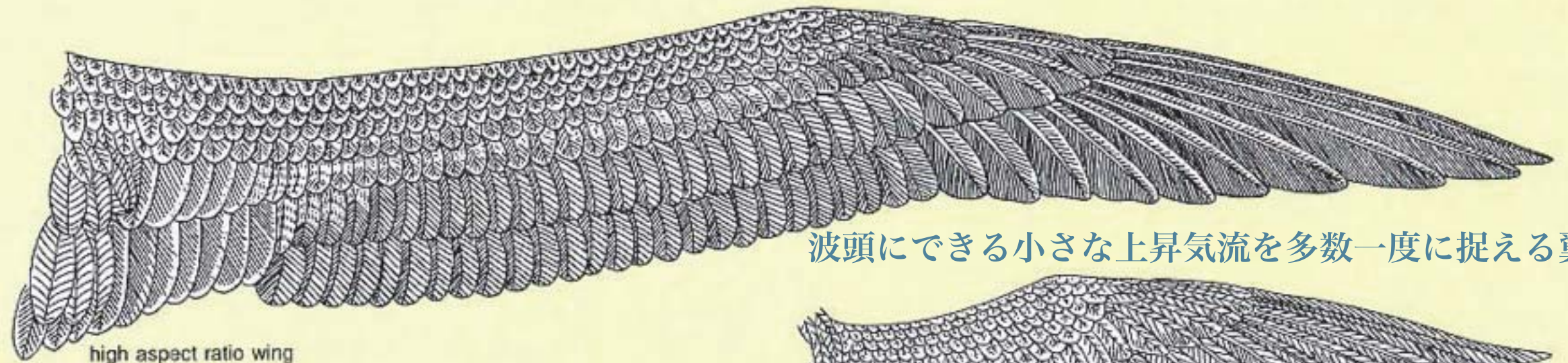


飛ぶための翅の進化を推定する実験

アルミ箔を使った実験と数値計算

羽毛の形と役割 保温 飛ぶため

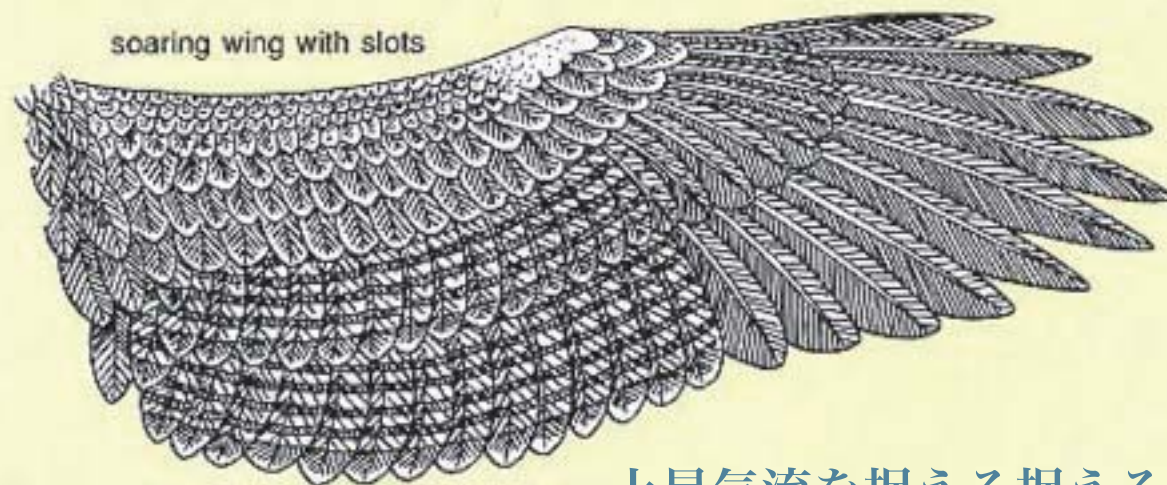
飛べる翼の進化



波頭にできる小さな上昇気流を多数一度に捉える翼



羽搏いて速く直進する翼



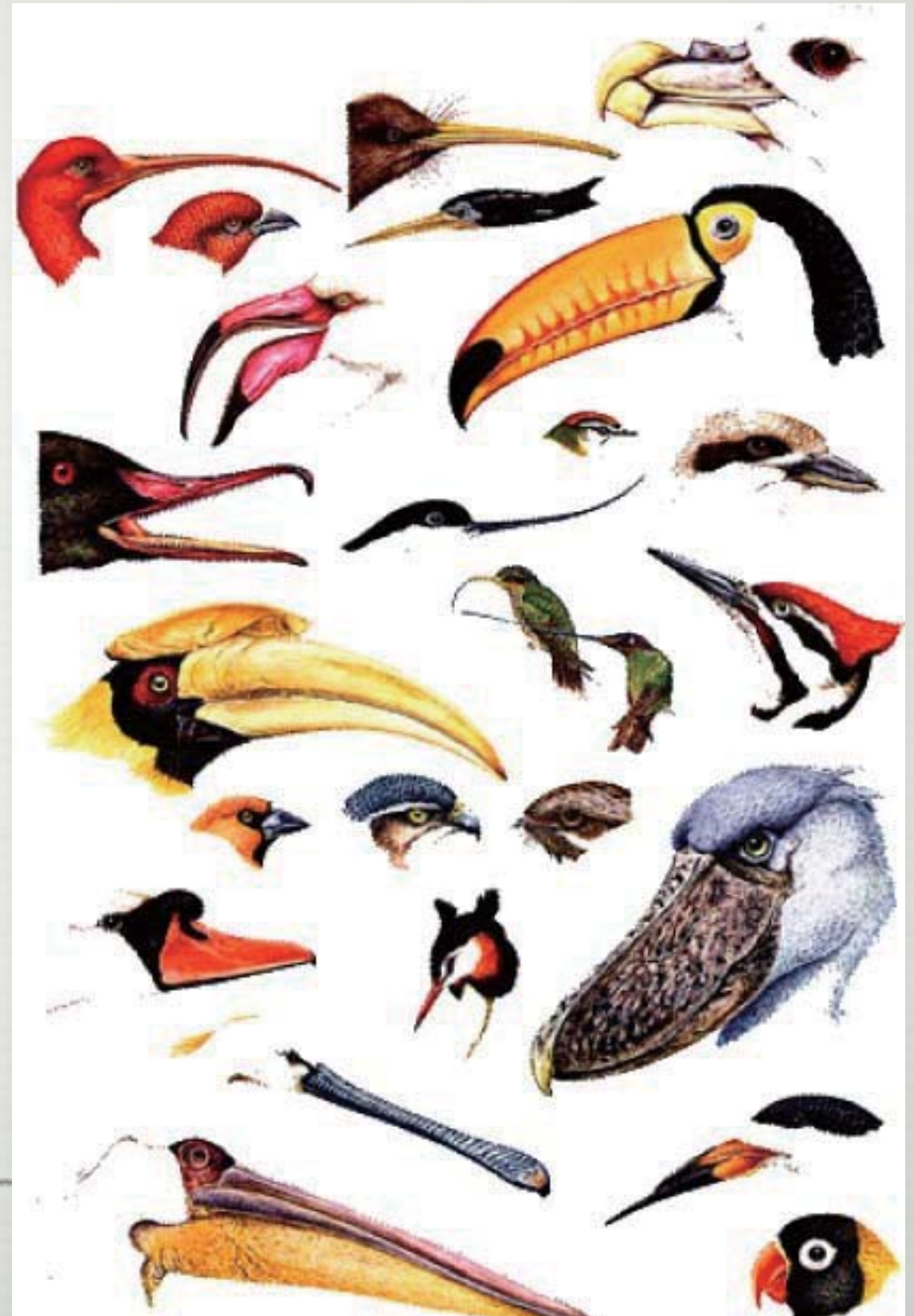
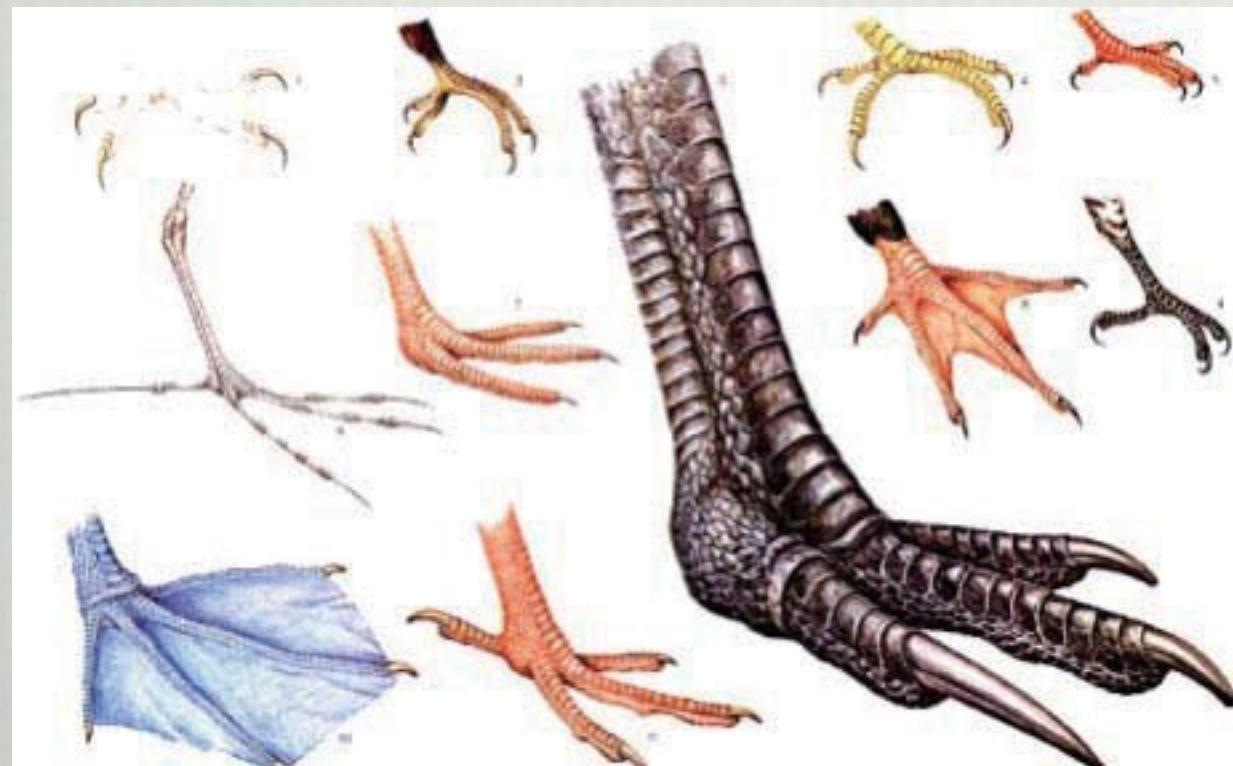
上昇気流を捉える捉える先の割れた翼



小回りの効く翼
H.B.W.

飛び方と翼の形

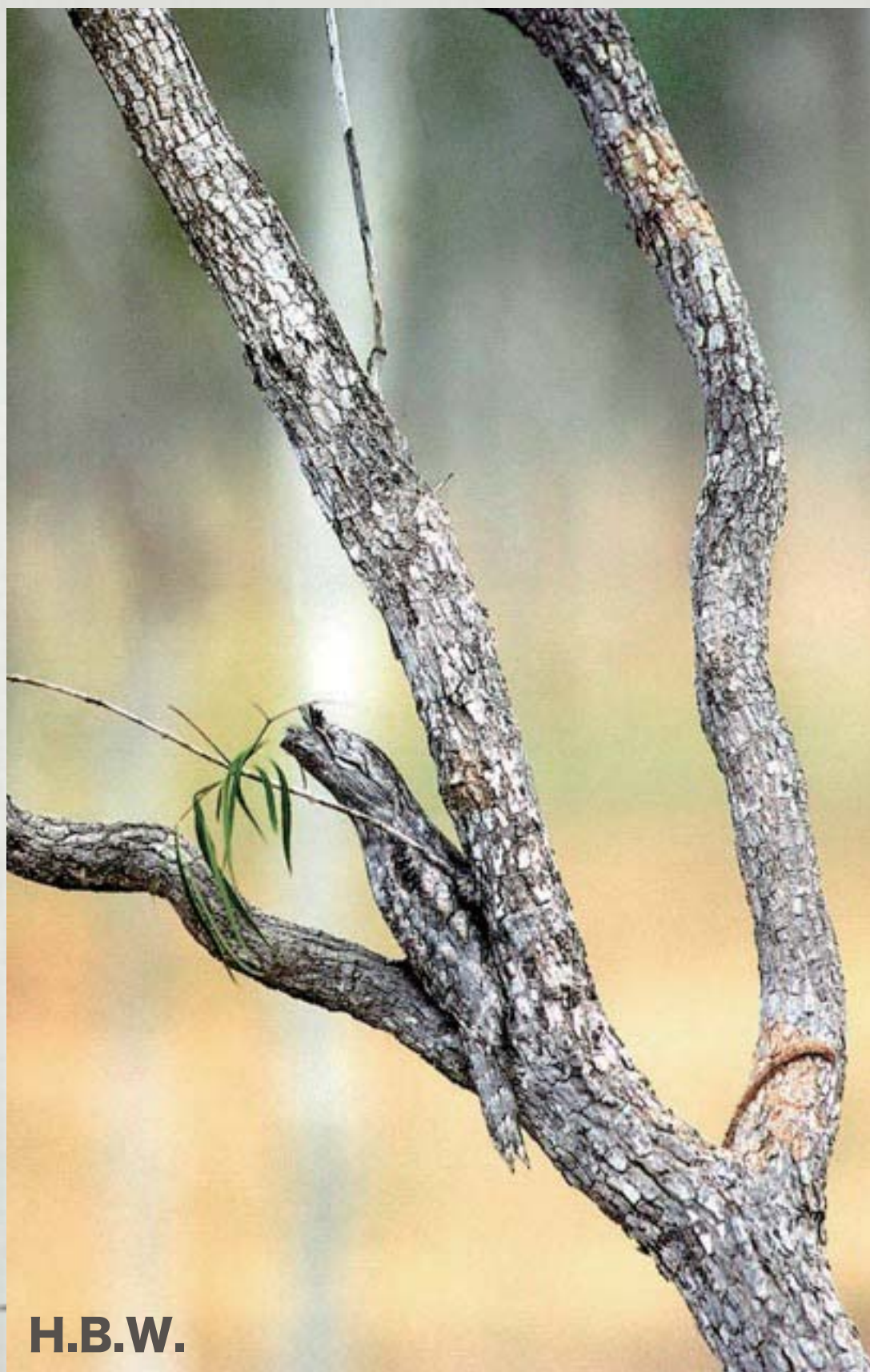
生態の多様性 <-> 形態の多様性



Handbook of Birds of the World から



羽毛の拡大写真

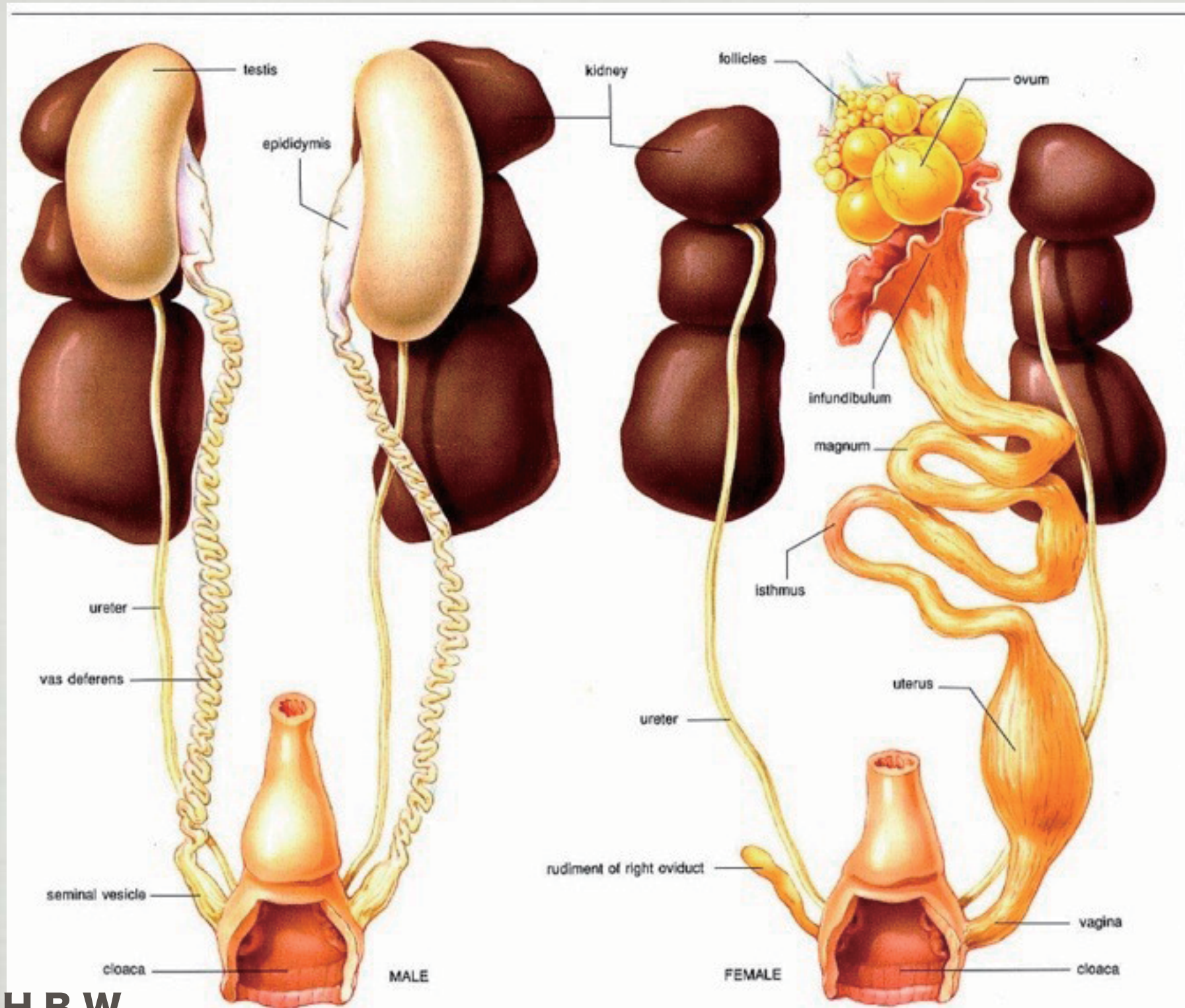


H.B.W.

保護色



唯一「冬眠」することが知られる鳥・プアウィルヨタカ、
ハチドリなどは「休眠」はする



Anatomy of the reproductive system of a bird, male (left) and female (right).

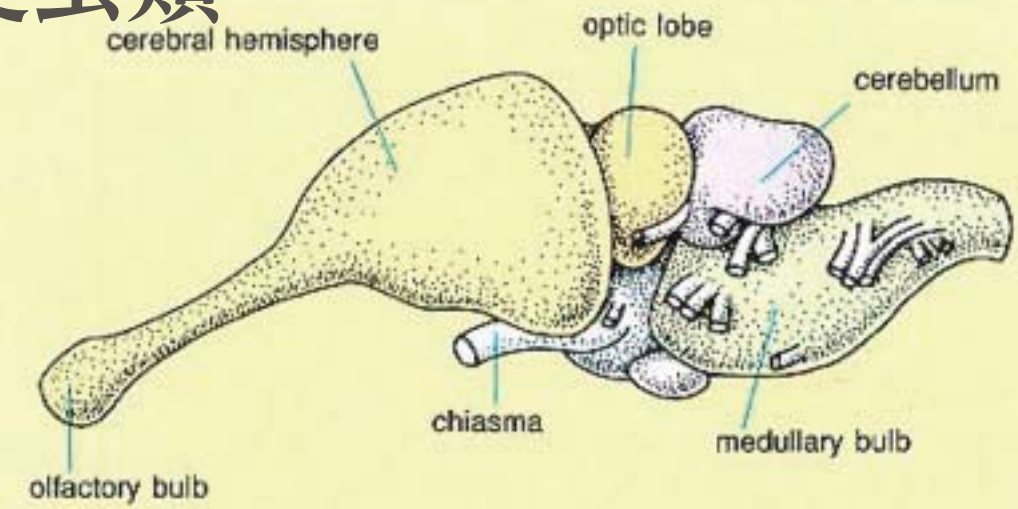
[Figure: Joan Fors]

H.B.W.

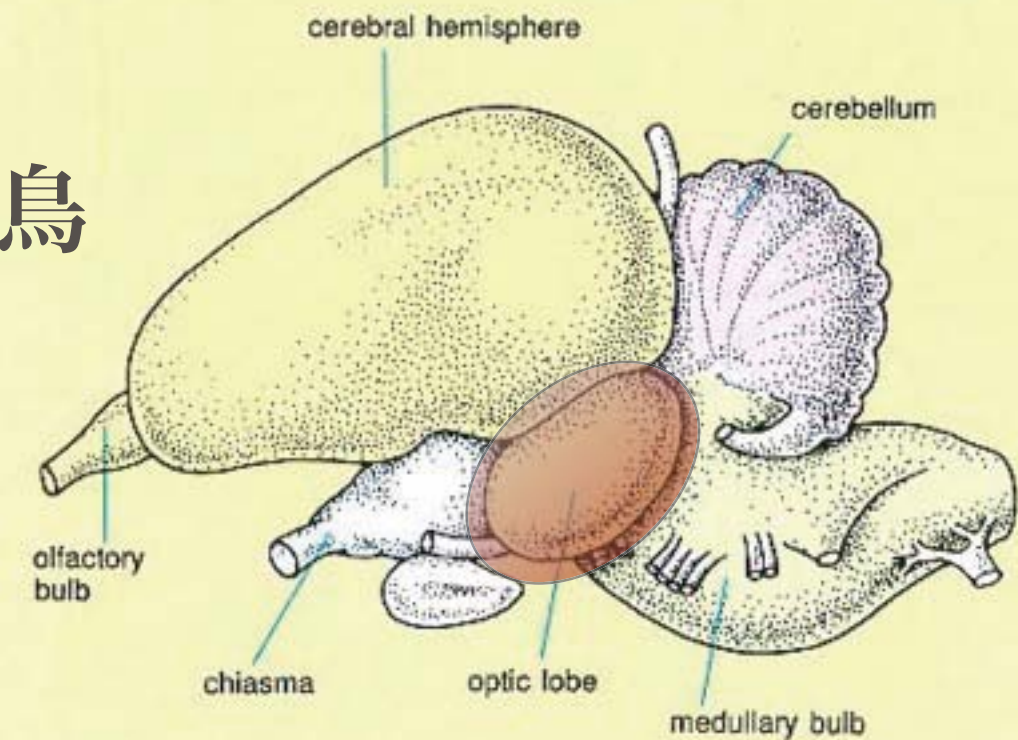
出口は1つ

鳥の生殖器官

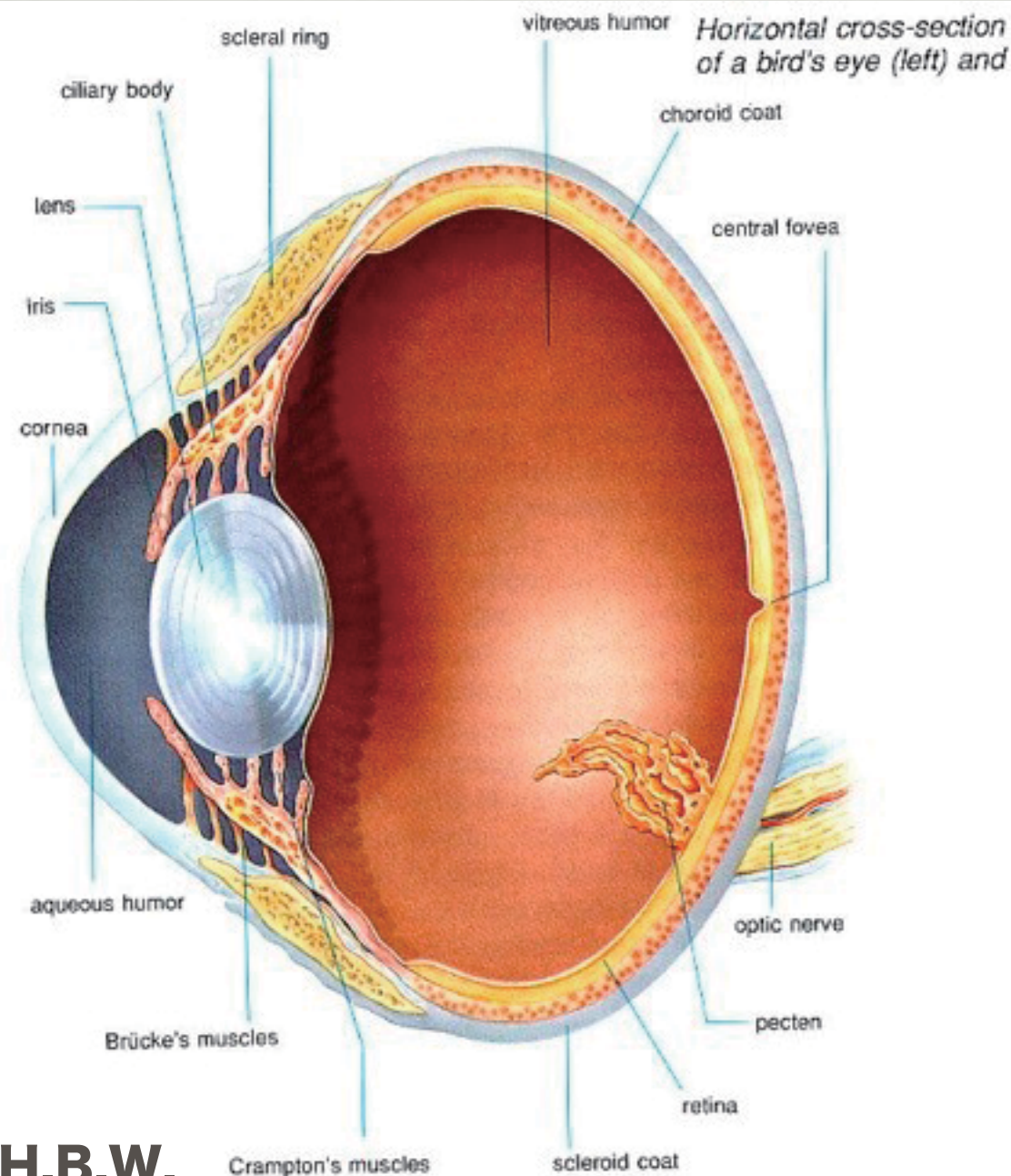
爬虫類



鳥



H.B.W.



Lateral view of the brains of a lizard (above) and a bird (below).

[Figure: Xavier Ruiz]

視覚発達



首の骨 8~25個



三條市のホームページに、隣は燕市

<http://www.kenoh.com/2011/01/18swan.html>

ハクチョウは25個あるのもいる

森林動物学2015年5月20日

とくにカラス類（ニューカレドニアガラス・ハシボソガラス） ミヤマガラス・・・飼育下の実験



The New Caledonian Crow routinely uses tools to extract beetle larvae from dead wood. These crows have been observed working hooked twigs under the larvae to lift them out of inaccessible crevices, or provoking the grubs to grab the poking stick, so that they can be hauled out. They also cut off the barbed edges of Pandanus leaves with their bills to create tools. The high degree of standardization suggests knowledge is transferred between crows, but they are also able to adapt their techniques to new situations. In the laboratory, one crow made a hooked tool out of wire.

[Corvus moneduloides, Nouméa, New Caledonia. Photos: Alain Petit Nicolas/Bios]

H.B.W.

同様の道具使用は、キツツキフィンチ（ダーウィンフィンチ）
などでも観られる

鳥類の”知的行動” 道具使用 や 遊び

Figure 6. The amazing "bird-brain", revealing an extraordinary network of brain "nuclei" (groups of neurons) that are involved in controlling how birds learn and produce songs. The pathway in red indicates the anterior forebrain pathway that is essential for song-learning. This pathway connects HVc and area X in the telencephalon of the forebrain to a nucleus DLM in the thalamus and the lateral (l) part of the nucleus MAN in the telencephalon. IMAN also projects back to area X, which provides the potential for feedback within this pathway. The second pathway controls the motor production of song and is shown by the blue and green arrows. The blue arrows indicate connections to HVc from the nucleus Uva in the thalamus and Nif in the telencephalon. The green arrows indicate the connections from HVc to RA, and thence to nucleus nXIIts in the brainstem, which controls the muscles of the syrinx. RA is also connected to the brainstem nuclei RAm, which controls the muscles responsible for exhalation, and Am, which regulates muscles of the larynx. Field L is an auditory region in the forebrain that connects to HVc. Figure kindly supplied by Eliot A. Brenowitz.

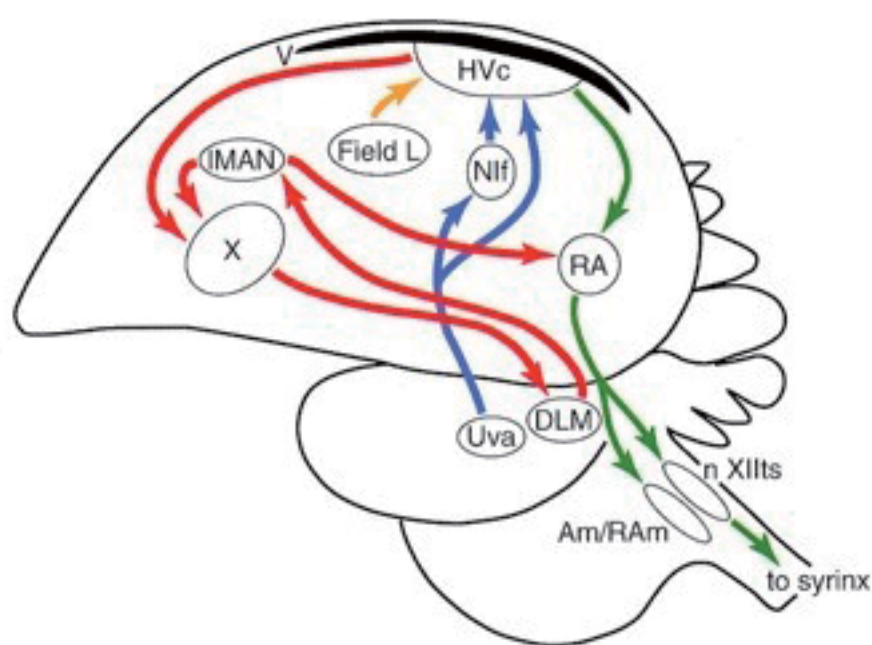
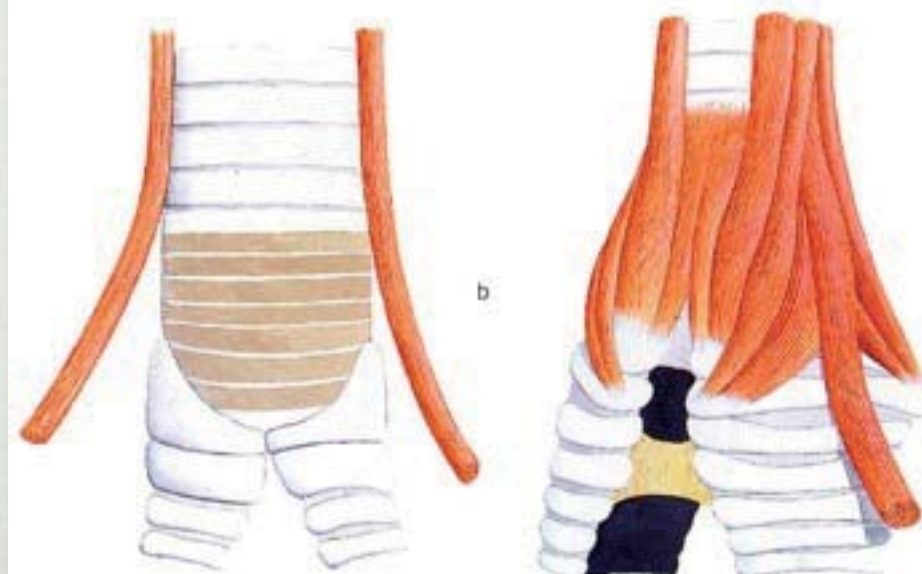


Figure 4. (a) A cross-section of a syrinx, showing major components believed to play a role in producing sounds. (b) Two passerine syringes: a relatively simple one of a suboscine (Chestnut-bellied Gnatcatcher *Conopophaga aurita*), showing the single pair of extrinsic muscles, the sternotrachealis; and a more complex syrinx from a songbird (Little Spiderhunter *Arachnothera longirostra*), showing the sternotrachealis and six pairs of internal muscles (after Gill 1995). The songbird's exquisite control of this more complex syrinx is perfected after repeated practice of memorized songs, until the sequence of neural signals and muscle contractions gets it right, so that the bird can routinely produce each song in its repertoire, over and over, with unerring skill.

[Figure by Francesc Jutglar]

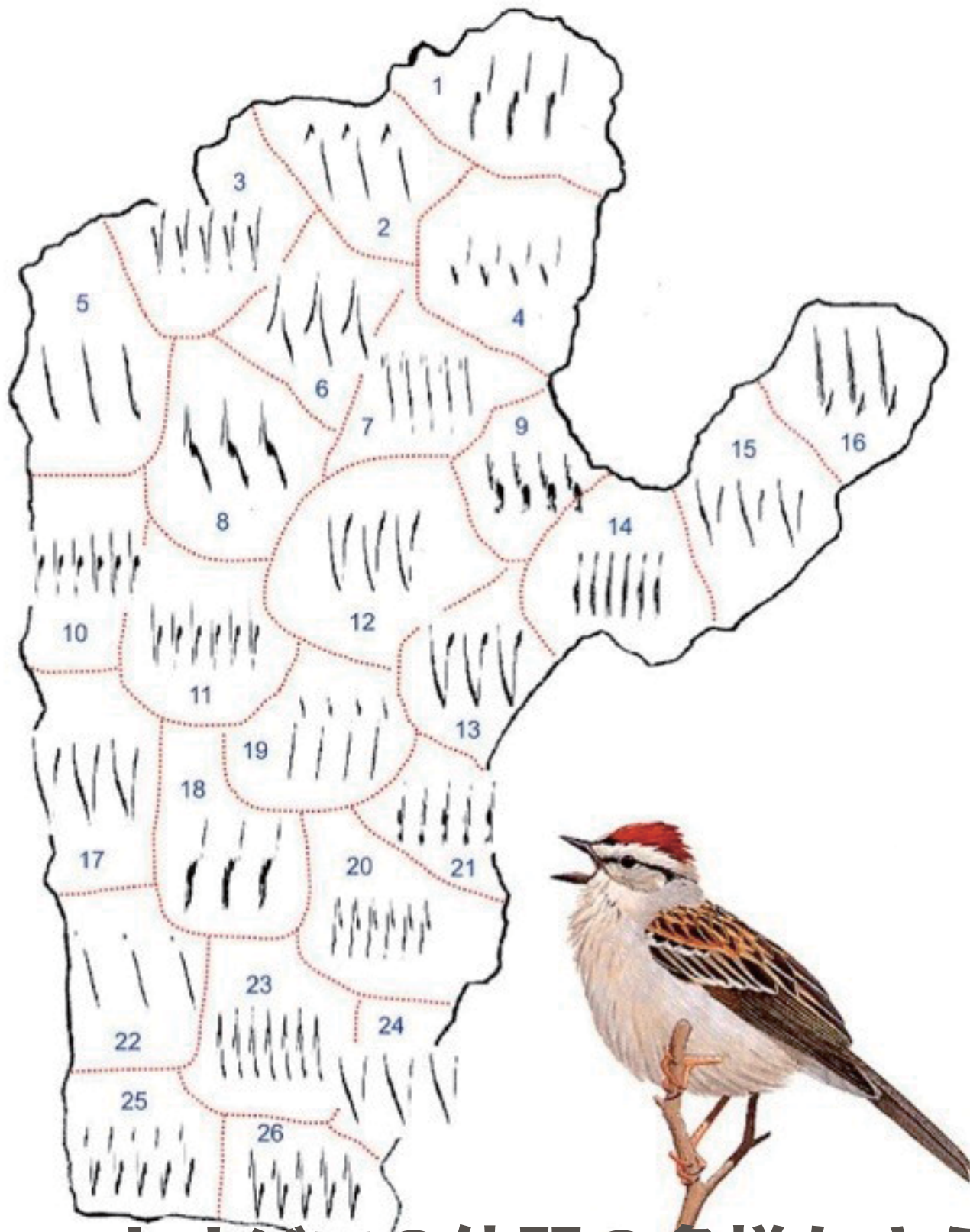
さえずりの研究から 言語の進化解明アプローチ



H.B.W.

鳴管で発声

Figure 7. Amid the great diversity of song types used by Chipping Sparrows, micro-dialects are created when a young male, after dispersal, rejects whatever he had learned from his father and learns the song of one particular male at his future breeding location. Illustrated here are partial sonagrams of the songs of 26 males on their 1997 breeding territories at the Quabbin Cemetery in western Massachusetts, USA. Male 16 was the father of male 13, who learned his song from male 12. Male 8 was the father of male 25, who learned his song from male 26. Both male 12 and male 26 were also present in 1996, so the juvenile could have learned his song during either his hatching year or the following spring. These micro-dialects are disrupted when adults disperse to other territories in subsequent years: e.g. males 17 and 24 were neighbors in 1996, the previous year (from Liu 2001).



H.B.W.

ホオジロの仲間の多様なさえずり



Snowball (TM) - Our Dancing Cockatoo



ロックに合わせて歌い・踊るインコ “スノーボール”

鳥類の起原

WHY BIRD IS BIRD?

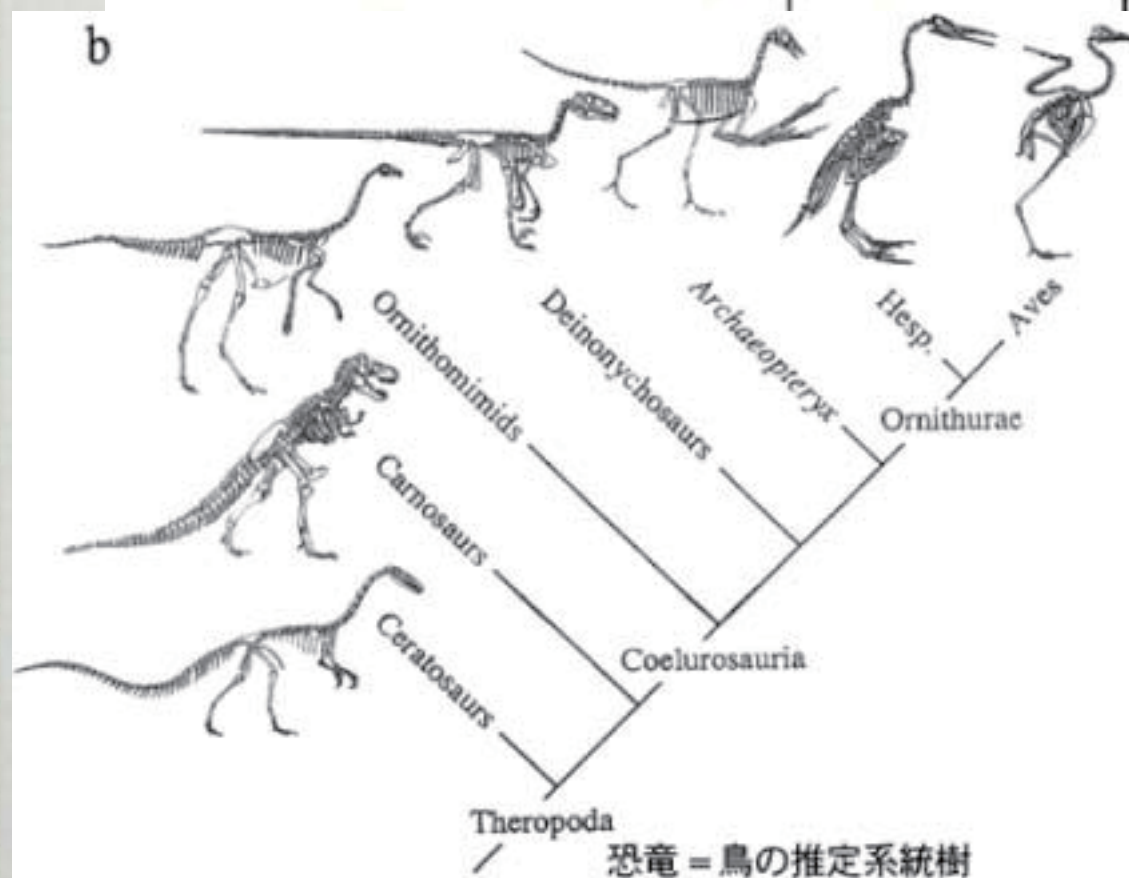
Time chart showing the major eons, eras, periods and epochs, with ages (after the UNESCO International Stratigraphic Chart). Added information includes the timespan of birds.

H.B.W.

Eon	Era	Period	Epoch	Age (Mya)		
Phanerozoic	Cenozoic	Quaternary	Holocene	000.01–000.00	Birds	
			Pleistocene	001.64–000.01		
		Tertiary	Neogene	Pliocene		005.20–001.64
				Miocene		023.50–005.20
				Oligocene		035.50–023.50
			Paleogene	Eocene		056.50–035.50
		Paleocene		065.00–056.50		
		Mesozoic	Cretaceous	Late		097.00–065.00
				Early		146.00–097.00
			Jurassic	Late		157.00–146.00
	Middle			178.00–157.00		
	Early			208.00–178.00		
	Triassic		245.00–208.00			
	Paleozoic	Permian		295.00–245.00		
		Carboniferous		355.00–295.00		
Devonian			410.00–355.00			
Silurian			435.00–410.00			
Ordovician			500.00–435.00			
Cambrian			540.00–500.00			
				2500.00–540.00		
				3800.00–2500.00		

Hesperornithiformes — Aves

Ornithurae



A. Feduccia (1999) The Origin and Evolution of Birds, p.68.

ジュラ紀の恐竜の中に祖先



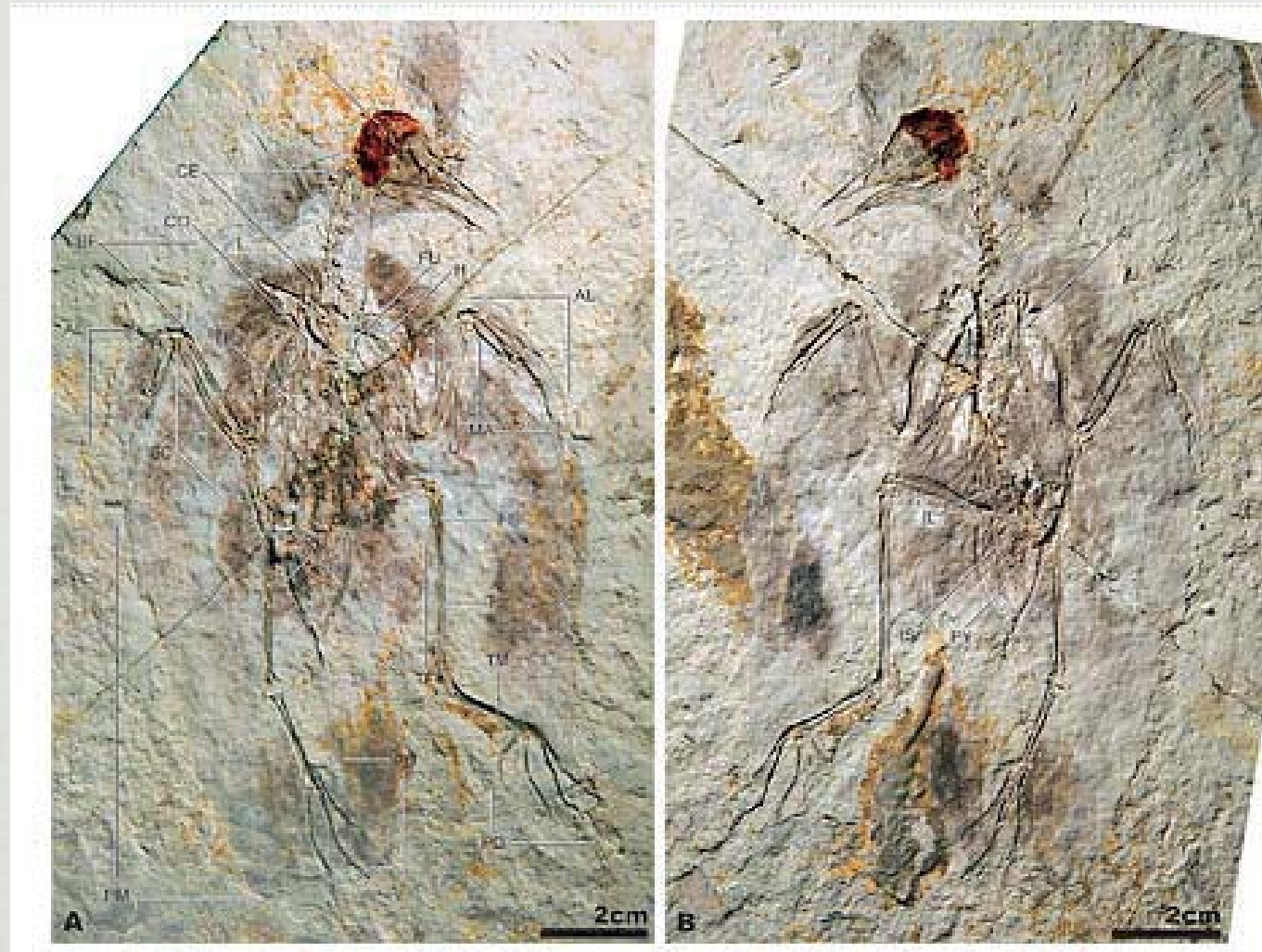
始祖鳥

150mya.

- 羽毛 あり
- 翼・飛ぶ 滑空？
- 産卵 ??
- 恒温 ??
- くちばし に歯

無歯くちばし 現代鳥類と 同様の鳥

125mya.



- 羽毛
- 翼・飛ぶ
- 産卵 ??
- 恒温 ??
- くちばし

古鳥類化石

中国で1996年に発掘された 1億1千万年ほど前の化石 110mya.

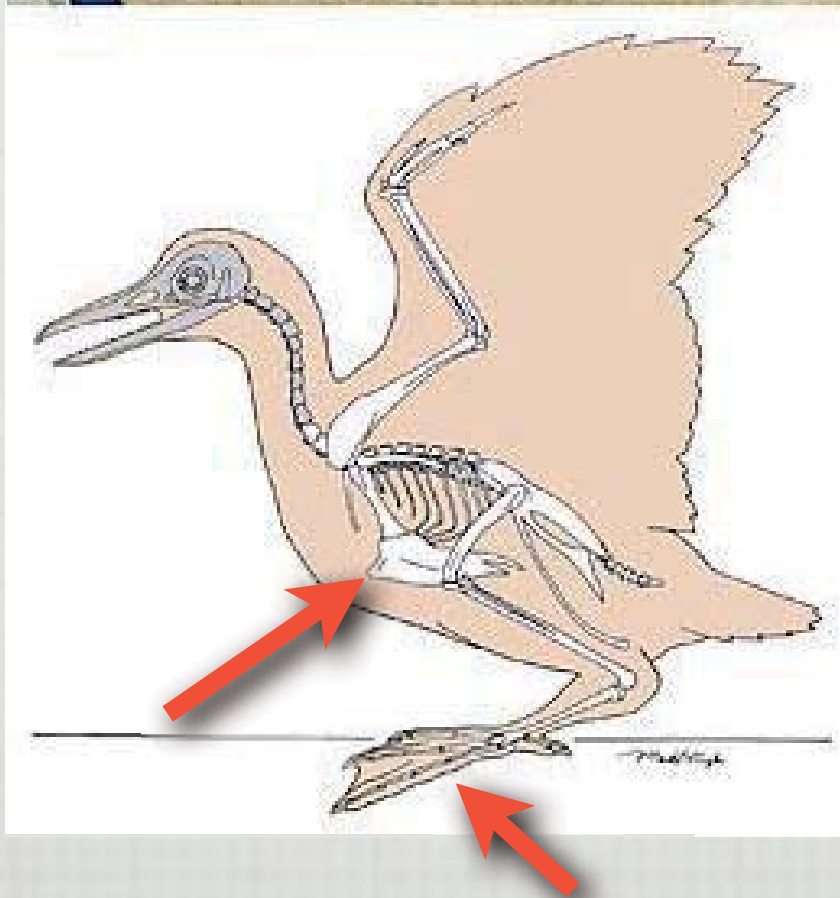


古鳥類化石



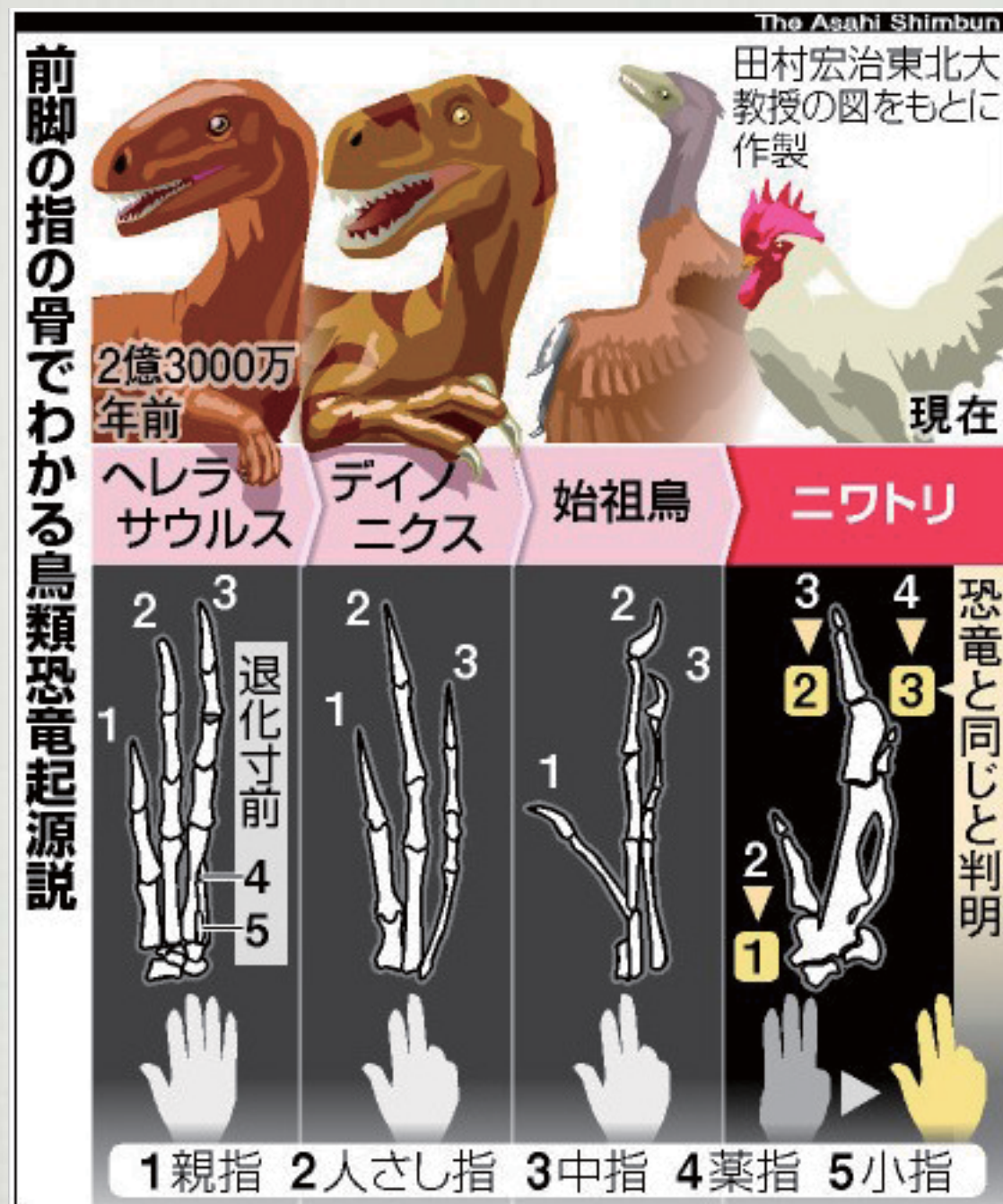
足に水かきを持った 現代鳥類と同様の鳥

110mya



- 羽毛 非対称
風切
- 翼・飛ぶ
- 産卵 ??
- 恒温 ??

古鳥類化石



朝日新聞 (asahi.com)の記事
借用

手（翼）指の骨の発生が恐竜と鳥で共通

哺乳類は どのような 生物 か ？

比較

● 毛

● 内温

● 歩く、登る

● 歯

● 胎盤

● 哺乳

● 恐竜全盛時代に進化

● 恐竜がいた時代は、

● 小型の食虫類などのみ

● 子 の世話をする

●

most primitive fossil
mammal and its
image of figure



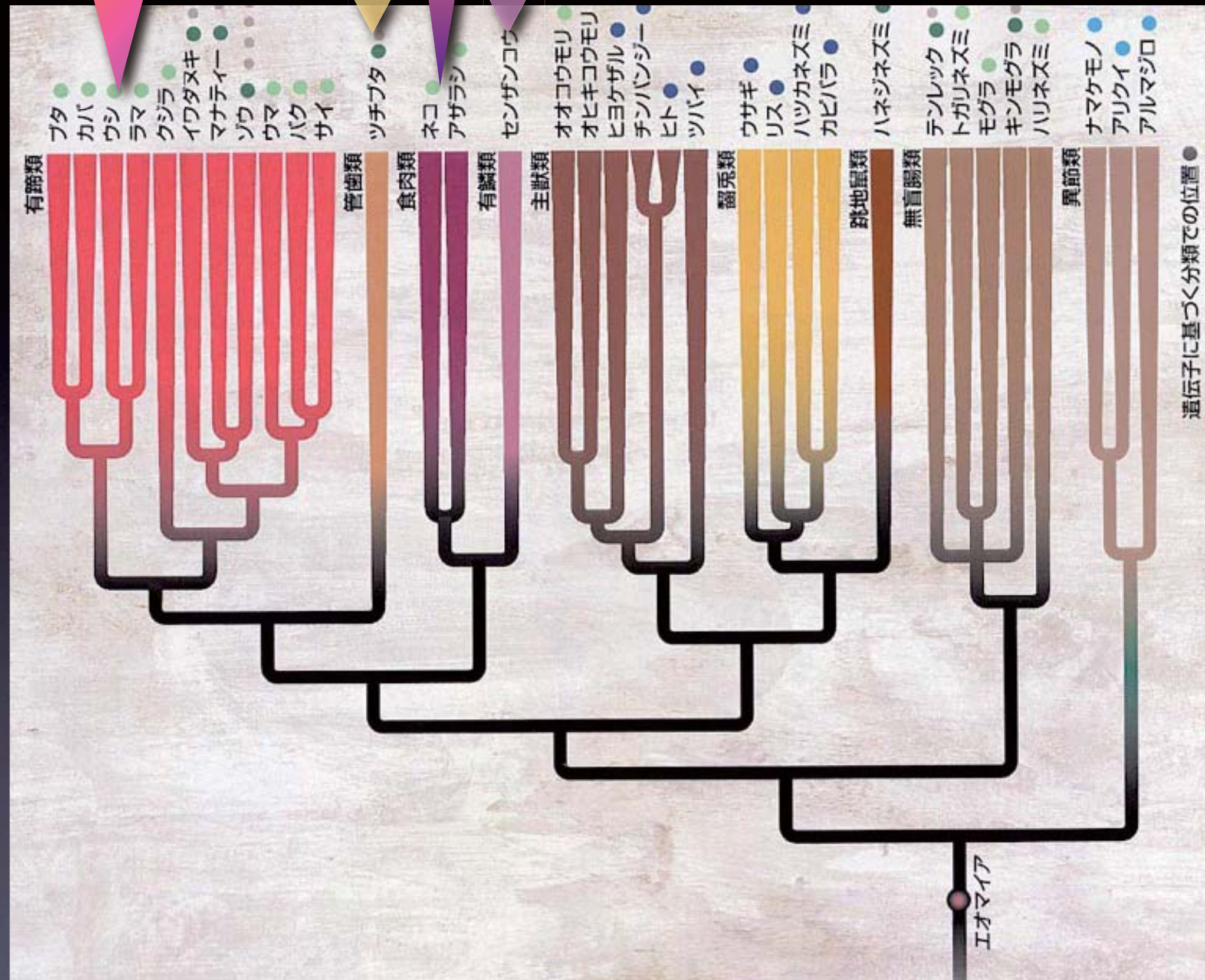
ナショナルジオグラフィックから

ungulate

carnivores

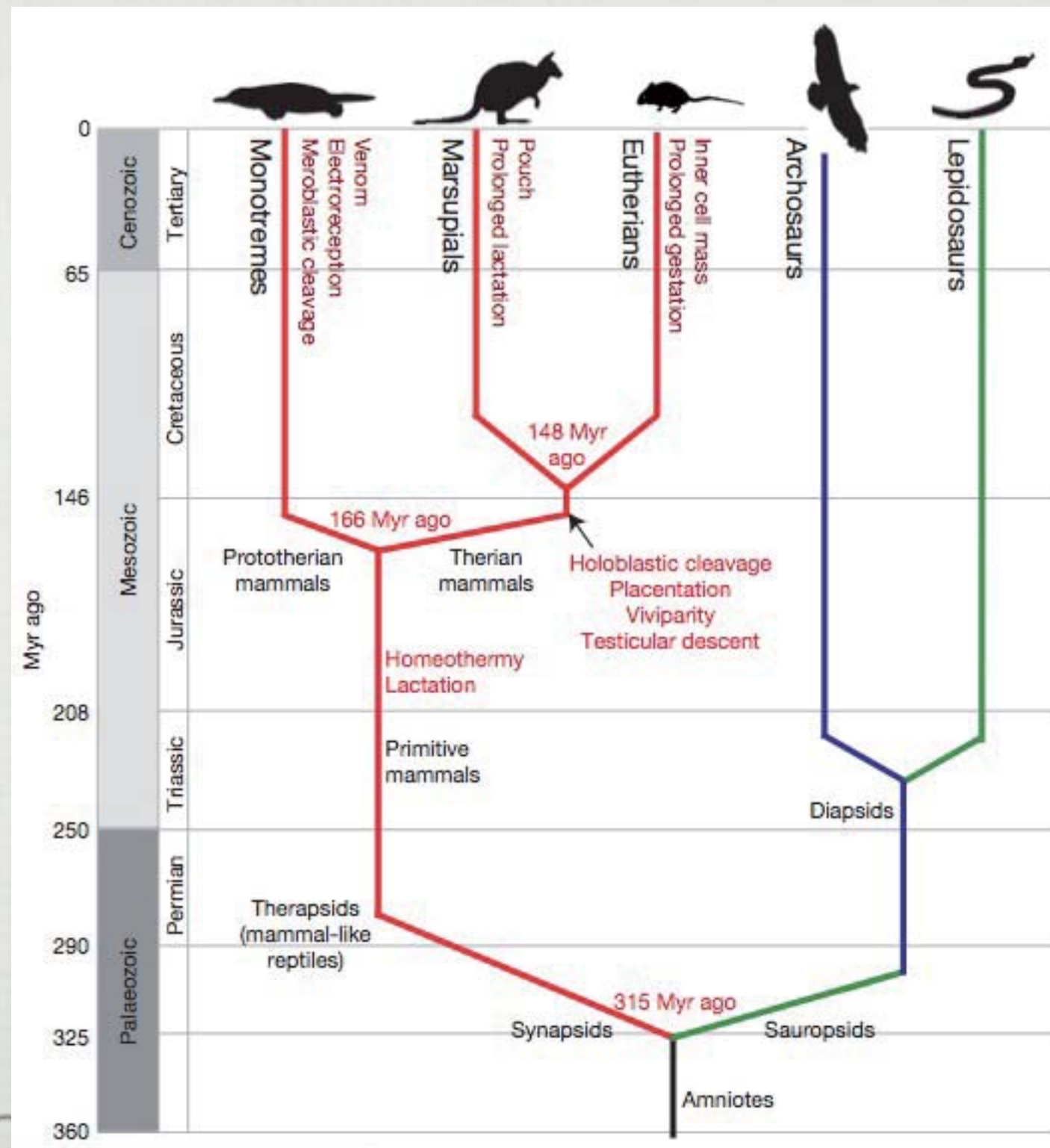
aardvark

pangolin



phylogeny of mammals based on fossils

カモノハシ の ゲノム を解析してみたら・・・



最近の話題

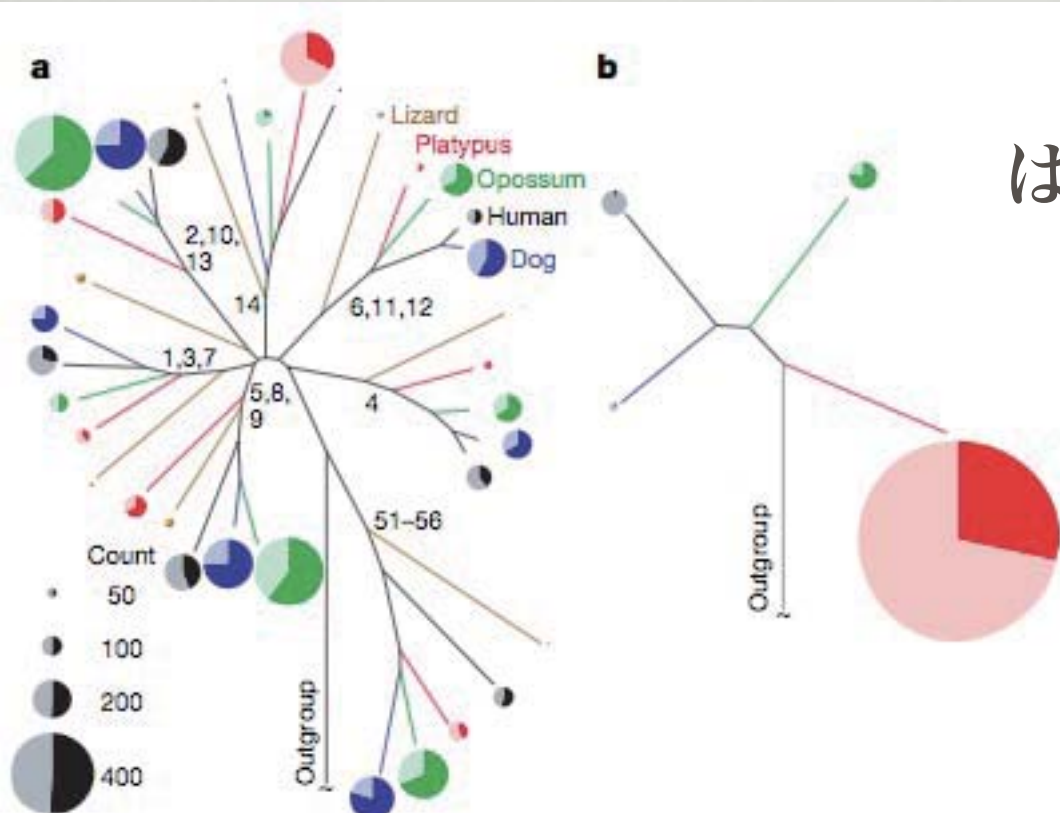
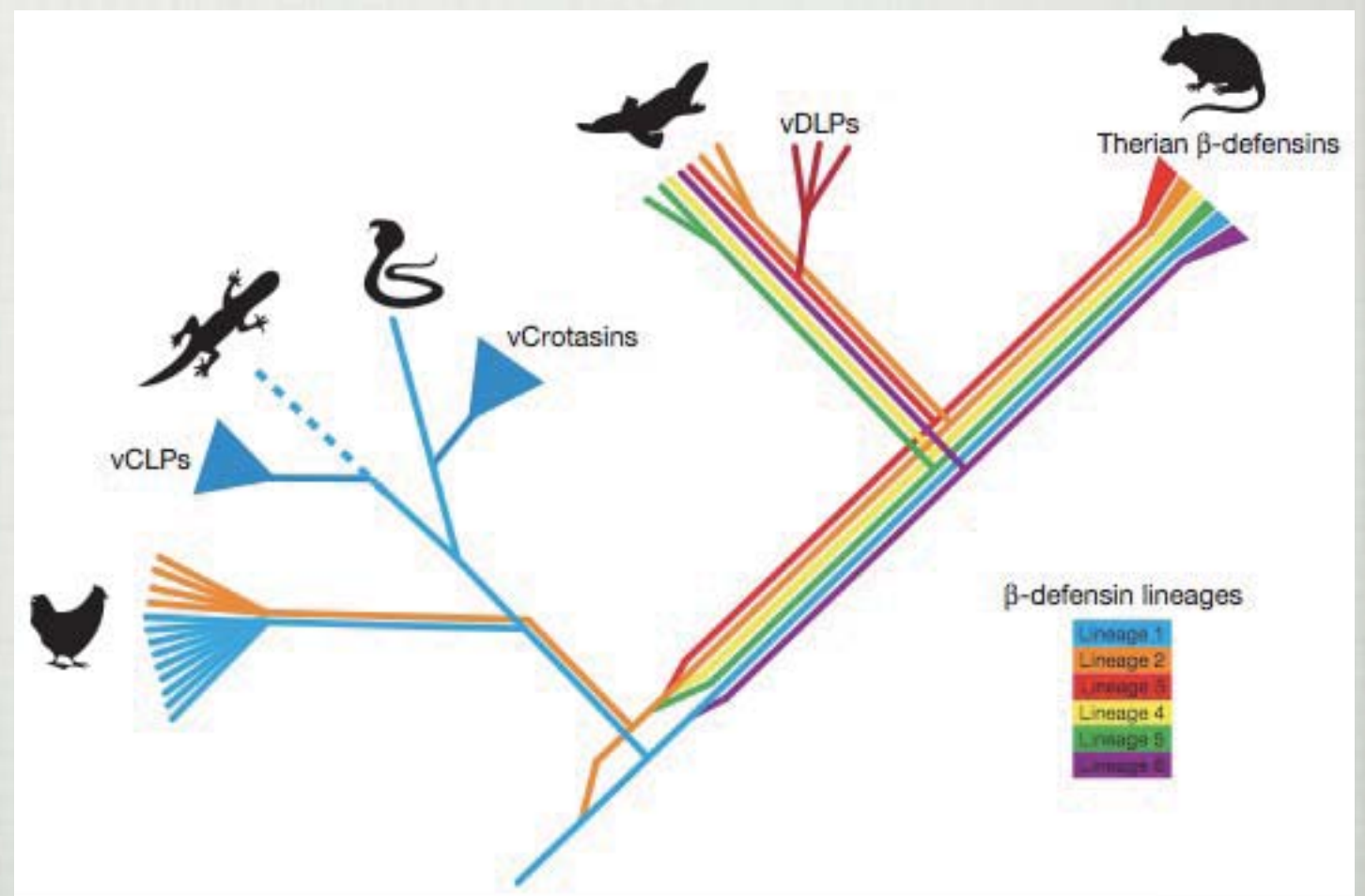


Figure 3 | The platypus chemosensory receptor gene repertoire. **a, b,** The platypus genome contains only few olfactory receptor genes from olfactory receptor families that are greatly expanded among therians (three other mammals and a reptile shown), but many genes in olfactory receptor family 14 (**a**), and relatively numerous vomeronasal type 1 (V1R) receptors (**b**). These schematic phylogenetic trees show relative family sizes and pseudogene contents of different gene families (enumerated beside internal branches) and the V1R repertoire in platypus. Pie charts illustrate the proportions of intact genes (heavily shaded) versus disrupted pseudogenes (lightly shaded).

は虫類と共通の遺伝子を持って（残して）いる？



最近の話題

人は・・・

● 哺乳類の一種

● 霊長類の一種

● 二足歩行

● (大) 脳が大きい

● 言語を持つ

● 科学 をする

● 恐竜全盛時代に進化

● 恐竜がいた時代は、

● 小型の食虫類などのみ

● 子 の世話をする

●

なぜ？

鳥（のような）生物が進化したわけ

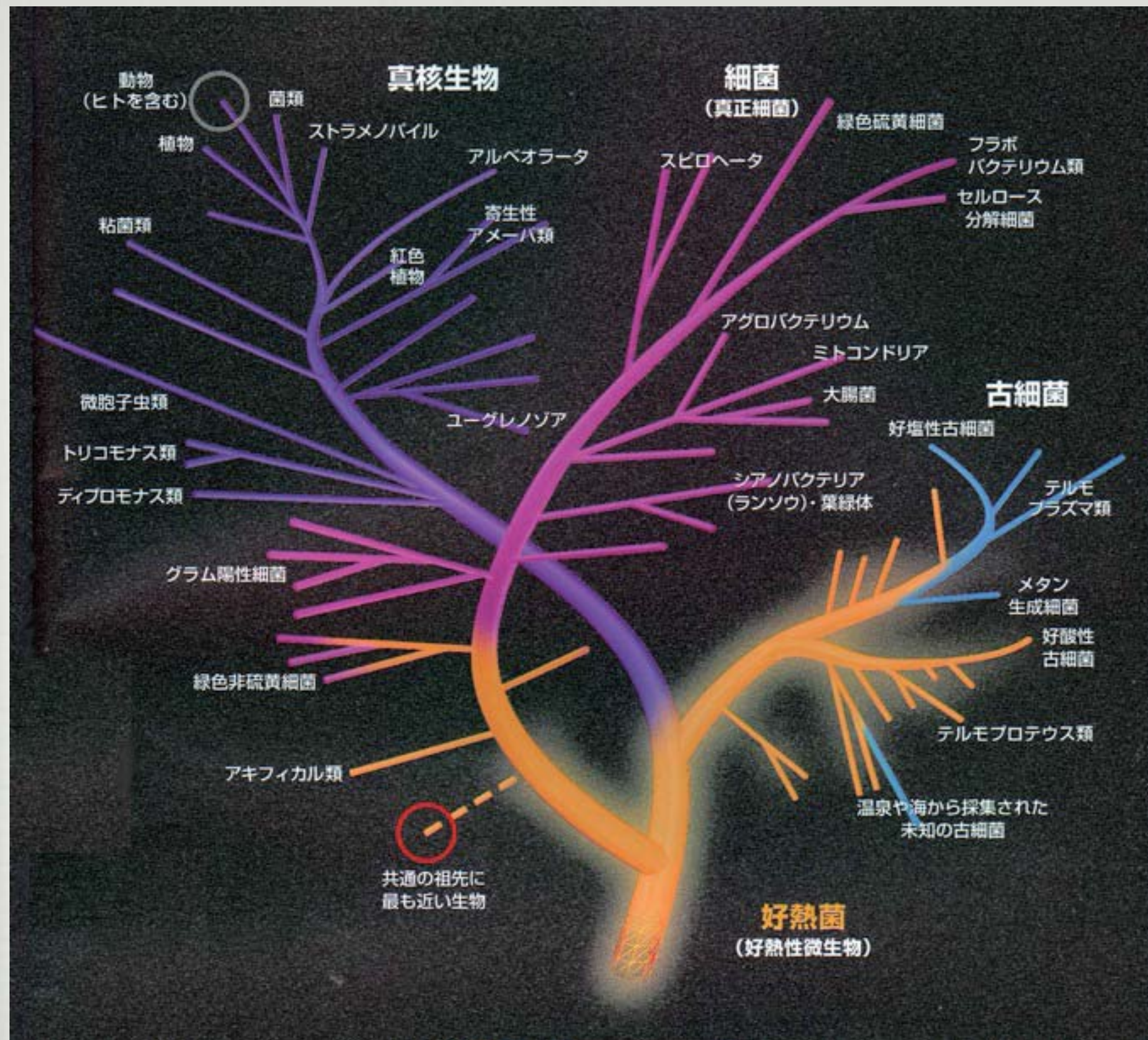
WHY

ADAPTED VS. ADAPTIVE

生物が環境に適応して進化したことと

生物が環境に適応していること

とは、しばしば別の理由がある



生物多様性の観点 ～ 親戚 ～

全生物の系統樹

森林動物学2014年7月4日

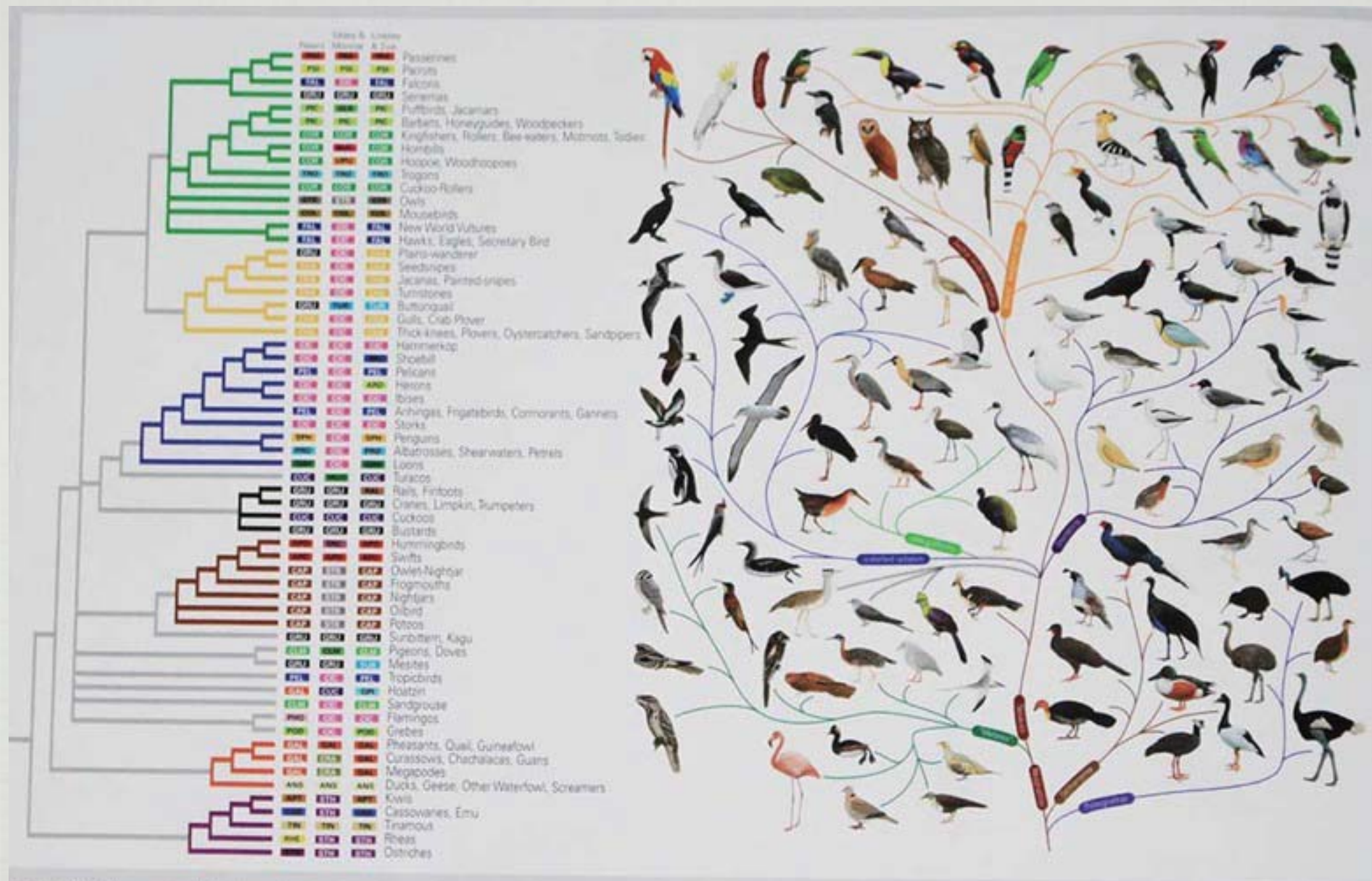


Figure 10 – The arrival of genetic studies in systematic ornithology produced a major upheaval. The pioneering work of C. Sibley and colleagues in the early 1990s, mainly seeking to clarify the relationships between the higher groups of birds, had a marked influence. While some of their findings are still considered valid, others were later contradicted by more advanced research techniques, with much more comprehensive samples, and in recent years results have reached a level of reliability that is regarded as very high. Perhaps the most notable example is the work of S. Hackett and collaborators, published in *Science* in 2008, after which there has been a high degree of consensus about the orders and families into which the class Aves can be divided (Winkler *et al.* in prep.).

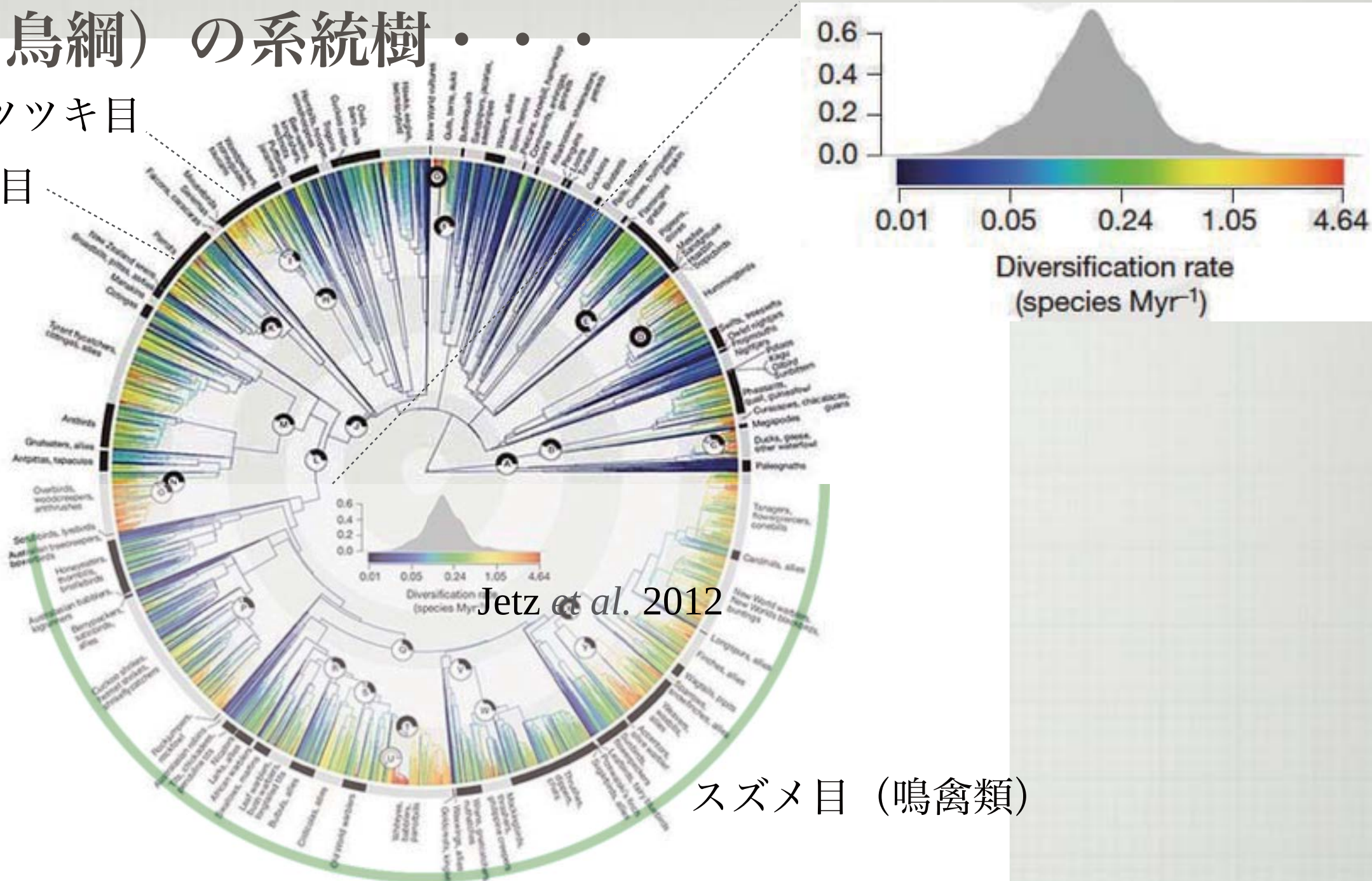
世界の鳥のハンドブック別冊1(2014) から

古典的？鳥類の分子系統樹、だいたいあってる

鳥類（鳥綱）の系統樹・・・

キツツキ目

オウム目



Jetz et al. 2012

スズメ目（鳴禽類）

Figure 2 | Diversification across the avian tree. Diversification rate shifts identified by MEDUSA and the species level diversification rate metric (DR) are displayed on a representative avian tree. Nodes with shifts in diversification rate identified in at least 25% of the tested trees are indicated by pie-charts (labelled A–Y, see Table 1). Black and grey areas show the proportion of trees with a shift at the focal node and with shifts that are nested within (more recent than) the

Supplementary Discussion Fig. 6 for discussion). Branches are coloured according to the mean diversification rate of descendant branches. We colour branches for visualization purposes to highlight tree-wide variation in diversification rate and do not analyse values for internal branches. Diversification rate quantifies the splitting rate along branches leading to a species and offers species-level detail for clade-level diversification rate (see

Jetz et al. 2012

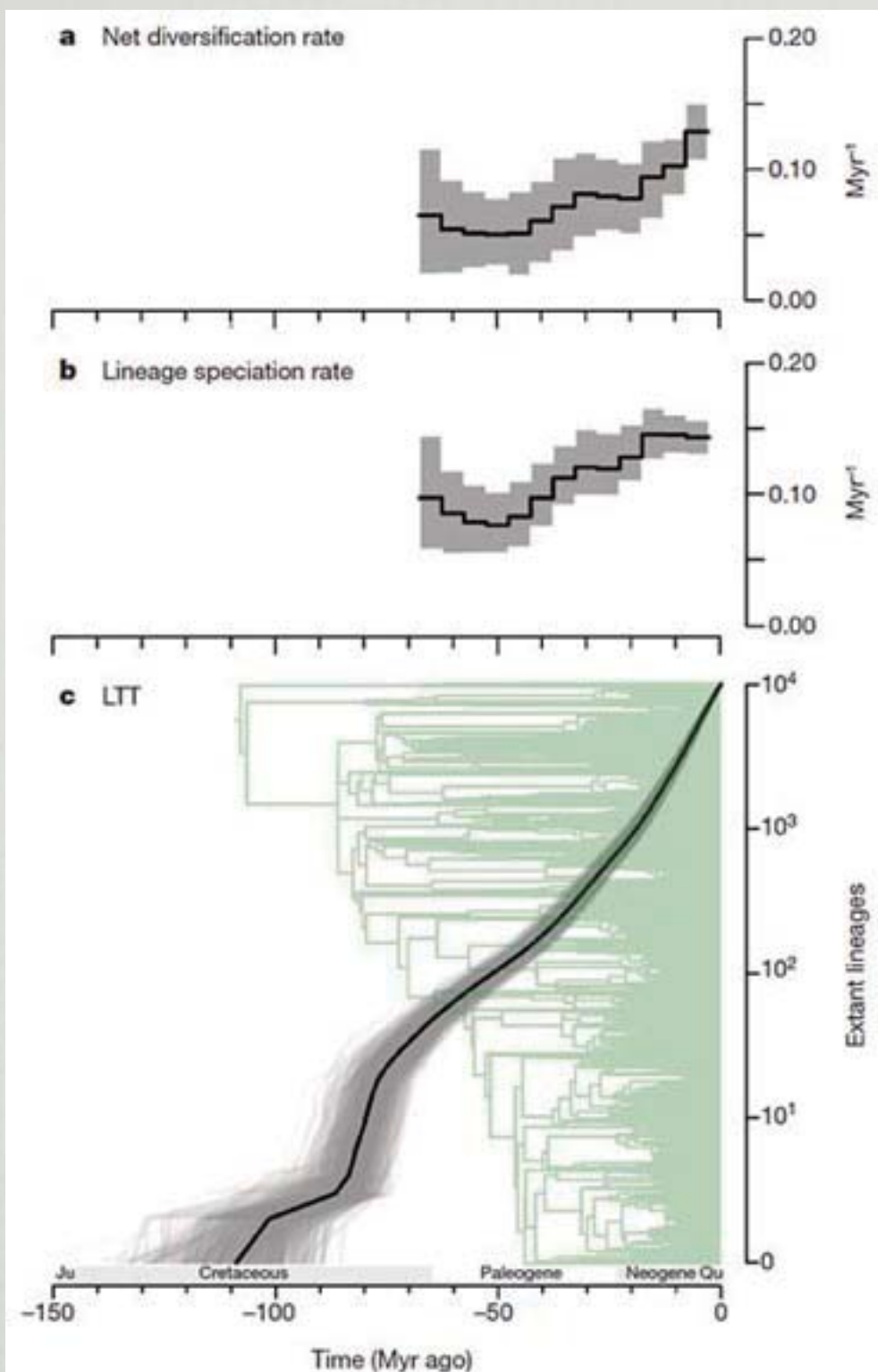


Figure 1 | Diversification of all birds through time. a, b, Estimates of the

Jetz *et al.* 2012

鳥の種多様性が7500万年ぐらい前から急増

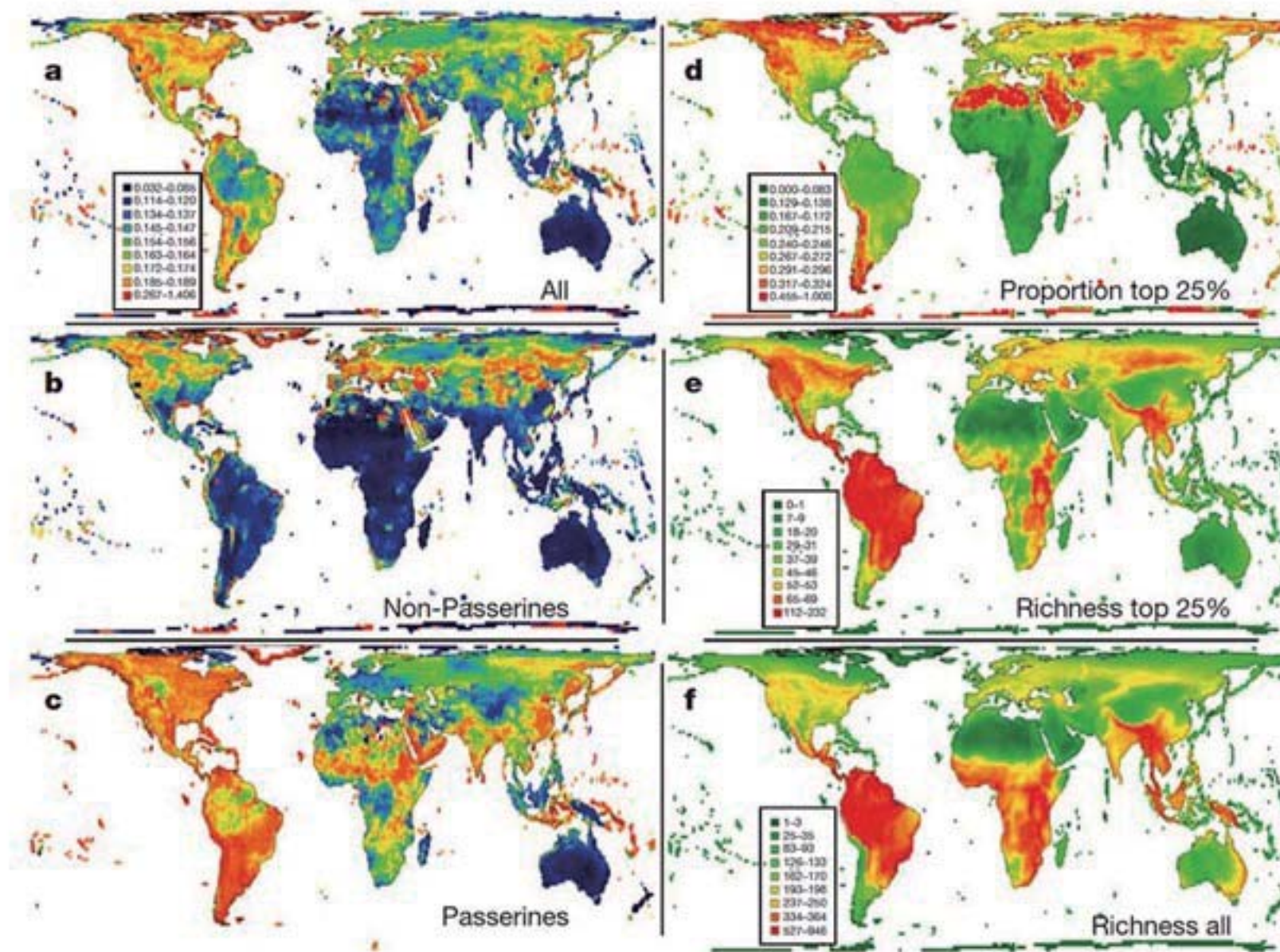


Figure 3 | Geographic variation in species-level lineage diversification rate and the richness of high-diversification rate species. a–c, Mean assemblage diversification rate (see Fig. 2), calculated as the geometric mean of all species in a grid cell assemblage, weighted by the inverse of their range size. a, All species; b, non-passerines; c, passerines. This visualization limits the overbearing

(pseudo-replicating) effect wide-ranging species have on perceived spatial patterns of assemblage summaries⁴. d–f, Relative (d) and absolute (e) richness of top 25% diversification rate species ($DR \geq 0.243$ species Myr^{-1}); f shows the richness of all 9,993 bird species for comparison. Grid cell size is 110×110 km for all panels (Behrman projection).

世界の鳥の種多様性分布

実例 1 キツツキ（キツツキ亜科）の特徴

適応、キツツキの特徴 絶滅

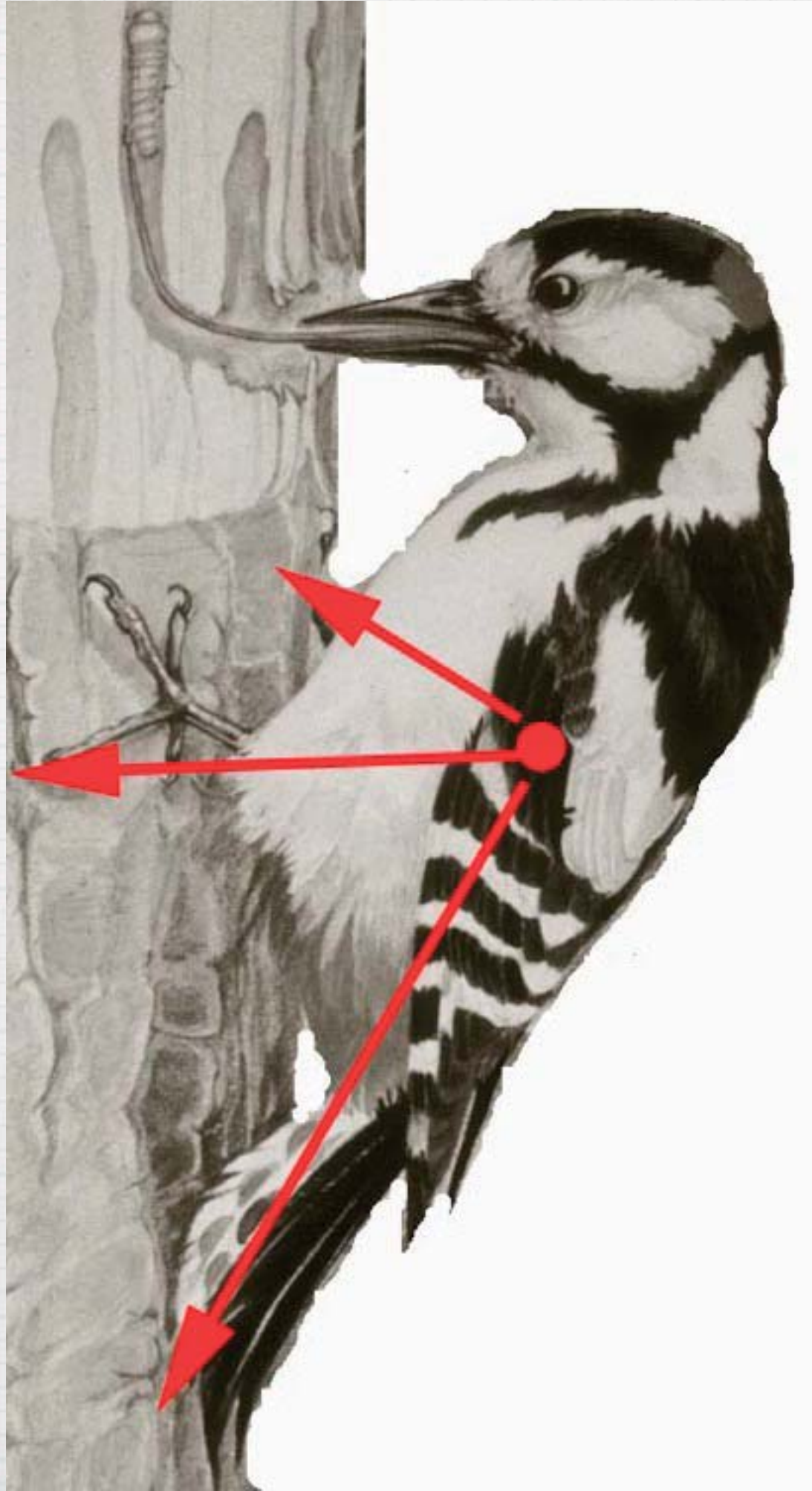
ダーウィンは、『種の起原』第3章 生存闘争 の冒頭で、
「**キツツキ**とヤドリギに、もっともはっきりとした形で、
この適応がみられる」と書いている。

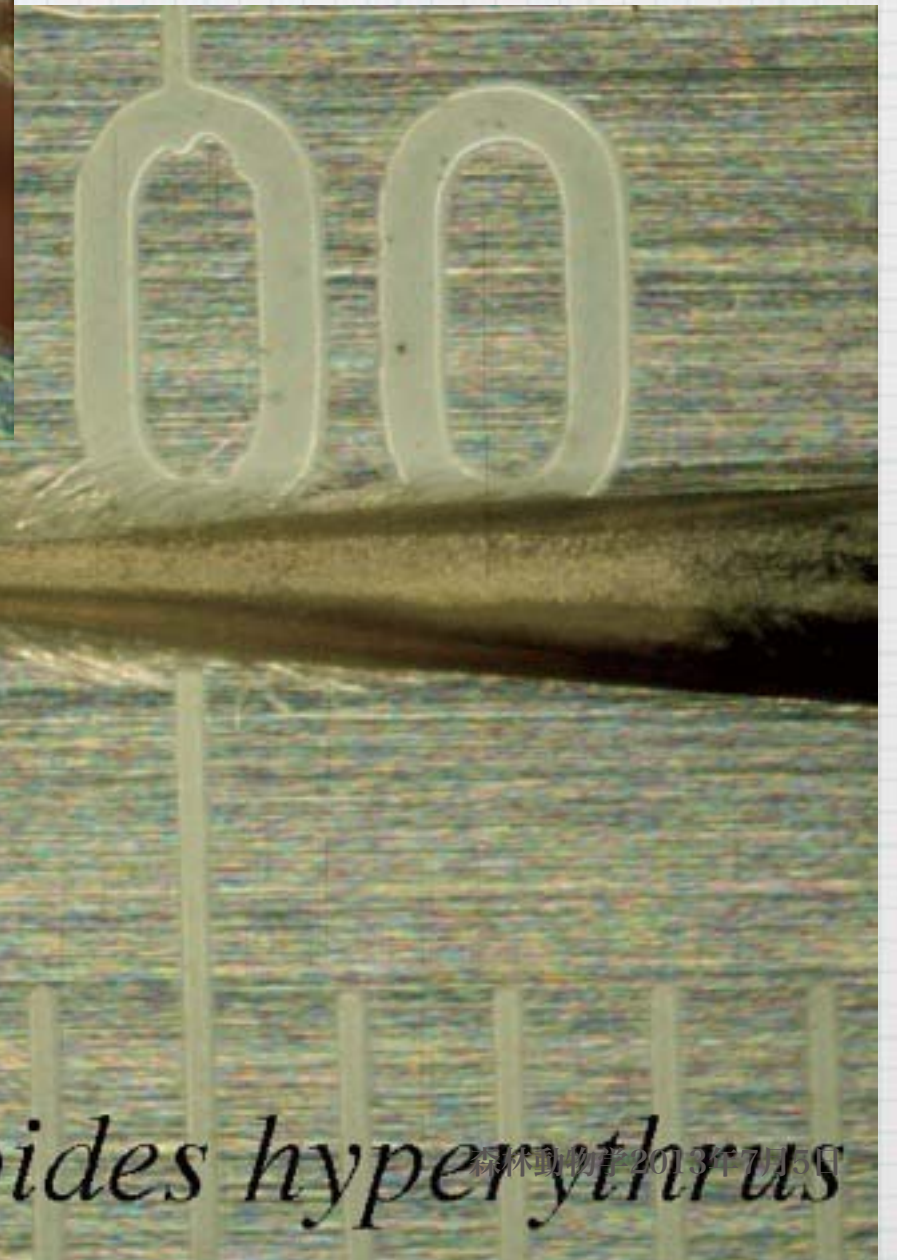
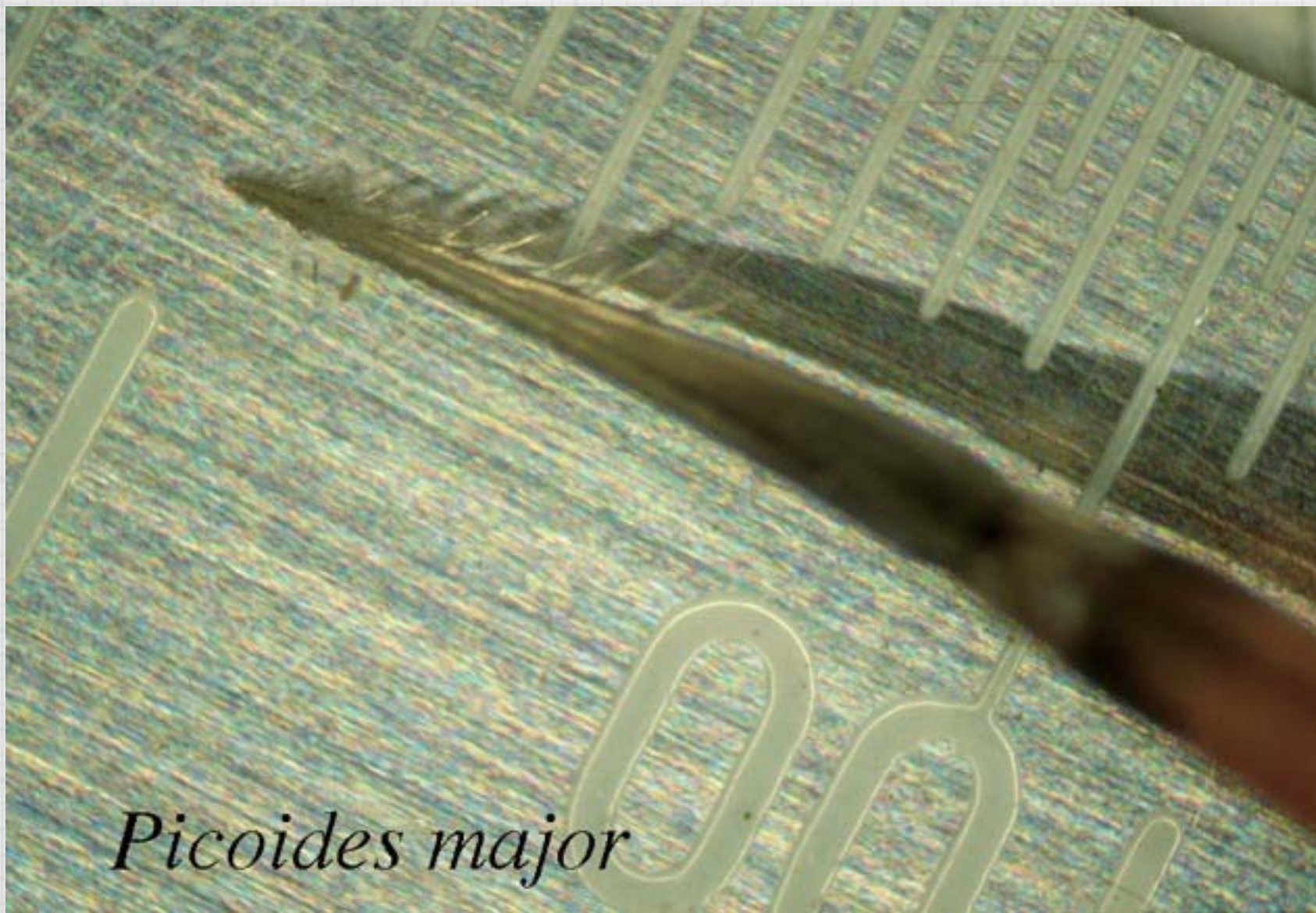
キツツキを、「木を登り、樹皮下の昆虫をとらえること
に適応しているという点で、これ以上の例はないが、主と
して果実を食べたり樹液をなめたりしているキツツキもい
る」、と例証として示している。

1. 対趾足と鋭い爪
2. 堅くて尖った尾
3. 長い舌と舌尖の構造・アルカリ性の唾液
4. 嘴・骨格・皮膚





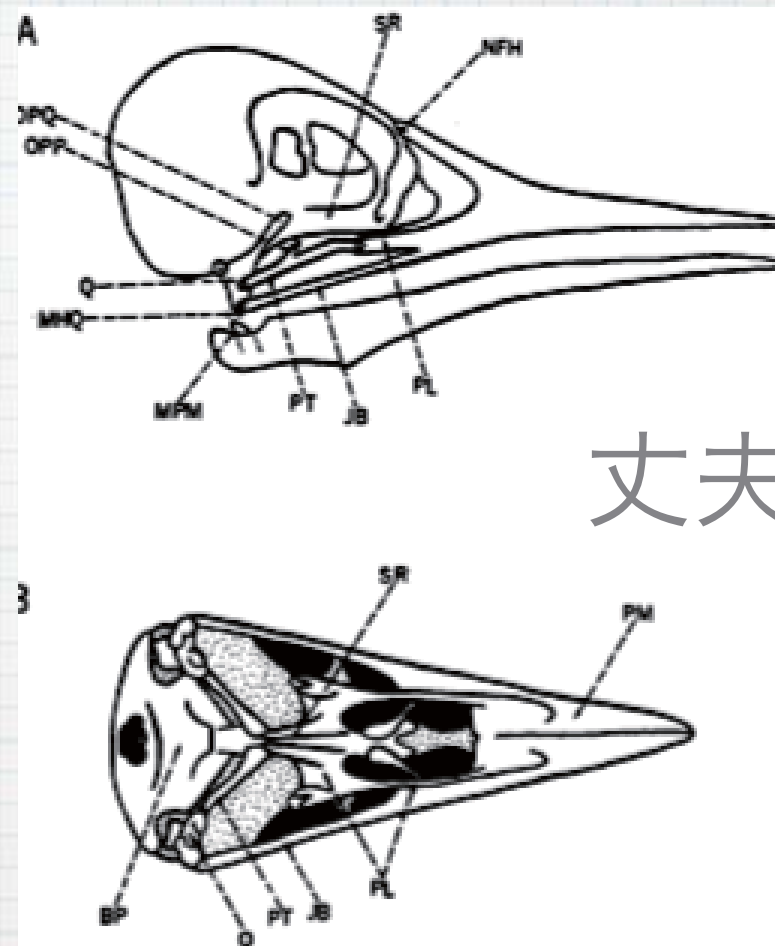
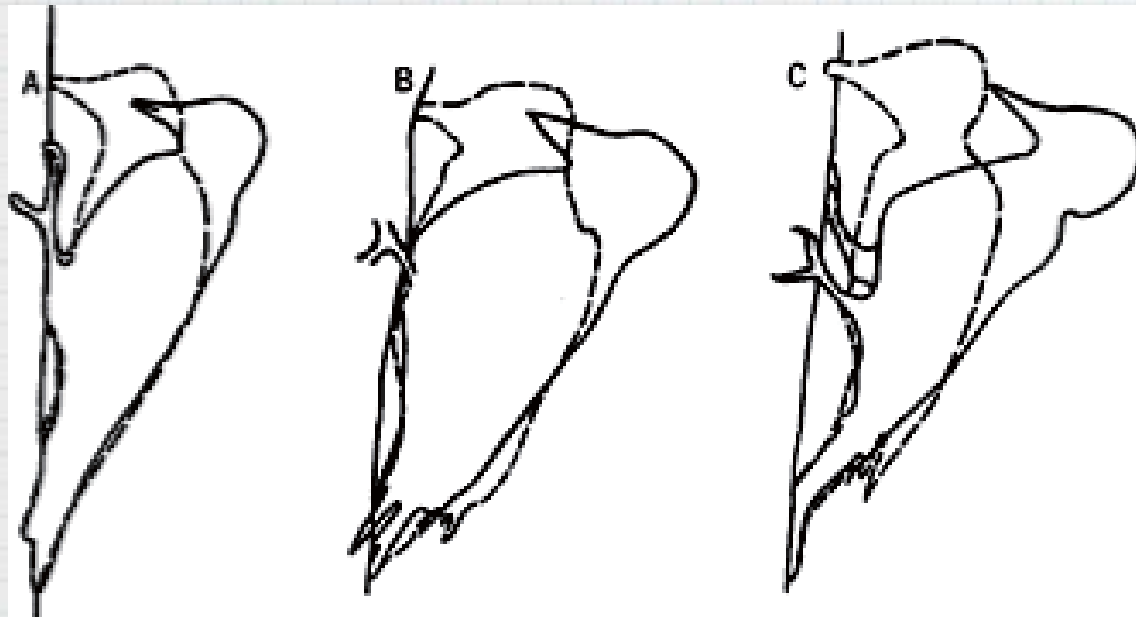




キツツキの舌先

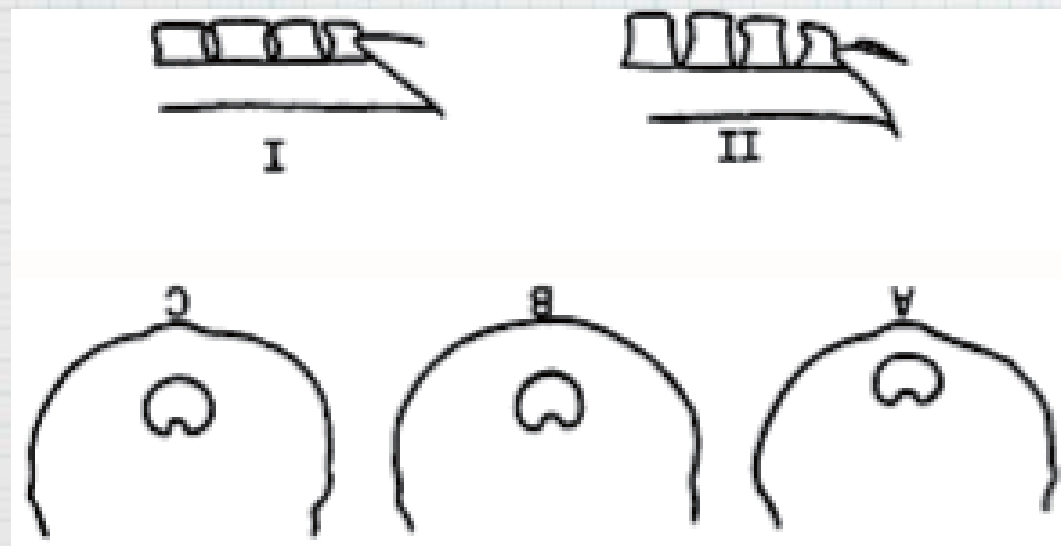


強く叩くキツツキほど



丈夫な蝶番

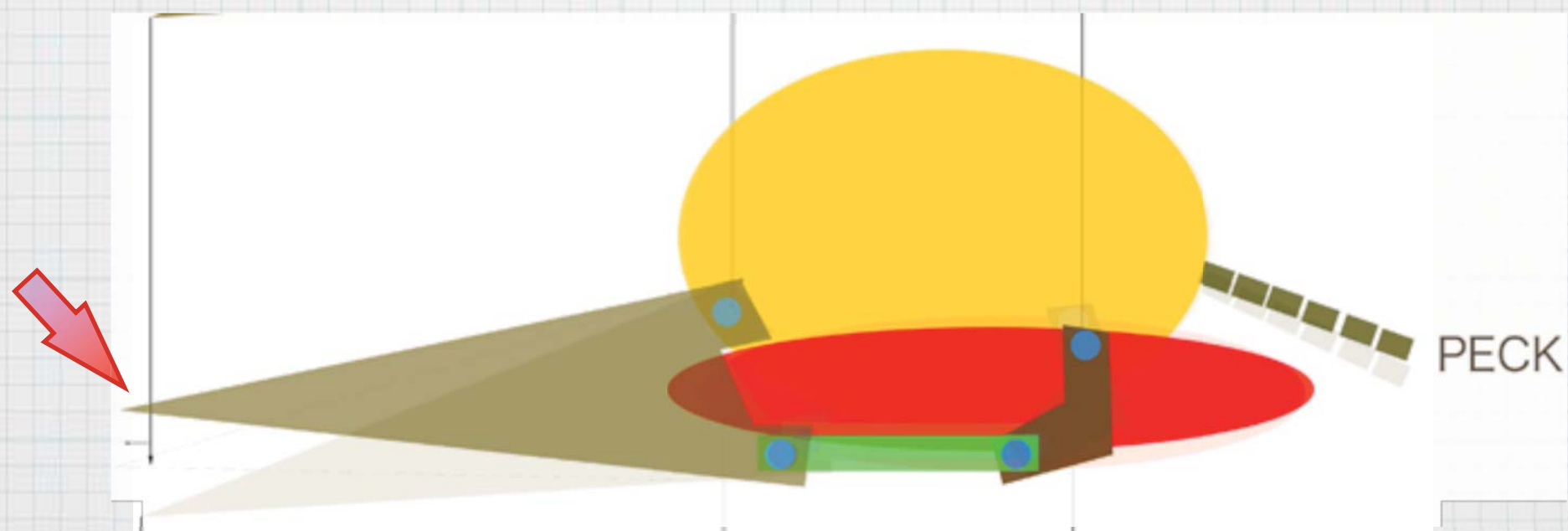
しなりやすい首



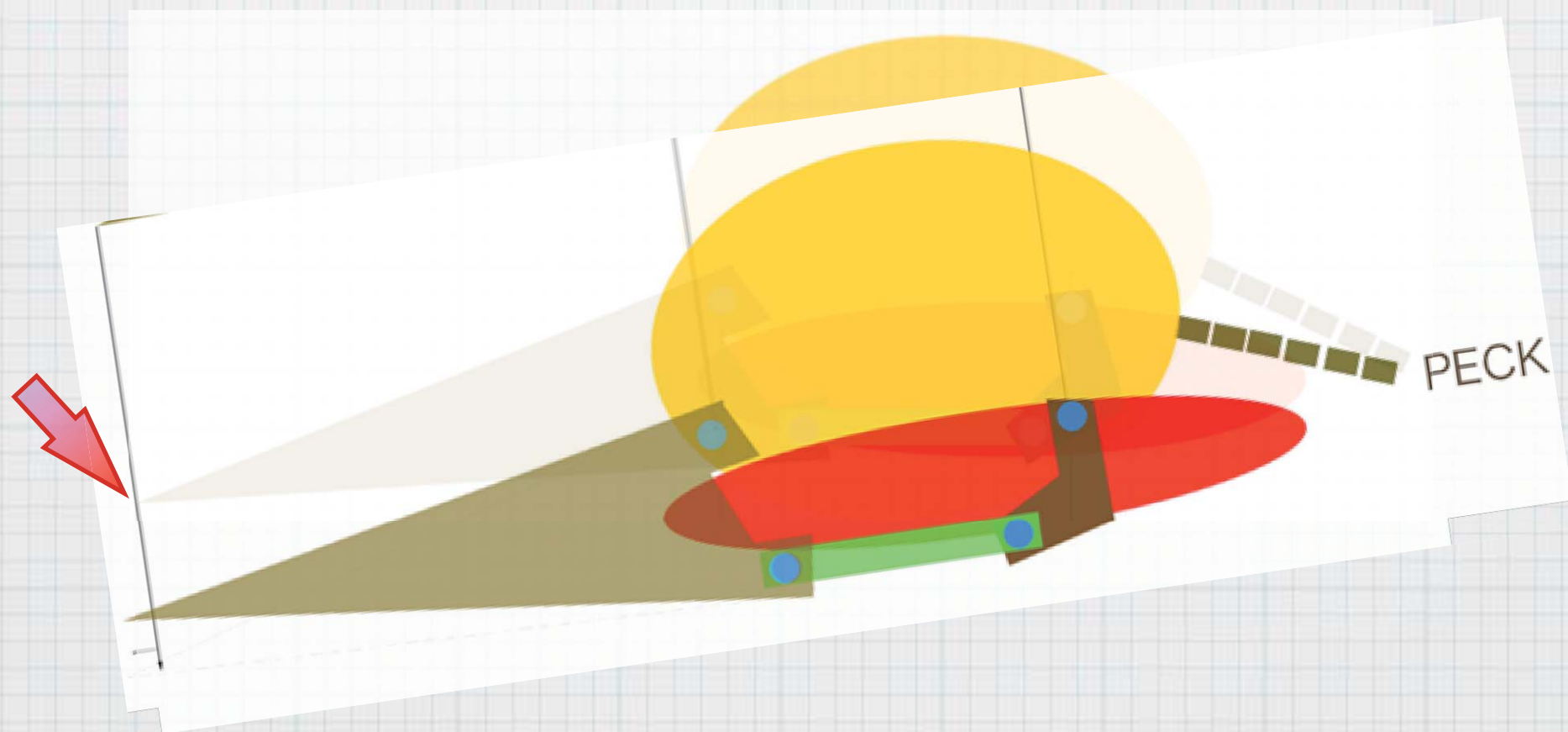
太い筋肉



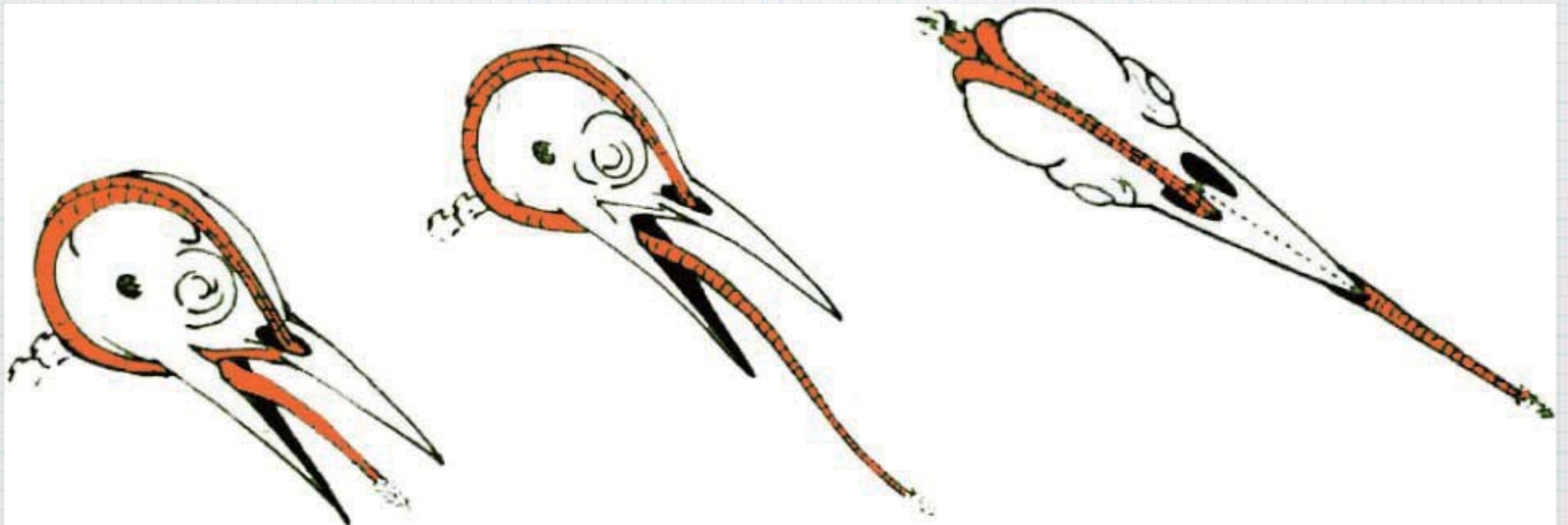
→ 頭が首の前方に
キツツキのつつき行動と内部形態の特徴



キツツキの打撃の衝撃を緩衝する構造



キツツキの打撃の衝撃を緩衝する構造



キツツキの舌

その他の例

鳥の形態と生態・・・適応
遺伝、エピジェネティクス etc.

ハトの首の動き

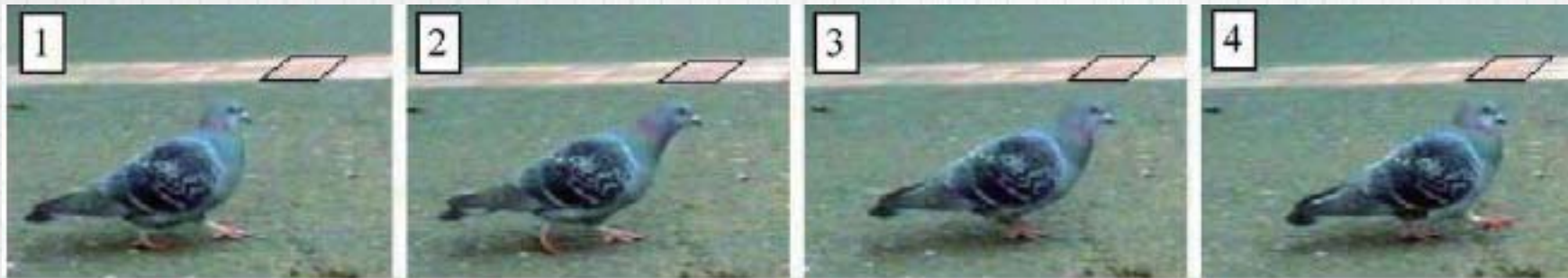


図2: 首を振って歩くドバト. 1～2で首を伸ばし, 2～3で首を縮めている.
写真中の四角形は, 路面上の同じタイルを示している. 2～3では,
このタイルに対して頭が静止している.

目が停止、さっと移動、停止

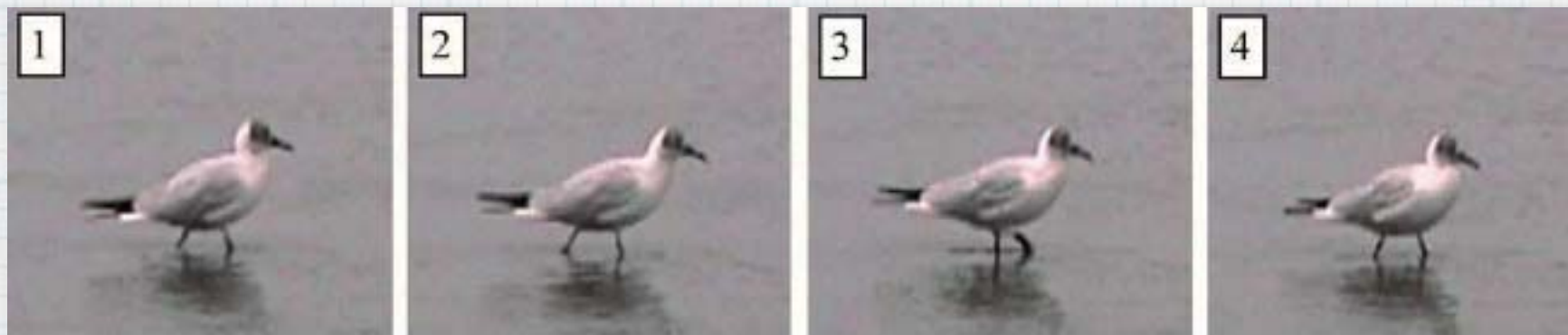
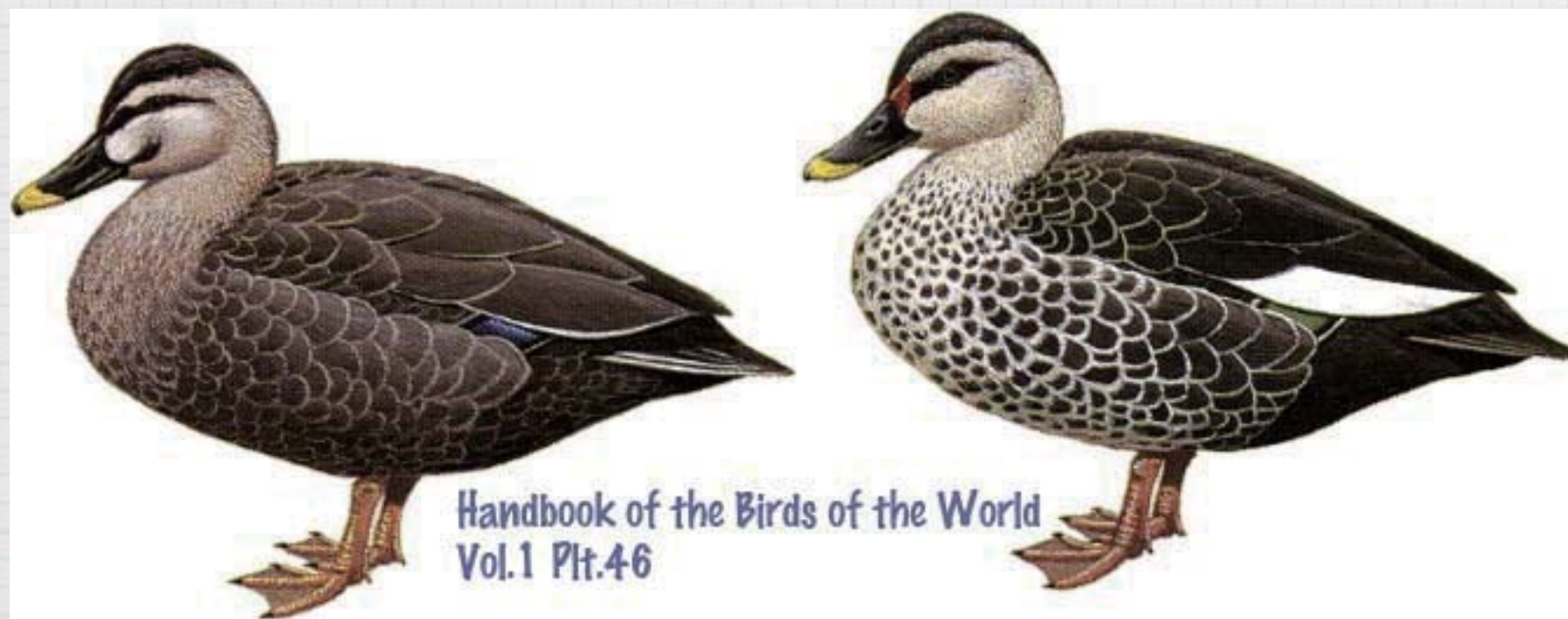


図5: ユリカモメは普段は首を振らずに歩くが, 歩きながら獲物を探す場合には, 首振り歩きをすることがある. 首振りのしかたは, ハトとまったく同じである.

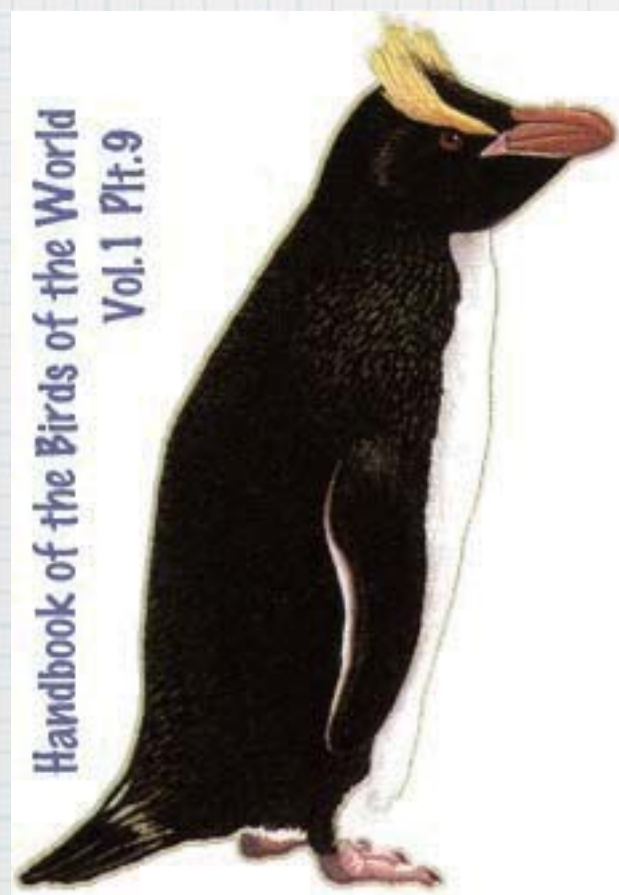
藤田祐樹さん (現・沖縄県博)

http://www.bird-research.jp/1_newsletter/dl/BRNewsVol3No3.pdf

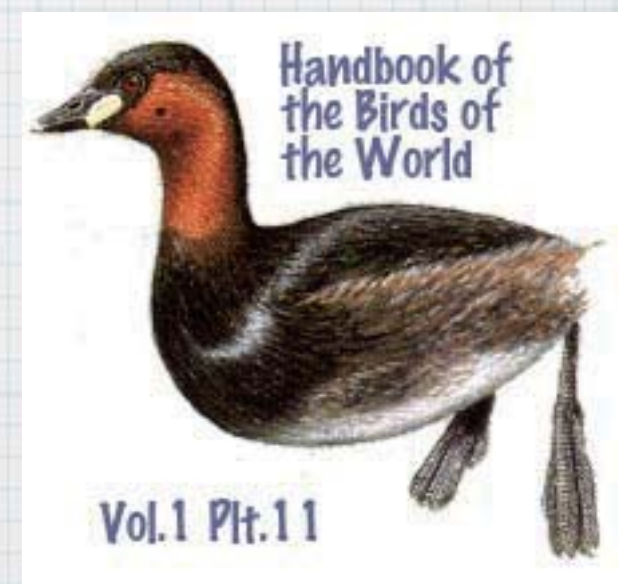
カモの2種類 潜水する鳥の形態特徴



どっちが
潜水する？



どっちが
潜水する？



水中で補食する鳥の首の動き
水族館のカイツブリを撮影
首を振るときと、ふらないとき
フィールド科学 郡司芽久さんの卒業論文

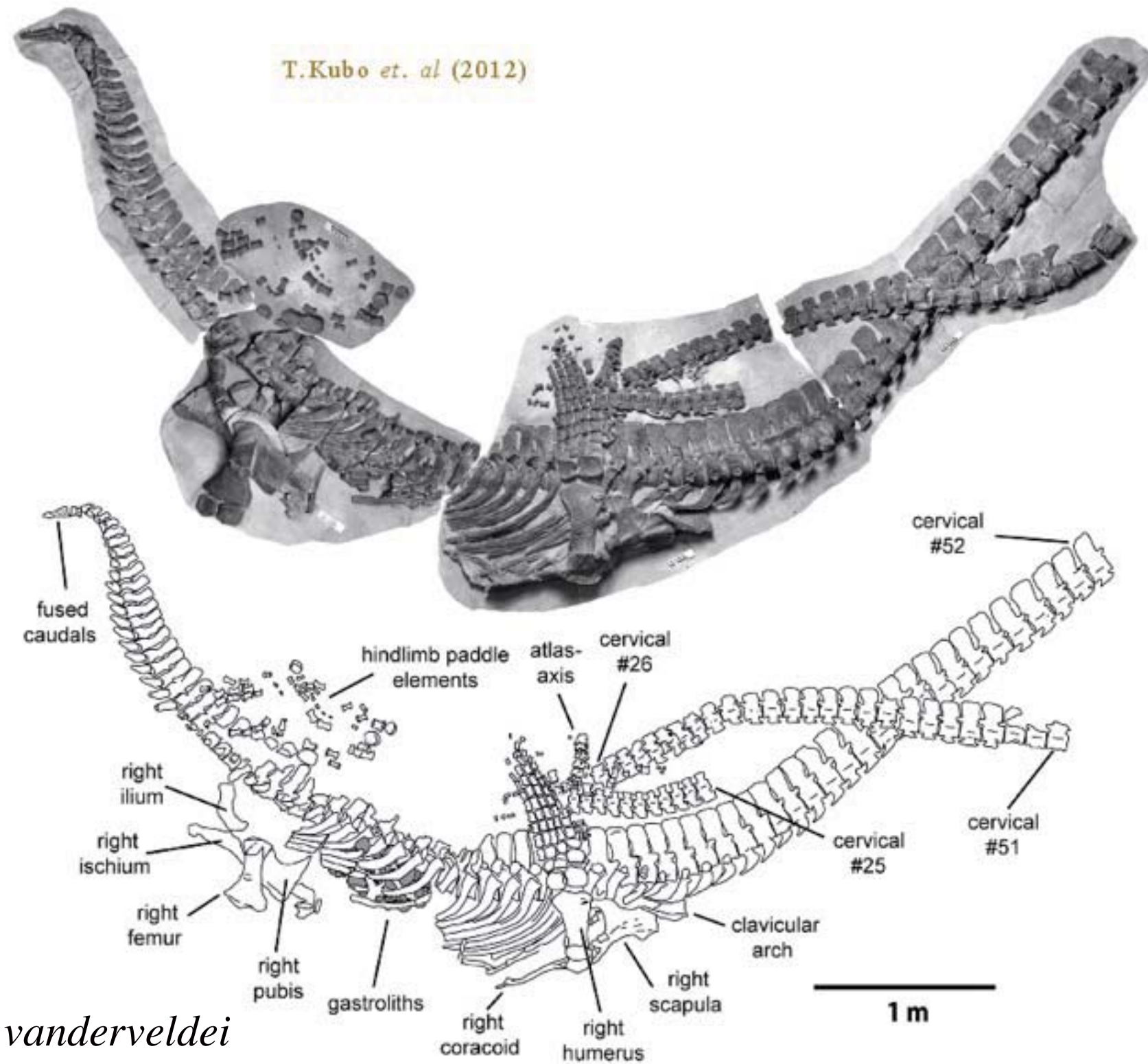
ペンギンは首を振れない
首の骨数最大はハクチョウ



Topics

ハクチョウの頸椎25 クビナガリュウ 76!

鳥の首の骨は9~25、哺乳類は7(例外は3種知られている)



Albertonectes vanderveldei

FIGURE 2. Photographs and line drawings of the right side of TMP 2007.011.0001. Gastroliths are highlighted in medium-gray beneath the dorsal ribs.

76個（最大記録）の頸椎を持つクビナガリュウ

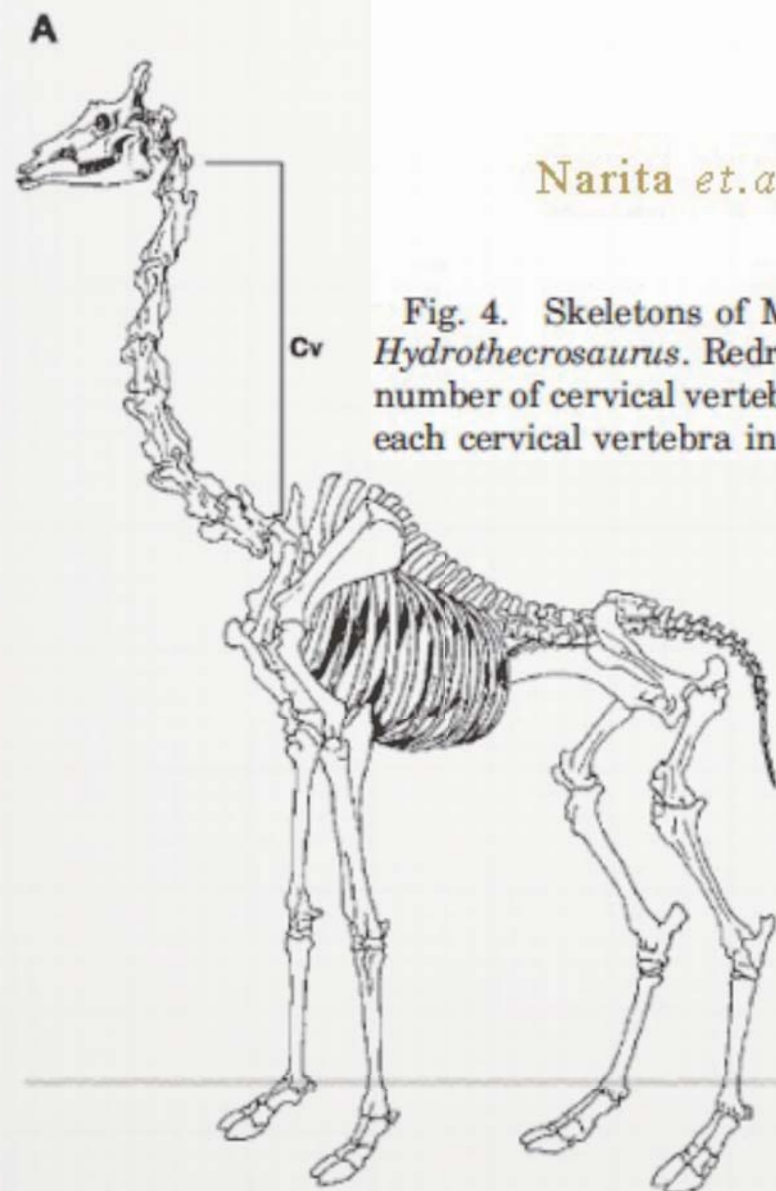
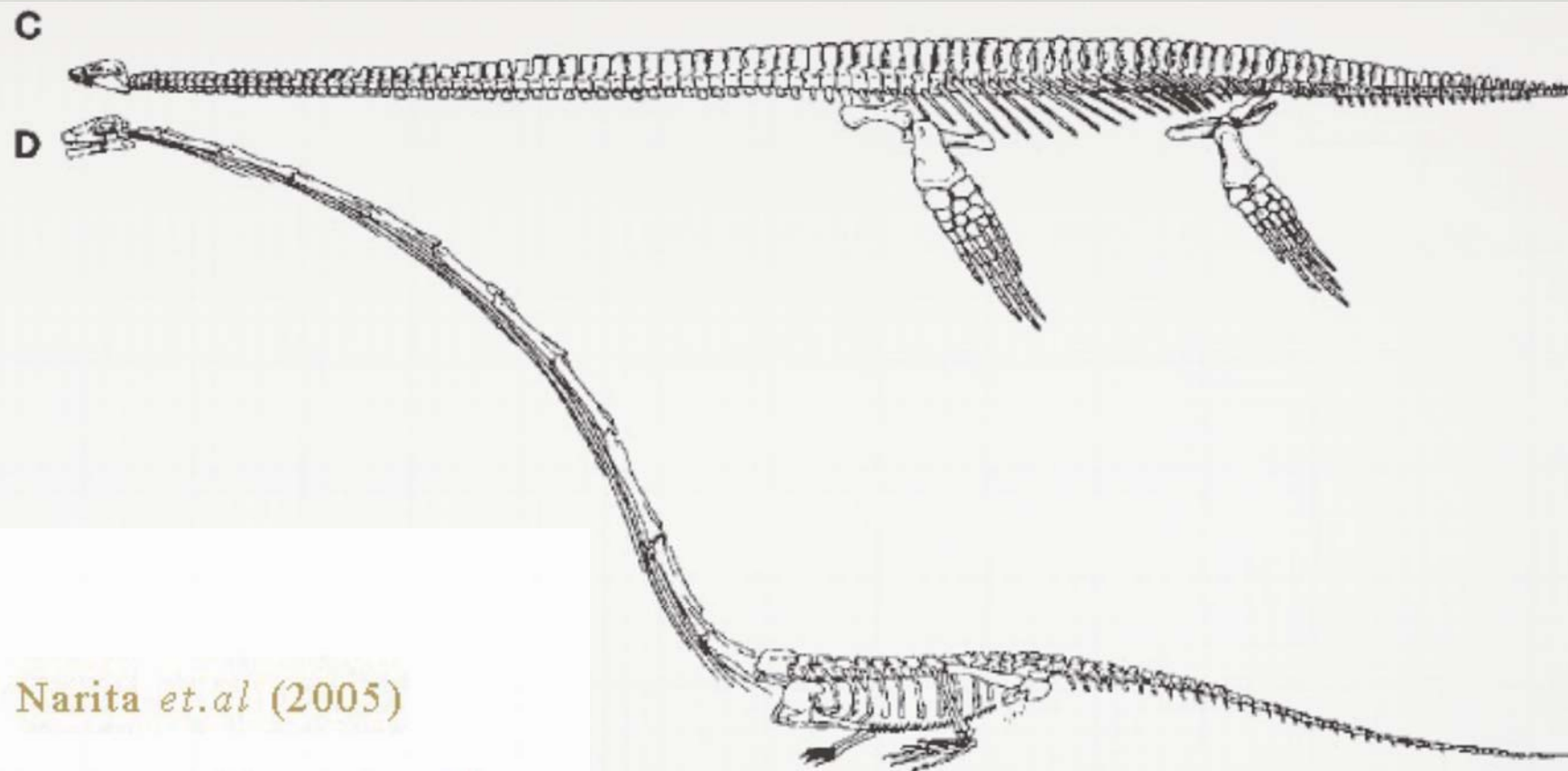


Fig. 1. Skeletons of giraffe and whales. (A) Skeleton of giraffe (*Giraffa camelopardalis*)

Narita et.al (2005)

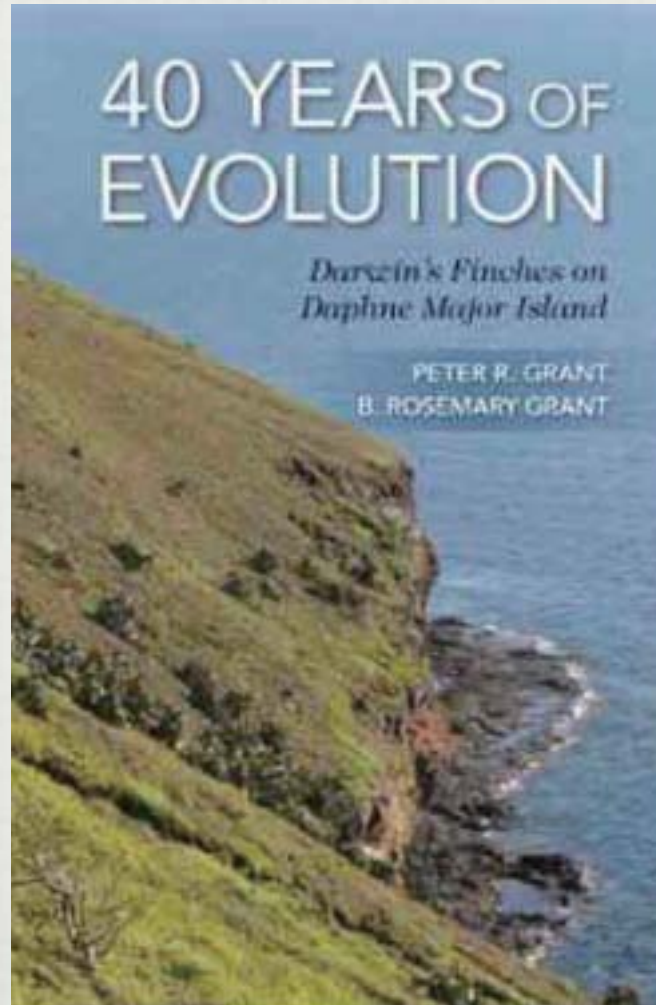
Fig. 4. Skeletons of Mesozoic aquatic reptiles. (C) Skeleton of elasmosaurid *Hydrothecrosaurus*. Redrawn from de Saint-Seine ('55). (D) Skeleton of *Tanystropheus*. Redrawn from Wild ('73). Note that the number of cervical vertebrae increased with neck elongation in the first three species. In *Tanystropheus*, however, the length of each cervical vertebra increased.



クビナガリュウは、
数増加と頸椎伸長と
両方に進化していた

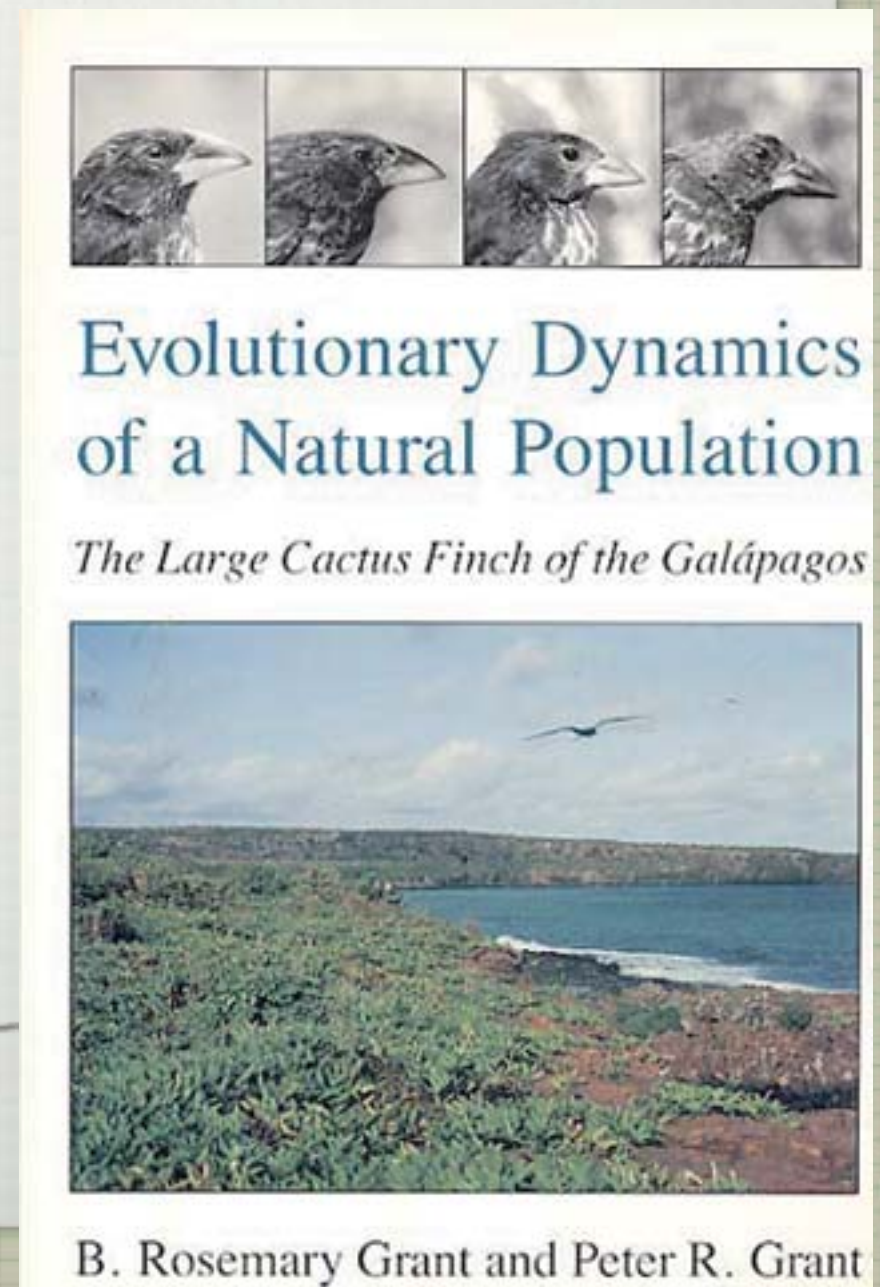
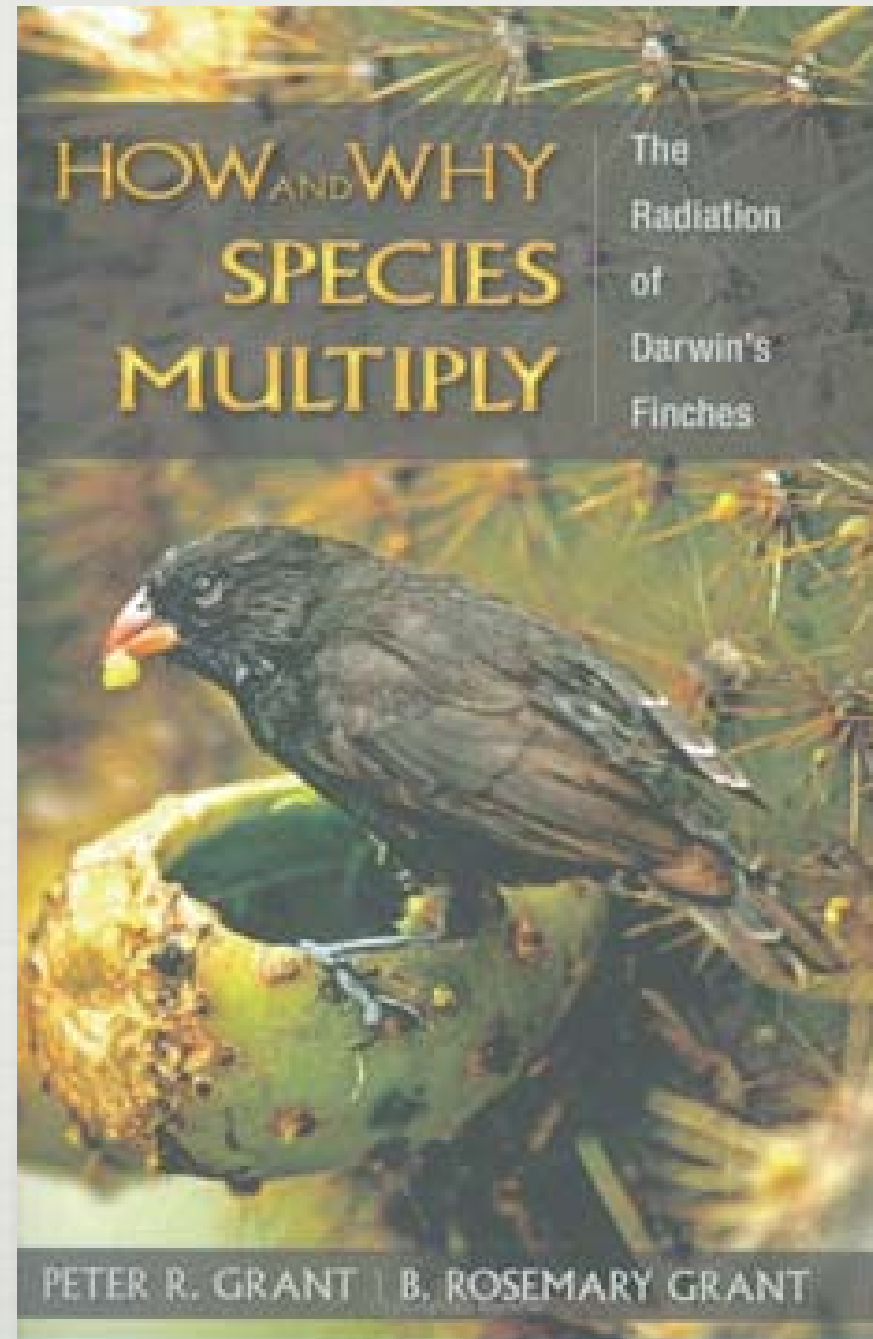
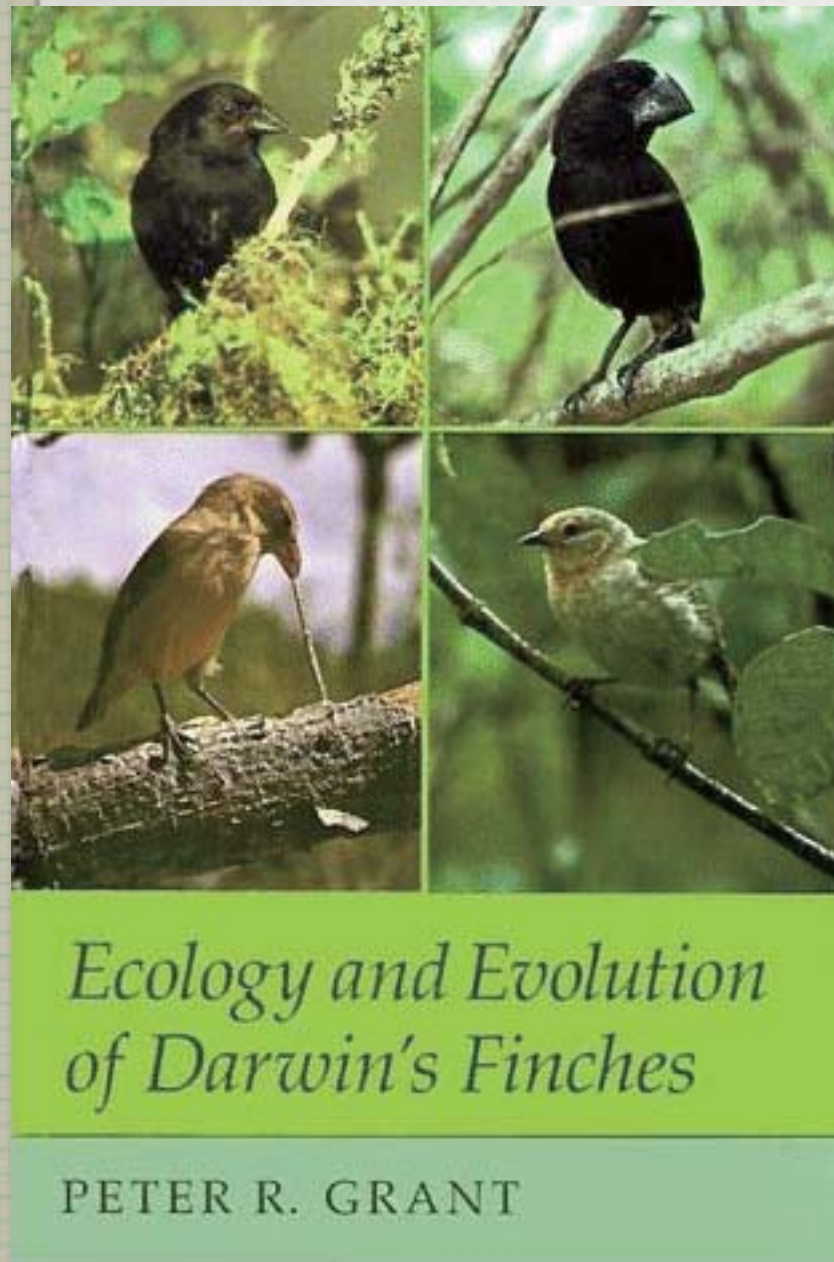
ほ乳類の例外は6個2種、9個1種
ほ乳類はキリンも7個

グラント夫妻の、ダーウィンフィンチの研究



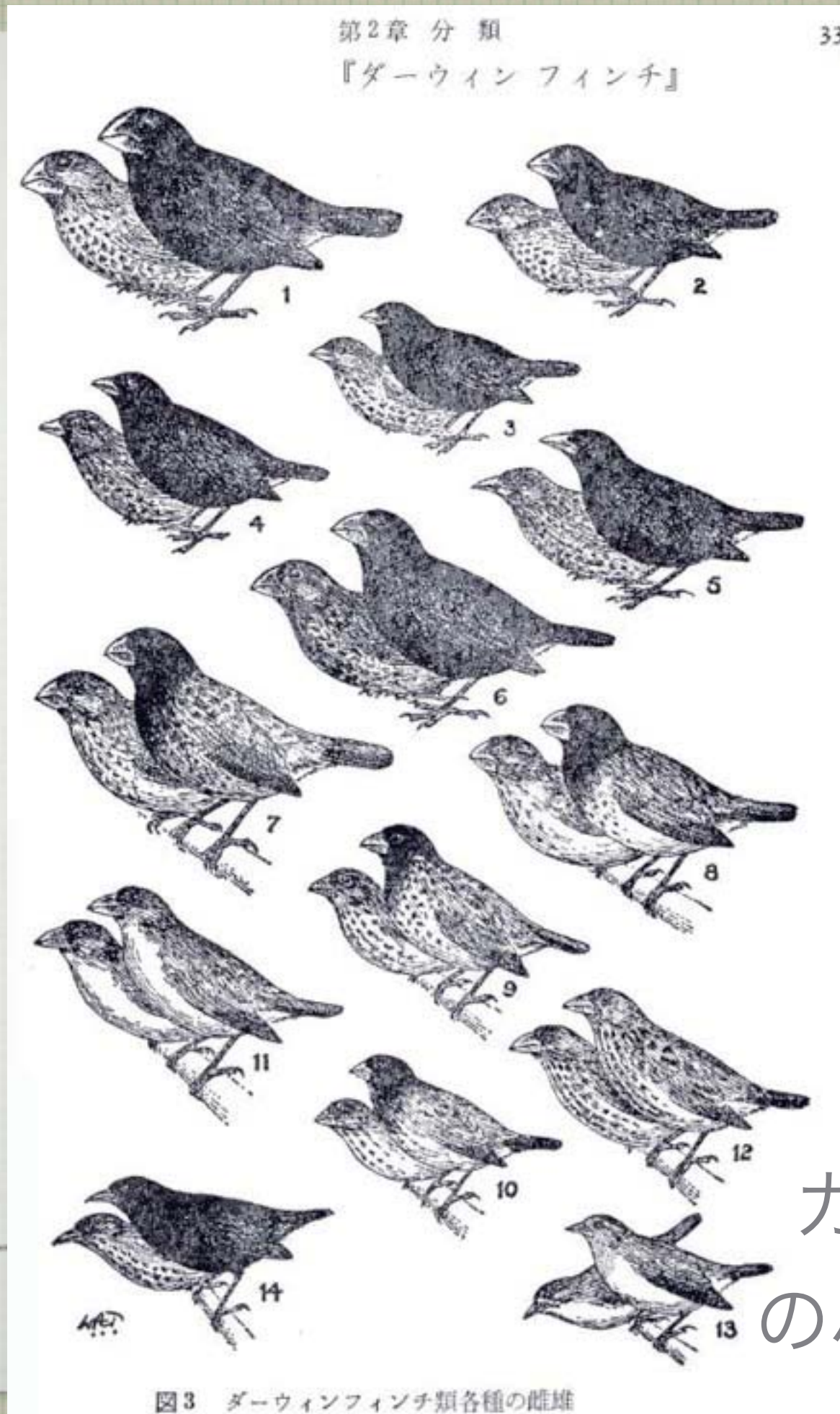
種内の多様性

遺伝子レベル

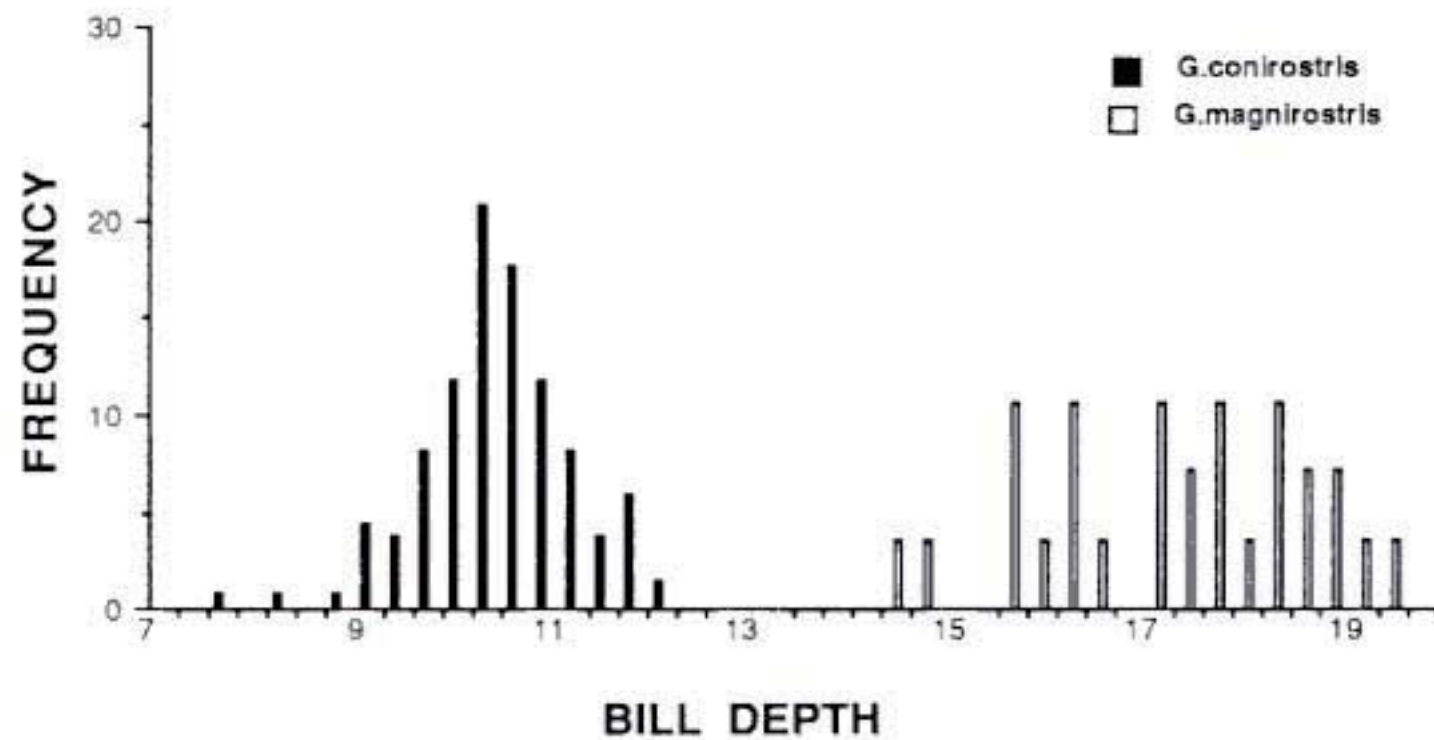


元は1種だった
水平進化（種分化）
して、現在13種

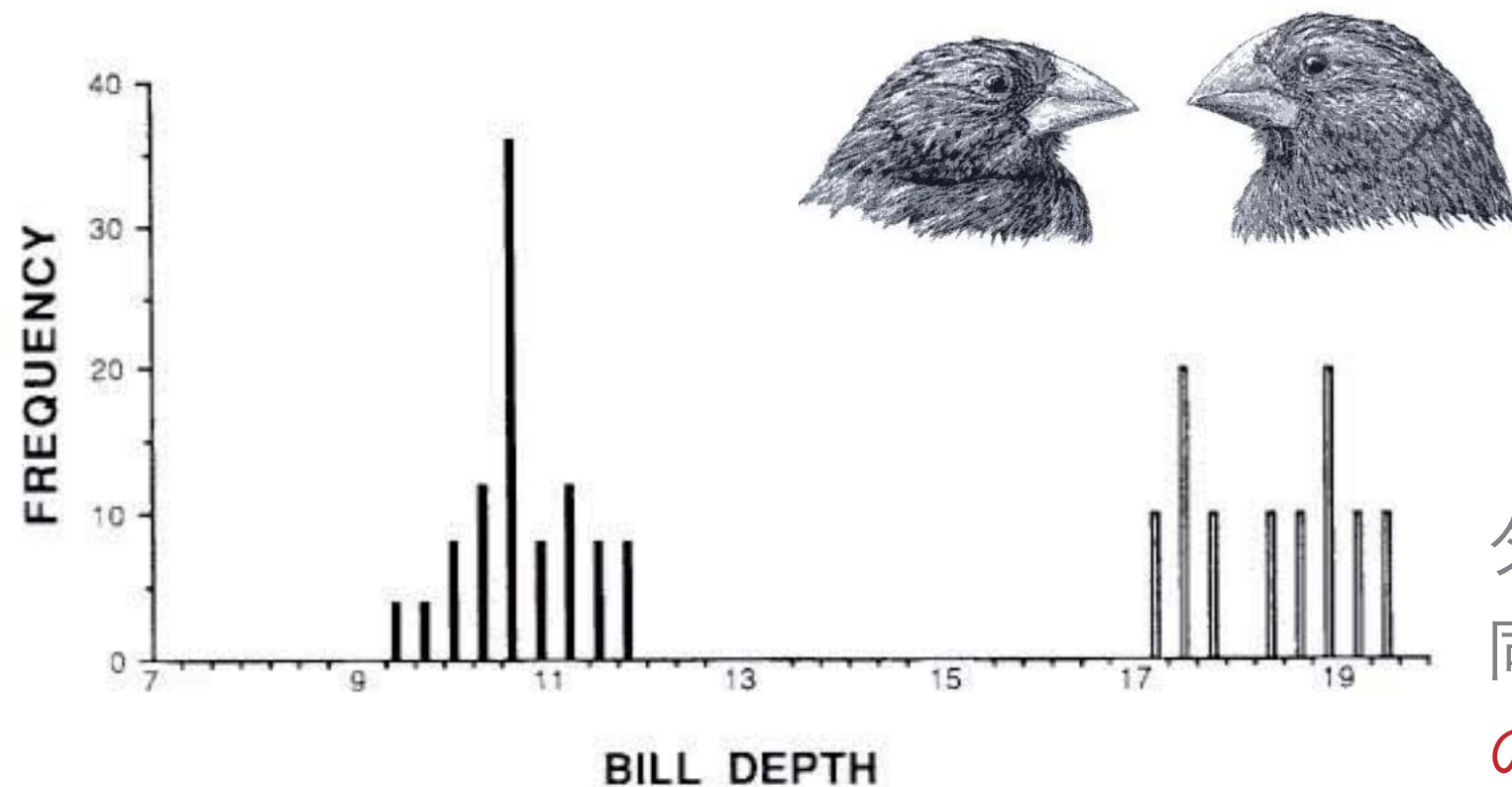
新しい
ニッチ（生態的地位）
に当てはまって行く



ガラパゴス諸島
の小鳥の適応放散



旱魃の前



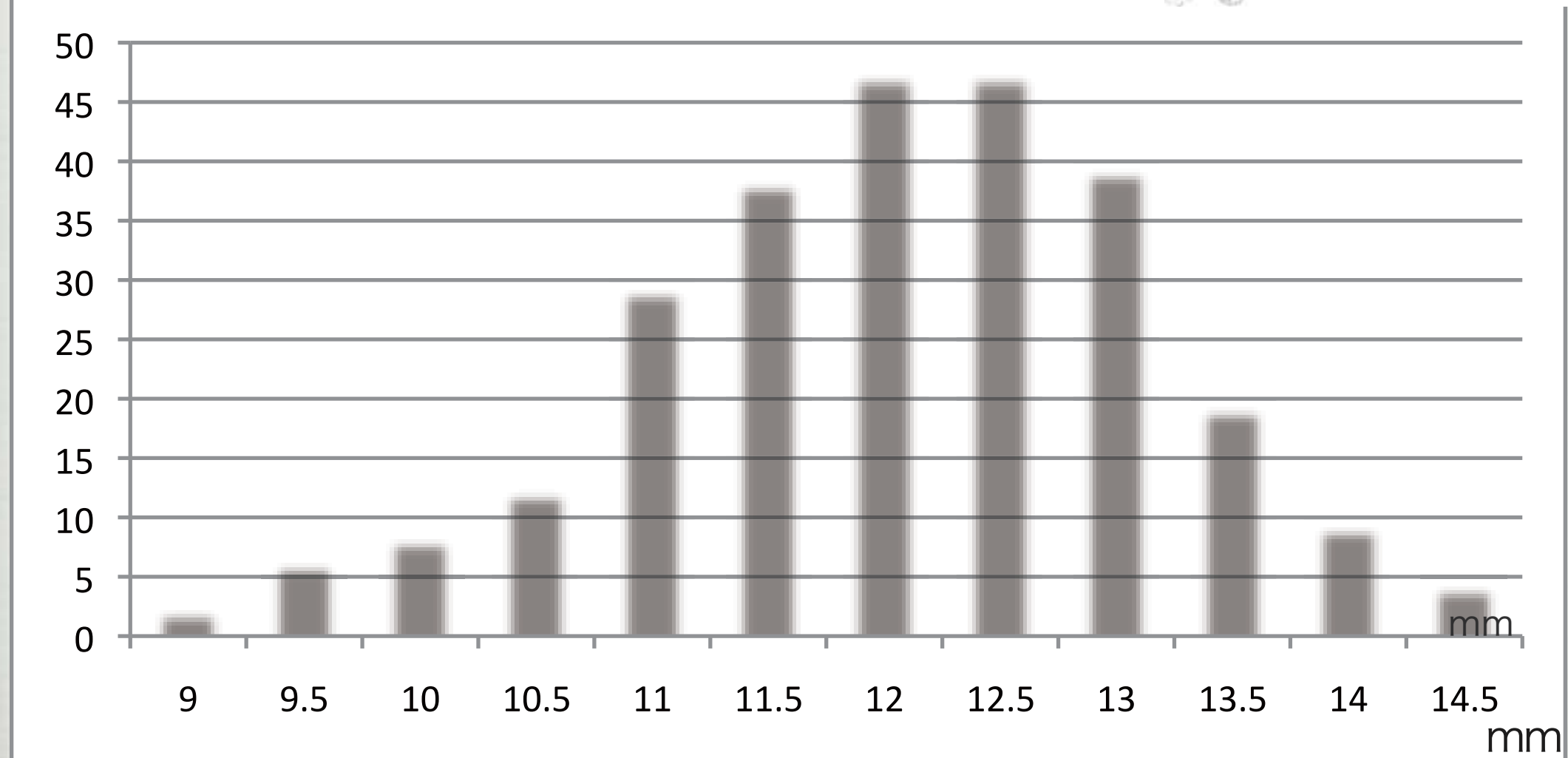
旱魃の後

ダフネ島のガラパゴスフィンチ。
 同種の同年齢の個体間にくちばし
 の太さの違いがある。

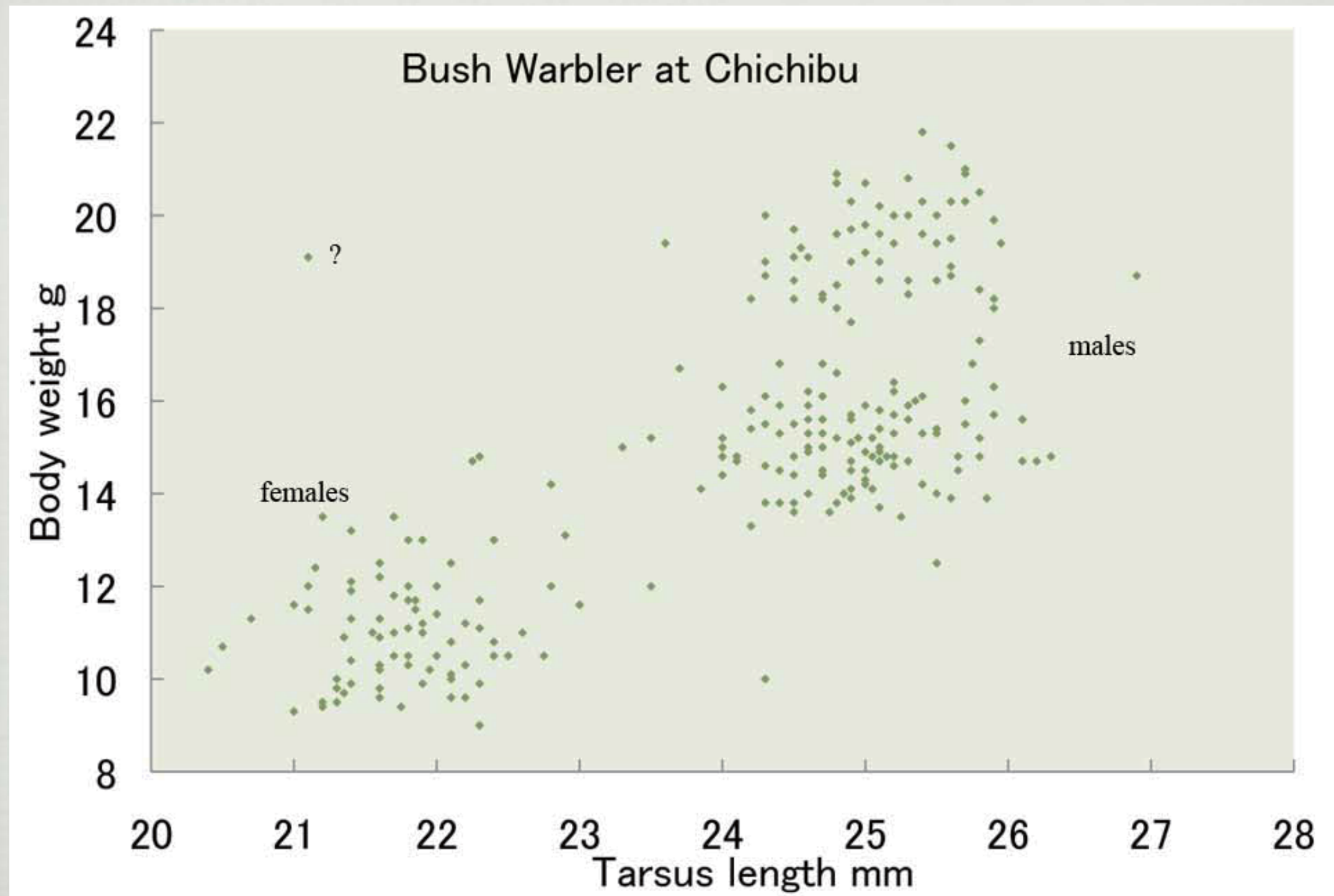
Figure 12.1 Frequency distributions of beak depths before and after the long dry period of 1984 and 1985; late 1983 above, and early 1986 below. The difference between *conirostris* and *magnirostris* mean beak depths (adult males and females combined) increased as a result of directional selection in *magnirostris*. The *conirostris* variance was reduced by 35 percent, but the mean did not change. The *magnirostris* variance was reduced by 64 percent.



culmen length



埼玉県奥秩父突出峠のウグイスの嘴の長さ
n=260, 1989~1995



埼玉県奥秩父突出峠のウグイスの脚の長さと体重

n=~300, 1989~2012



日本で身近な
小鳥のコゲラ

種内の多様性

個体群レベル

亜種



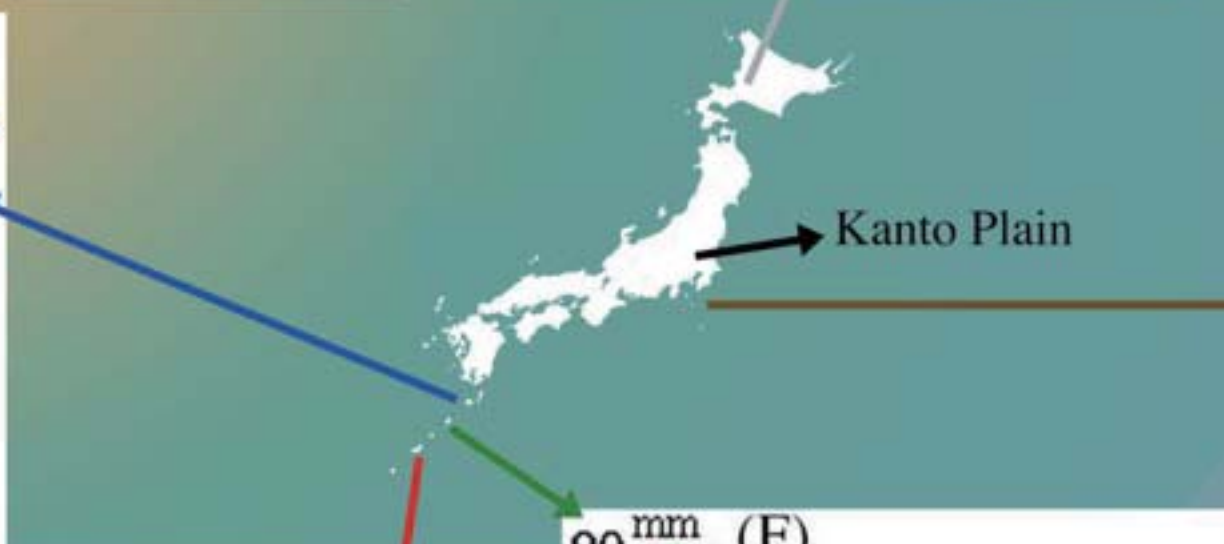
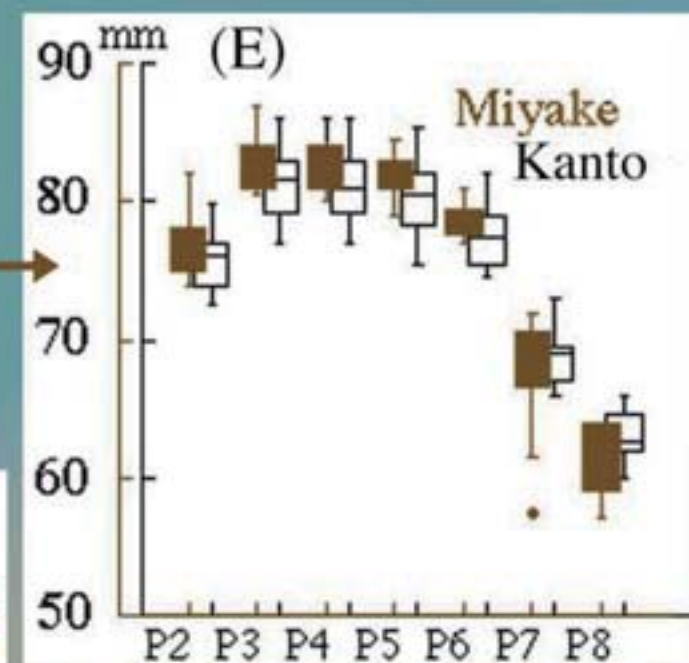
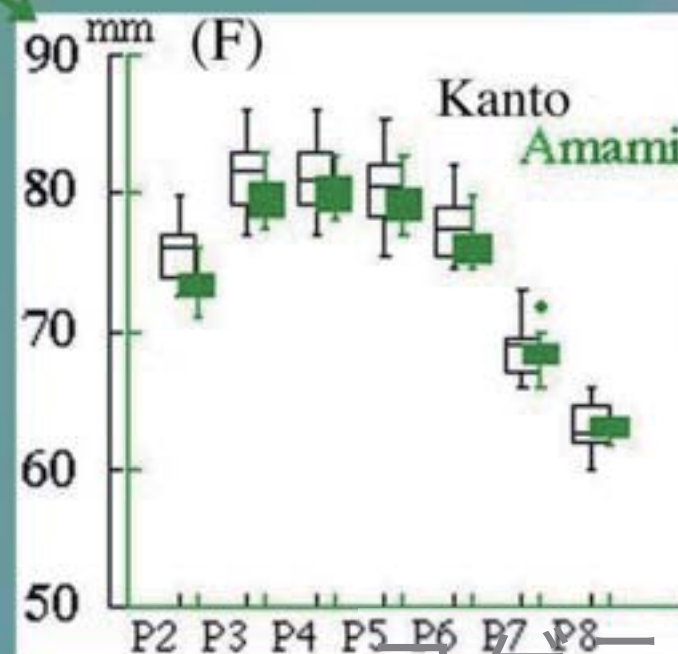
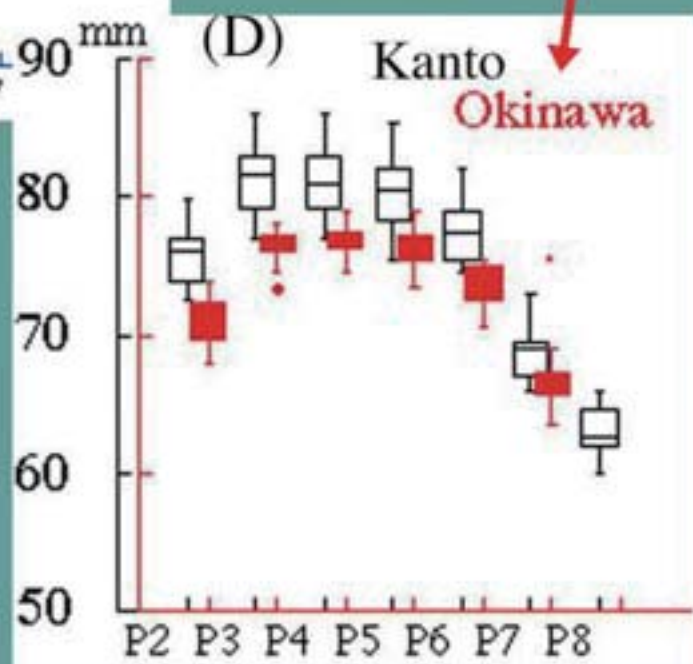
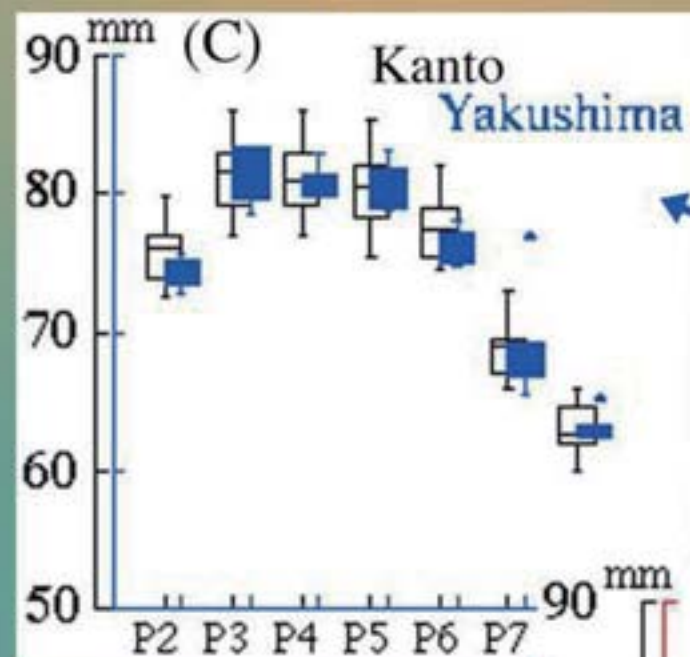
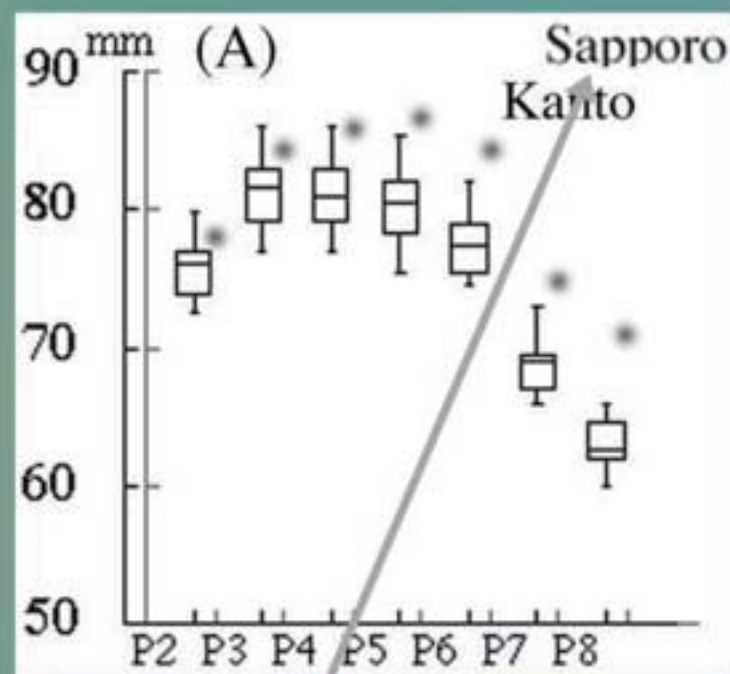
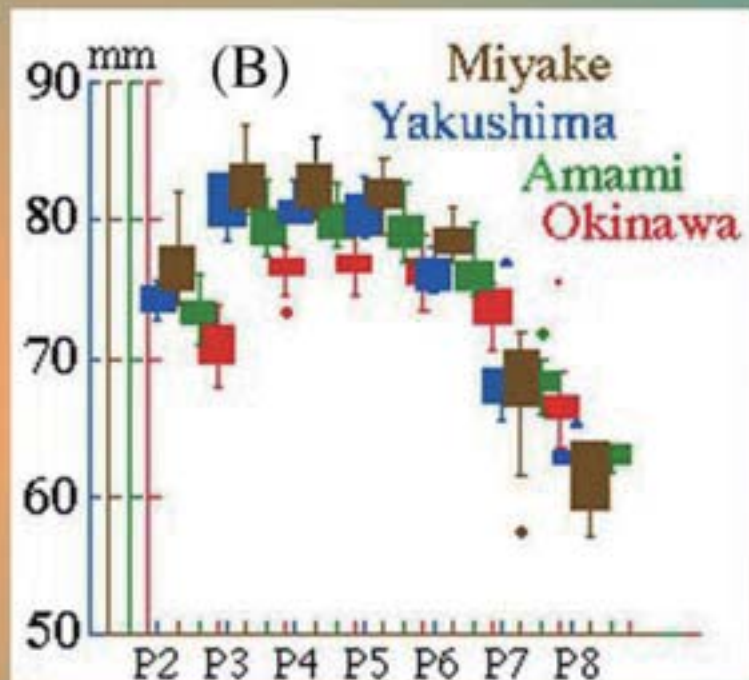
西表島のコゲラ



北海道のコゲラ



奄美大島のコゲラ



Wing Shape

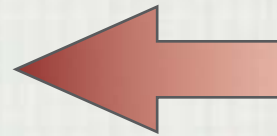
コゲラの翼の地理変異

実習(10月2日)
於：上野動物園
のテーマ

- **生物多様性保全**
- **鳥の形態と生態**

さまざまな 環境問題

- 生物多様性保全

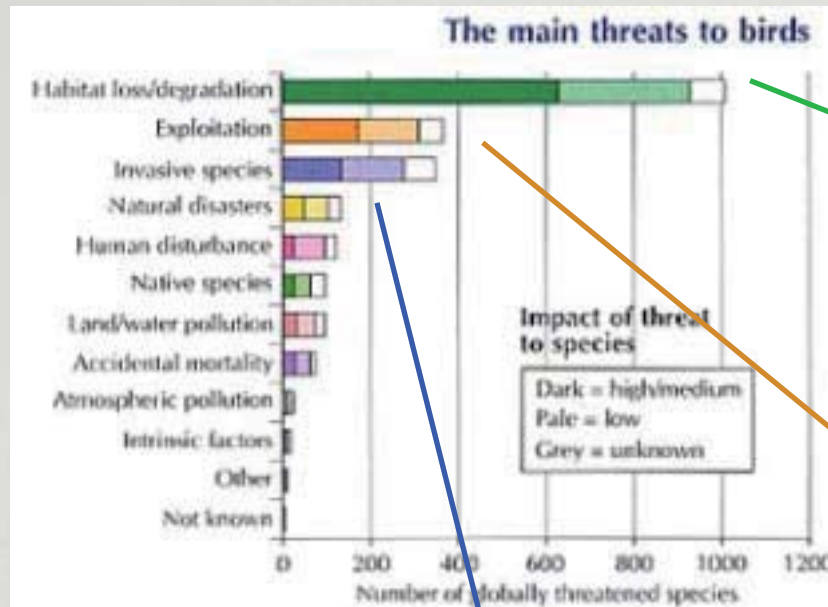


- (気候変動)地球温暖化

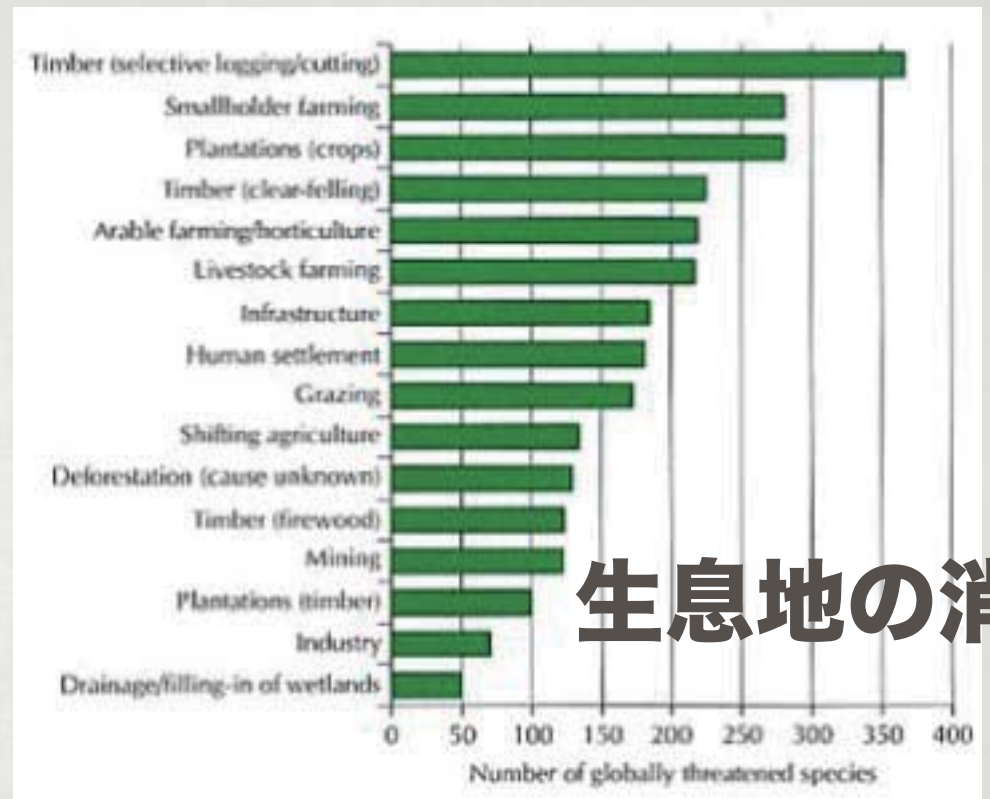
- 資源配分

- 環境汚染

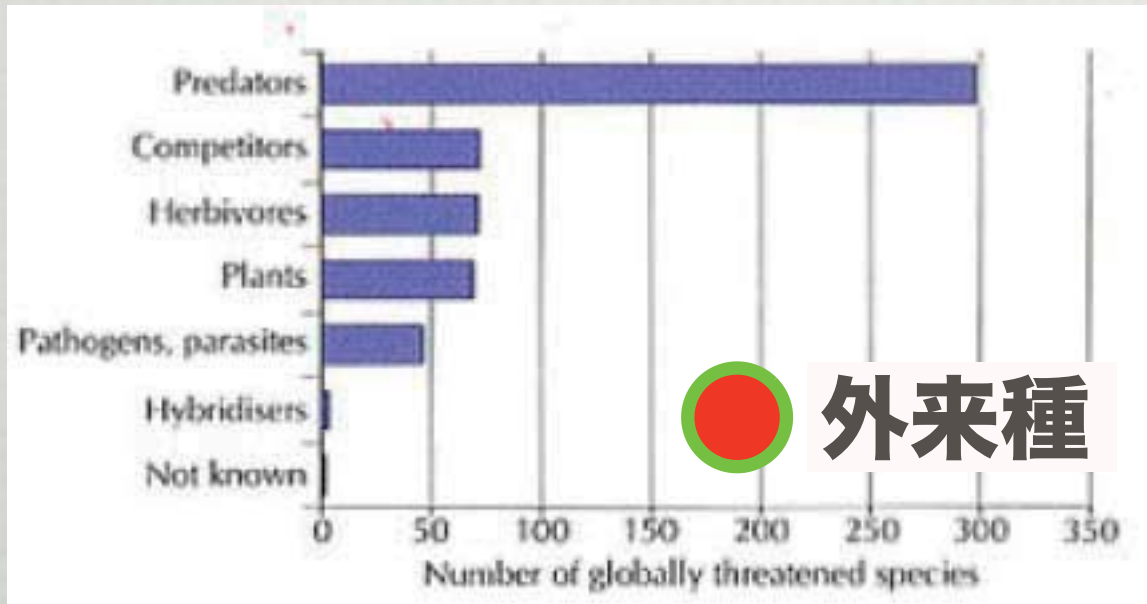
鳥類の場合



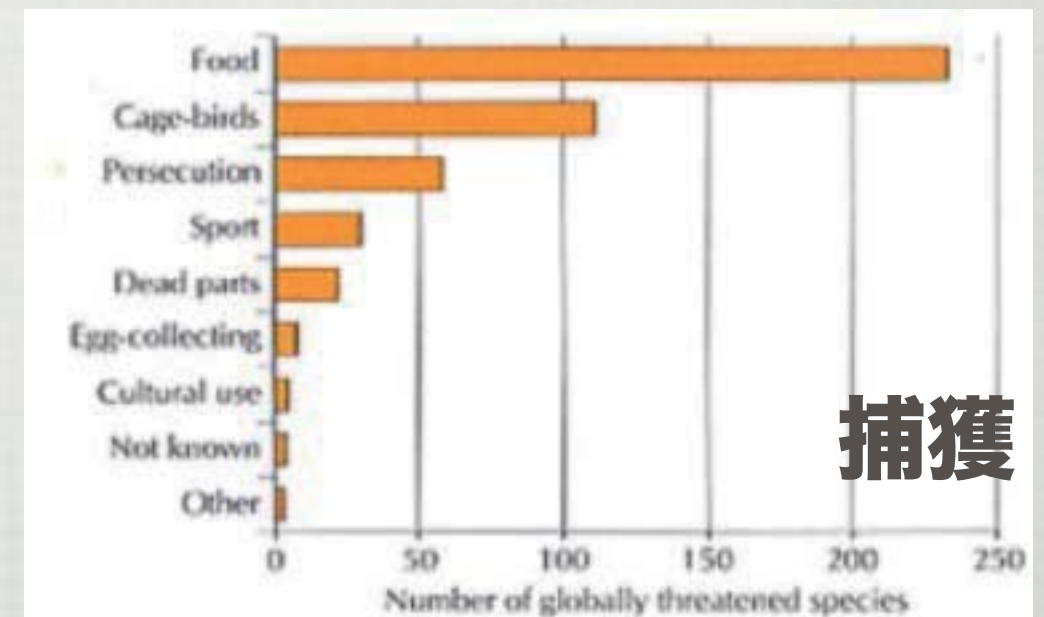
全体



生息地の消失



外来種



捕獲

H.B.W.

生物多様性を脅かす要因

生物多様性保全

鳥類 個体群の 保全 日本の事例

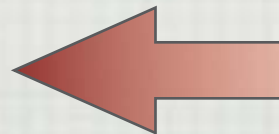
- トキ

- アホウドリ

- コウノトリ

- ...

- ルリカケス



ルリカケス

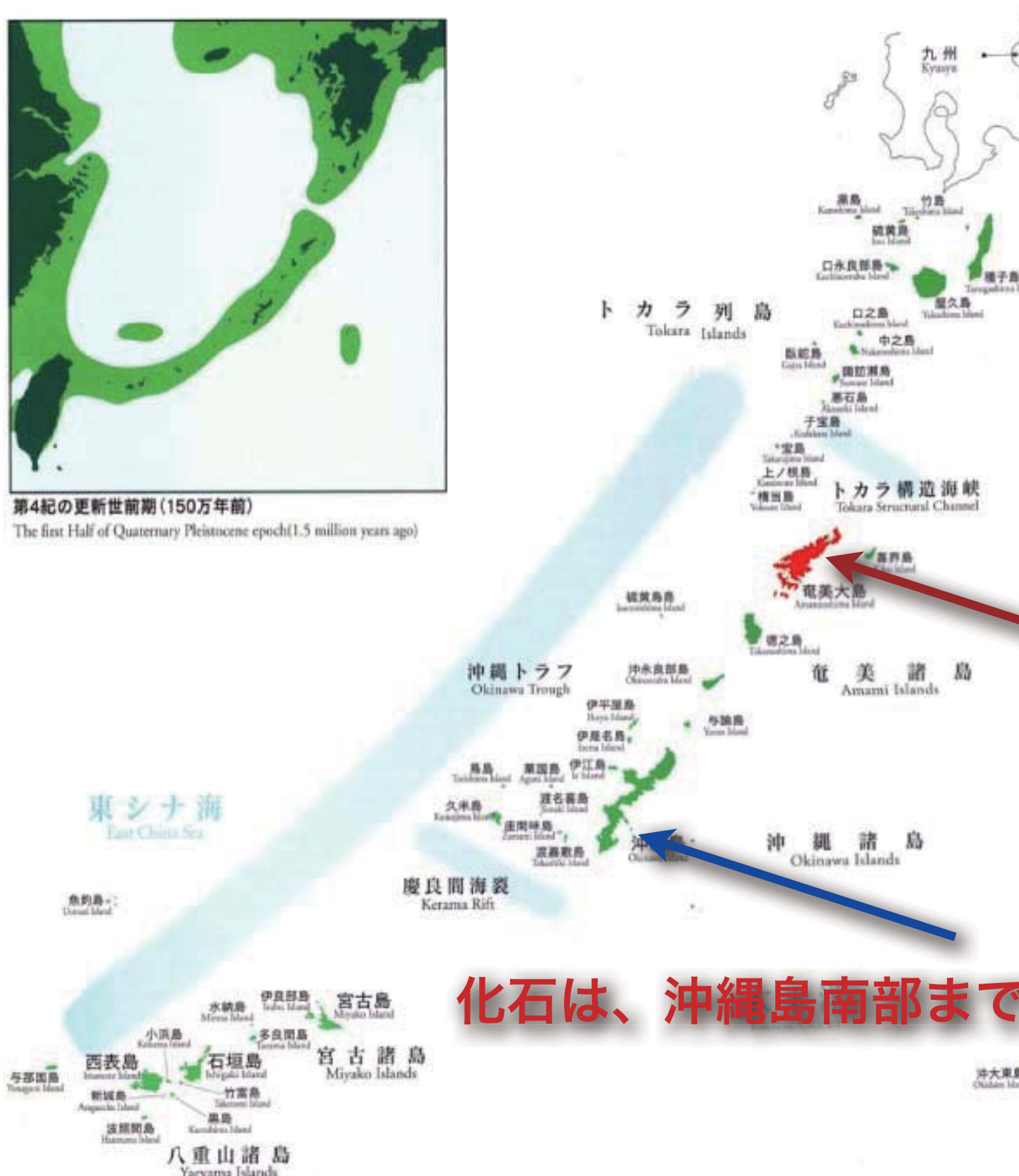


- 奄美大島のみに生息する固有種
近縁種はヒマラヤ山地にいる遺存固有種
 - 照葉樹林に生息する
 - 2006年に「絶滅危惧種」リストからはずされた
 - 日本では、初めての事例
 - 域外保全の試みが始まるうとしている
-

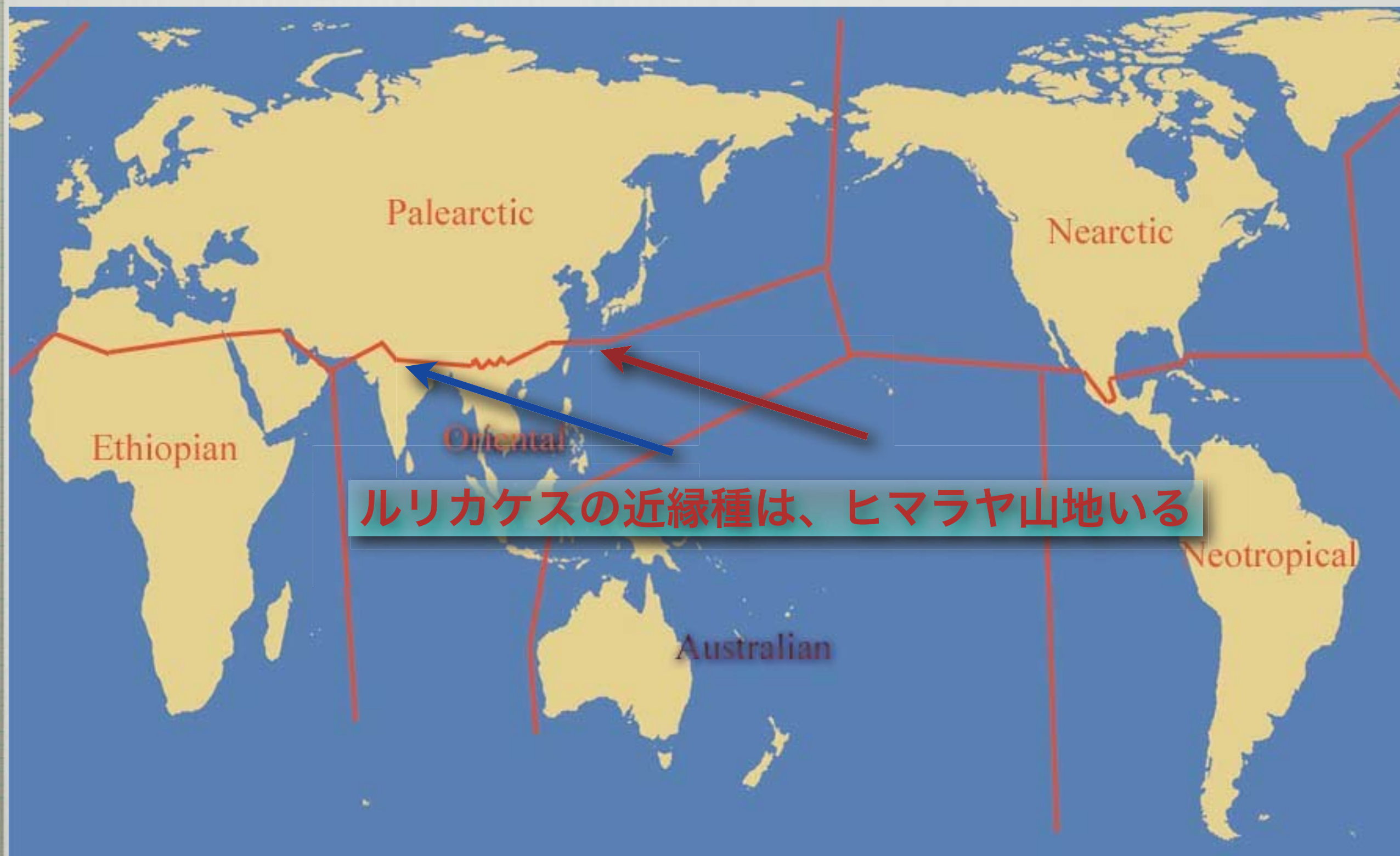
ルリカケスの分布



第4紀の更新世前期(150万年前)
The first Half of Quaternary Pleistocene epoch(1.5 million years ago)



化石は、沖縄島南部まで見つかった
1万年余り前



ルリカケスの近縁種は、ヒマラヤ山地いる

奄美大島は『東洋区』の北東の隅にある島、北側に「渡瀬線」

Other endemic animals on Amami Islands or Ryukyu Islands.

This island locates northeast edge of the Oriental Region. The land was connected to south to the continent, and has been isolated 12 thousand years or more.



Pentalagus furnessi



Trimeresurus flavoviridis



Erithacus komadori



Japarula polygonata



Rana ishikawae



Tokudaia osimensis



Babina subaspera



Diplothrix legata

Photos by Yasunori Maczono

さまざまな 固有種 がいる 島

Four endemic birds breeding on Amami Islands



Amami Thrush
Zoothera major



Lidth's Jay
Garrulus lidthi



Amami Woodpecker
Dendrocopos leucotos owstoni



Amami Woodcock
Scolopax mira

ルリカケスの環境 陰

- 19世紀～20世紀 **狩猟**、美しい羽毛輸出
アホウドリやトキと共通
 - 20世紀後半 照葉樹林 伐採
1953年本土復帰～ 奄美群島振興開発特別処置法に基づく補助
 - 1979年名瀬市(当時)内にフィリマンゲース放獣
1990年代～ マンゲースの分布・個体数が急速に拡大
 - 1990年「絶滅危惧種」に指定
-

ルリカケスの環境 光

- 大正10年(1921)国の天然記念物指定

- 狩猟 等捕獲の制限？

- 1990年代～ 照葉樹林 伐採量低下

チップ工場は 6 → 1 → 2

- 2000年～ 環境省マングース防除事業開始

2004年分布全域で低密度化

- 2006年に「絶滅危惧種」リストからはずされた

- 日本では、初めての事例
-

ルリカケス、希少種指定解除へ 生息数回復で全国初

2008年06月04日00時32分

鹿児島県の奄美大島とその周辺の島にしか生息していない国の天然記念物ルリカケスについて、環境省は、種の保存法に基づく国内希少野生動植物種（希少種）の指定から外す方針を発表した。天敵の減少や環境保全で、ルリカケスの生息状況が回復傾向にあるためという。動植物の希少種指定が解除されるのは全国で初めて。



希少種指定が外される見通しのルリカケス＝奄美大島、斎藤徹撮影

環境省野生生物課によると、奄美大島ではルリカケスを捕食する外来種のジャワマングースの駆除が進み、天然林も回復傾向にあるという。同省が07年度に実施した鳴き声の聞き取りや目視の調査でも、ルリカケスの生息状況に悪化が見られなかったことから、希少種指定の条件の「存続に支障をきたす事情」が認められないと判断した。現在、少なくとも1千羽が生息しているとされる。

指定解除には同法施行令を改正する必要がある。このため中央環境審議会の審議をへて8月にも閣議決定される。

ルリカケスは鹿児島県の県鳥。カラス科で体長約38センチ。93年、希少種に指定された。頭や翼のりり色と胴体の赤茶色が美しく、20世紀初めに帽子の飾り用の羽根に使うため乱獲された。

国内の希少種は動植物合わせて73種。捕獲や採取は禁じられている。そのうち奄美群島には鳥類を含む動物6種と植物3種が分布。ルリカケスに加え、アマミノクロウサギやオーストンオオアカゲラ、オオトラツグミなども奄美にしか生息しておらず、とくにオオトラツグミは200～300羽しかいないという。

希少種の指定解除について同課は「住民の自然保護の努力が報われた。奄美がめざす世界自然遺産登録にも有利に働くのでは」としている。（文と写真・斎藤徹）

レッドデータブック

2006年度の見直し作業によって
奄美大島の固有鳥類は・・・

オオトラツグミ	CR → VU
アマミヤマシギ	VU → EN
オーストンオオアカゲラ	VU → EN
ルリカケス	VU → ランク外
アマミコゲラ	VU → ランク外

CR, 絶滅危惧A類; VU, B1類; EN, B11類

伐採面境界



1992年3月 三太郎峠住用側皆伐地

生息地（森林）の減少、分断化

伐採面境界



三太郎峠住用側皆伐跡地2003年9月

海~里側からの風
陰面の成長が早い

伐採面境界
風陰谷面境界不明瞭

2015.3.13
Santaro-Nishinakama

風表斜面の樹冠はまだ小さい



2015.3.13 三太郎西仲間(1992伐採跡)

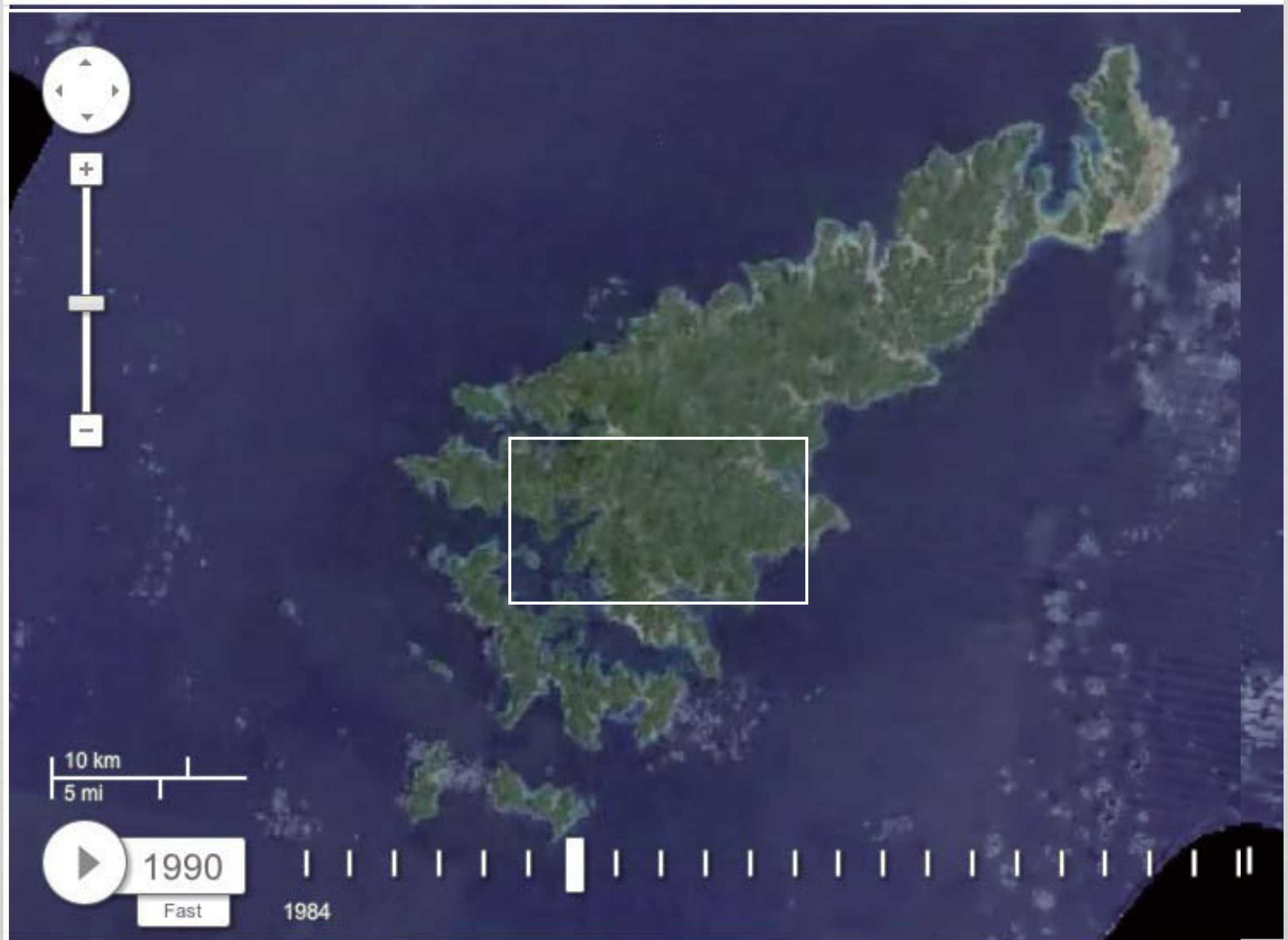
伐採後23年三太郎峠住用側皆伐跡地2015年3月

道路の拡幅・直線化



生息地（森林）の減少、分断化

Earth Engine › Landsat Annual Timelapse 1984-2012

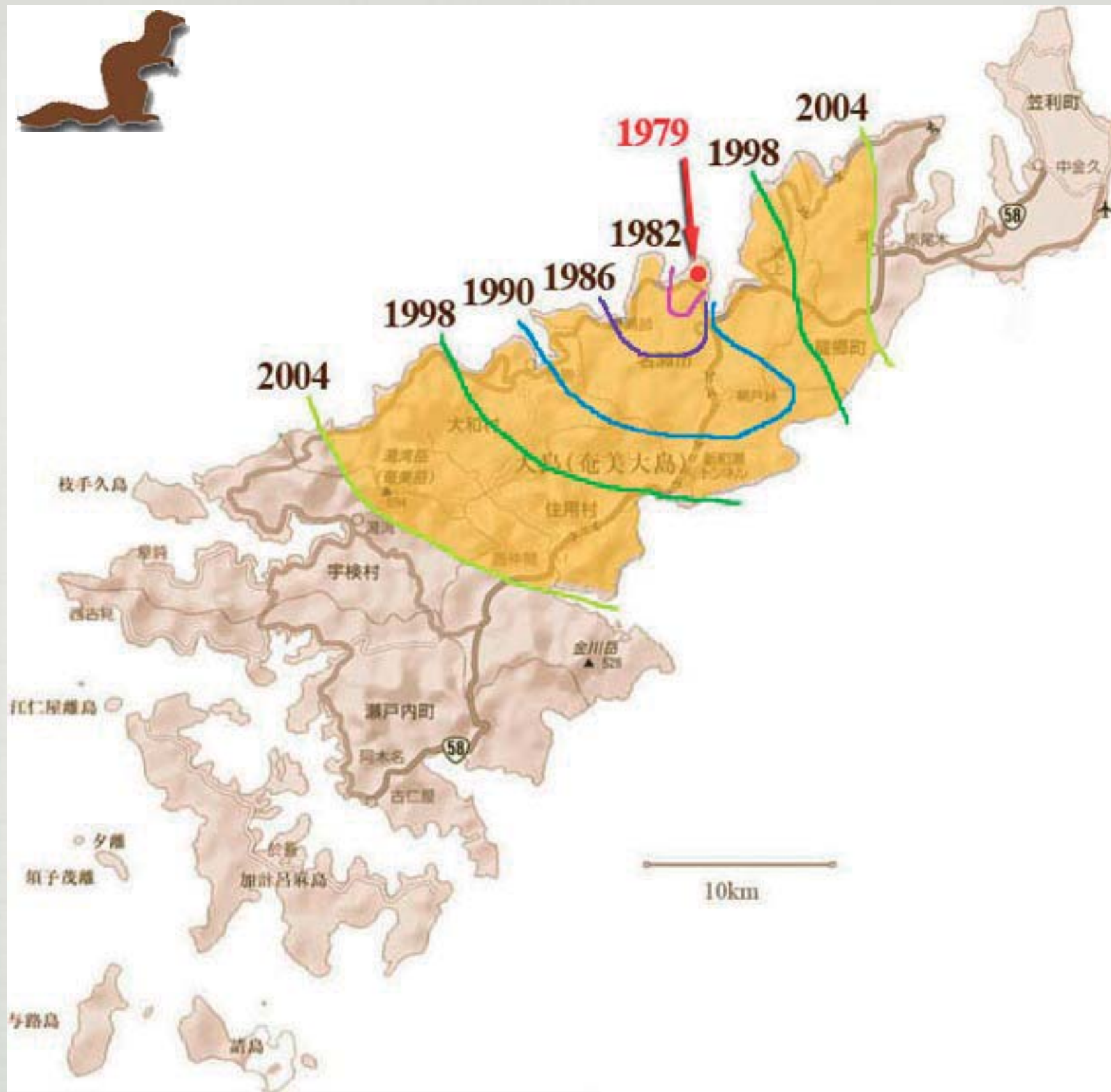




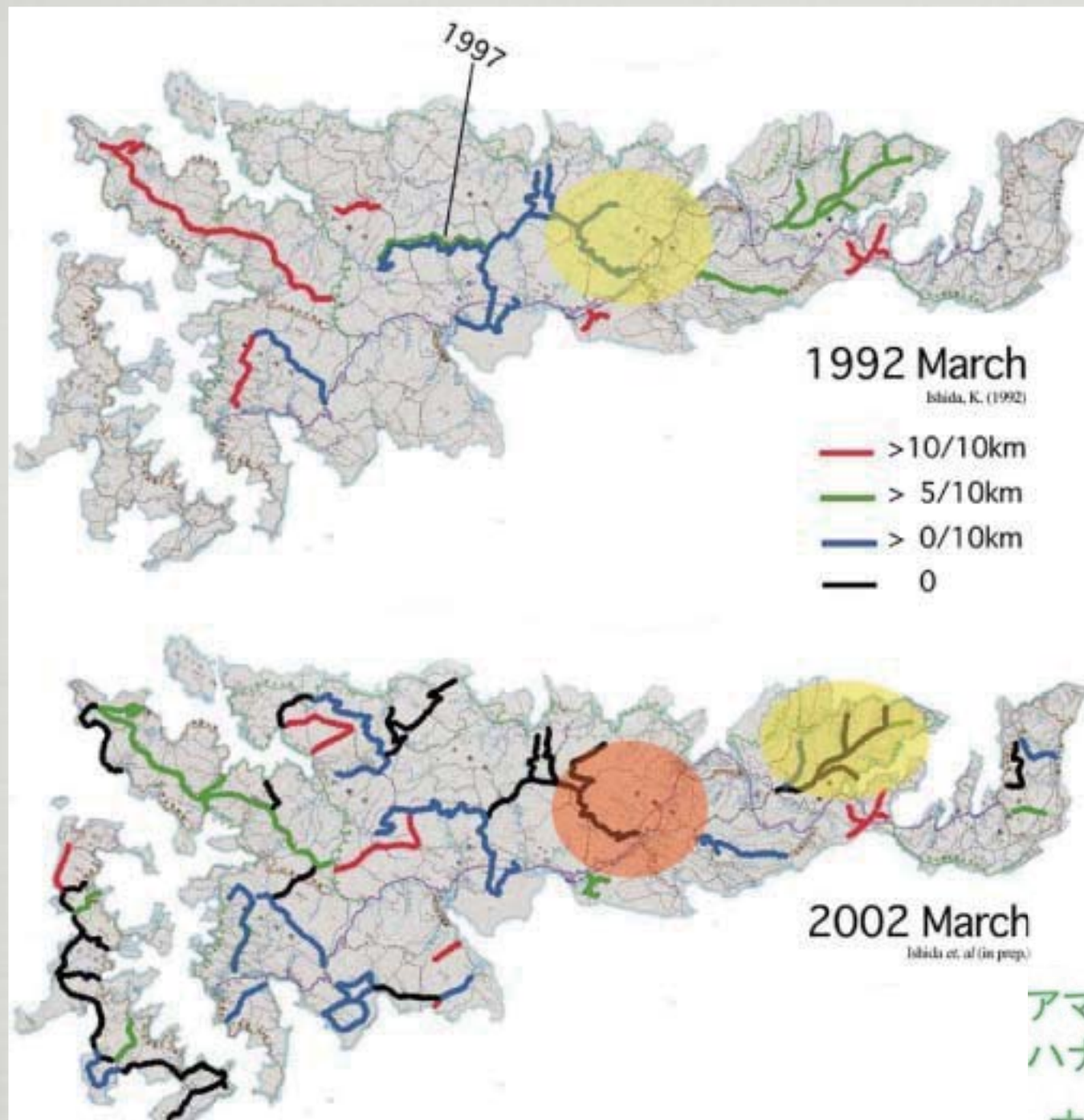
<http://earthengine.google.org/#timelapse/v=28.21852,129.35309,10.5,latLng&t=0.00>



ファイリマングース



(a) mongoose eradication project, Ministry of Environment, Japan



アマミヤマシギ

カエル

1974年

推定生息数
不明



1994年

推定生息数
2,500-6,000頭



2002年

推定生息数
2,000-4,800頭



Sugimura & Yamada (2004)

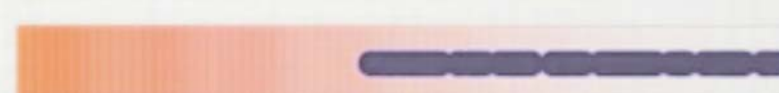
アマミノクロウサギ

マングース



アマミ

ハナサキガエル



オットンガエル



イシカワガエル



マングース 奄美中央林道 マングース
放獣地点 未定着地域
亘 悠哉 (2003)

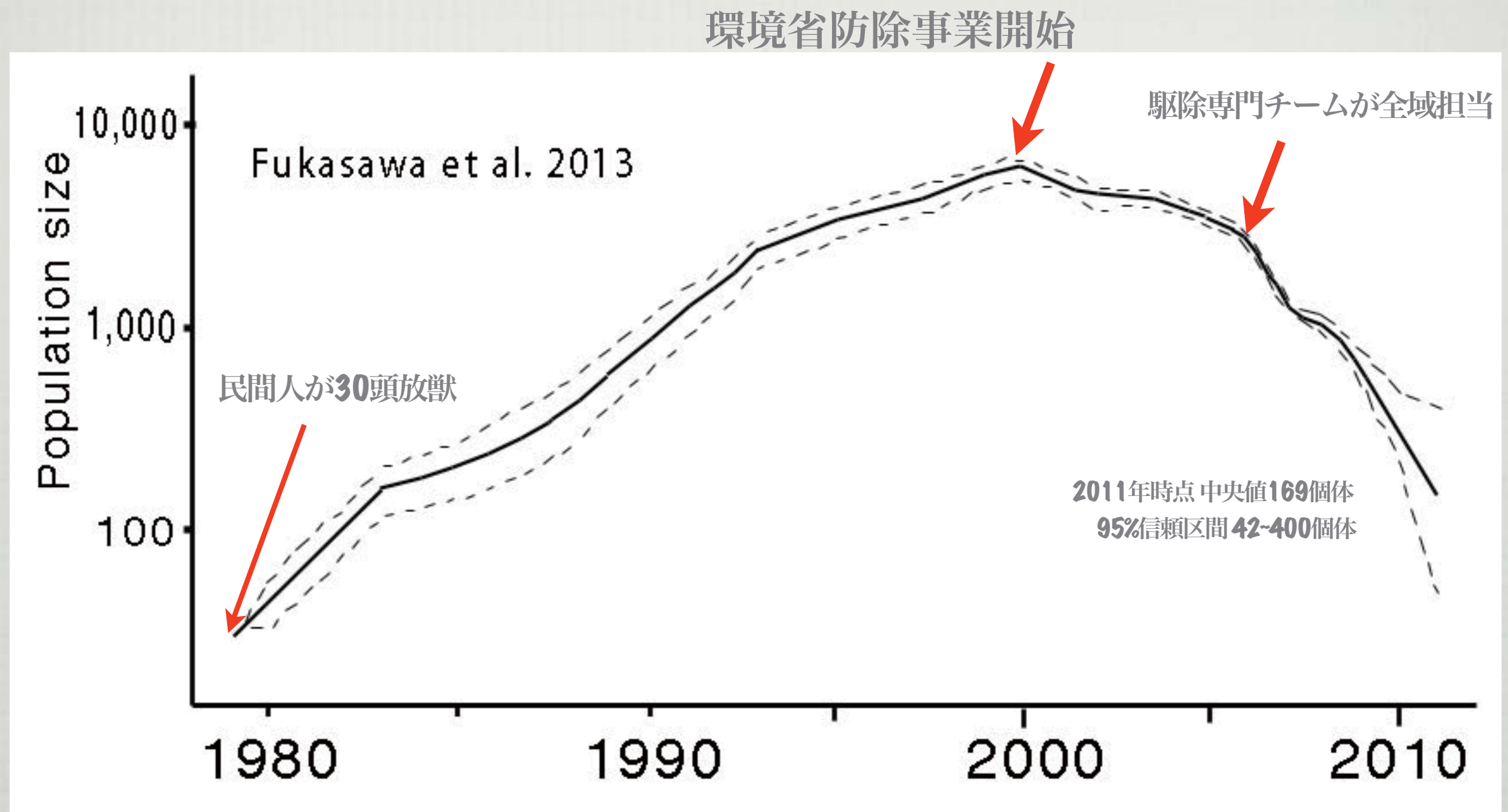


マングース防除事業 (環境省)

森林動物学2014年7月4日



各年度(4～3月)のマングース駆除数 と 罠全体の捕獲効率



環境省防除事業等による駆除データをもとに、ベイズ推定

Fukasawa et al. 2013

奄美大島のマングース生息数推移

侵略的外来種の防除

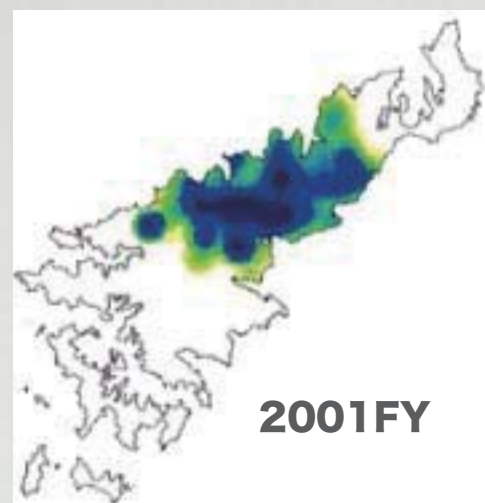
目的：生態系回復、可能なら根絶

最適解は何か

沖縄のマングース

全国にいるアライグマ、ブラックバス、ブルーギル
等

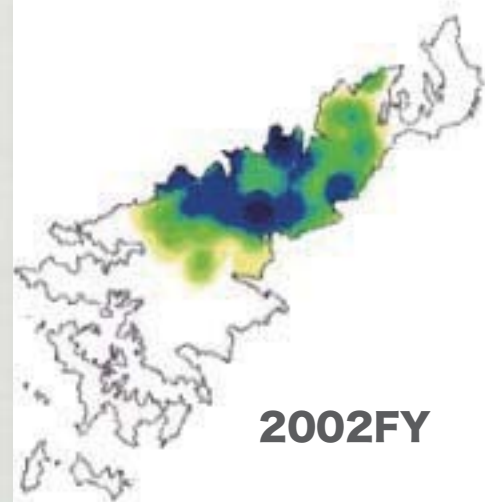
CPUE(C/10000TD)



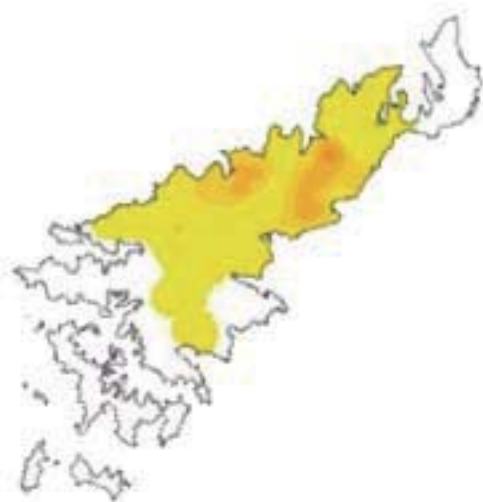
2001FY



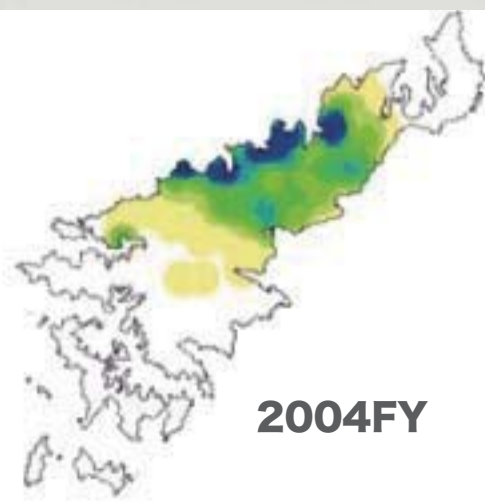
2002FY



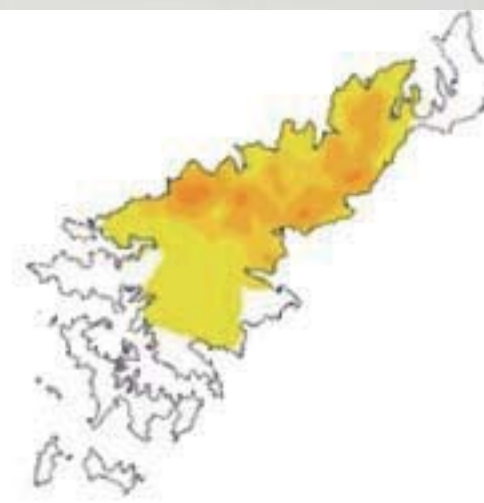
2003FY



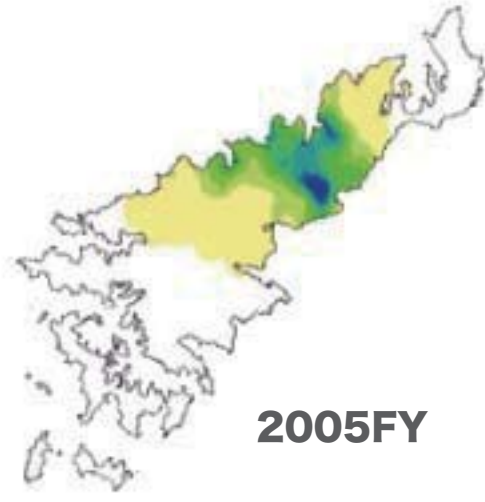
2004FY



2005FY



2006FY



わな日 (TD;trap-day)



ファイリマングース

(a)mongoose eradication project, Ministry of Environment, Japan

じゃんけんゲーム数値シミュレーション
と

大腸菌 3 者系の実験

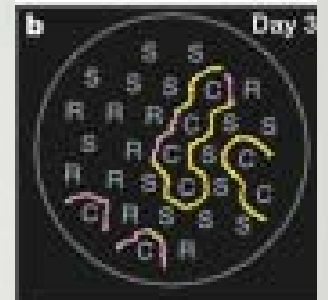
分散に局所制約を加えると 3 者共存

全体均一条件にすると 2 種絶滅

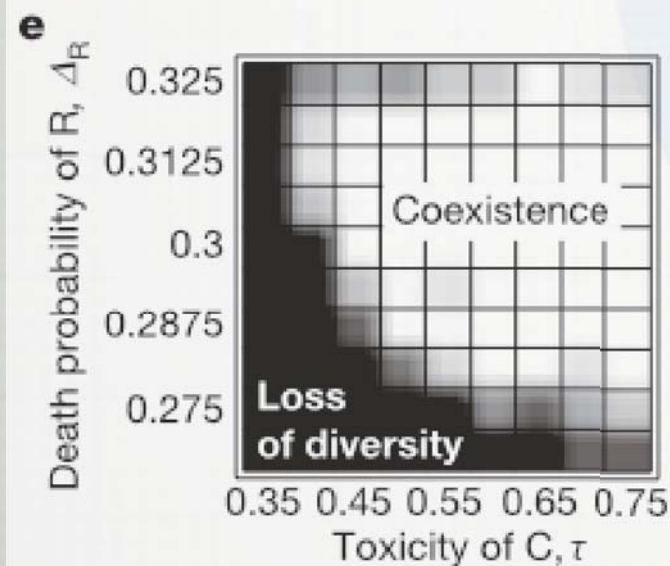
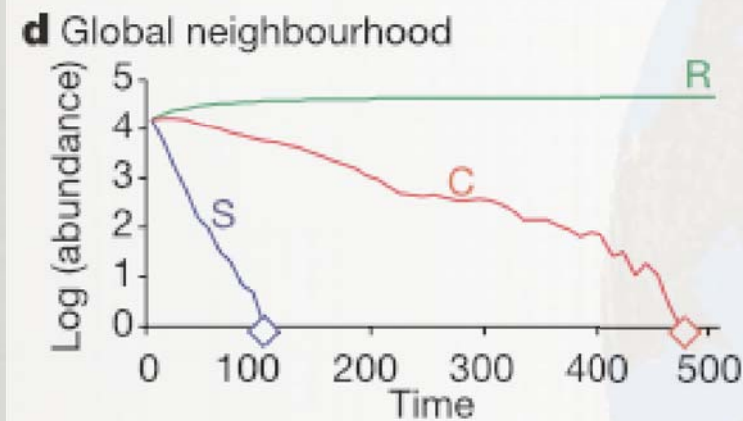
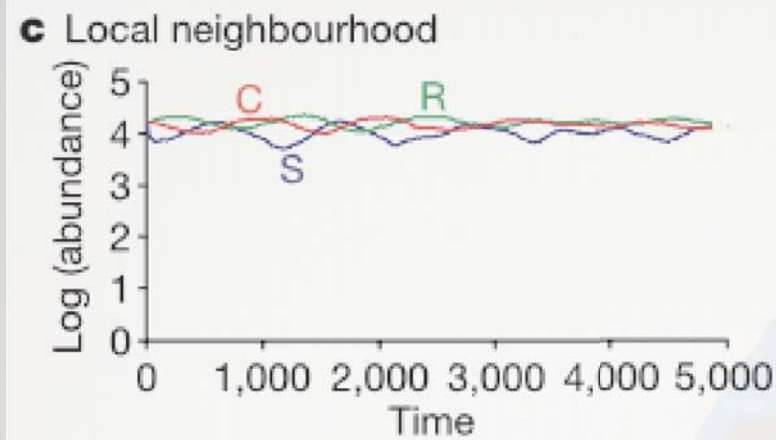
と

ゲル培地で移動制限下では 3 者共存

フラスコ内のゾル培地で均質に混ざると 2 種絶滅



ゲル培地 3 者共存



Local dispersal promotes biodiversity
in a real-life game of rock-paper-scissors.
B.Kerr et al. (2002) Nature 418:171-174.

グローバル化で → 人がかき混ぜ世界が均質に → 多様性が失われる

その本質を考察する

侵略的外来生物

ルリカケスの保全戦略



対 侵略的外来生物 戦略

ルリカケスの未来

- 生息条件の変化によっては「絶滅危惧に移行する可能性 はあるか

- **地球温暖化 化石は南方に、東洋区の北端に居る**
 - **外来種 いちばんこわいのは、伝染病**
 - **生息環境の消失 今年から森林伐採が活発化**
 - **大規模な自然の攪乱 台風は折り込みずみ？**
 - **特製巣箱、域外飼育 による増殖手法開発**
-

実は、本当に怖いのは
外来の伝染病

域外保全 も必要

モデル生物

ex-situ conservation

高橋さん . . . 実は愉快者



上野動物園では ルリカケスの域外保全 に取り組んでいる



日本の鳥舎、見学・観察 ルリカケスは、パンダの隣り

域外保全

捕食回避と生態観察



奄美大島に設置したルリカケスの巣箱



ふ化前の胚（事故巣）



4羽の内の2羽

**巣箱からいちばん小さいヒナを連れてきて
飼育下で繁殖個体群を育成する . . . 上野動物園ほか**

域外飼育

実習（10月2日）
上野動物園で
見学と手習い

実習

森林動物学2015年5月20日

これはとりあえず記憶 または メモせよ (実習参加者のみ)

姿勢・形 が 生態・適応と対応

動物園の鳥を観察して、骨格を想像して、
1つの姿勢をスケッチする

観察した行動と、骨格の想像図をもとに
解説板の説明も参考にして、、、

その鳥種の 生態的特徴を推定する =
生物学的な仮説 を つくる
その仮説を 短文で記述する

上野動物園で域外飼育の取り組みの説明をうけた後、鳥の観察
だいたい、1時間ずつ

森林動物学2015年5月20日

カンムリウミスズメ . . . アホウドリとならん で日本固有の海鳥・絶滅危惧種

「飛べるペンギン」みたいな奴、最南分布。オオウミガラスは絶滅した



周防灘では子育てをしているらしい



日本野鳥の会ホームページから

似てる似てない？

例えば、ペンギンとカンムリウミスズメ

これが、鳥だ

実物の鳥をみて、

鳥とはどういう生き物かということを
伝えるメッセージ（短文）やイラストをカードに記す

実習の課題

森林動物学2015年5月20日

10月2日午後の実習の予定上野動物園事務所通用門から出発



農学部弥生門 に集合して いっしょに行く
事務門から入ります。

いっしょに行けば無料
上野動物園



ハチ は イヌ である。

answer

イヌは、オオカミが人と共生して、人が品種改良（淘汰）した生き物である。

表現形質の多様性が非常に高く、品種間の差異や個体差（個性）が際立っているが、一部の品種では、特定の不利な形質（疾病等）が高頻度で発現する。秋田犬（あきたいぬ）は柴犬（しばいぬ）、テリア等の品種では、人に従い、狩猟やそれらの性質は、オオカミの集団で狩りや子育てをする遺伝的素質（生得形質）に由来すると考えられる。



Q another answer

ハチ は 昆虫 である。

昆虫は、頭・胸・腹からなり、胸から生えた6本の脚と4枚の翅をもち、変温性で、気門で呼吸する。

ミツバチ は社会性、半数倍数性の性質を持つ昆虫

ミツバチの巣には、繁殖を担う女王蜂とその姉妹の働き蜂がいる。

働き蜂は、ダンスをして他の同僚に蜜のありかを教える。

.....

それぞれ、今日のような（もっとたくさん）お話ができる。

閑話休題

おわり

Let's go to the zoo
on October 2nd
afternoon.