

第204回
愛知学院大学モーニングセミナー

不思議な動物カモノハシ ～その進化・生態から外交に使われた歴史まで

浅原正和 （愛知学院大学教養部生物学教室）



2023年3月14日

今日の内容

1. 自己紹介

2. カモノハシの進化と生態

カモノハシとは

卵生から胎生への進化：胎盤の起源

カモノハシの原始的な体の動かし方

3. カモノハシ独自の特徴の進化

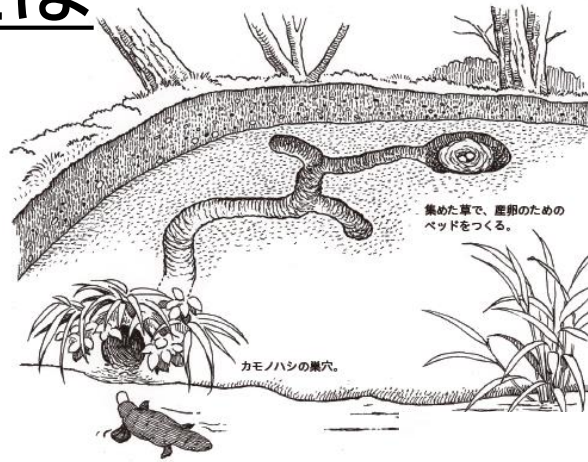
さまざまな化石カモノハシ

カモノハシはなぜ歯を失った？ ～講演者の研究～

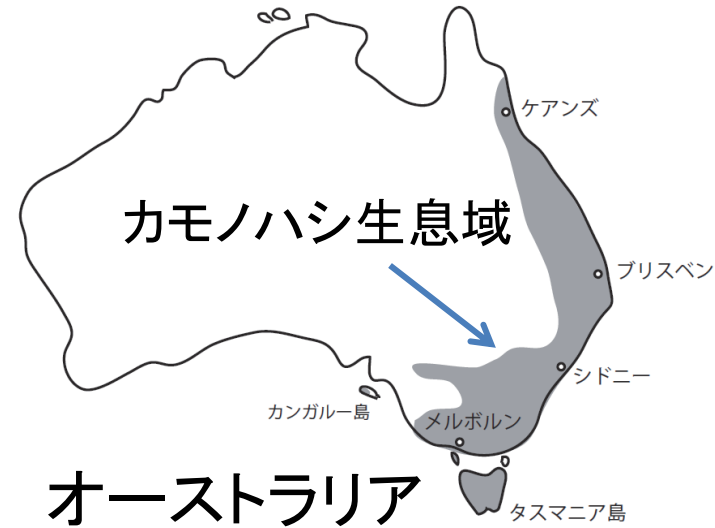
4. “カモノハシ外交”の歴史



カモノハシとは



川や湖の岸辺に巣穴を作って暮らし、水に入って水生昆虫や甲殻類を捕らえて食べます



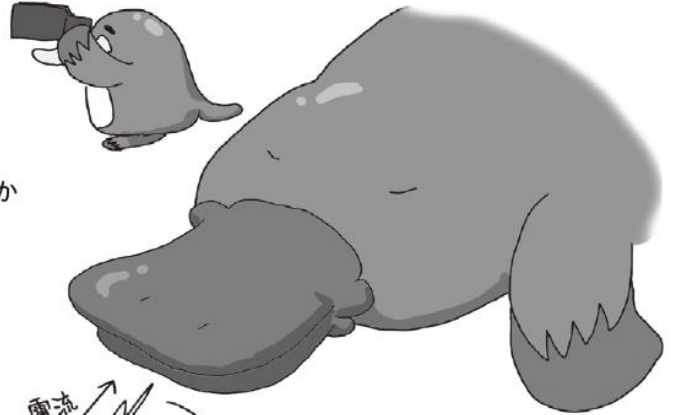
くちばしがあり
水かきと毛皮を持った
卵を産む
哺乳類です

カモノハシとは

- ・カモノハシ＝鴨の嘴
- ・くちばしは感覚器官（鳥類のくちばしと違ってやわらかい）



私たちが雷の光と音の到達時間の差から雷までの距離を測れるように……



カモノハシは、電気刺激の情報と水圧の情報が届く時間差を利用して、獲物までの距離を測っている可能性がある。



カモノハシとは



オーケストラの調音の音はよく聞こえない。

耳
水中では目と同時に閉じる。
聴覚はあまり強くない。

目
水中では閉じる。視覚はあまり強くない。

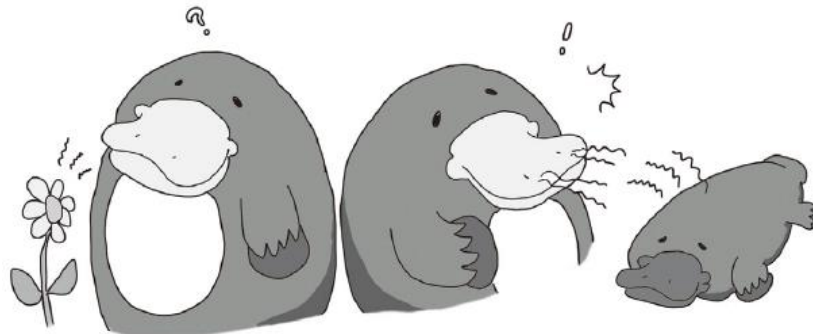
くちばし
鳥類のくちばしとちがって、やわらかい。感覚器官としての機能があり、触覚や電気感覚がある。電気感覚は第六感ともよばれる。くちばしの中にも骨が通っている。

鼻の孔
水中では閉じる。嗅覚はあまり強くない。

毛皮
水の中を泳ぐため、撥水性と保温力の高い緻密な毛でおおわれている。かつては毛皮を目当てに狩猟された。

口
味覚はあまり強くない。頬袋（餌を蓄える）がある。カモノハシの成体には歯がなく、食べ物はつめと同じ素材でできた「角質板」ですりつぶす。なお子どもの頃は痕跡的な臼歯があるが、成長とともに抜け落ちる。

前足
みずかきは指よりも前に広がっている。歩くときは折りたたんでクッションにする。前足で土を掘るのでつめの先は丸い。



けづめ
オスは後ろ足のかかとにけづめ（蹴爪）をもつ。けづめは毒腺につながっており、オス同士の争いに用いる。カモノハシ同士であれば死に至ることは通常ないようだ。メスも子どもの頃にはけづめがあるが、成長とともに抜け落ちる。

尾
泳ぐときは方向安定板の役割をする。尻尾を丸めて、その中に草を挟んで巣まで運ぶこともする。脂肪を蓄える場所でもある。

総排出孔
ふん、尿、卵の通り道は体内で合流したあと、同じ孔（総排出孔）で体外へ出す。このような総排出孔をもつのは、鳥類や爬虫類、両生類と共通する特徴である。「単孔類」という名前の由来でもある。

後ろ足
みずかきは前足より小さい。つめはよりとがっている。

卵巣
多くの鳥類と同じく右側は未発達となる。卵は一度に2つ産むことが多い。なおハリモグラの卵巣は左右ともに発達している。



オスの後ろ足のかかたにあるけづめ。後ろ足には毒を分泌する毒腺がある。

カモノハシとは

哺乳類のなかで古くに分かれ、原始的な特徴を持つ単孔類

単孔類:

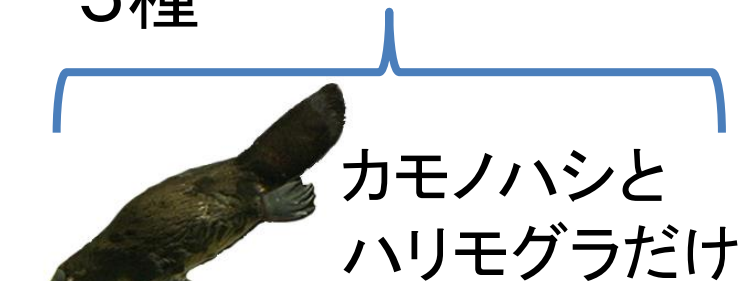
卵生 & 母乳で育てる

5種

有袋類 & 真獣類

子供を産む(胎生)

4000種以上



単孔類



有袋類



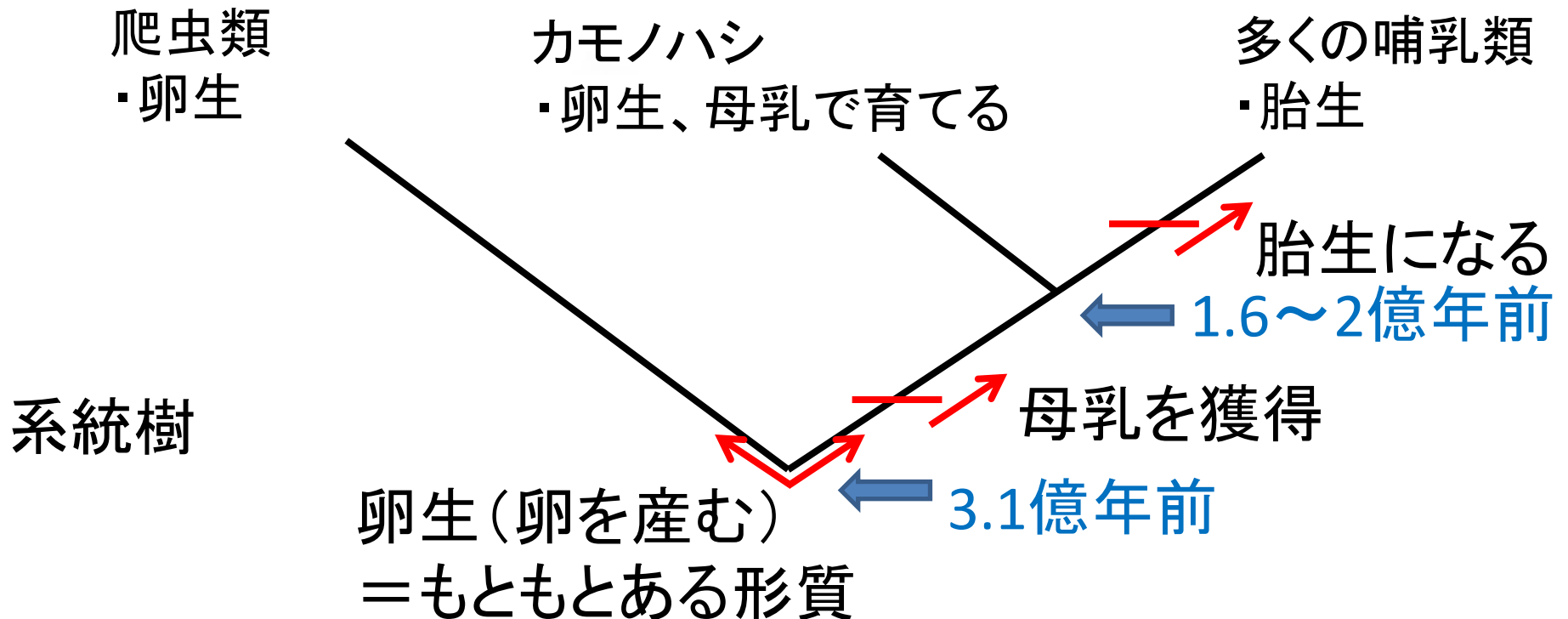
真獣類(有胎盤類)

系統樹

哺乳類

カモノハシとは

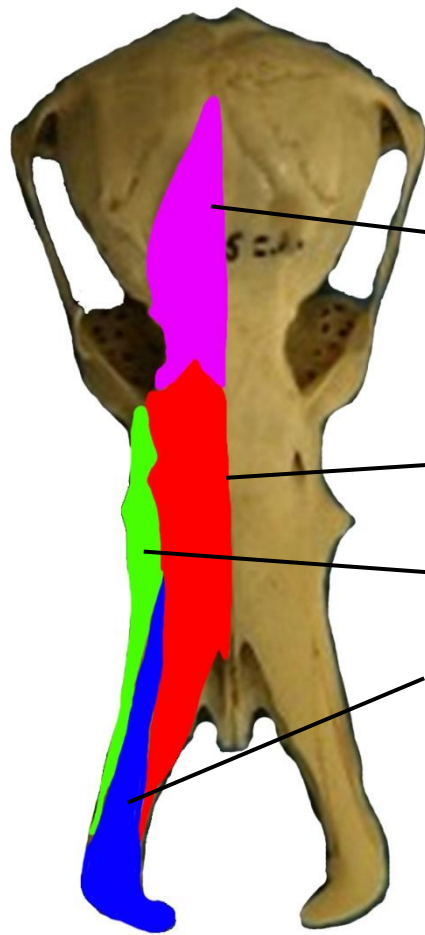
- ・カモノハシは哺乳類の進化を2億年さかのぼる生き証人
- ・カモノハシの“中間的”な形質は進化の歴史を反映したもの



カモノハシとは

なぜカモノハシか？ 極限をみると普遍がわかる：

・くちばしのような変わった構造も普遍的なパーツの使い回し



カモノハシ

前頭骨

鼻骨

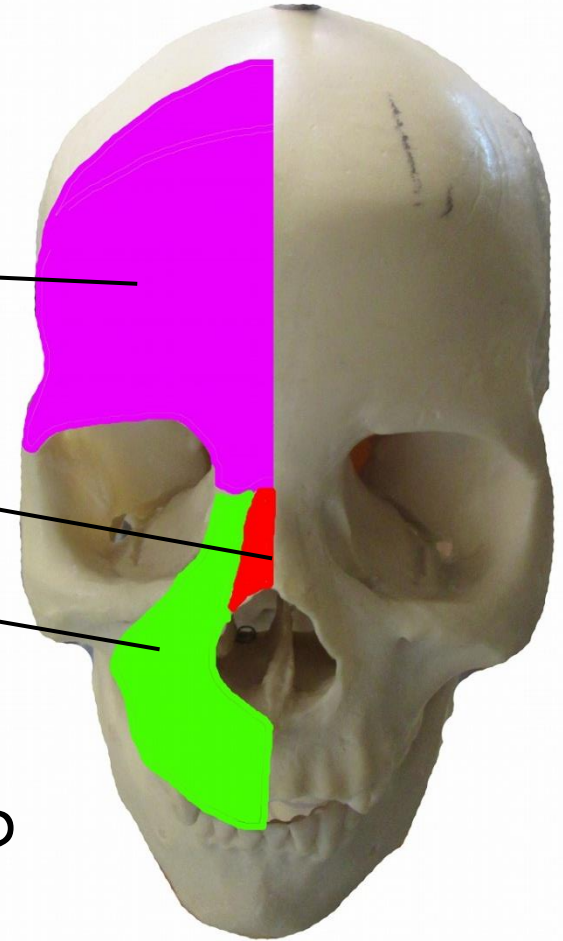
上顎骨

中隔上顎骨 (Septomaxilla)

爬虫類等に見られる骨

(哺乳類では単孔類のみもつとされてきたが、近年の研究

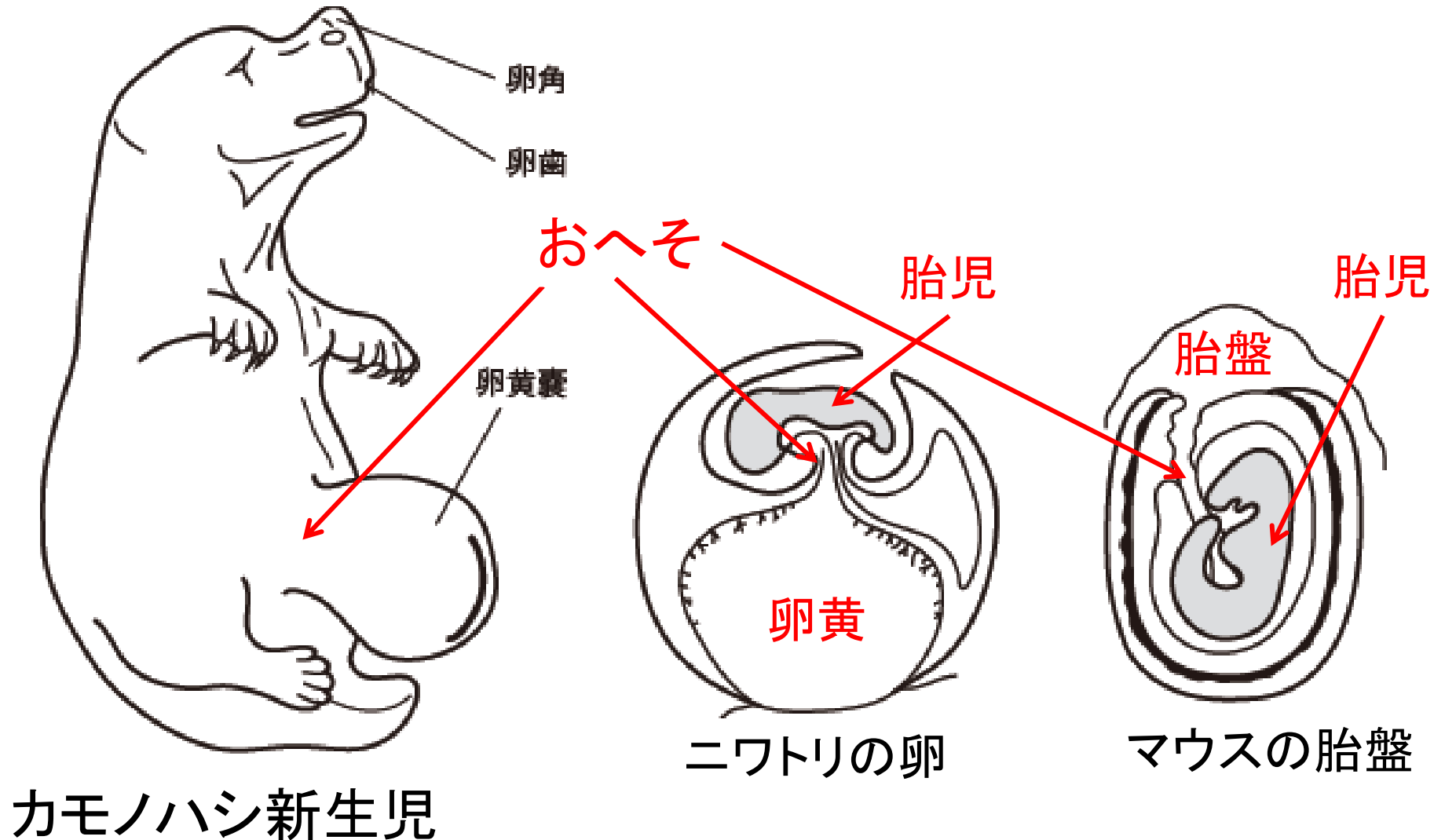
では他の哺乳類では上顎骨と同一化しているという説も)



ヒト

卵生から胎生への進化：胎盤の起源

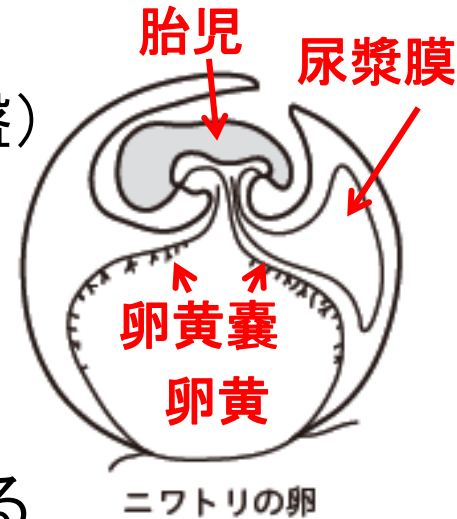
おへその秘密：卵で生まれるカモノハシにも“おへそ”がある
卵黄を吸収する構造が胎盤（胎児と母親を繋ぐ構造）の起源



卵生から胎生への進化：胎盤の起源

卵生～胎生のグラデーション：中間段階としての有袋類

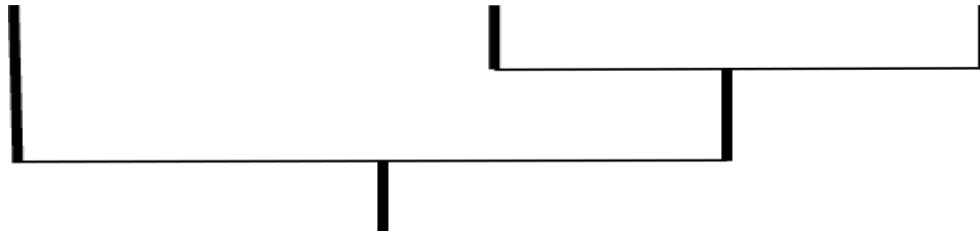
- ・卵生の動物：卵黄→卵黄嚢から栄養を得る
- ・有袋類：卵黄嚢のみで胎盤をつくる(→不完全な胎盤)
- ・真獣類：最初卵黄嚢で、次いで尿漿膜で完全な胎盤をつくる
- ・有袋類は卵黄嚢の胎盤で新生児は大きくなれない
- ・新生児は未熟な状態で誕生(頭や前脚のみ完成)
→前脚で袋の中をよじ登り、乳頭に食いついて生きる



・卵生
単孔類

・不完全な胎盤
有袋類

・完全な胎盤
・十分成長した新生児
真獣類(有胎盤類)



体の動かし方の進化



立ち方と関連して体幹運動も変化

多くの爬虫類 & 原始的哺乳類

- ・ 這う姿勢 (脚が左右に伸びる)
→ 左右軸運動で歩幅を伸ばす

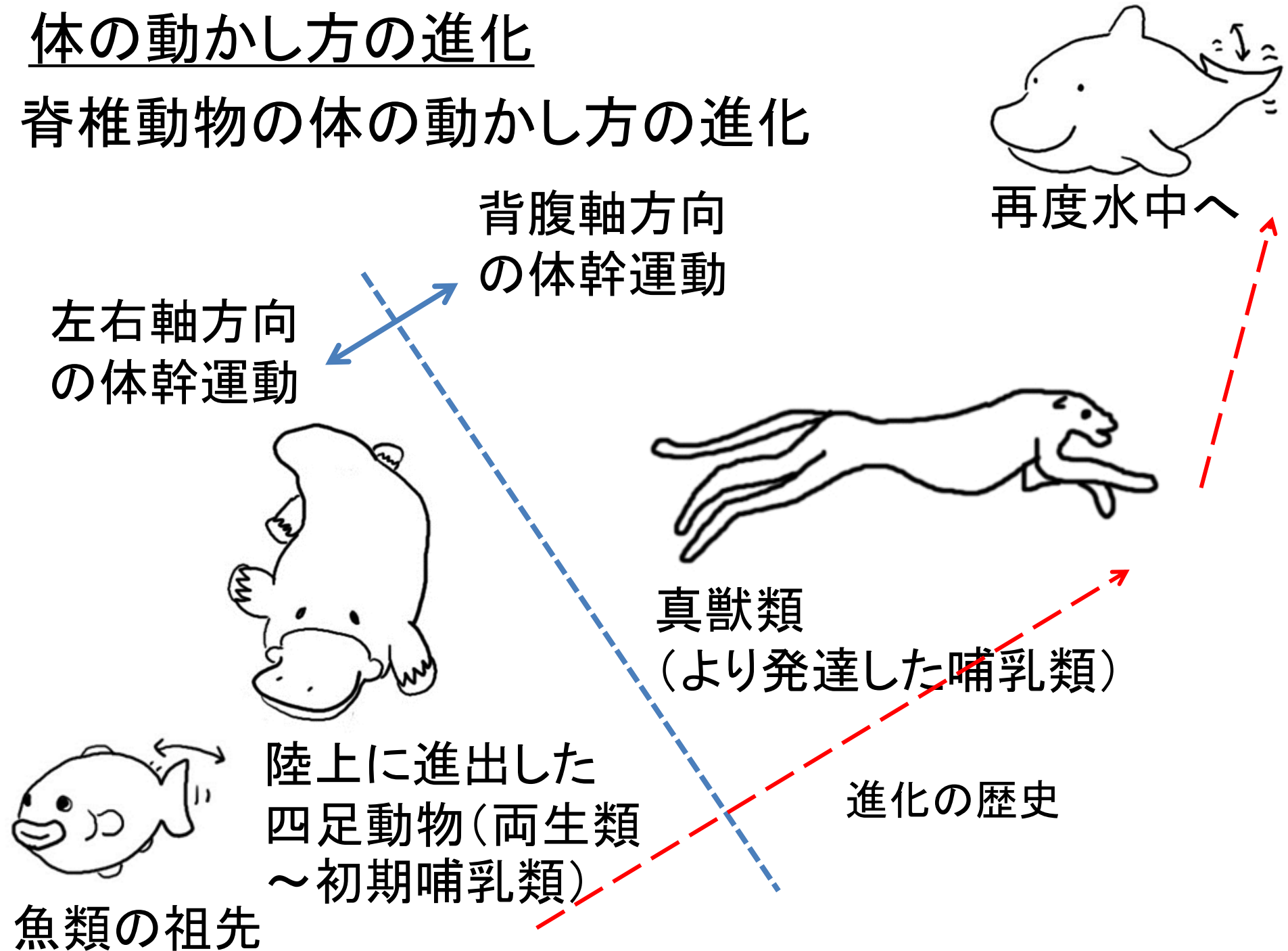
真獣類 (有胎盤類) 哺乳類

- ・ 直立姿勢 (脚が直立)
→ 背腹軸運動で歩幅を伸ばす
→ 直立することで
大型化が可能になっ
た



体の動かし方の進化

脊椎動物の体の動かし方の進化



さまざまな化石カモノハシ

単孔類は化石種も少ない(現生種含めても少数)

1. 中生代(恐竜の時代)

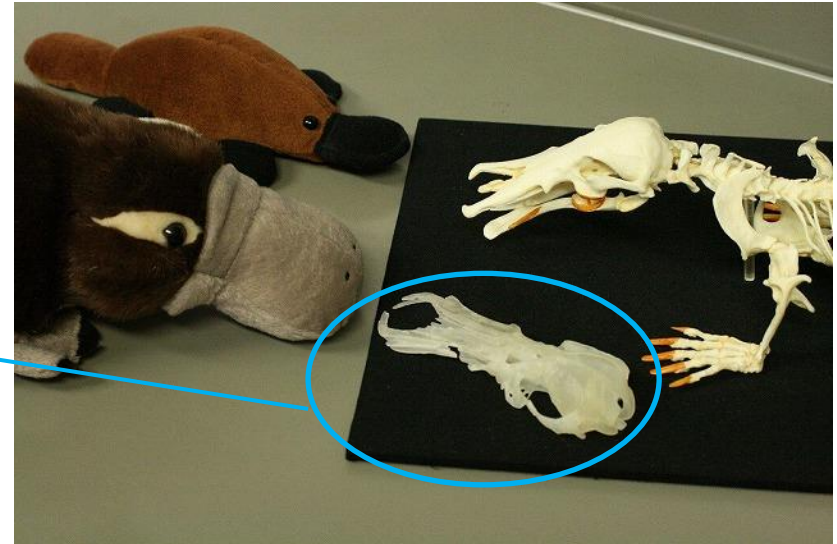
- ・テイノロフォス
- ・ステロポドン
- ・クリオリクテス
(・コリコドン)

2020年以降の発見

- ・スンドリウス
- ・スティロトドン
- ・パタゴリンクス(2023年2月に発見)

2. 新生代(恐竜絶滅後)

- ・モトレマトウム
- ・オブドウロドン
- ・カモノハシ(現生)
- ・ミユビハリモグラ(現生)
- ・ハリモグラ(現生)



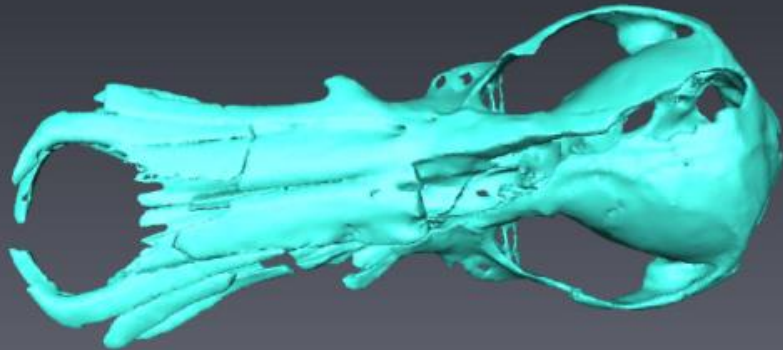
※モトレマトウム&パタゴリンクス以外は豪州産

さまざまな化石カモノハシ

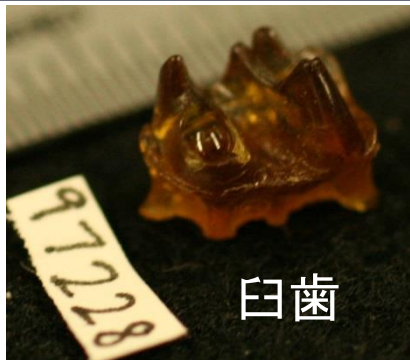
オブドゥロドン(700～2300万年前)

歯の生えたカモノハシ(1975年発見)

- ・古い時代の化石哺乳類は歯だけで知られることが多い
- ・この歯と比較することで古い時代の単孔類が単孔類だとわかるように

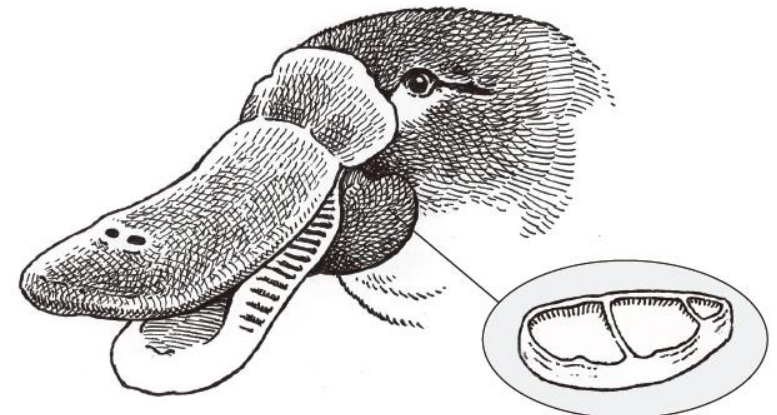


Obdurodon dicksoni



オブドゥロドン

臼歯



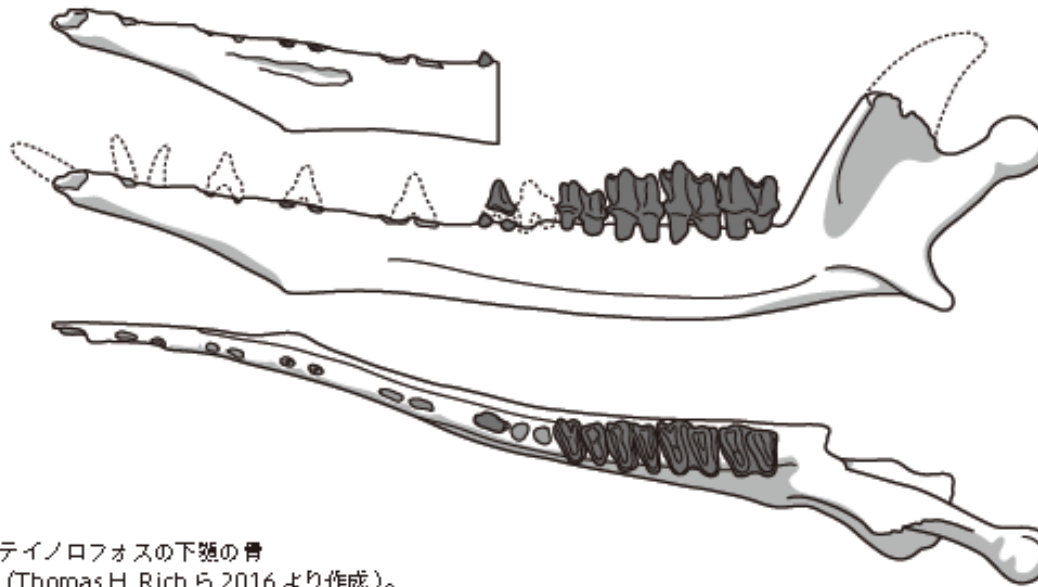
現生カモノハシ

歯のかわりに
角質板が進化した。

さまざまな化石カモノハシ

ティノロフォス（1億2000万年前）

最も古い単孔類・歯と下顎の化石のみ・体長推定9cm
（1999年発見）



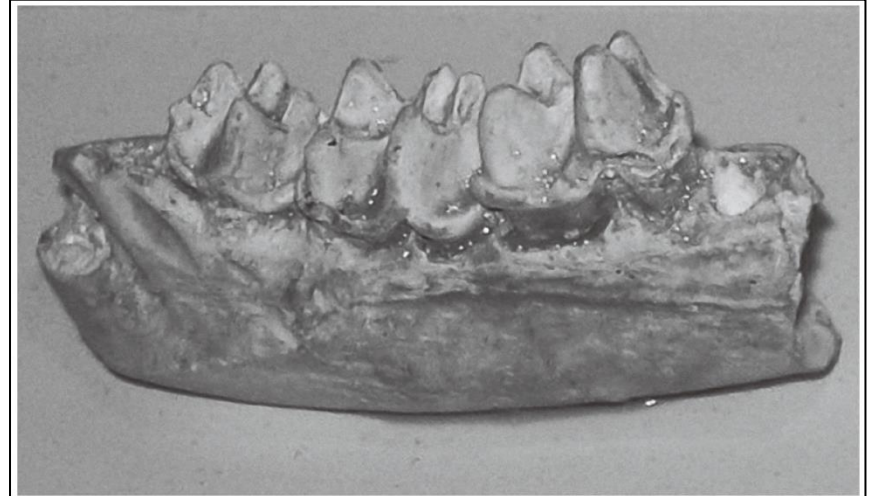
ティノロフォスの下顎の骨
（Thomas H. Rich ら 2016 より作成）。

太い「下顎管」があることからカモノハシのように吻の先（鼻先）に感覚器を持っていた可能性がある

さまざまな化石カモノハシ

ステロポドン(1億1000万年前)

オパール化した下顎の化石・カモノハシより少し小さい
(1985年に発表)



ステロポドンの下顎の一部(レプリカ)。

ステロポドンの真の姿はいかに？

ステロポドンの予想図を描いた人がある。

オーストラリアンミュージアムの研究者が描いたもの



カモノハシ
そのまんま。

くちばしがある
(ちょっと厚め)

ある研究では
下顎骨の形態から
くちばしがあたに違いない!
とか!?

原典もみていないので
よくわかりませんが。
本当かぬえ...?

BBCの番組,
Walking with Dinosaurs →

のチームが描いたステロポドン(CG)

(番組みてないんだよね~

みたい...)



さまざまな化石カモノハシ

コリコドン：
オパール化した下顎の化石・
カモノハシくらいの大きさ
(1億1000万年前)(1995年発見)



レプリカ・斜め上から



ラッコの歯(貝類を食べる)

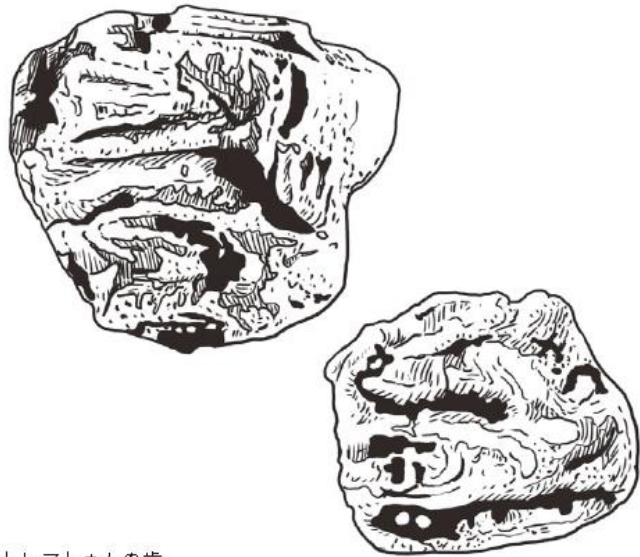
さまざまな化石カモノハシ

モノトレマトウム (6200万年前)

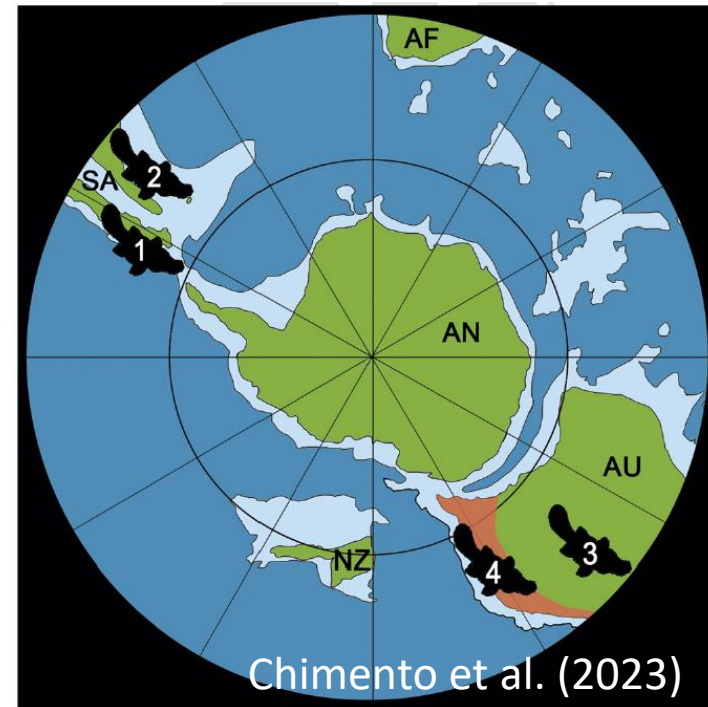
- ・南米からはじめて発見された単孔類
- ・オブドゥロドンに近縁 (同じ「属」という説も)

(1992年発見)

アルゼンチン
パタゴニア



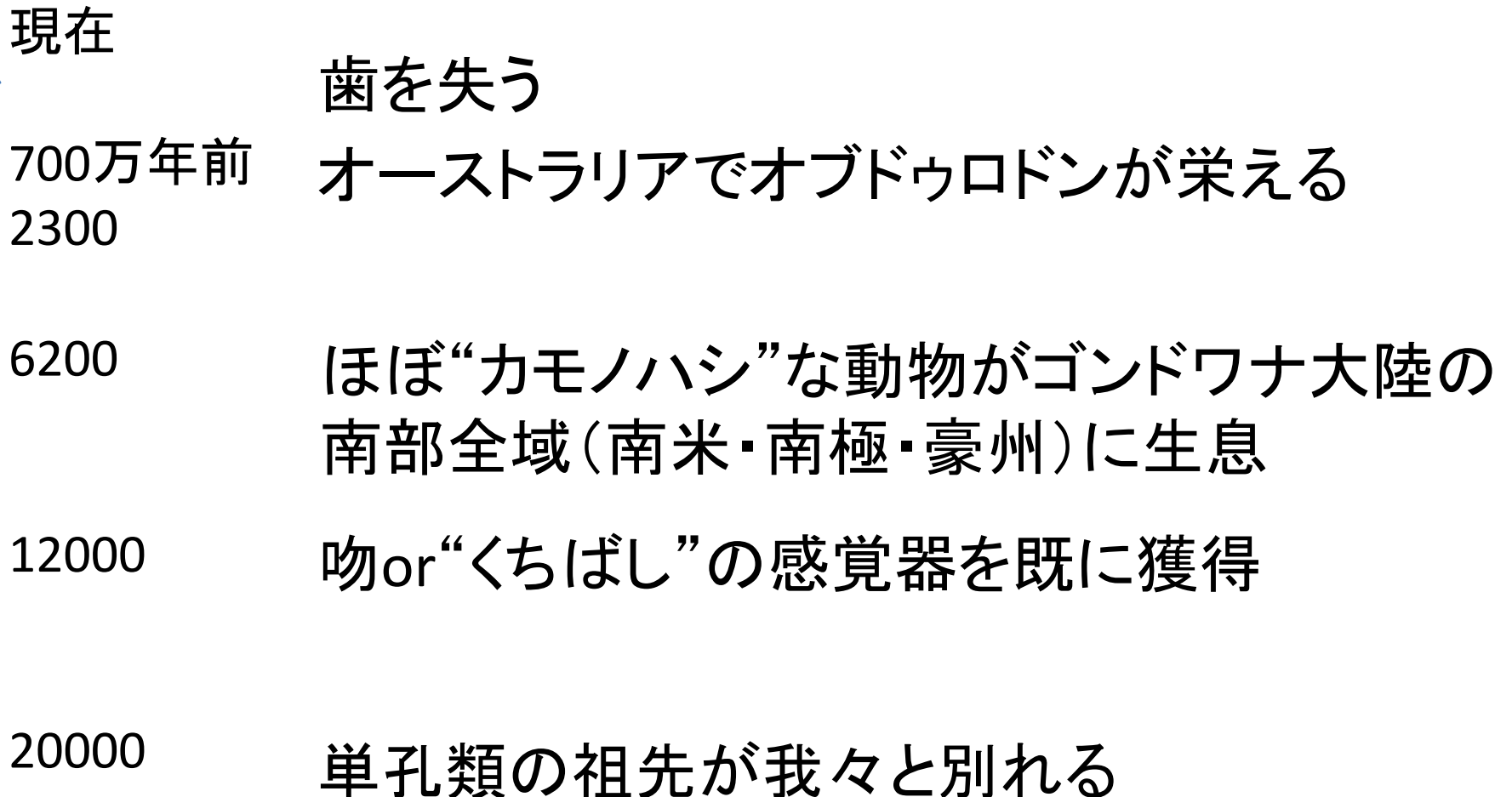
モノトレマトウムの歯
(Rosendo Pascual ら 2002 より作成)。



- ・先月これに近縁なパタゴリンクスが新種としてみつかると
- ・中生代白亜紀 (恐竜の時代) には南米、南極、豪州にカモノハシ型の単孔類がいた！

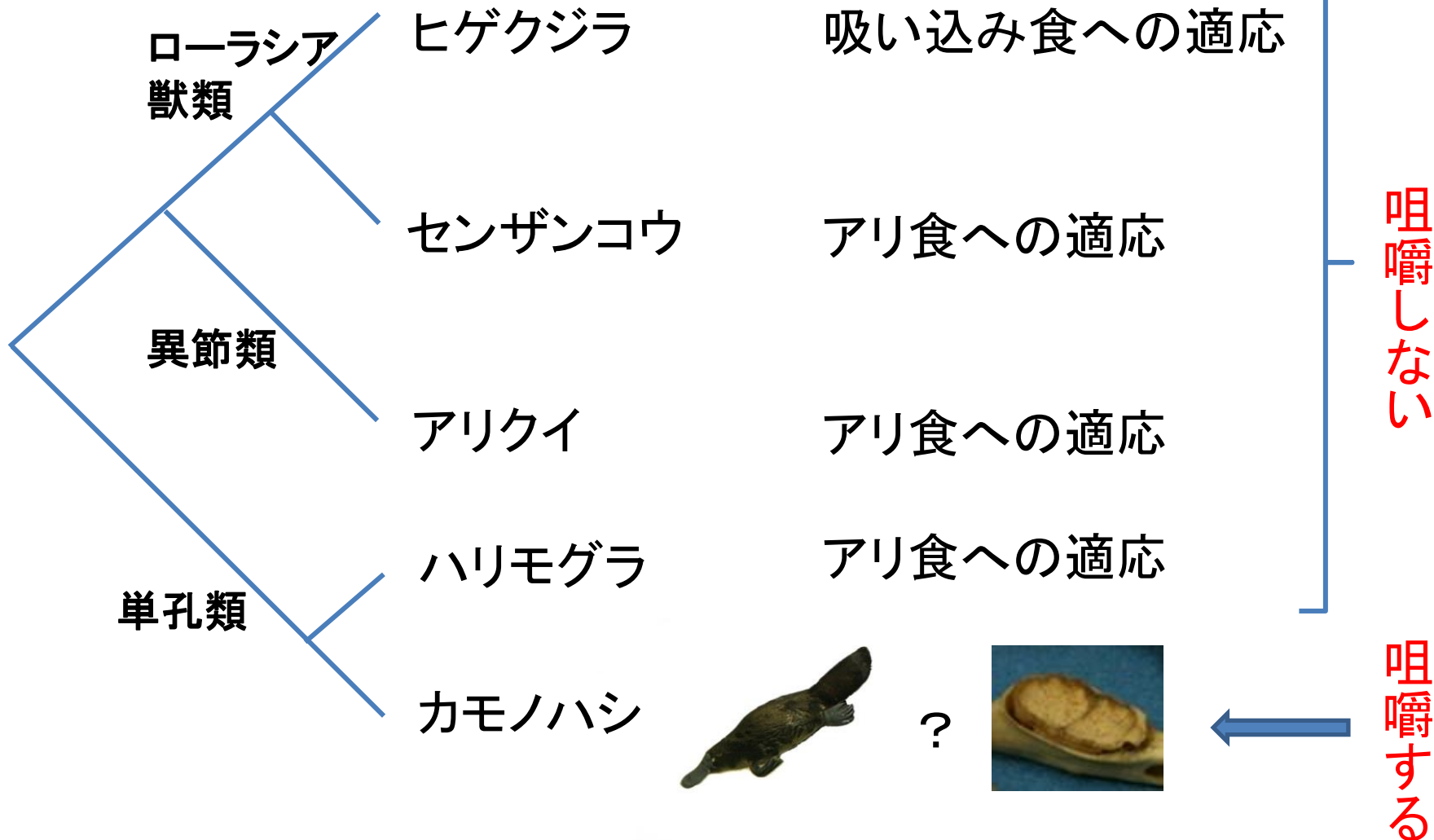
さまざまな化石カモノハシ

単孔類とカモノハシらしい形質の進化：



くちばしの感覚器官とその進化

実はカモノハシは咀嚼をするにも関わらず歯を失った唯一の哺乳類
歯を失った哺乳類



※カモノハシだけは臼歯の代わりに角質板で咀嚼

カモノハシはなぜ歯を失った？（私の研究）

カモノハシの三叉神経は上顎神経、下顎神経ともに角質板（オブドゥロドンの臼歯）の直下を通る

→これが何か関係していないか...？

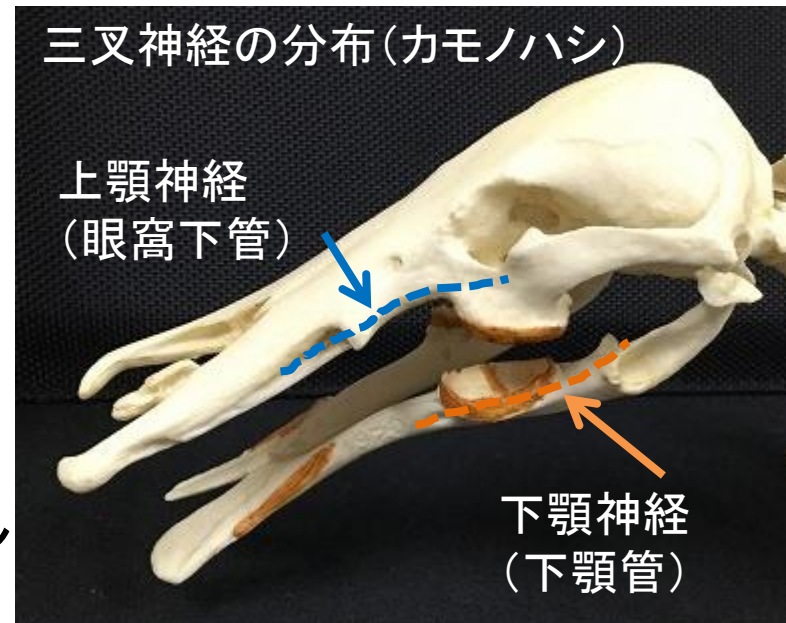
歯には歯根が要る...

スペースの不足、くちばしを平たくするための適応...いろいろと考えたが...

ひらめきは講義準備から生まれた！



オブドゥロドンの臼歯

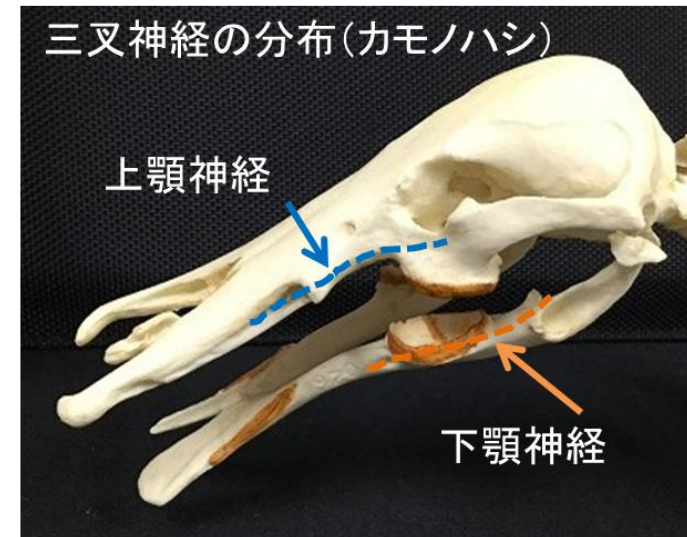
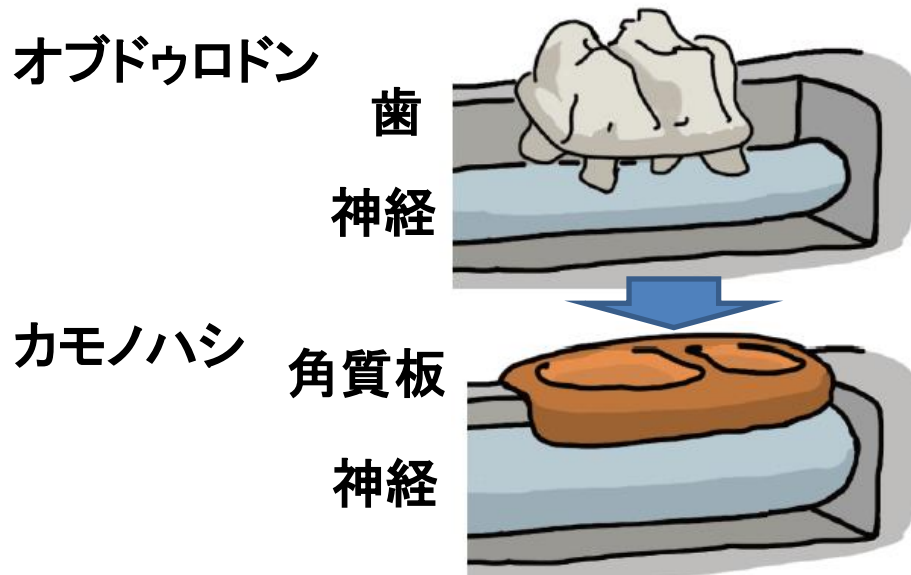


カモノハシはなぜ歯を失った？（私の研究）

そこで立てられた2つの仮説

仮説①: オブドゥロンは水中で目を使っていた
＝くちばしの感覚よりも視覚に依存していた

仮説②: 視覚からくちばしの感覚へと、依存する感覚器官が移行するとともに、くちばしの情報を脳へと伝える三叉神経が発達する
→三叉神経(上顎神経、下顎神経)の発達が歯根の生えるスペースを奪い、それによって歯が失われ、代わりに角質板を獲得した



カモノハシはなぜ歯を失った？（私の研究）

考察&まとめ:カモノハシが歯を失うまで

オブドゥロドンからカモノハシにかけて

1. 採食行動が変化

＝採食場所が水中から水底へ変化

水底ではくちばしによって泥が巻き上がる
→視覚が役に立たなくなる

2. 依存する感覚が変化

＝視覚からくちばしの感覚（電気等）へ

3. くちばしの情報を脳に伝えるため、
三叉神経（上顎神経、下顎神経）が発達

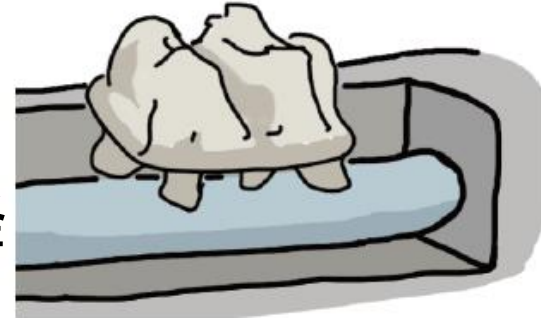
4. 歯根の収まる空間がなくなったため
歯が失われ、代わりに角質板を獲得



オブドゥロドン: 水中で採食

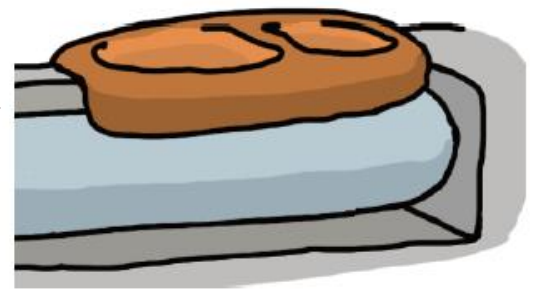
歯

神経



カモノハシ: 水底で採食

角質板
神経



カモノハシ外交

カモノハシ外交 3つの事例のうち2つを紹介

1. イギリスへの移送：戦時下の際どい外交政策
2. アメリカへの移送：民間の熱意
3. 日本への移送計画：自治体外交の活発化