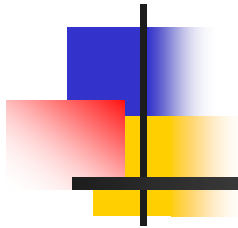


なぜクモは足が8本なのか

クモの過去・現在・未来



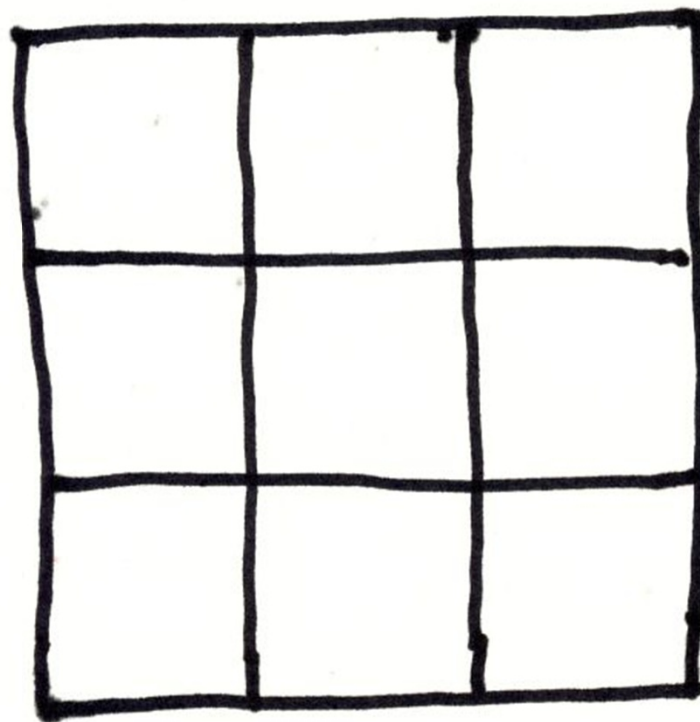
東京蜘蛛談話会 池田博明
日本ハエトリグモ研究センター



自然観察ビンゴ

平塚市立博物館の浜口哲一さんが土曜観察会で使っていました。

自然観察ビンゴ



なまえ[]



1から9までの
数字を自由に入
れてください。

自然観察ビンゴ

2	7	9
8	3	1
4	6	5

なまえ[]

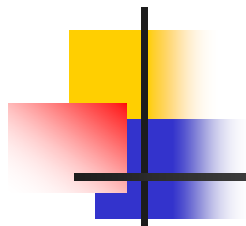
自然観察ビンゴ

2	7	9
8	③	①
4	6	5

なまえ[]

これから問題を出します。答えが合っていたら○、間違っていたら×で数字を囲んで下さい。

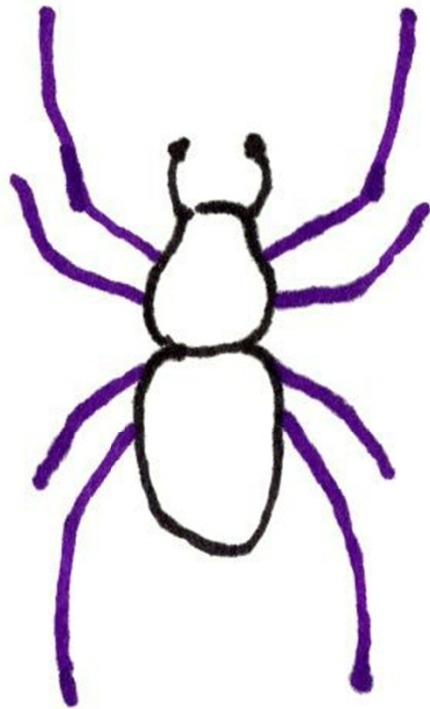
記号が3個並んだら「ビンゴ」



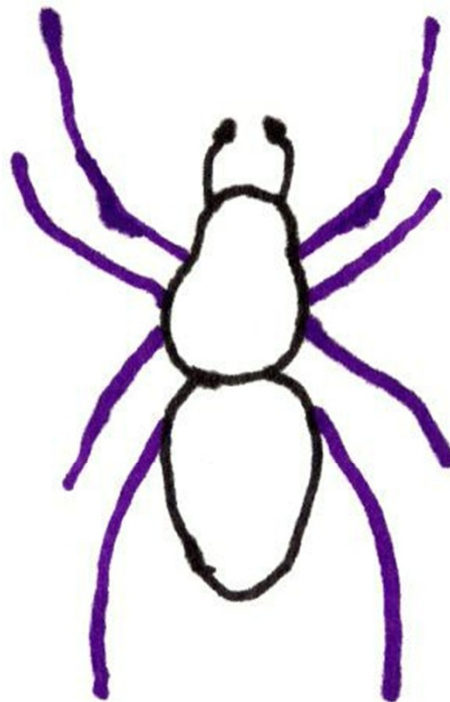
クモの足は何本でしたか？（問題
では、ありません）

【問1】クモの足はどう付いている？

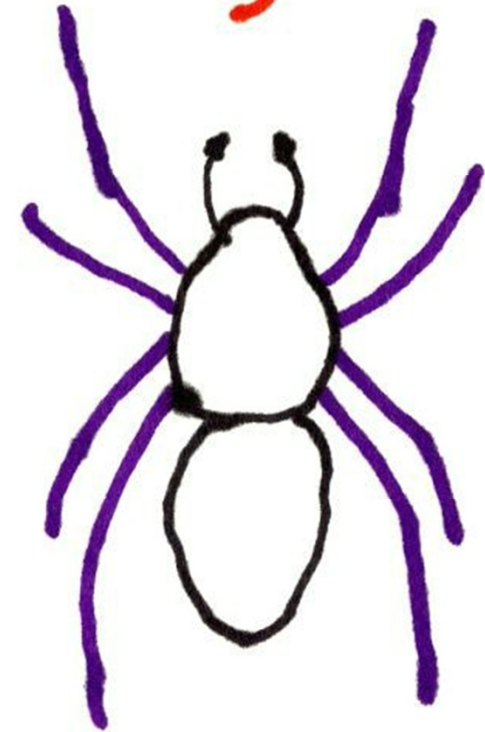
ア



イ

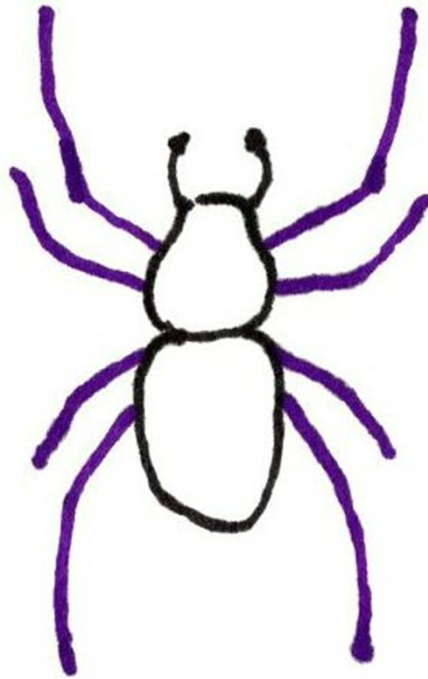


ウ

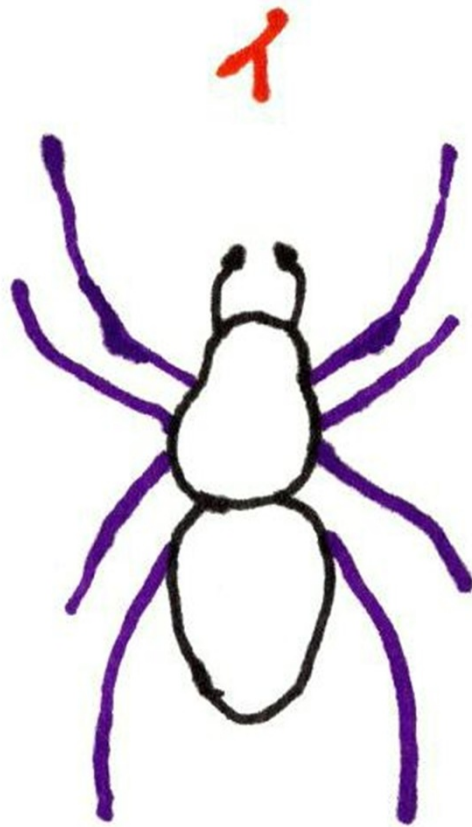


頭胸部に2対、腹部に2対

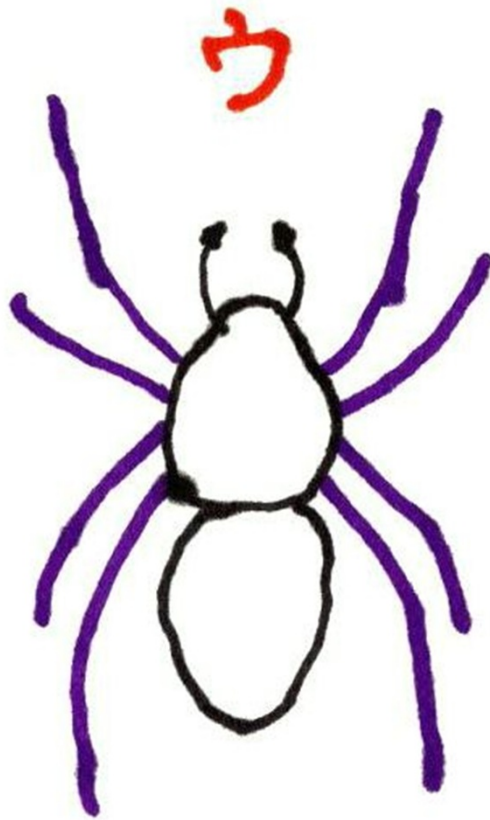
ア



頭胸部に3対、腹部に1対

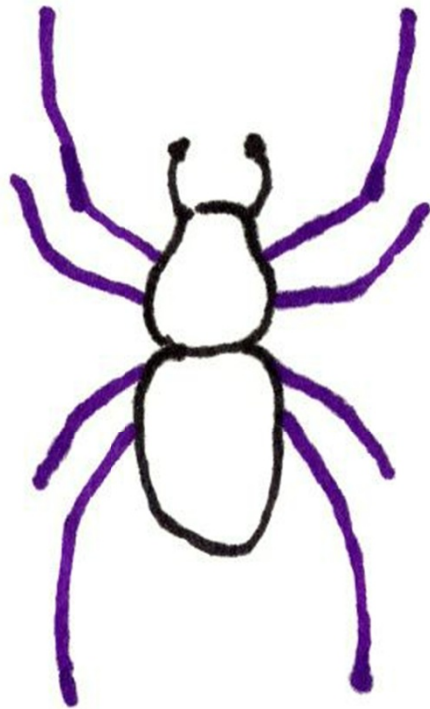


頭胸部に4対

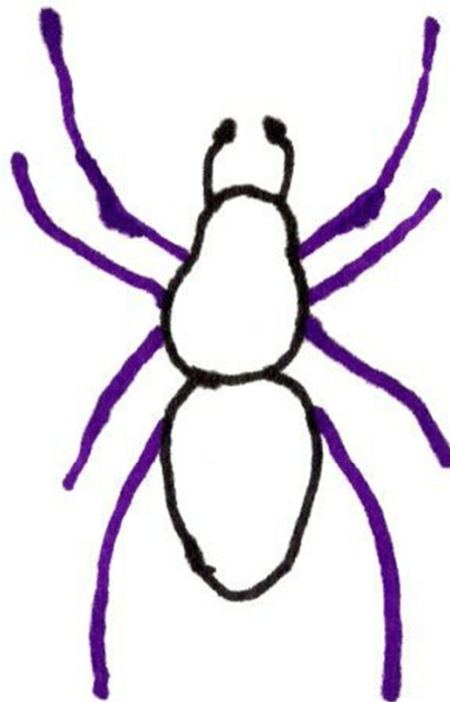


【問1】クモの足はどう出ている？

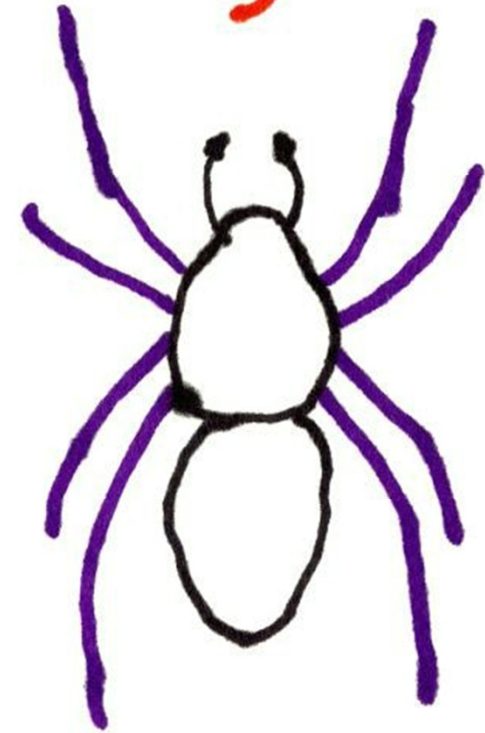
ア

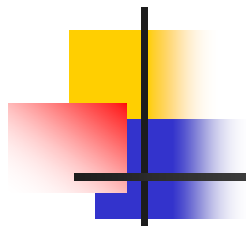


イ



ウ

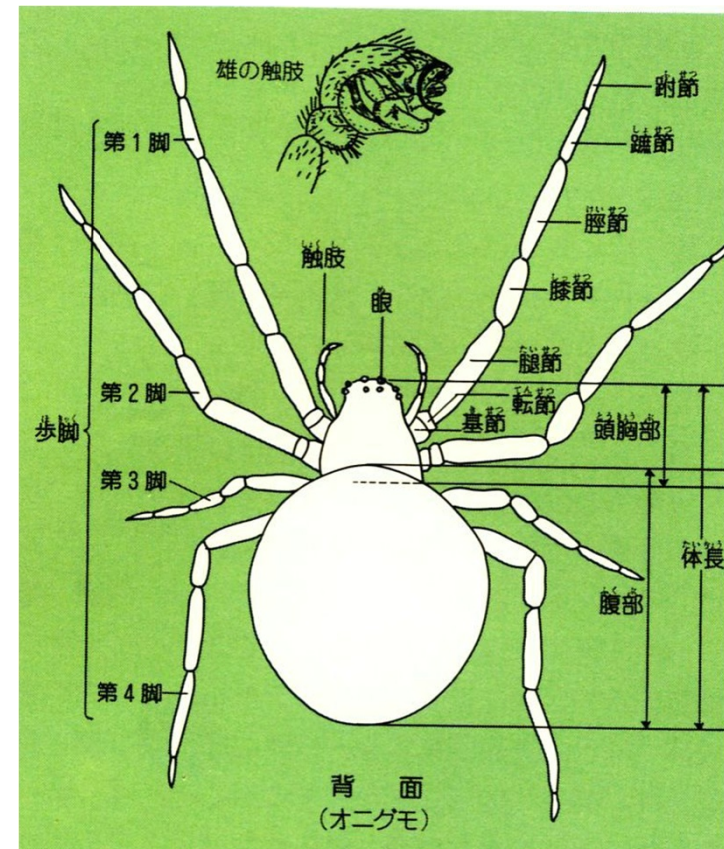




実際にクモを見てみましょう。

クモの頭胸部と昆虫の胸部

- クモの前体部＝頭胸部
- 昆虫の3対の足は胸部から。腹部に足はない。
- クモの足だって「昆虫の胸部にあたる場所から出ているはずだ」



の体

② 国庫を分掌すると
中央銀行へは入金も、預金も、引
き出しも、力強い入金に、国庫の餘
額を保護する強い一掃金などを手配
している。

天のこ：尾のこで、ふ
うとあり、しばしば強力
の図をそえ入る

●頭部：6個の頭部が
わさったもので、裏は
バスル法をしている

定價：陸角
—番稅元
(第1版)

- 触角：数回からなる隔壁にある感覚器

計算：●
船頭から上る

「調音の一番前の音」→
刻の裏が出るが違はない

「済信のまん・
で、1対の
つうしん
もある」

图 1-6-10

Figure 2

部：体の
半で区角など
突起物をそな
えがえる

後刻：海部の
一番後ろの部
で、1対の国と
みつつ1対の部
がある

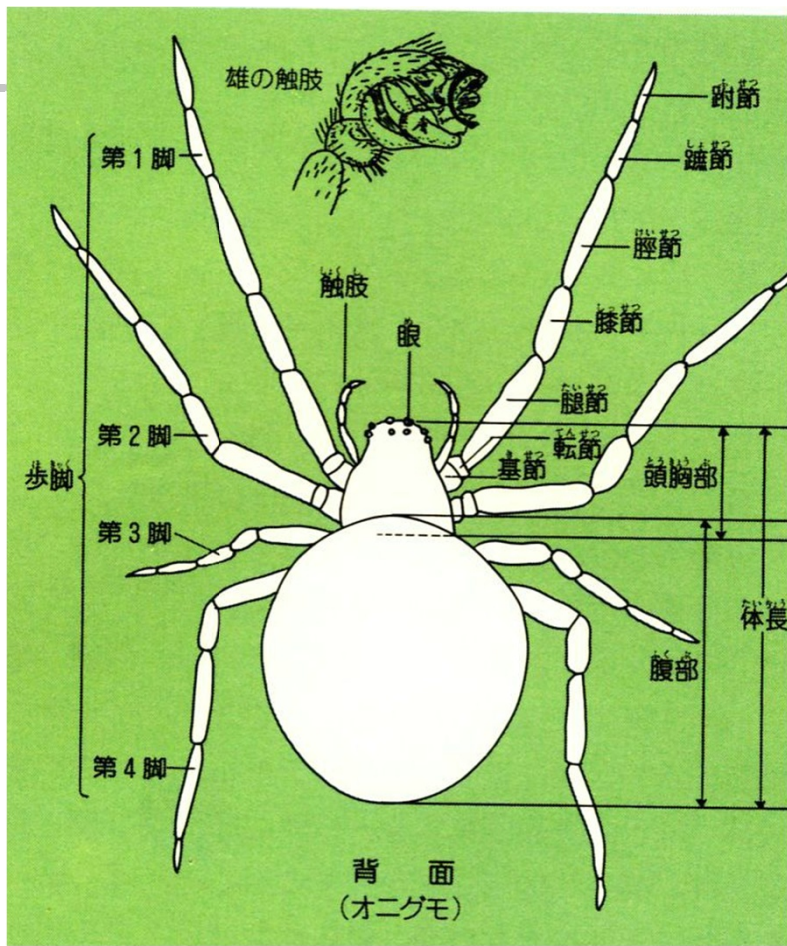
前胸

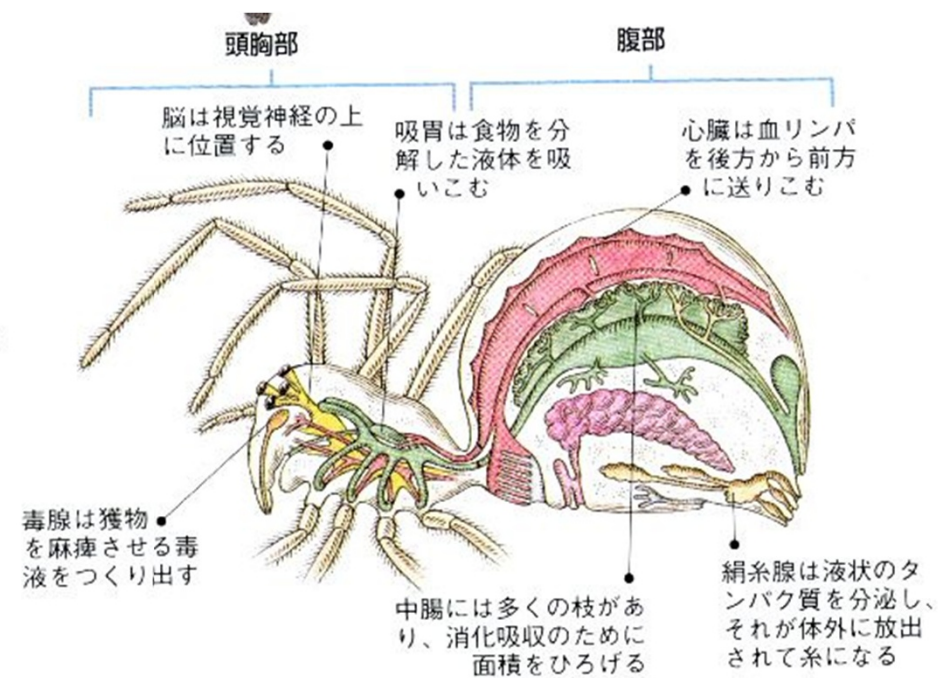
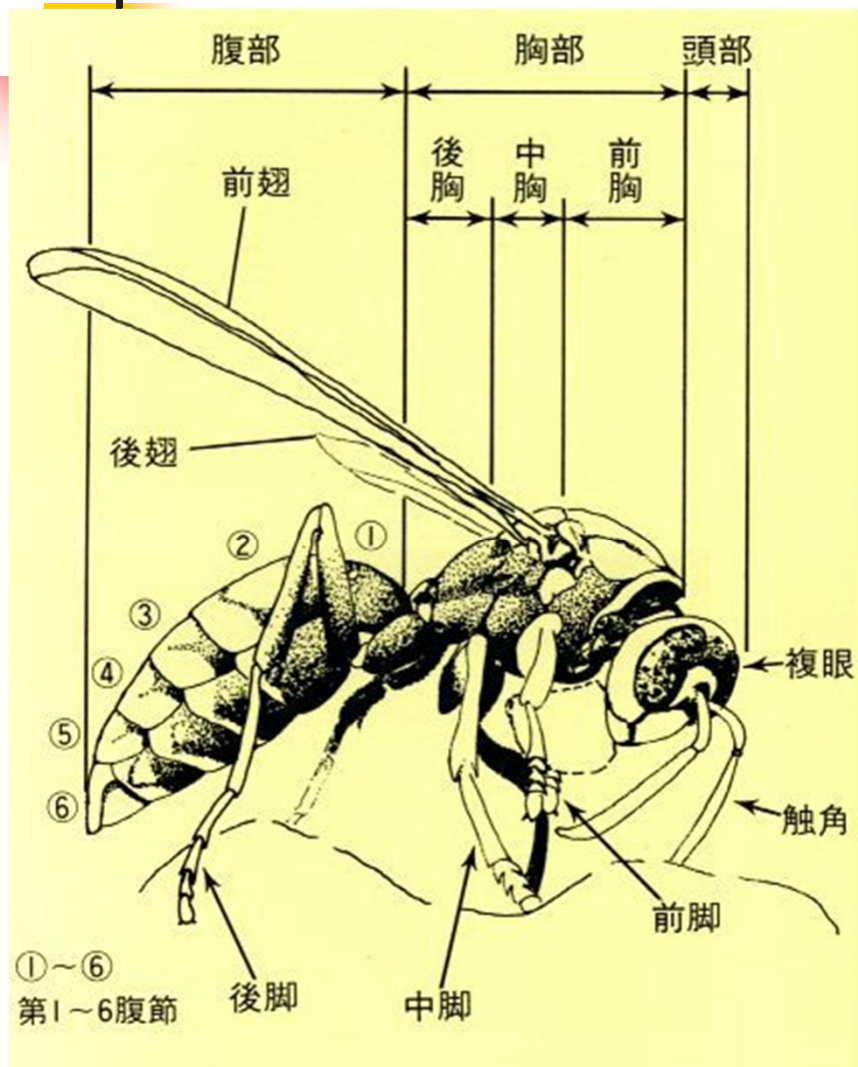
中胸

後胸

後器：健康部から出ており、しばしば既選より出る。

二組は
千空の顔くさ
った表情





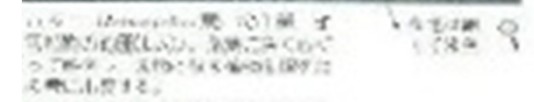
【問2】クモに近い生き物は？

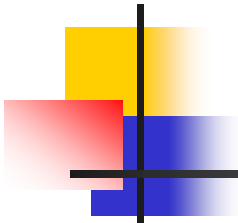
- 【ア】エビ
- 【イ】ダニ
- 【ウ】サソリ



【問2】クモに近い生き物は？

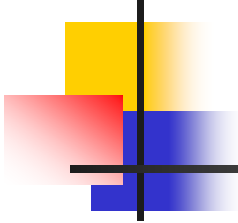
- 【ア】エビ
- 【イ】ダニ
- 【ウ】サソリ





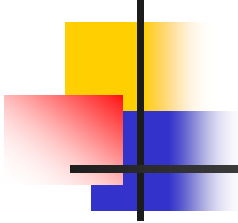
節足動物の足 (歩脚) の数比較

- ムカデの仲間 (多足類) は
 - ……脚が多い。18対36本など。
- エビの仲間 (甲殻類) は
 - ……脚が10本
- クモやダニの仲間 (蜘蛛形類) は
 - ……脚が8本
- 昆虫の仲間は
 - ……脚が6本



セキツイ動物の歩脚数

- トカゲの仲間 (爬虫類) やカエルの仲間 (両生類) は
 - ……足は4本
- イヌやネコの仲間 (哺乳類) は
 - ……足は4本
- ヒトの足は2本
- 進化するにつれ脚の数は減る



みなさんは……

- 「なるほど」と感心したかも……
- 理科ごころ (サイエンス・マインド) のある子どもは
- ……「ちょっと待てよ」
- サカナは脚がない。鳥は2本足。クジラはウシの子孫、脚はない。
- 生活によって足の数は変化する

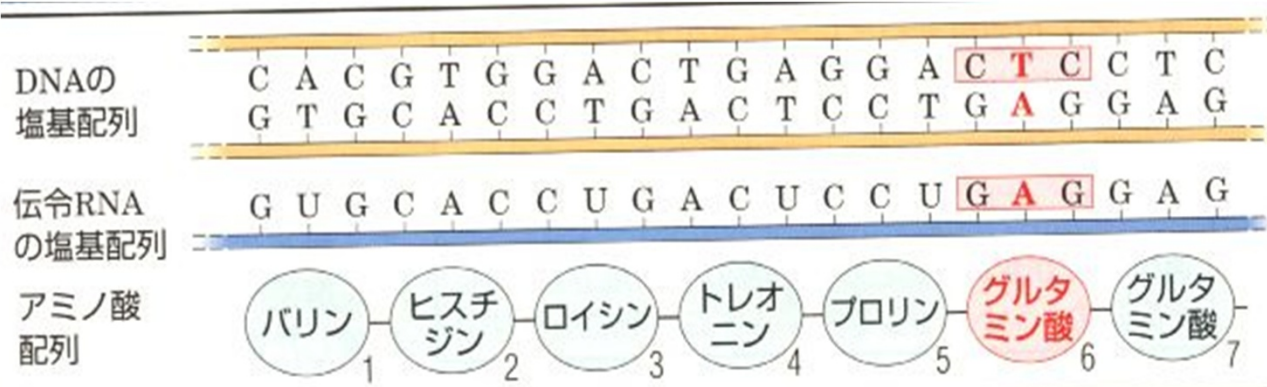
遺伝子を調べると進化が見える

- 遺伝子 = 生き物のかたちを作る設計図
- 化学物質 DNA

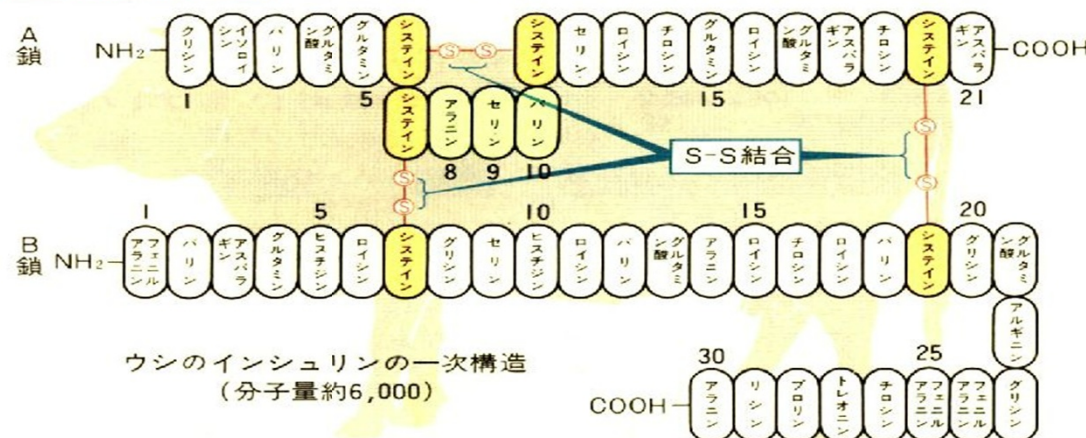


DNA

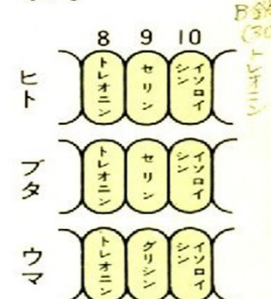
DNAの塩基配列→アミノ酸配列

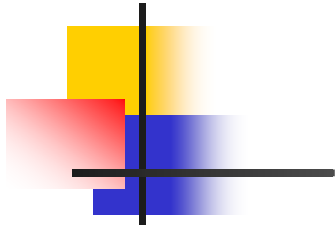


一次構造 ペプチド結合で結合しているアミノ酸の配列順序



A鎖の8, 9, 10とB鎖の30番目のアミノ酸配列が種によって異なるだけで、その他は共通している



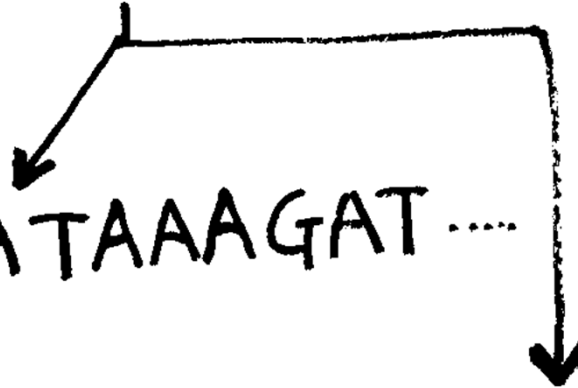


もとの配列

... CATTAGGAT ...

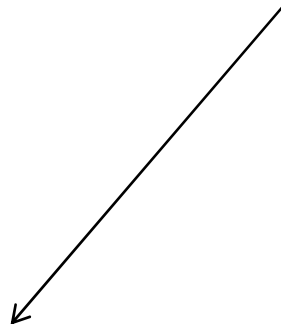


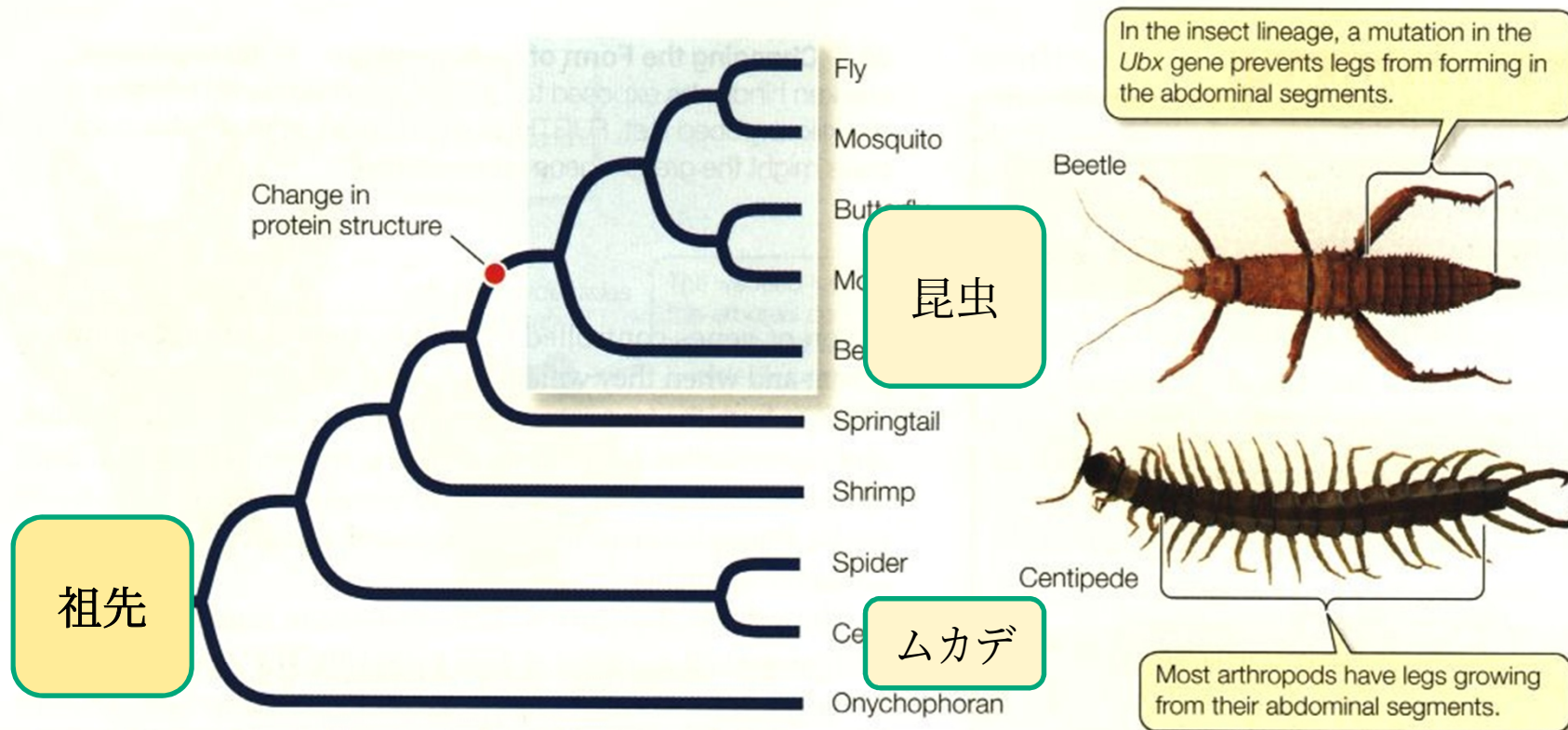
... CATAAGGAT ...



... CATAAAGAT ...

... CATAAGGAA ...



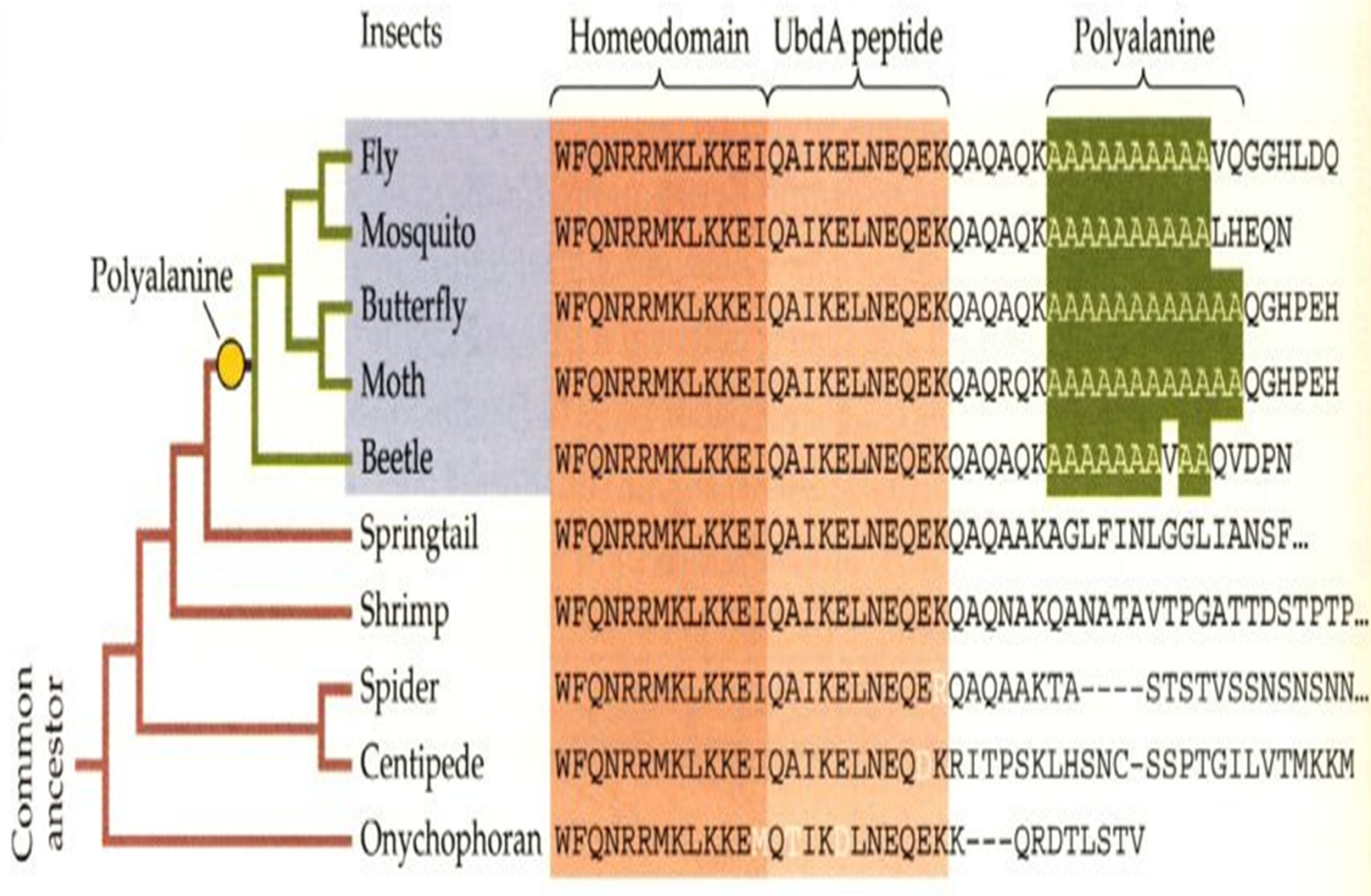


20.7 Mutation in a Hox Gene Changed the Number of Legs in Insects

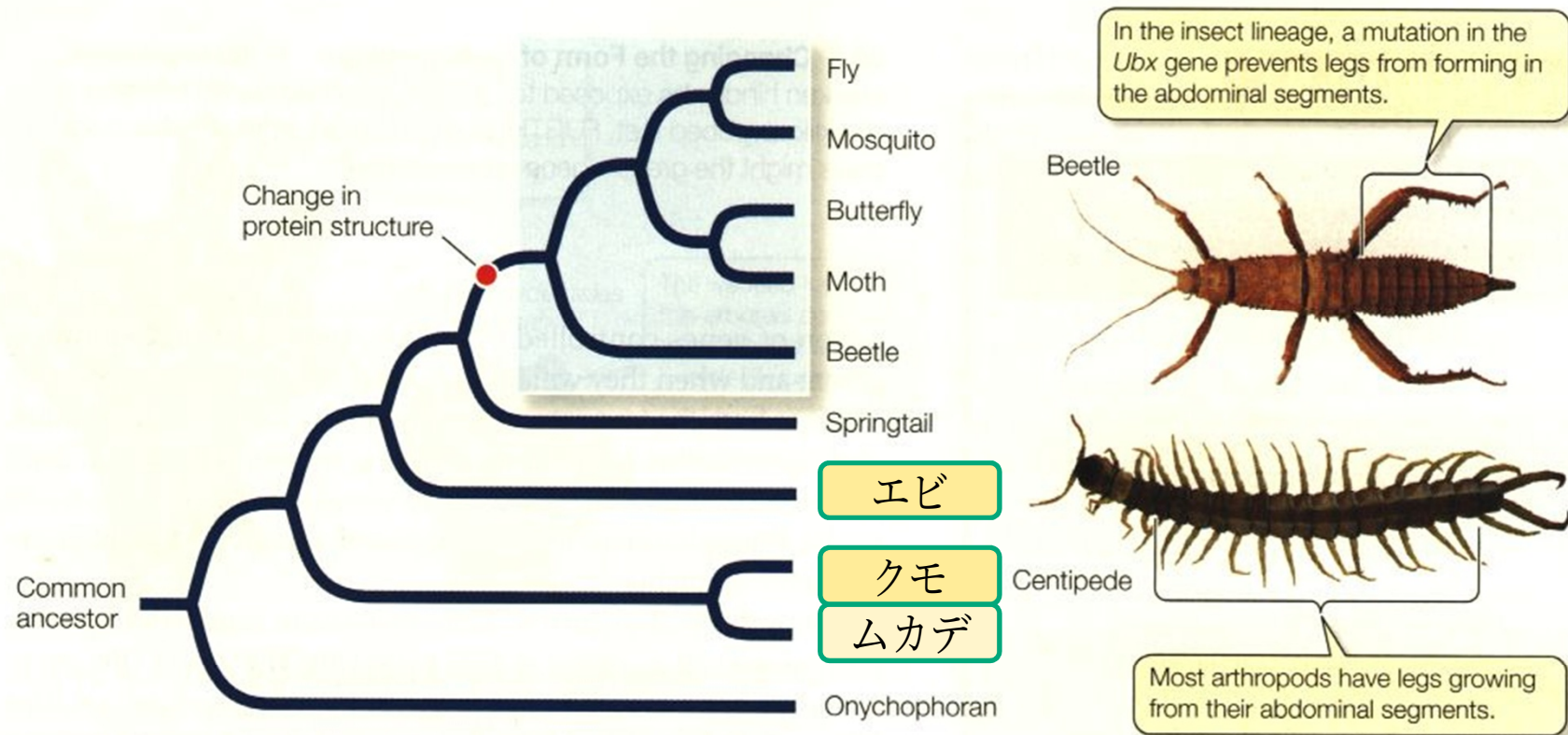
In the insect lineage (blue) of the arthropods, a mutation in the *Ubx* gene resulted in a protein that inhibits the *dll* gene, which is required for legs to form. Because insects express *Ubx* in their abdominal segments, no legs grow from these segments. Other arthropods, such as centipedes, do grow legs from their abdominal segments.

- Some environmental signals are accurate predictors of future conditions. Some of these signals always occur, but organisms may develop without ever encountering others. In either case, the developmental processes of organisms should respond.

昆虫の調節タンパク質はアラニン（アミノ酸の一種）の連続部を持つ



クモ8本、エビ10本、昆虫6本



20.7 Mutation in a Hox Gene Changed the Number of Legs in Insects

In the insect lineage (blue) of the arthropods, a mutation in the *Ubx* gene resulted in a protein that inhibits the *dll* gene, which is required for legs to form. Because insects express *Ubx* in their abdominal segments, no legs grow from these segments. Other arthropods, such as centipedes, do grow legs from their abdominal segments.

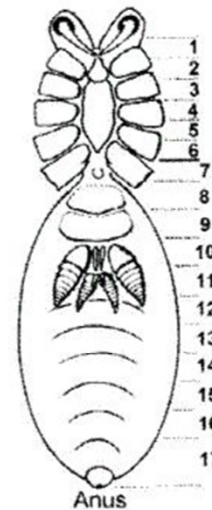
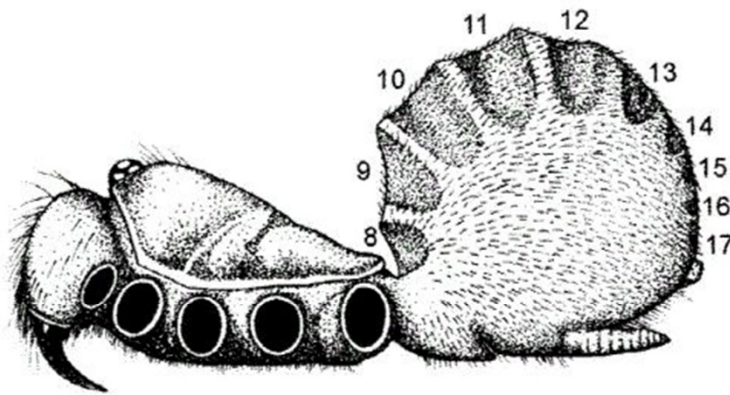
- Some environmental signals are accurate predictors of future conditions. Some of these signals always occur, but organisms may develop without ever encountering others. In either the developmental processes of organisms should respond

キムラグモは腹部に体節の痕を持つ。「生きた化石」



♀ 原始的なクモで「生きている化石」と呼ばれている

ハラフシグモ類＝生きた化石

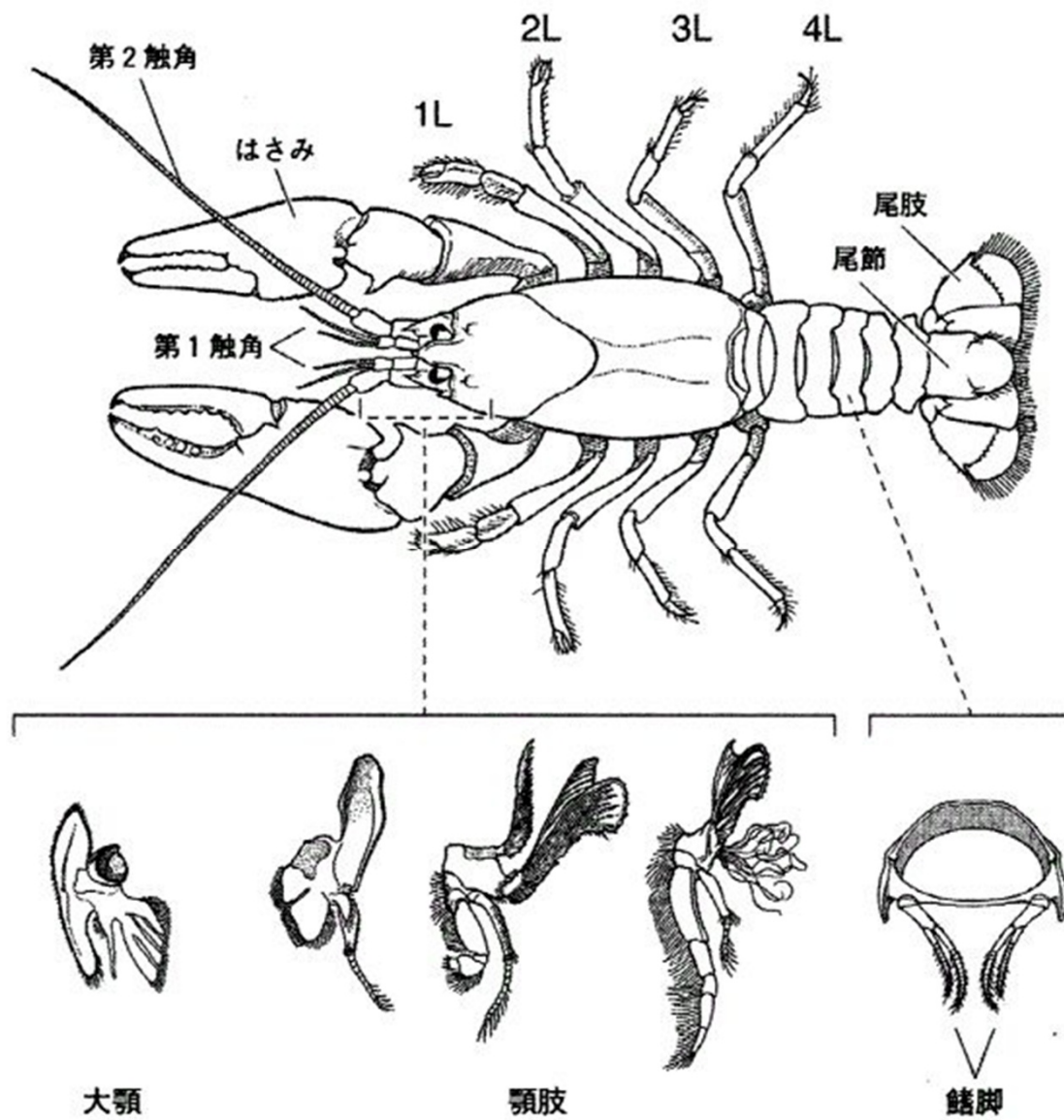
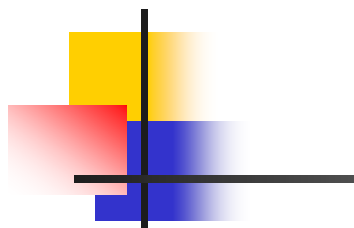


ハラフシグモ

Fig. 5. Mesothela Anatomy

Note the tergites on the top of the abdomen and the position of the spinnerets in the middle of the abdomen. Each number indicates a body segment. (From Foelix, *Biology of Spiders*, p. 31, figs. 29a and 29b, after Millot, "Ordre des Aranéides." Reprinted by permission of Oxford University Press, Inc.)

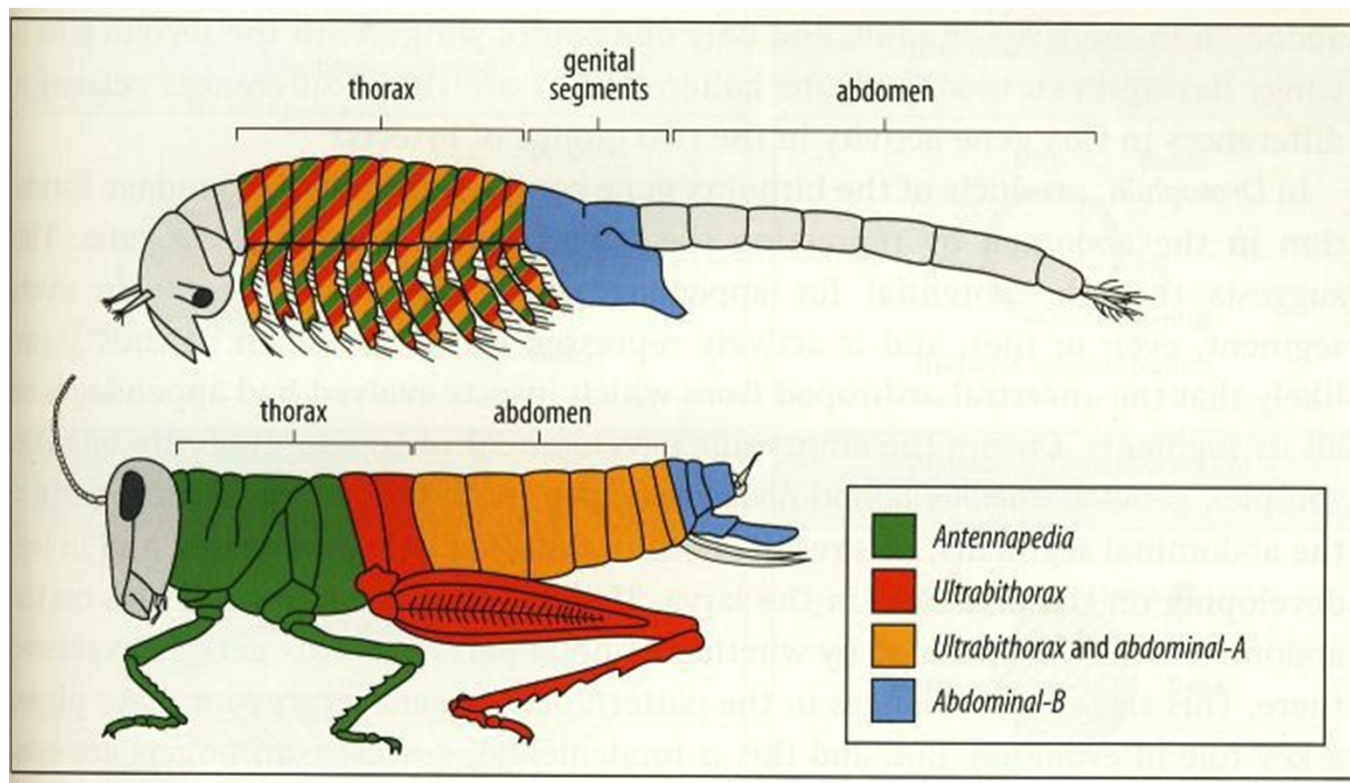
Methothelaは
完全に夜行性



口器も
歩脚も
鰓脚も
みんな
脚の
仲間

(付属肢)

甲殻類と昆虫の付属肢形成



甲殻類アルテミアと、昆虫

【問3】クモの第1脚と同一起源 の(相同な)昆虫の体はどこ？

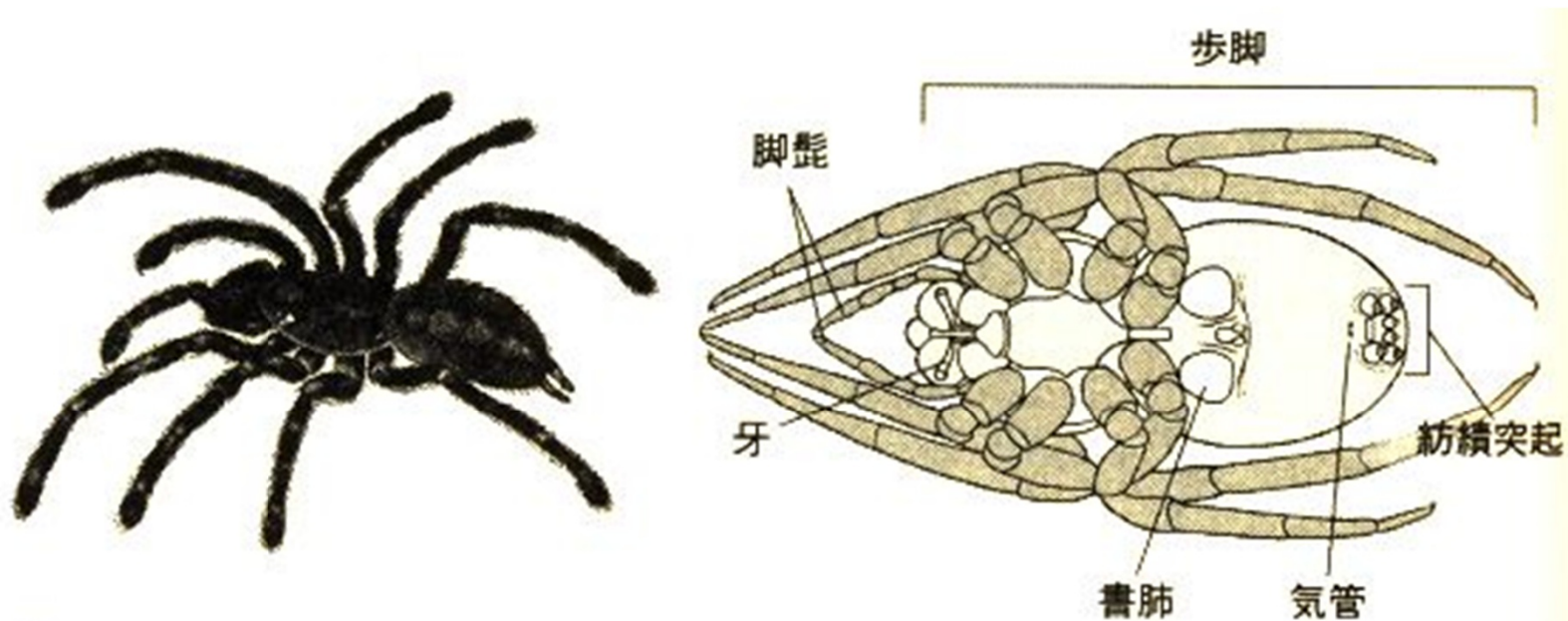
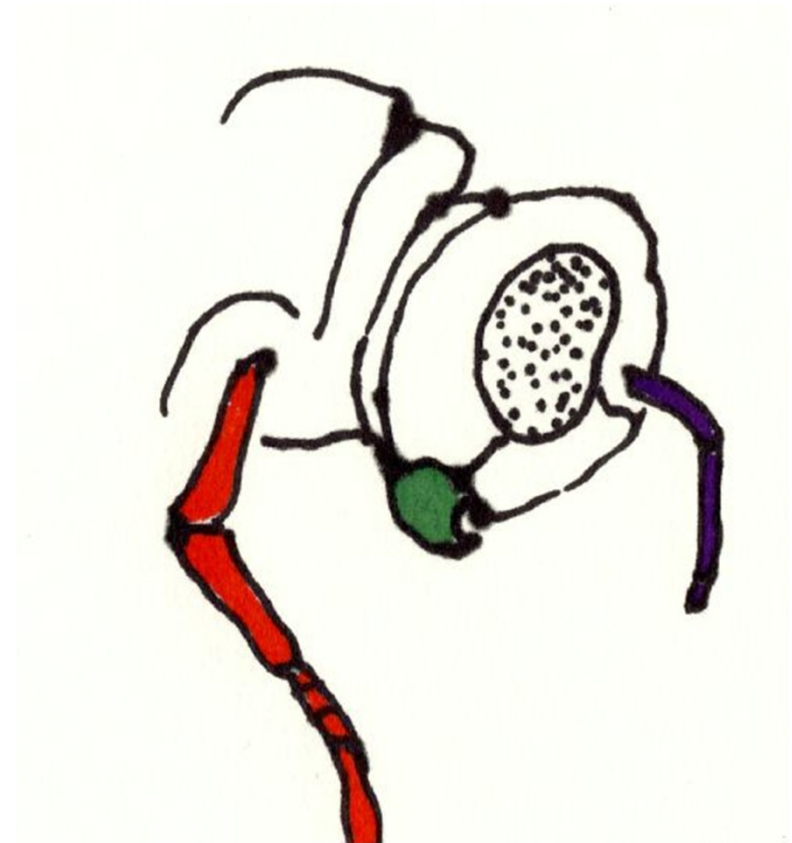


図7-6 クモとその新機軸 クモが陸上生活に適応するにあたっては、水生だった祖先の鰓脚から書肺、管状の気管、紡績突起が進化した。これらの構造は、脚髯（口器）や歩脚と連続相同である。（リーン・オルズ画）

【問3】クモの第1歩脚と、昆虫の
[??]は同じ起源。[]は何？

- 【ア】触角 (しょっかく)
- 【イ】大顎 (おおあご)
(昆虫の口の一部)
- 【ウ】前脚 (まえあし)
(昆虫の第1脚)



ホックス遺伝子の相同性の比較

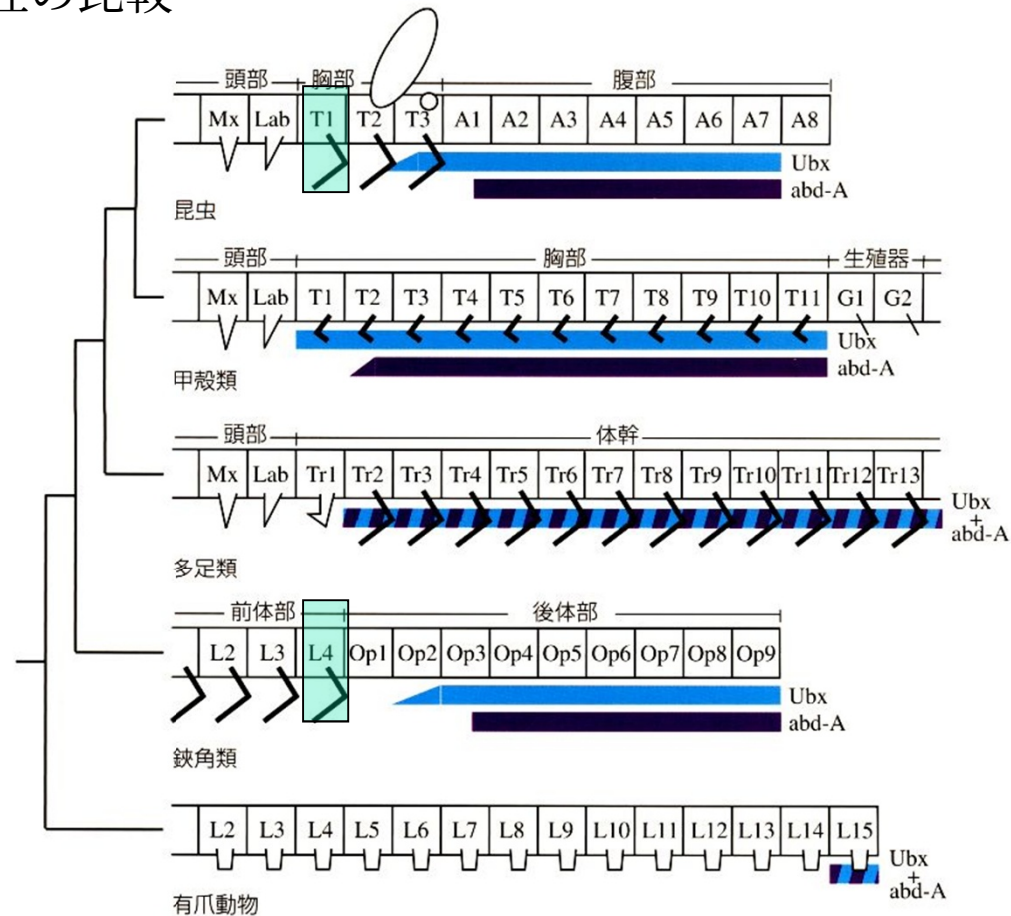
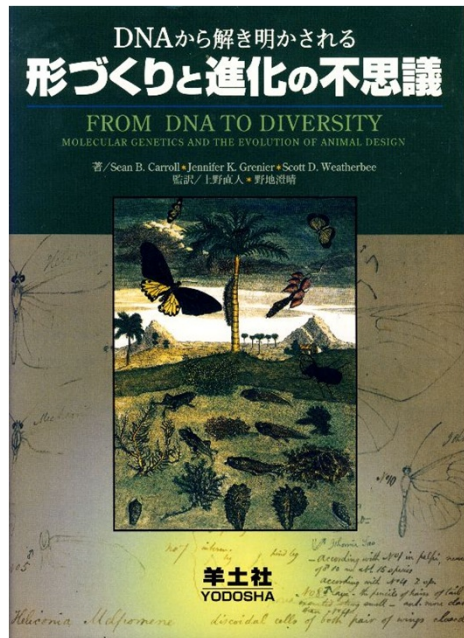
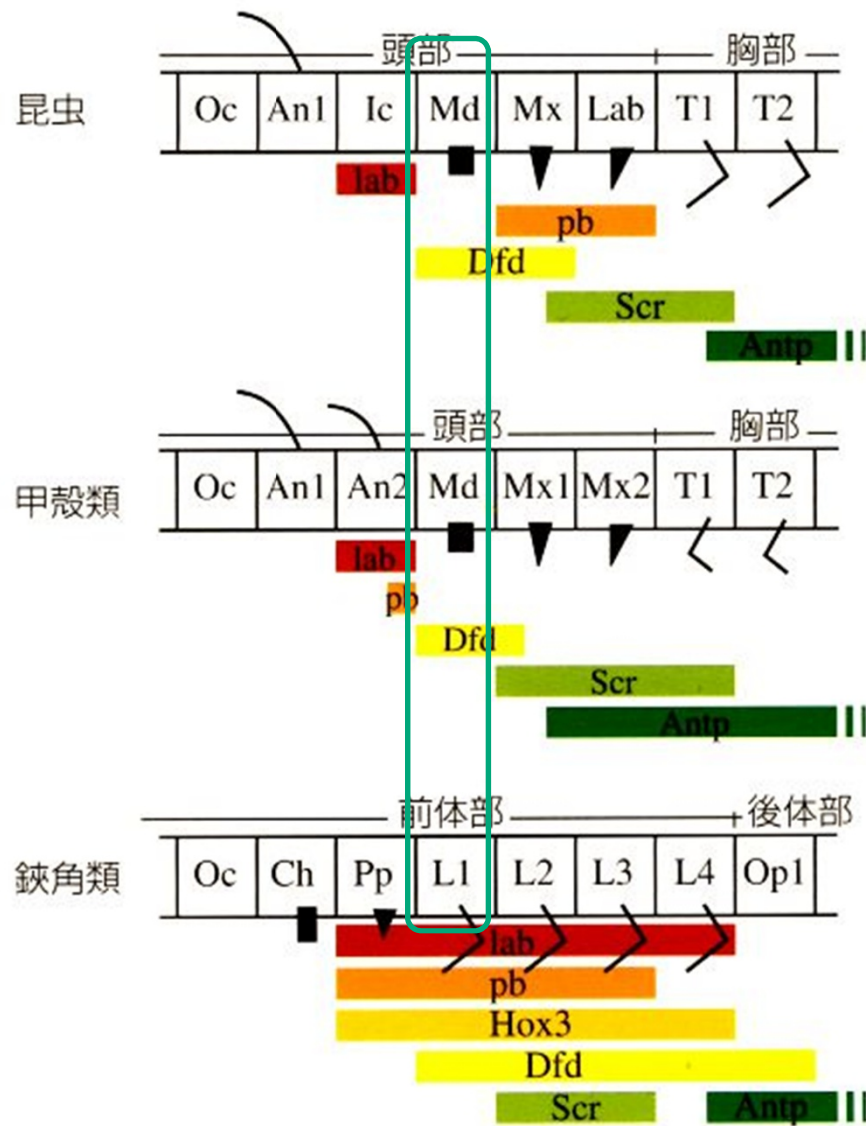


図5.2 節足動物におけるUbx遺伝子発現の前方境界の変化

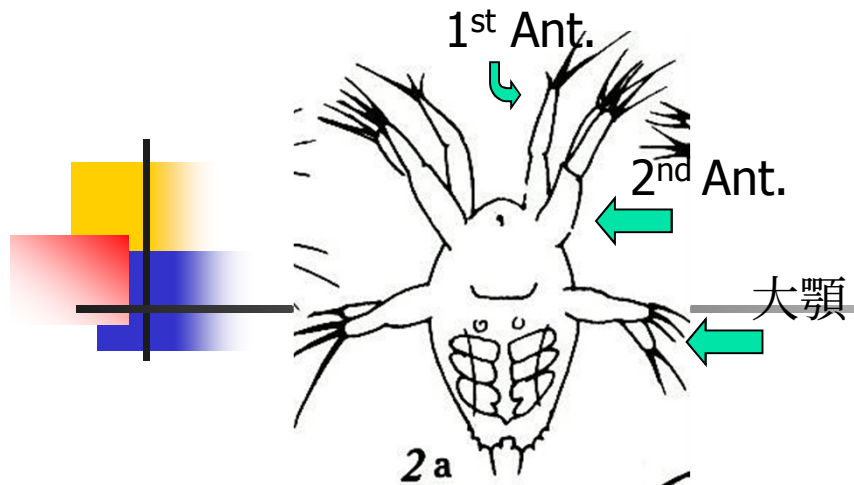
Ubx (青) と abd-A (紫) タンパク質の発現ドメインを、さまざまな節足動物のグループと有爪動物のボディプランの下に示してある。Ubx発現の前方境界は各グループごとに異なる体節の位置にある。各ケースで、その境界が体節および付属肢のアイデンティティの形態的な変移の指標となっている。多足類と有爪動物における青と紫の斜めのストライプは、Ubxとabd-Aの発現ドメインの総和を示している。体節のアイデンティティ：A (腹), G (生殖器), Mx (小顎), L (脚), Lab (下唇), Lb (葉状肢), Op (腹opisthosomal), T (胸), Tr (体幹),



クモの肢は昆虫の頭部
から生えていた
(昆虫の口はクモの脚)

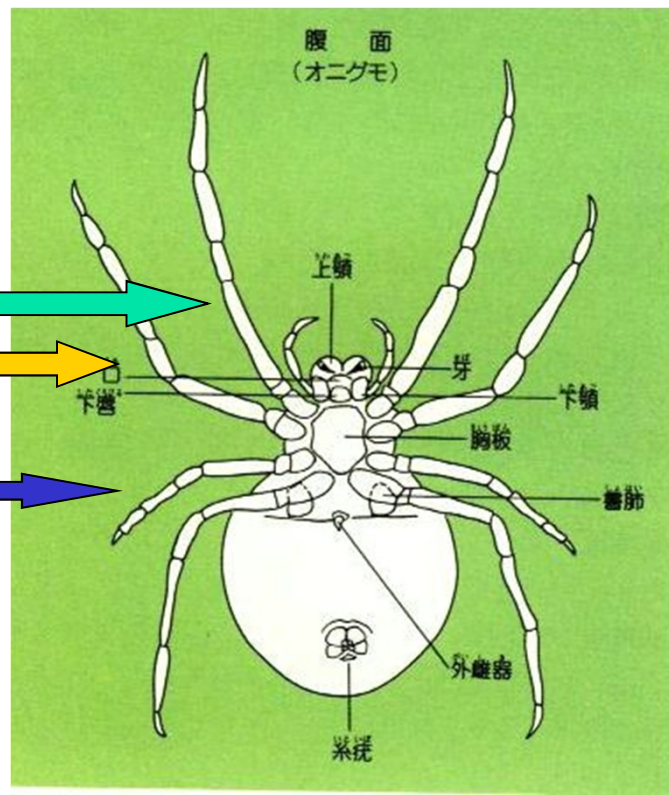
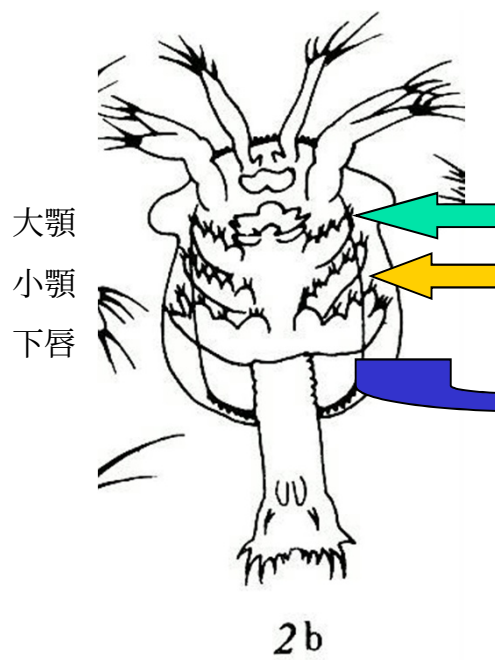
図5.4 節足動物の頭部における *Hox* 遺伝子の発現パターン

Hox 遺伝子 *lab*, *pb*, *Hox3*, *Dfd*, *Scr*, *Antp* の発現ドメインが、昆虫（上段）、甲殻類（中段）、鋏角類（下段）の前方の体節の下に描かれている。鋏角類の *Hox* 遺伝子はより広範囲にわたって重複した発現ドメインを持っている。いくつかの遺伝子、*lab* や *Dfd* は、これらの節足動物の綱の間で保存された発現境界を持っている。*pb* や *Antp* など他の *Hox* 遺伝子については保存されていない。体節アイデンティティ：An（触角）、Ch（鋏角）、Ic（挿入部）、Md（大顎）、Mx（小顎）、L（脚）、Lab（下唇）、Oc（眼）、Op（腹opisthosomal）、Pp（脚鬚）、T（胸）。



クモの脚は節足動物の祖先型の口器から
進化した

オキアミの幼生初期



オキアミの幼生中期

クモの脚のはたらき (1)

- 歩脚と名づけられてはいますが
- 前2対は
むしろ腕 (うで)
のはたらきを
することも
多い



威嚇 (いかく) 誇示行動



シラホシコゲチャハエトリ ♂



ネコハエトリ ♂亜成体

三点による平面決定で歩き出す

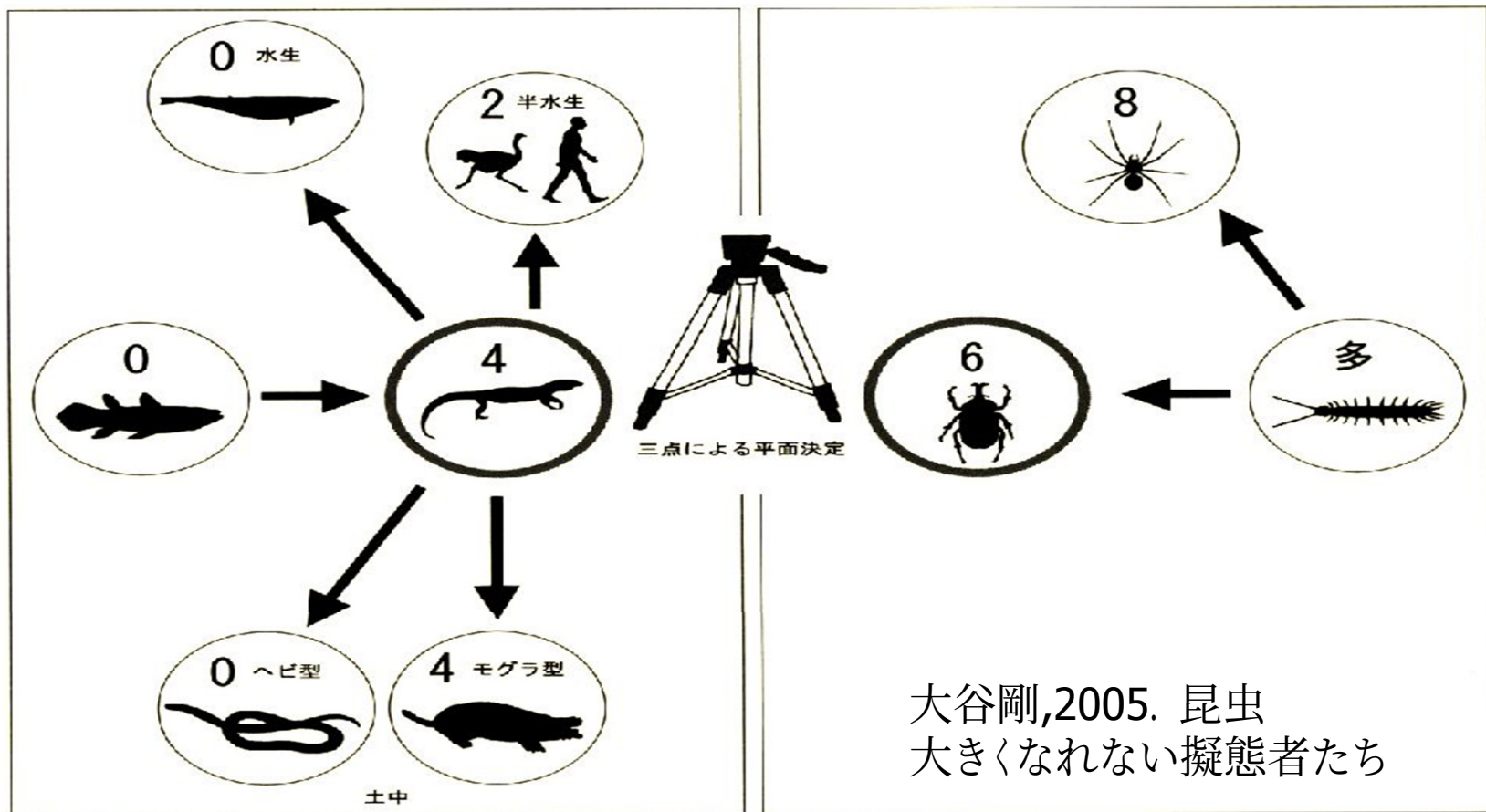


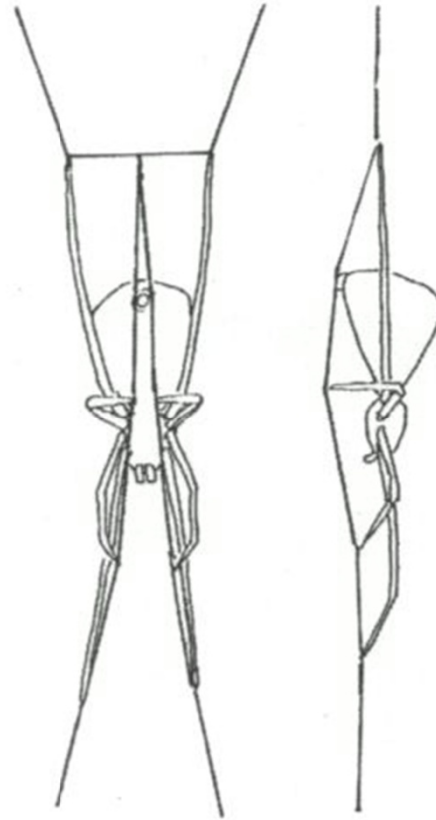
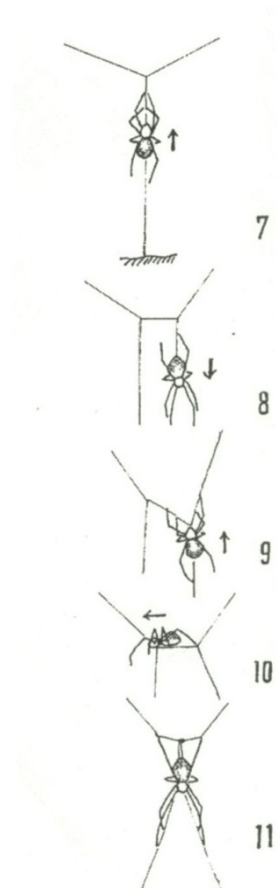
図 8-12 —— 動物の歩行肢の進化の方向

クモの歩脚のはたらき (2)

- 第4脚は糸いぼから糸を引き出す役割をする第3脚も補助している



ムラクモヒシガタグモのX字型網



ムラクモヒシガタグモの網（左）と
エサ捕獲の図（下）

X型の網は上の糸と2本の下糸を、
中心でクモが押さえています。地表
を歩く虫が粘球に付着すると吊り上
げられます（2）。

（池田博明）

クモは糸を使って虫を採る動物

- 生活に糸を利用する動物は……
- カイコガが有名
- さなぎになる時に「まゆ」の絹糸を吐く。絹糸。
- 多くの蛾の幼虫は口から糸を吐く



ハダニの仲間は糸を出す

- ハダニは、触肢の先端から糸を出す
- 落下防止の命綱
- 集団生活の巣

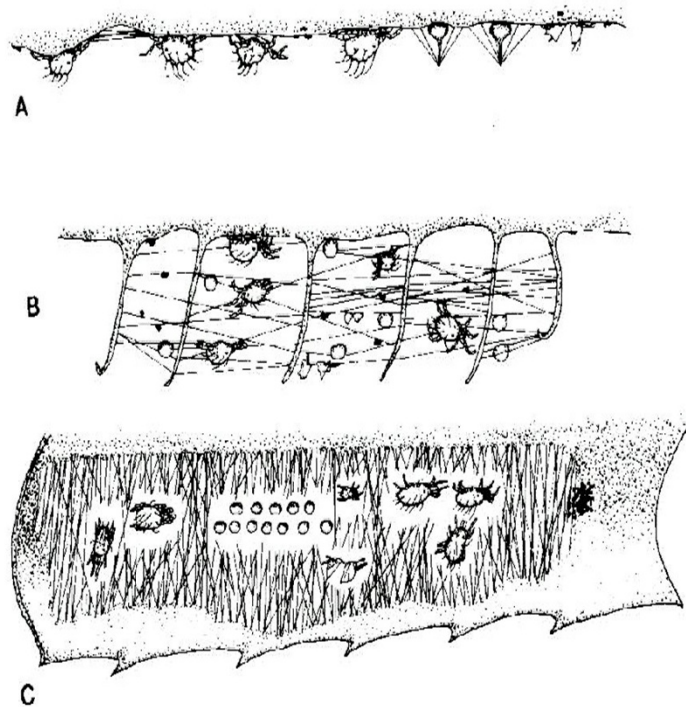


図-2 ハダニ類にみられる代表的な3つの生活型

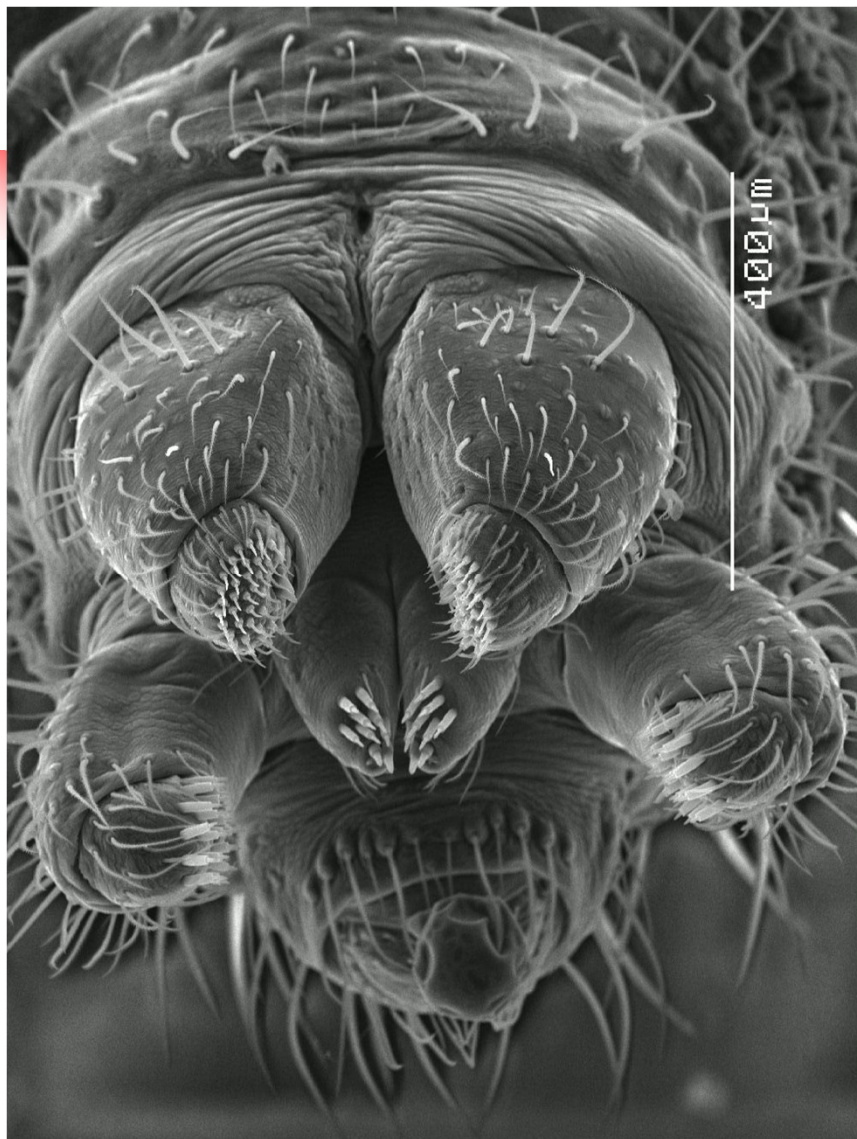


ニワオニグモがしおり糸を出して下がっている図（左）と
ハエトリグモがしおり糸を出している図（右）
（左は Savory の Spider's Web より）





Plate 6. An araneomorph about to balloon. The spider has adopted the tiptoeing stance, raising its spinnerets high in anticipation of allowing the wind to catch its major ampullate threads and lift it into the air. (Photograph by Antje Schulte)



糸疣 (しゅう)

ワカバグモ

SEM写真は梅林力さん提供

出糸突起 (吐糸管)

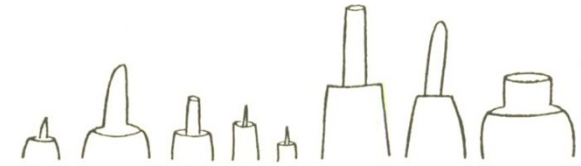
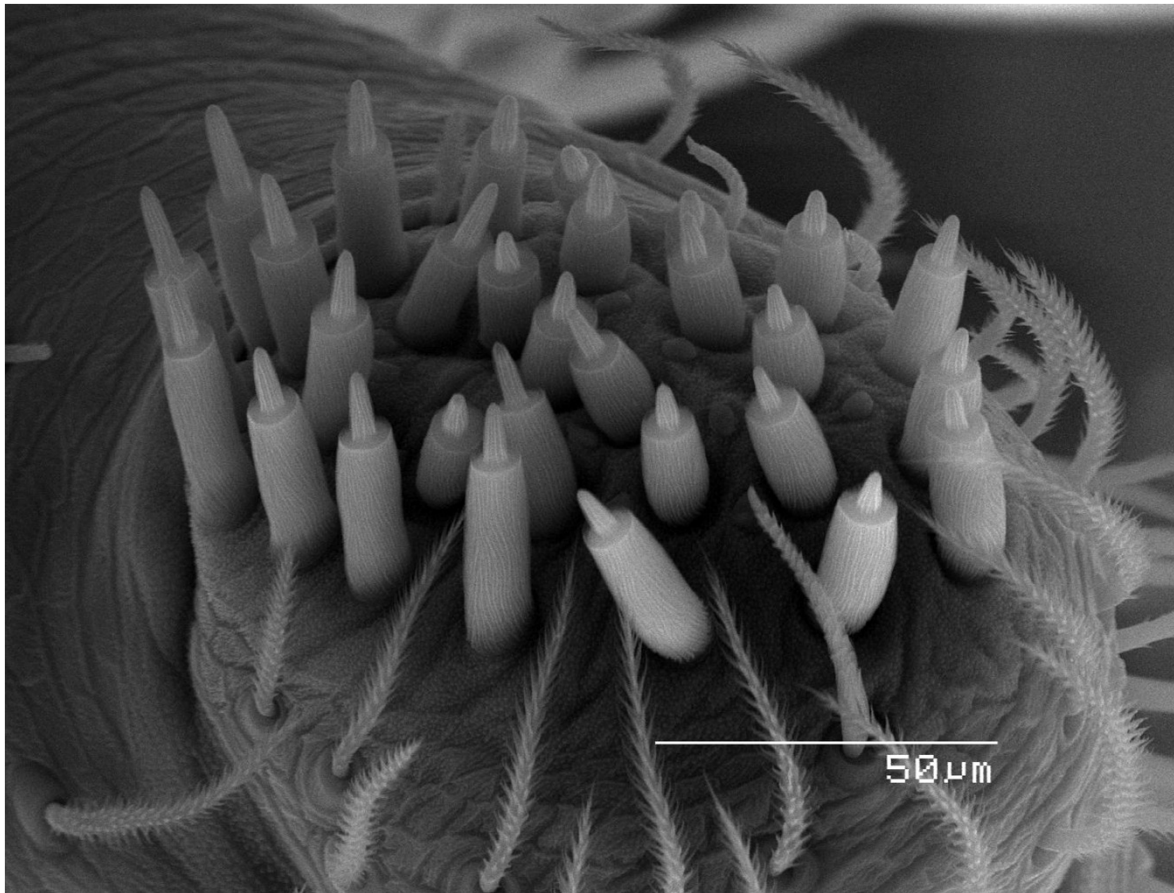
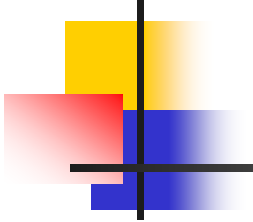


FIG. 3.—Eight types of spigots
(after Hopfmann).



数えてみると
30本

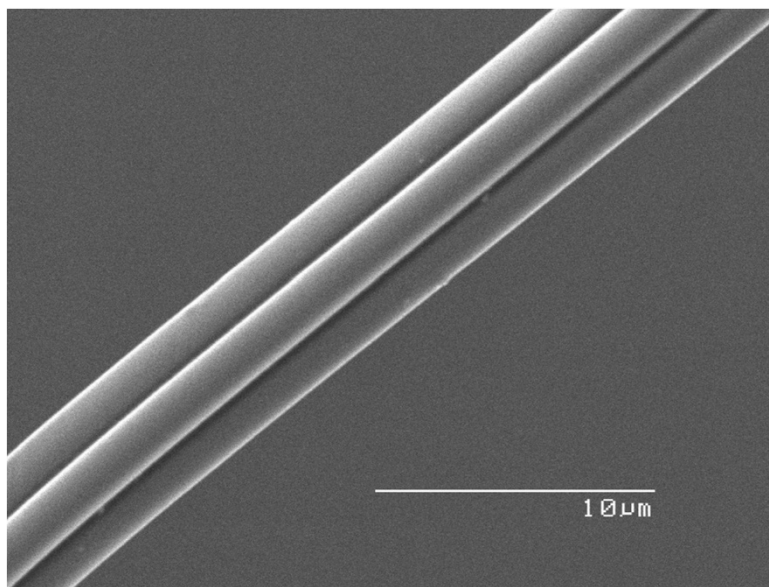


【問4】クモ糸の主成分は何？

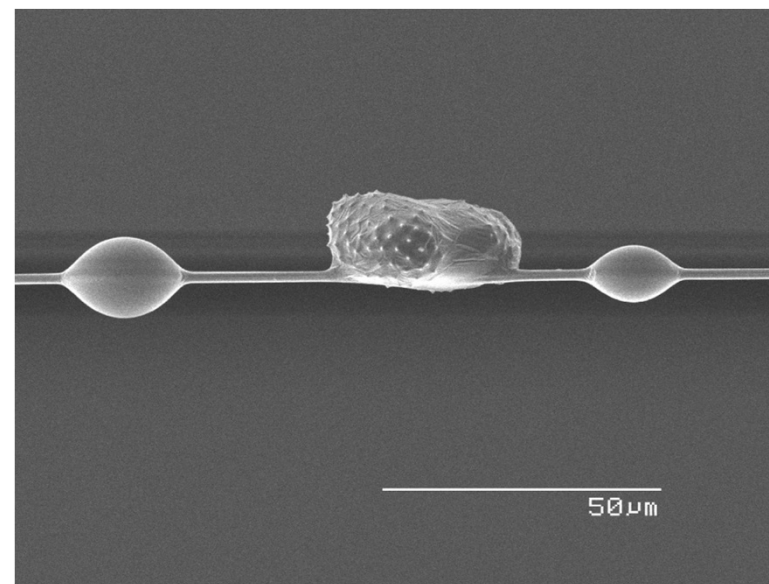
- 【ア】 タンパク質
- 【イ】 セルロース
- 【ウ】 ポリエチレン

縦糸と横糸

梅林力SEM写真



ズグロオニグモ 縦糸▲



横糸には花粉が付着▲

クモの糸を食べてみました



- ジョロウグモの糸をチーズに採り、チーズを加熱して一緒に食べる

クモも網糸を食べています

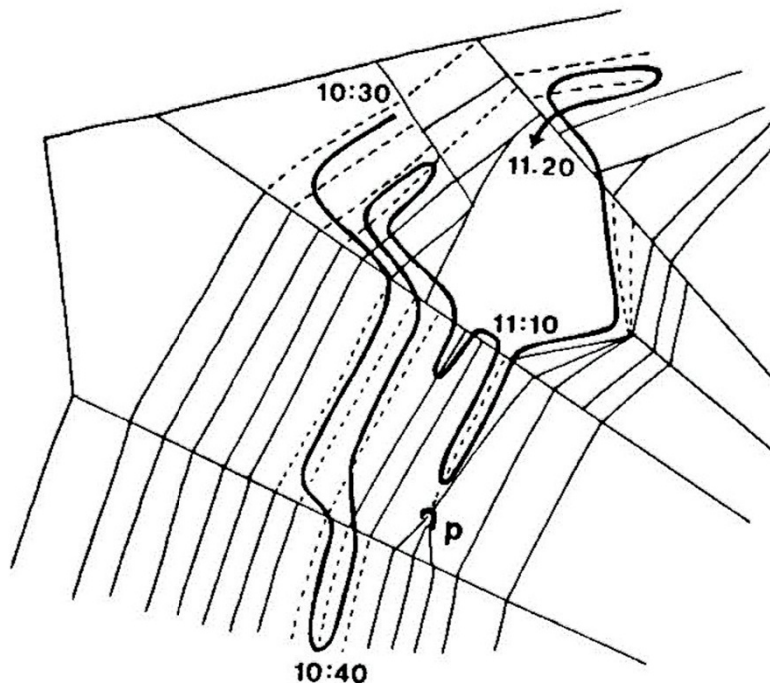
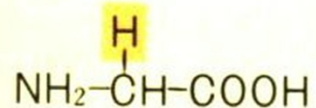


図-3 トビジロイソウロウグモの網食いの跡 破線は食われたオニグモの網の横糸を示す〔新海明, 1988〕

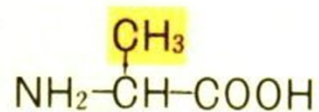
- クモが網の糸を食べてから再びその糸を出すまでの時間を測った人がいます (Peakall, 1971)。
- 30分で腹部内の糸腺に達する
- 新しい網の8割は古い網の材料だった＝リサイクル

偏った栄養です

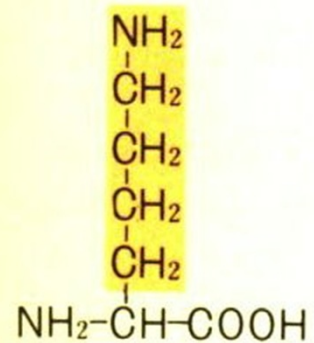
グリシン
(Gly)



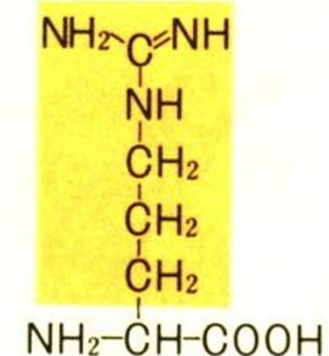
アラニン
(Ala)



* リシン
(Lys)



● アルギニン
(Arg)



網の成分

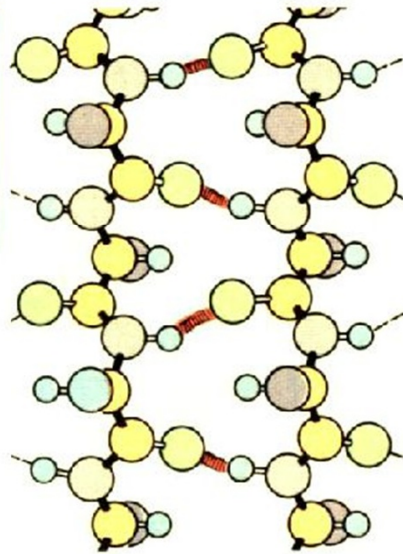
このような複雑なアミノ酸は
ほとんど含まれていません

タンパク質の二次構造

二次構造

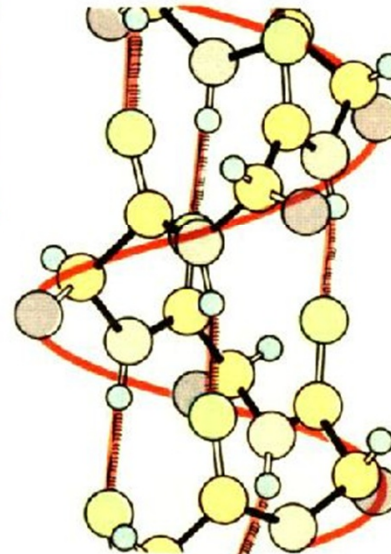
水素結合, C, O, N, H, 原子団

じぐざぐ構造



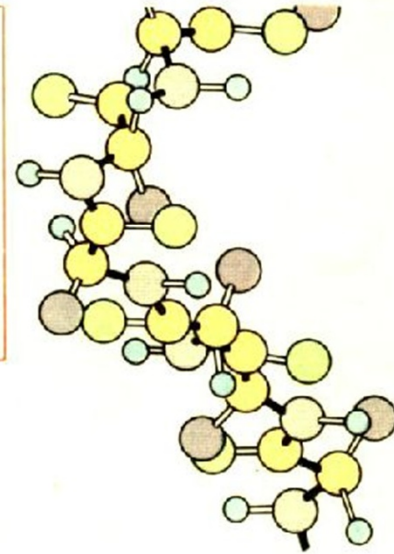
ベータ構造

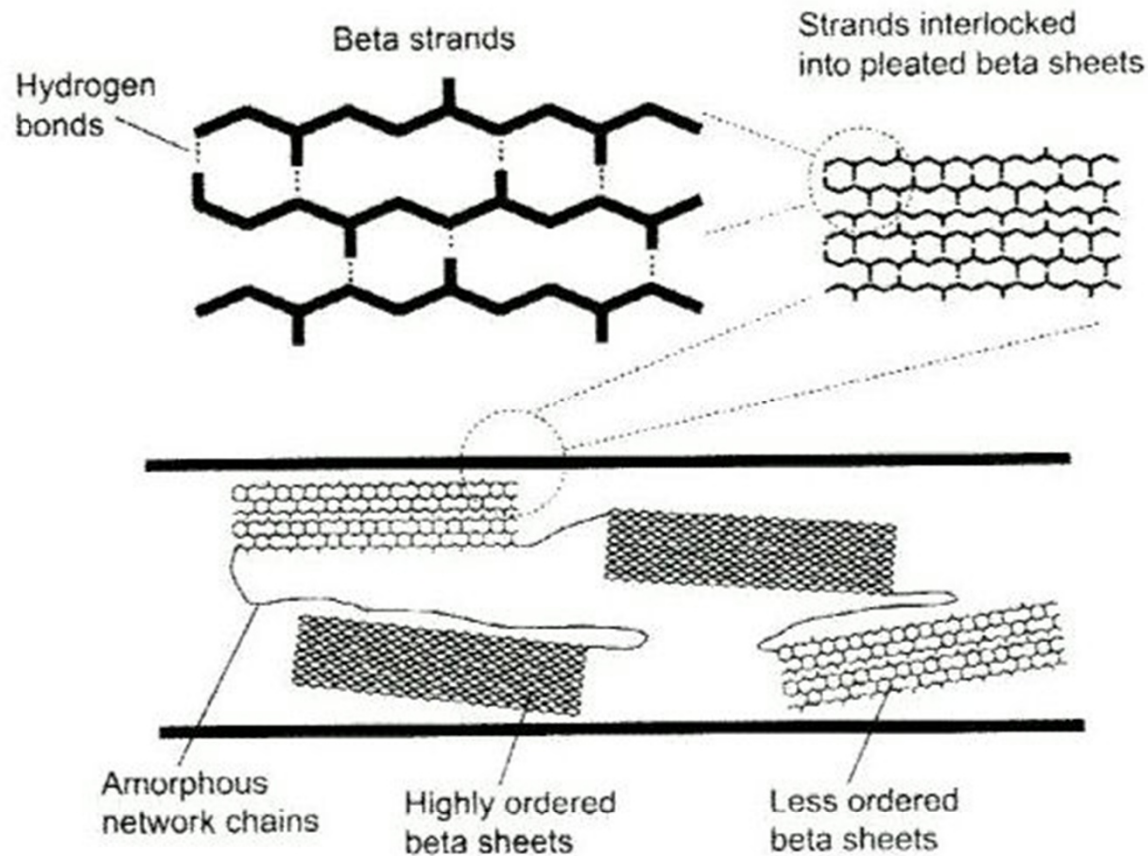
らせん構造



アルファ構造

ランダムコイル構造





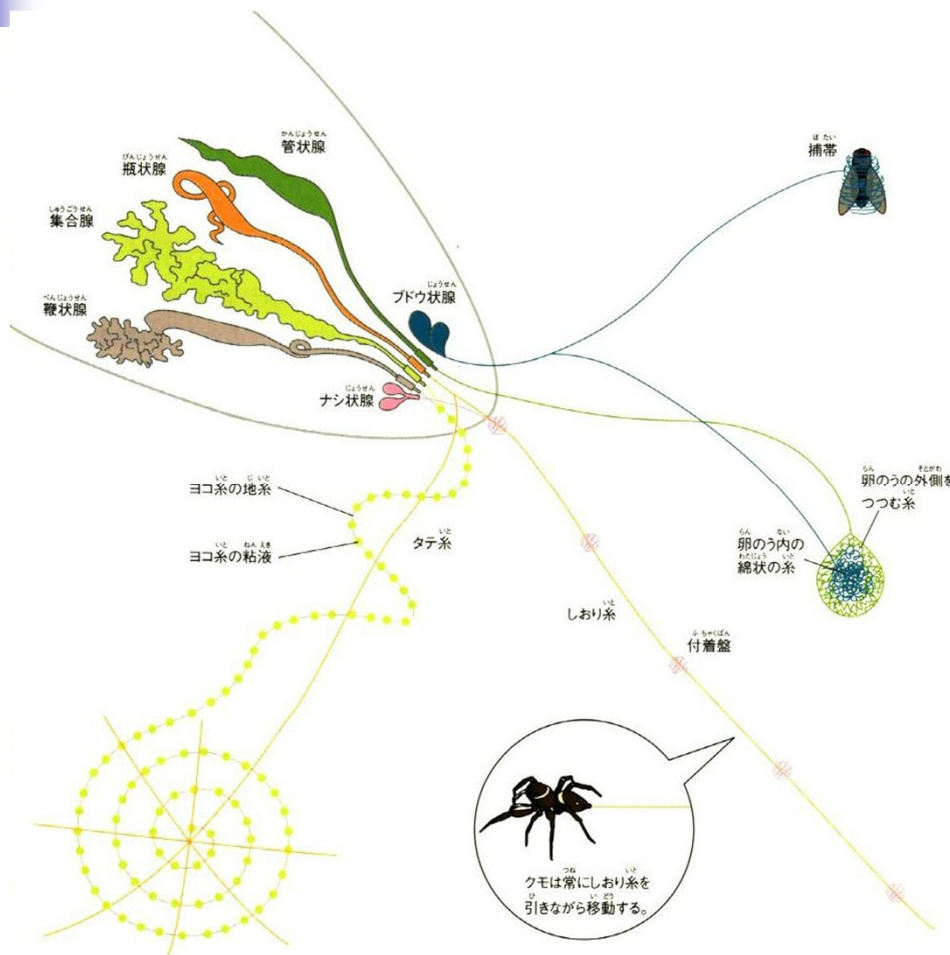
ポリアラニン
配列やグリシン・アラニンの
繰り返しは
ベータ・シート
構造を支える。

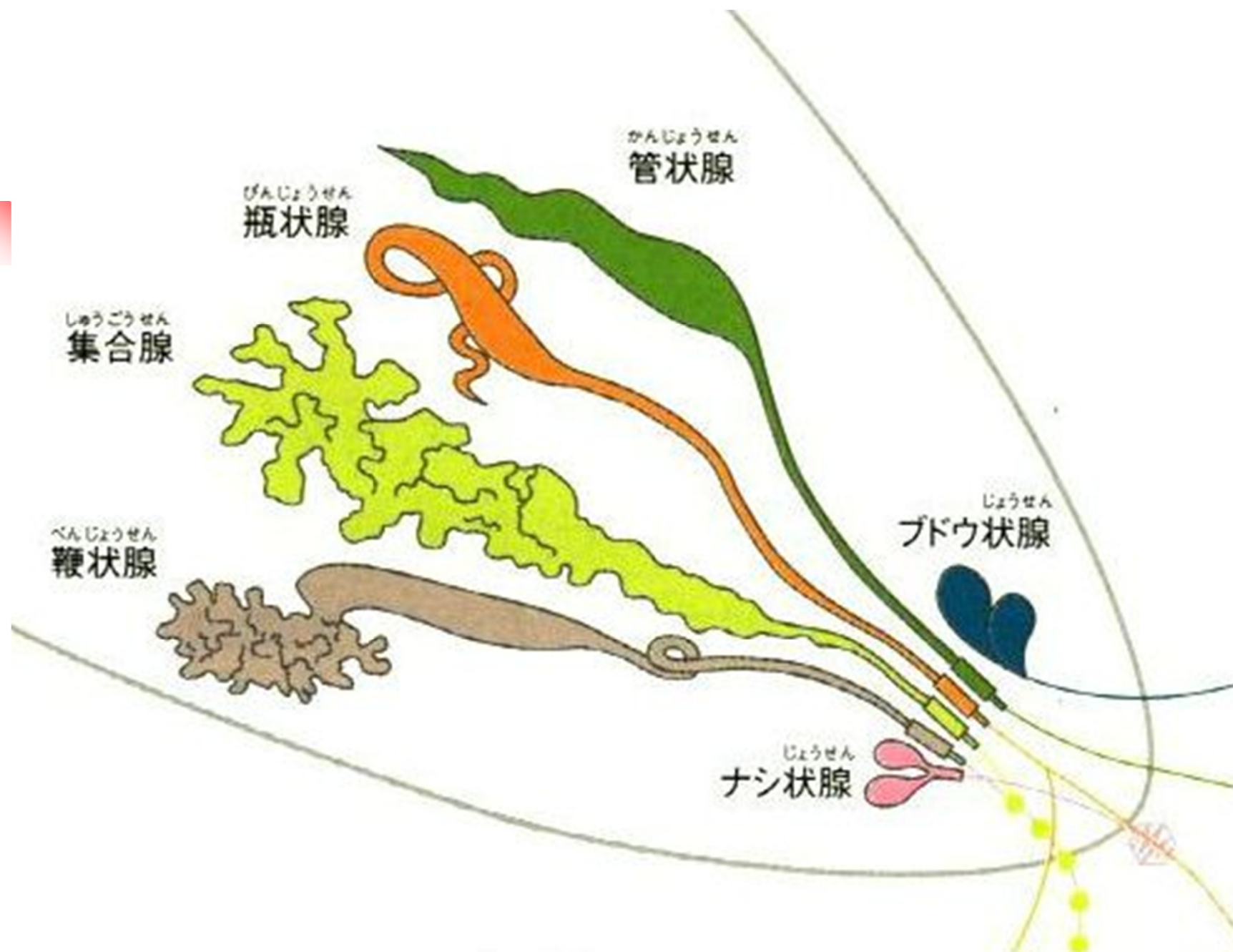
β シート構造
は大瓶状腺
糸に強さと
しなやかさを
与えている

Fig. 16. Beta Sheets

Beta sheets lend strength and flexibility to major ampullate silk. Beta strands are stretches of amino acids that have joined together such that their “backbones” are extended. They may stack together, forming beta sheets. The sheets are connected by other stretches of the silk protein molecule that do not form into such orderly structures. (Drawn by Peter Loftus)

クモの糸腺と糸の種類:コガネグモ





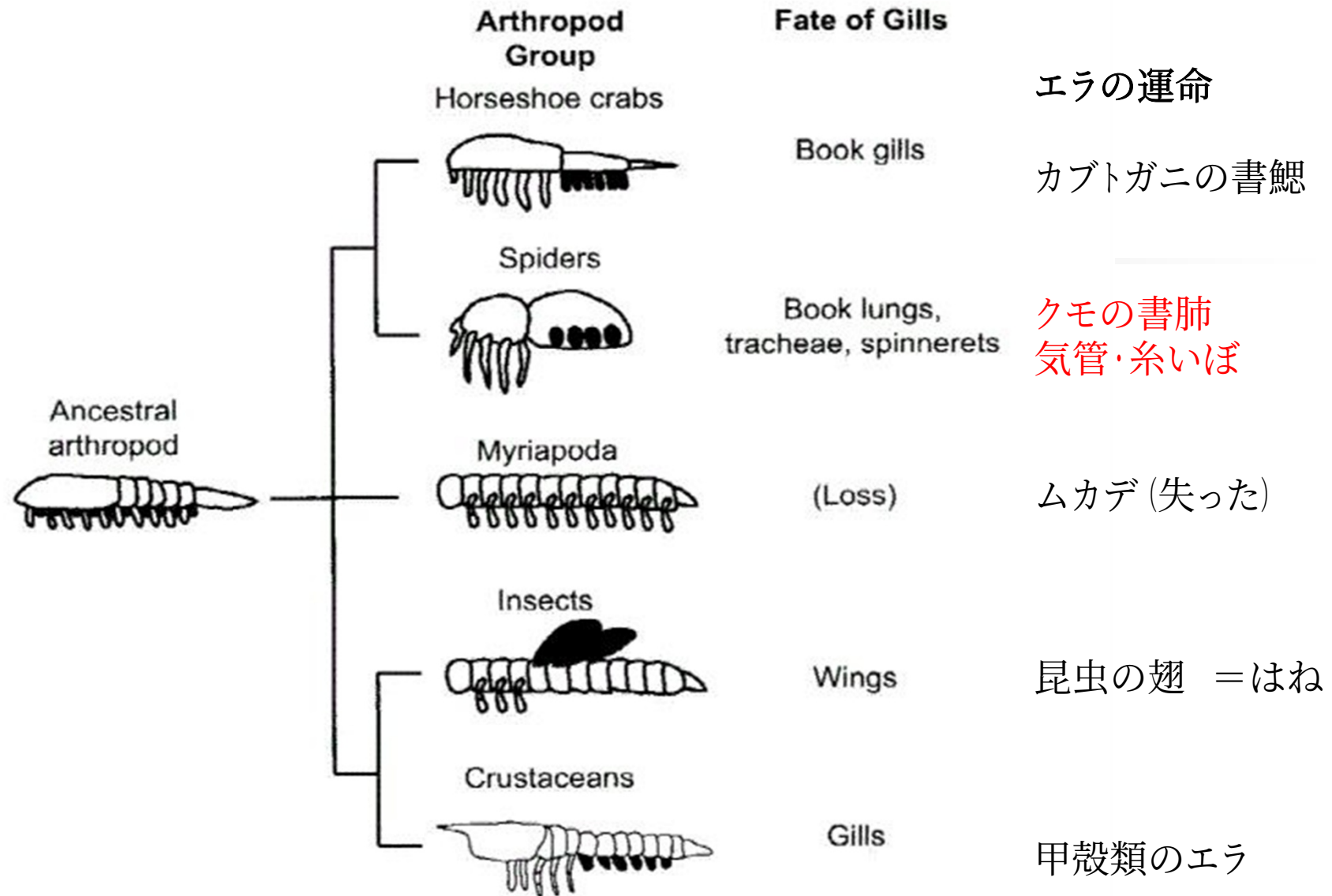


Fig. 30. Adaptations of an Ancestral Gill

The gills and the adaptive structures that evolved from them are shaded. (Drawn by Peter Loftus after Damen, Saridaki, and Averof, "Diverse Adaptations of an Ancestral Gill," fig. 4)