



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	シラミのミトコンドリアDNA徹底解剖！：分子系統学と分子形態学
Author(s)	Johnson, Kevin P.; 吉澤, 和徳
Relation	日本進化学会年大会第5回福岡大会 ワークショップ「昆虫の分子系統と進化」．平成15年8月1日～平成15年8月4日
Issue Date	2003-08-03
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/35518
Type	conference presentation
File Information	Mol_Phylo&Morph.pdf



分

形

分子配列

挿入・欠損・逆位

染色体構造

...

制限サイト

遺伝子配列

...

かたち
発生
生態
行動

子

態

ハトナガハジラミ 12S rDNA

CCCTATTATTAGGGTCAAAAATTAG

TTTTTTATTTTCAGAAAAATGTGTT

TCCTGTACACCGCCGTCTGAAGGGT

GGTTAGGTGCAGACAATAGGTAGG

TCGTTGAAGAAGAATTTGAAAGTA

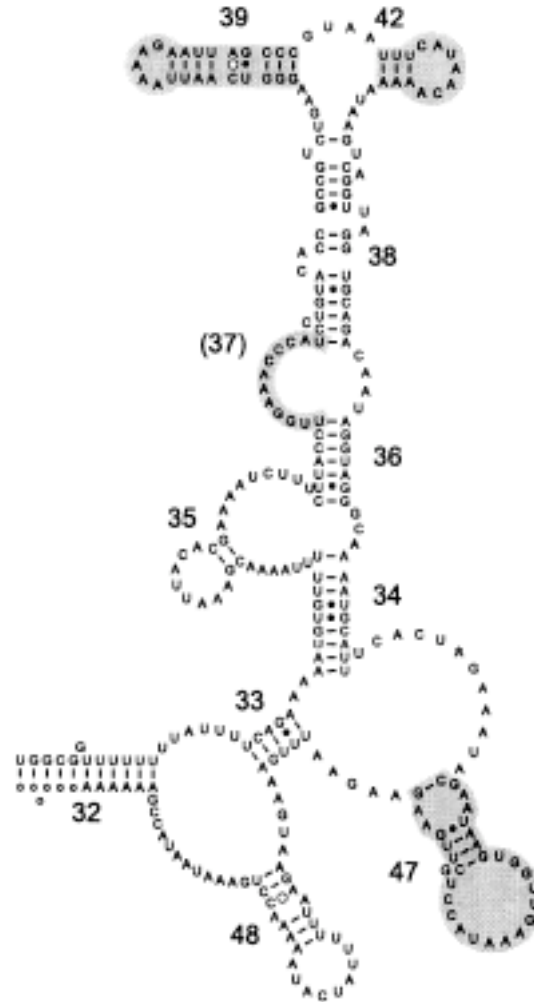
CGAAACTATCCAGAATGGCGGTT

CAATCTTTCTTACCTTGGAAACCCA

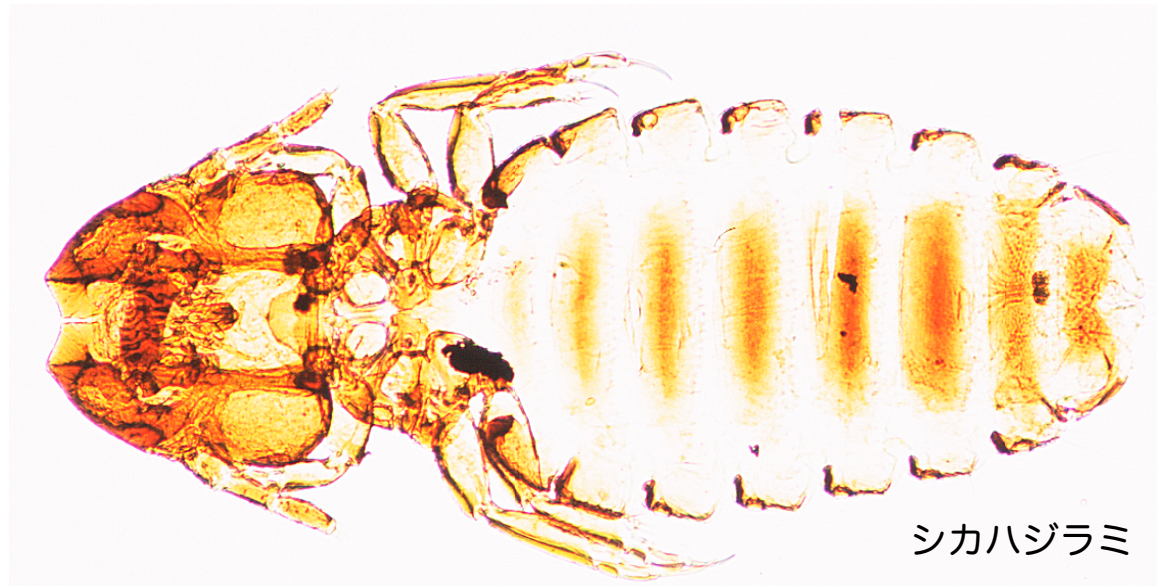
TAATTTTCATAACAAAAATAAGTCA

ATACGAATAAGTGGTTGAAATACC

CTGAAATAATACCGAAAAAATGTA



シラミのミトコンドリア DNA 徹底解剖！ -分子系統学と分子形態学-



シカハジラミ

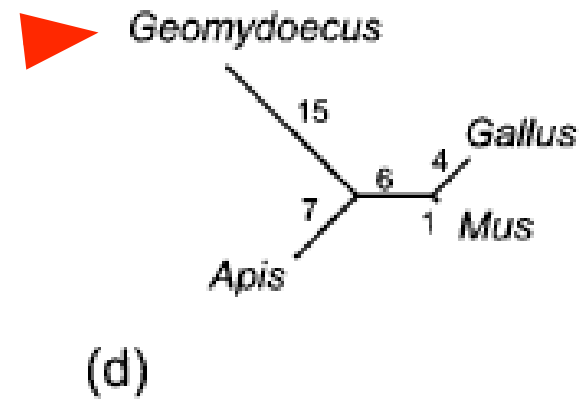
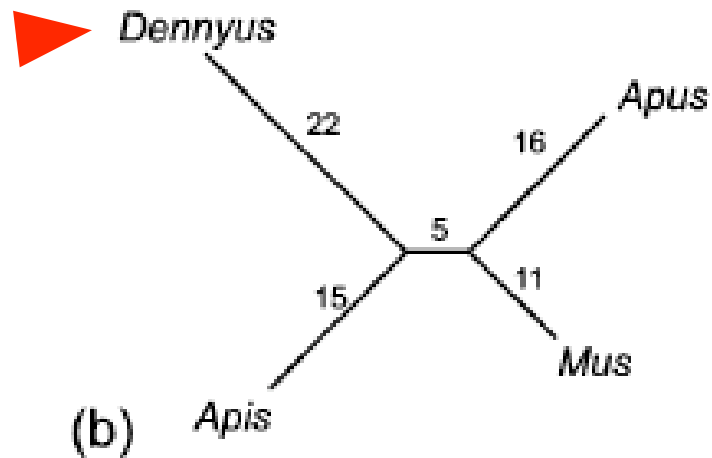
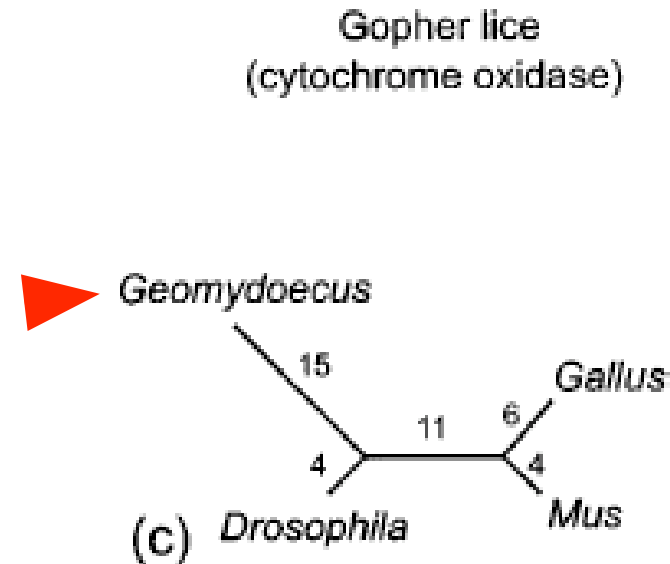
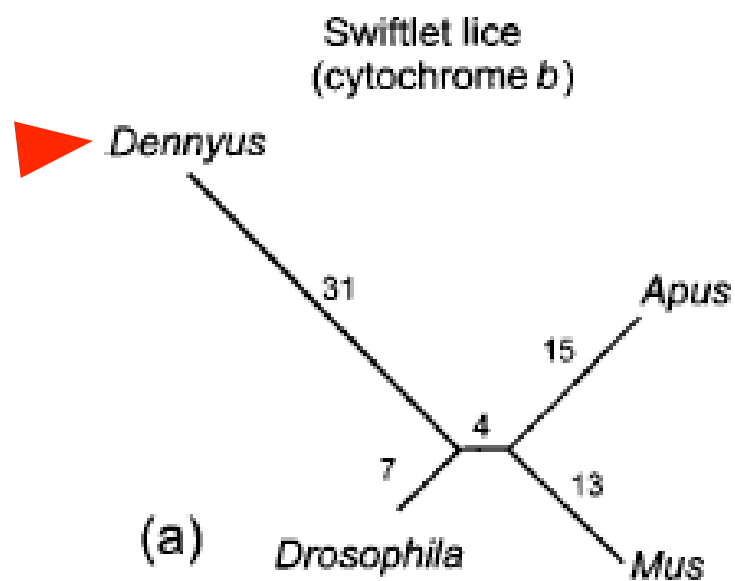
吉澤和徳：北海道大学大学院農学研究科昆虫体系学教室

Kevin P. Johnson: Illinois Natural History Survey, USA

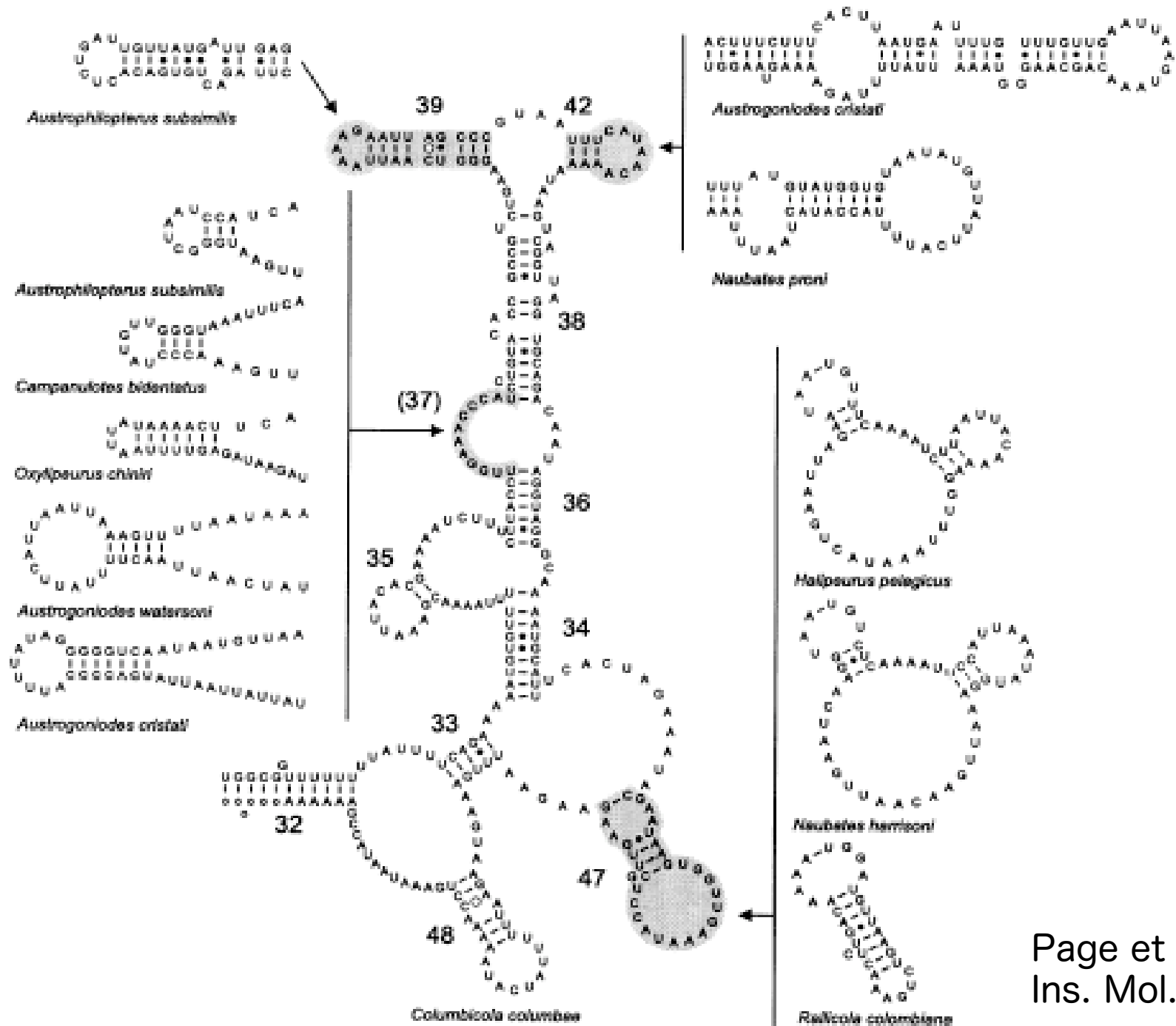
シラミのミトコンドリア DNA の特異性

- 寄主動物や他の昆虫に比べ，置換速度が極めて速い
(Hafner et al., 1994; Page et al., 1998; Johnson et al., 2003)
- 12S rRNA の二次構造が変化している
(Page et al., 2002)
- ミトコンドリア遺伝子のゲノム配置転換が起こっている
(Shao et al., 2001)

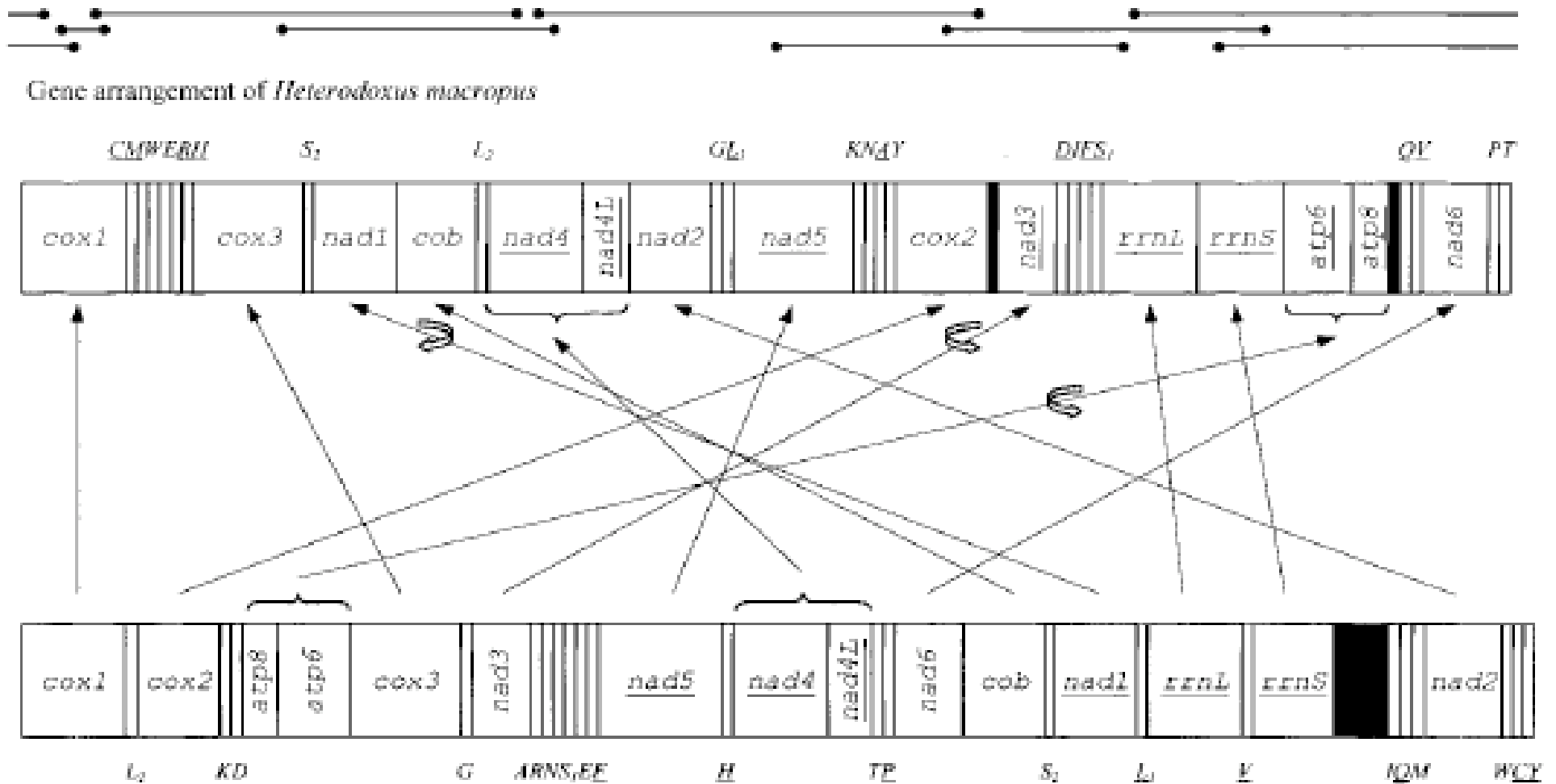
シラミと他の分類群のミトコンドリア DNA の進化速度の比較



シラミの 12S rRNA の二次構造



シラミにおけるミトコンドリア DNA ゲノムの配置転換



Inferred gene arrangement of the ancestral insect

Shao et al. (2001: MBE)

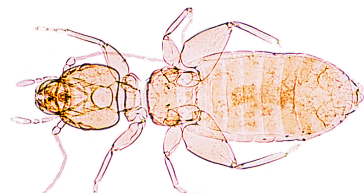
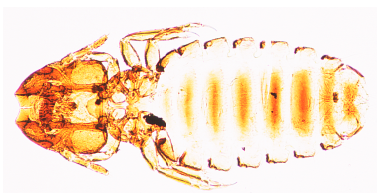
シラミのミトコンドリア DNA の特異性

- ・ 寄主動物や他の昆虫に比べ，進化速度が極めて速い
- ・ 12S rRNA の二次構造が変化している
- ・ ミトコンドリア遺伝子のゲノム配置転換が起こっている

では. . .

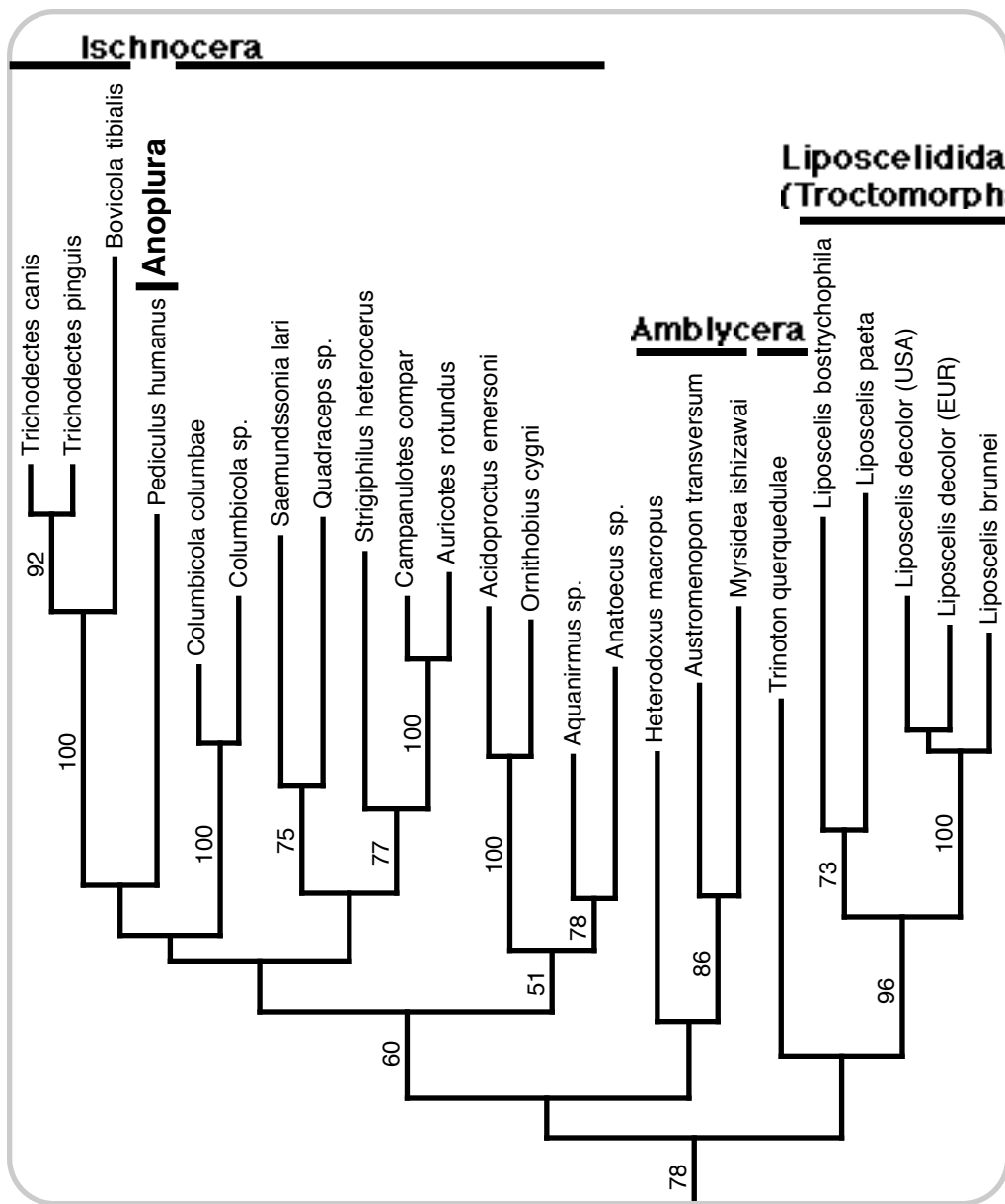
- ? これらの現象はいつ生じたのか
- ? これら3つの現象のあいだに相関はあるのか
- ? なぜこのような特異な現象が起こったのか

系統樹！

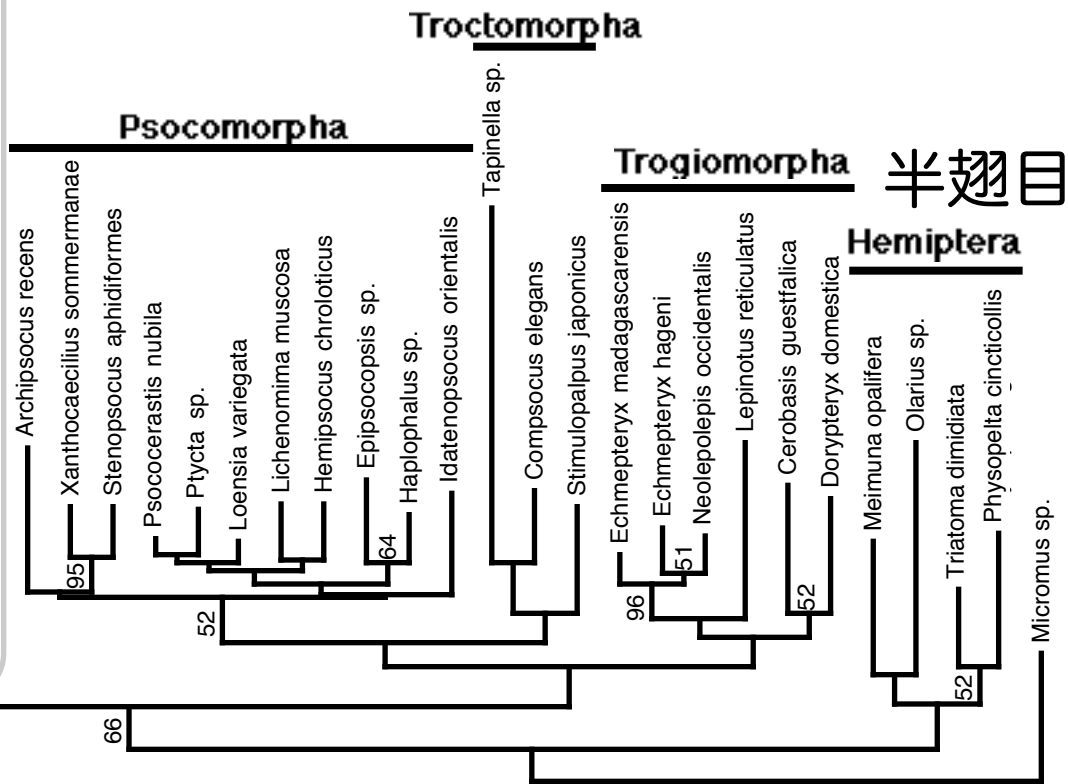


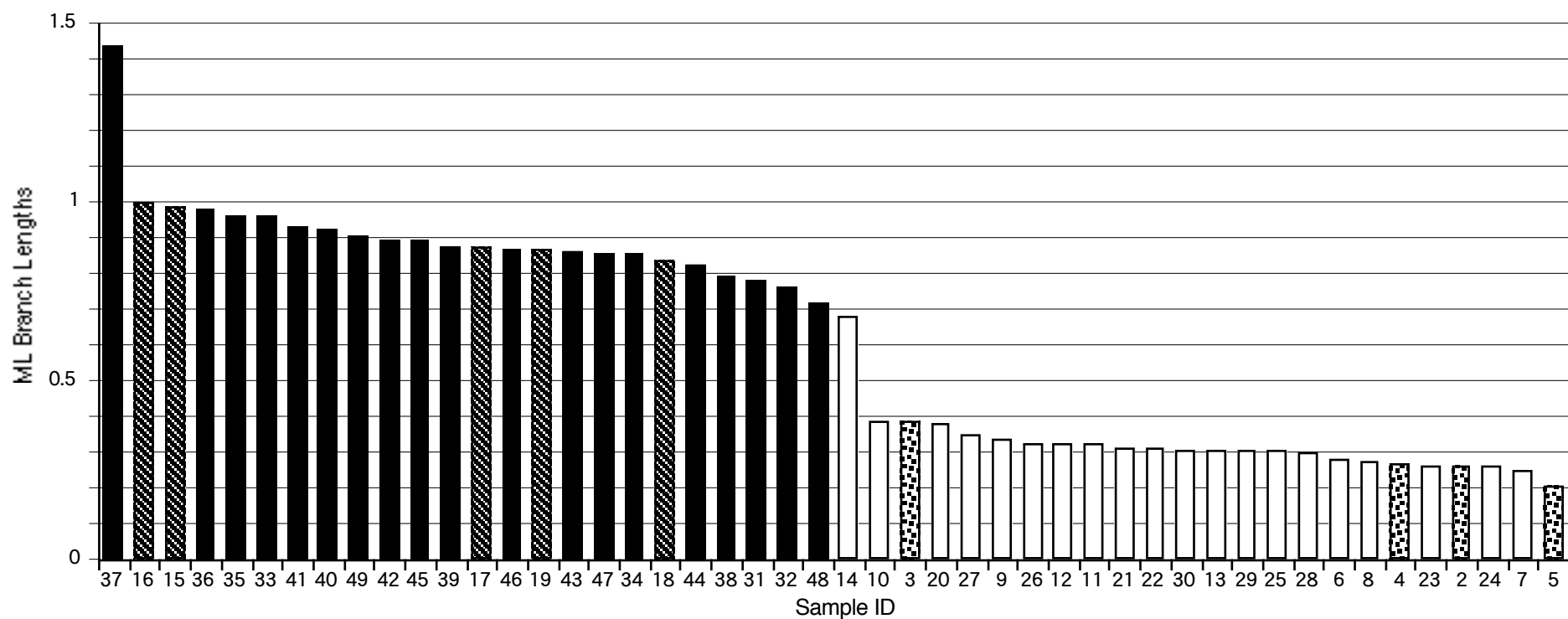
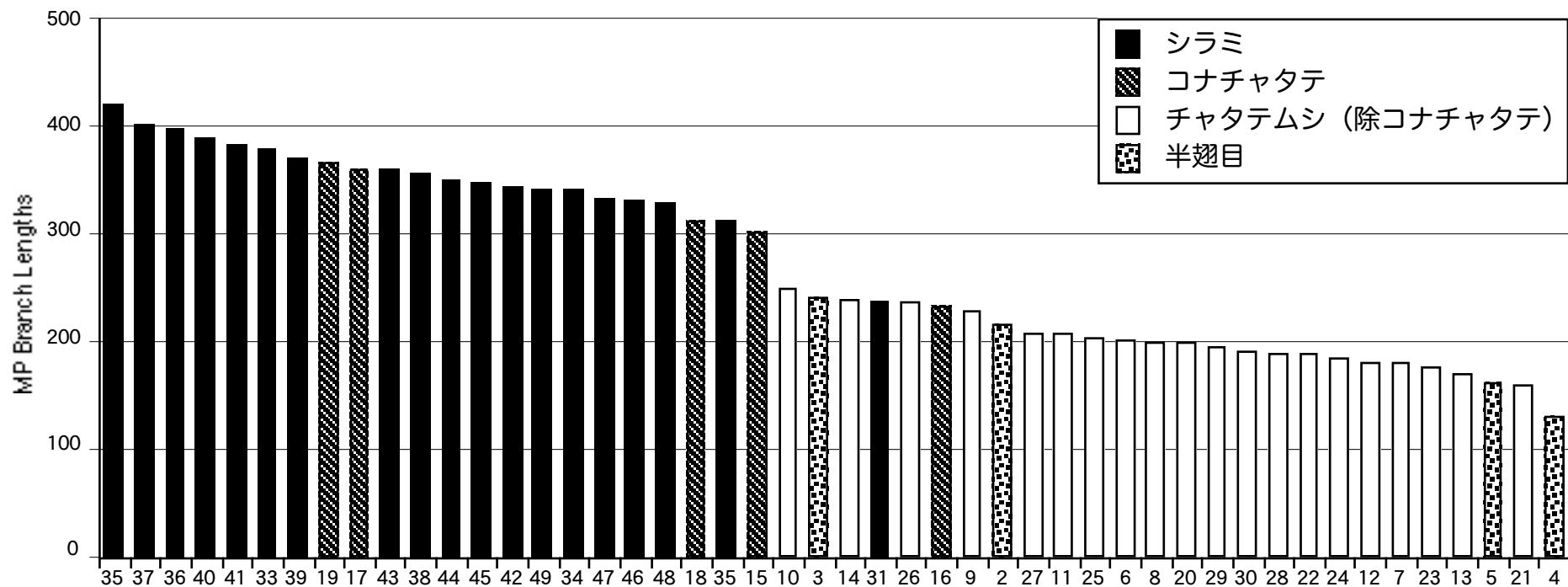
シラミ+コナチャタテ

最尤系統樹
12+16S combined



チャタテムシ (除コナチャタテ)

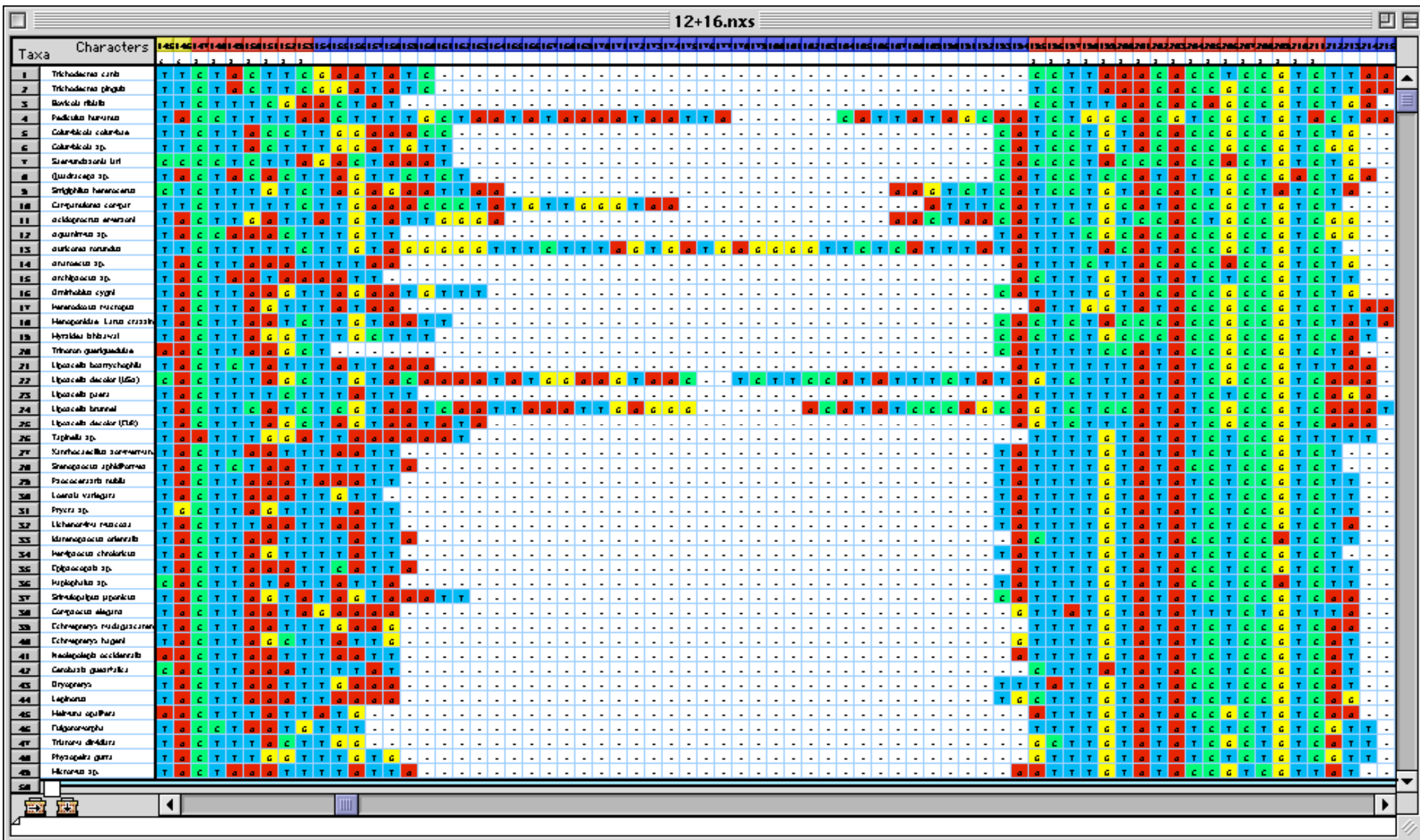




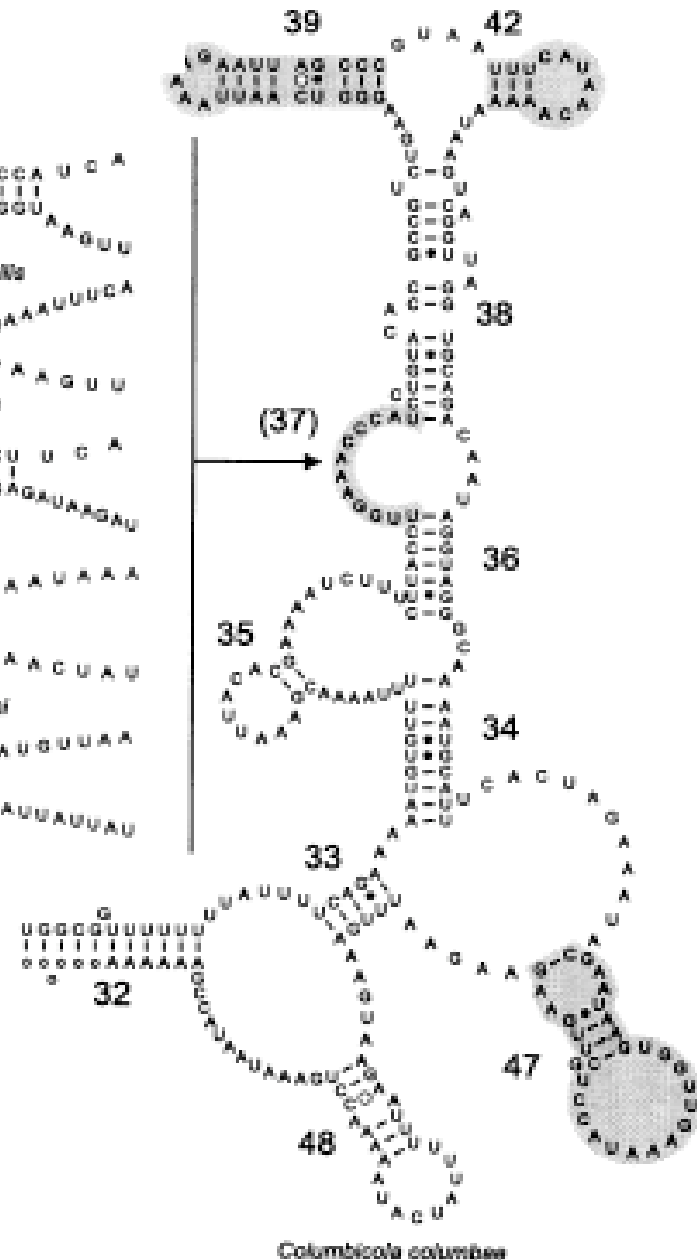
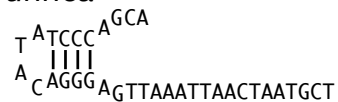
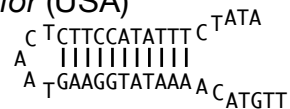
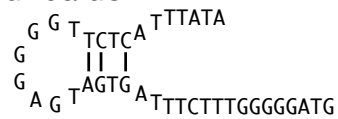
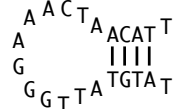
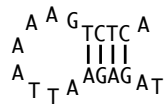
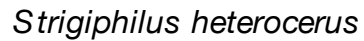
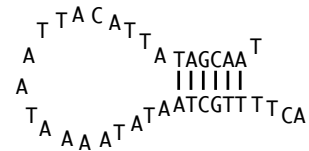
シラミのミトコンドリア DNA の特異性

- ・ 寄主動物や他の昆虫に比べ，進化速度が極めて速い
- ★ 12S rRNA の二次構造が変化している
- ・ ミトコンドリア遺伝子のゲノム配置転換が起こっている

12S rDNA のアライメントの結果 (Helix36-38)



本研究で新たに見いだされた 12S rDNA の helix 37



シラミのミトコンドリア DNA の特異性

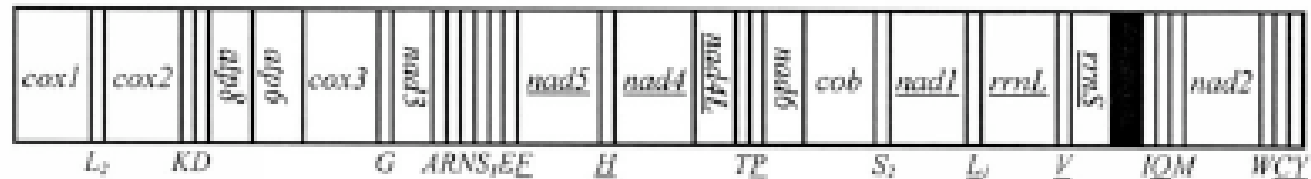
- ・ 寄主動物や他の昆虫に比べ，進化速度が極めて速い
- ・ 12S rRNA の二次構造が変化している
- ★ ミトコンドリア遺伝子のゲノム配置転換が起こっている

準新翅類のミトコンドリア DNA の配置

(Shao et al. 2001: MBE)

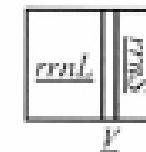
半翅類

Ancestral insect;
Drosophila yakuba (Diptera);
Triatoma dimidiata
(Hemiptera); etc.



半翅類

Tectocoris diophthalmus
(Hemiptera)



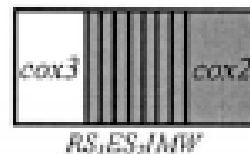
アザミウマ

Thrips imuginis
(Thysanoptera)



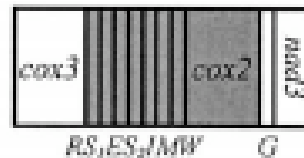
チャタテムシ

Pteroxanum insularum
(Psocoptera, Trogiomorpha,
Lepidopsocidae)



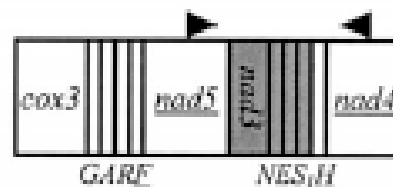
チャタテムシ

undescribed lepidopsocid sp.
(Psocoptera, Trogiomorpha,
Lepidopsocidae)



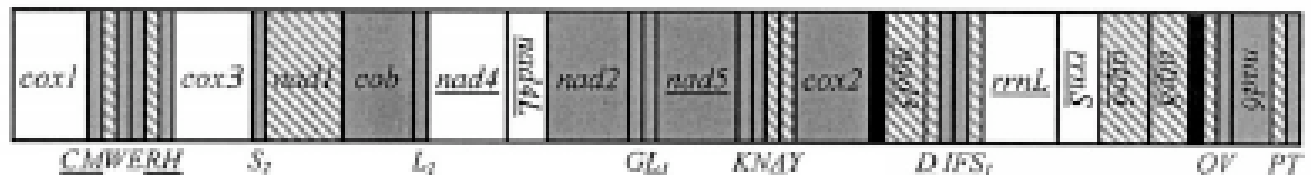
チャタテムシ

Caecilius quercus
(Psocoptera, Psocomorpha,
Caeciliidae)



シラミ

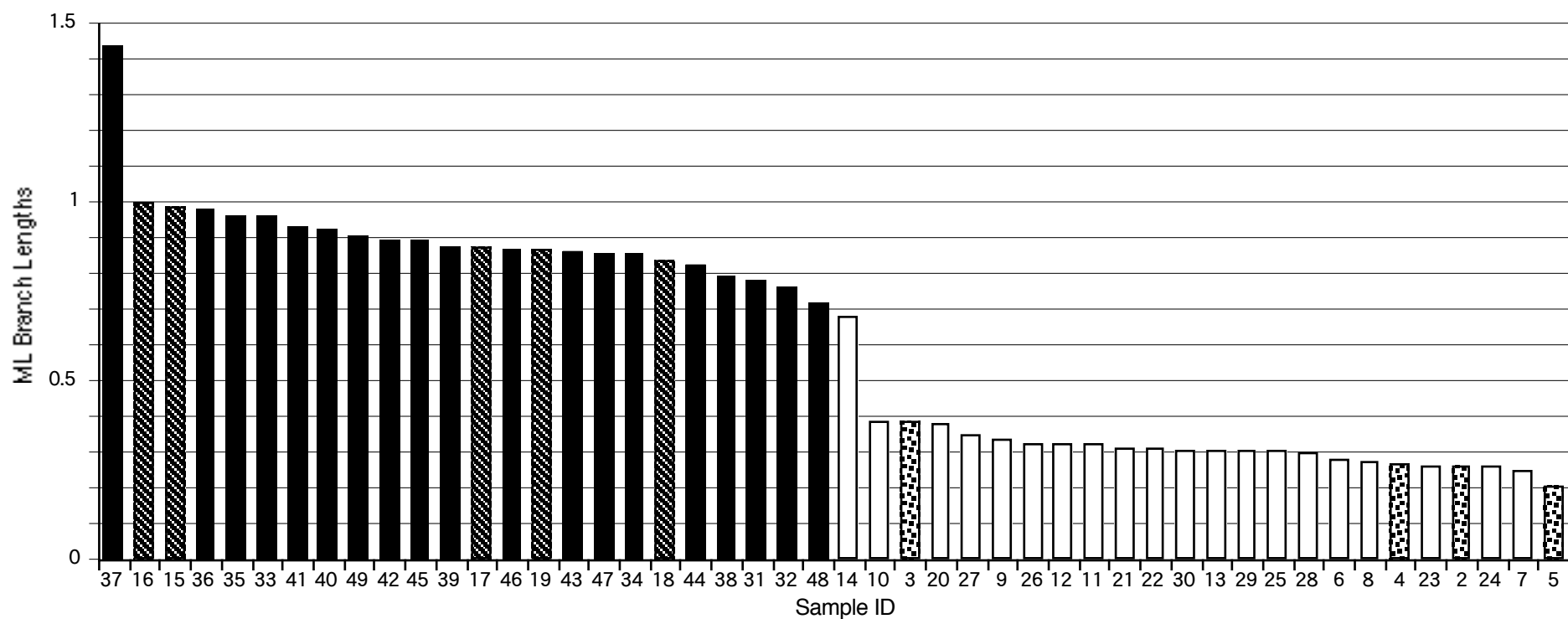
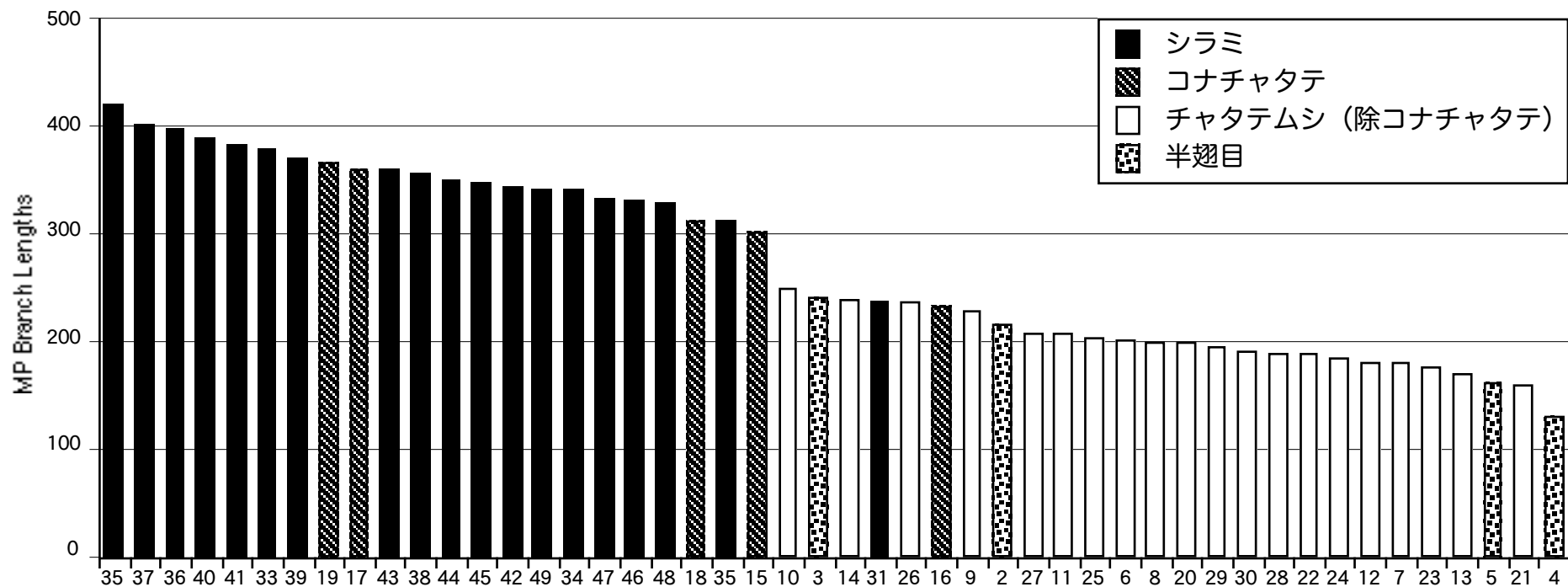
Heterodoxus macropus
(Phthiraptera)

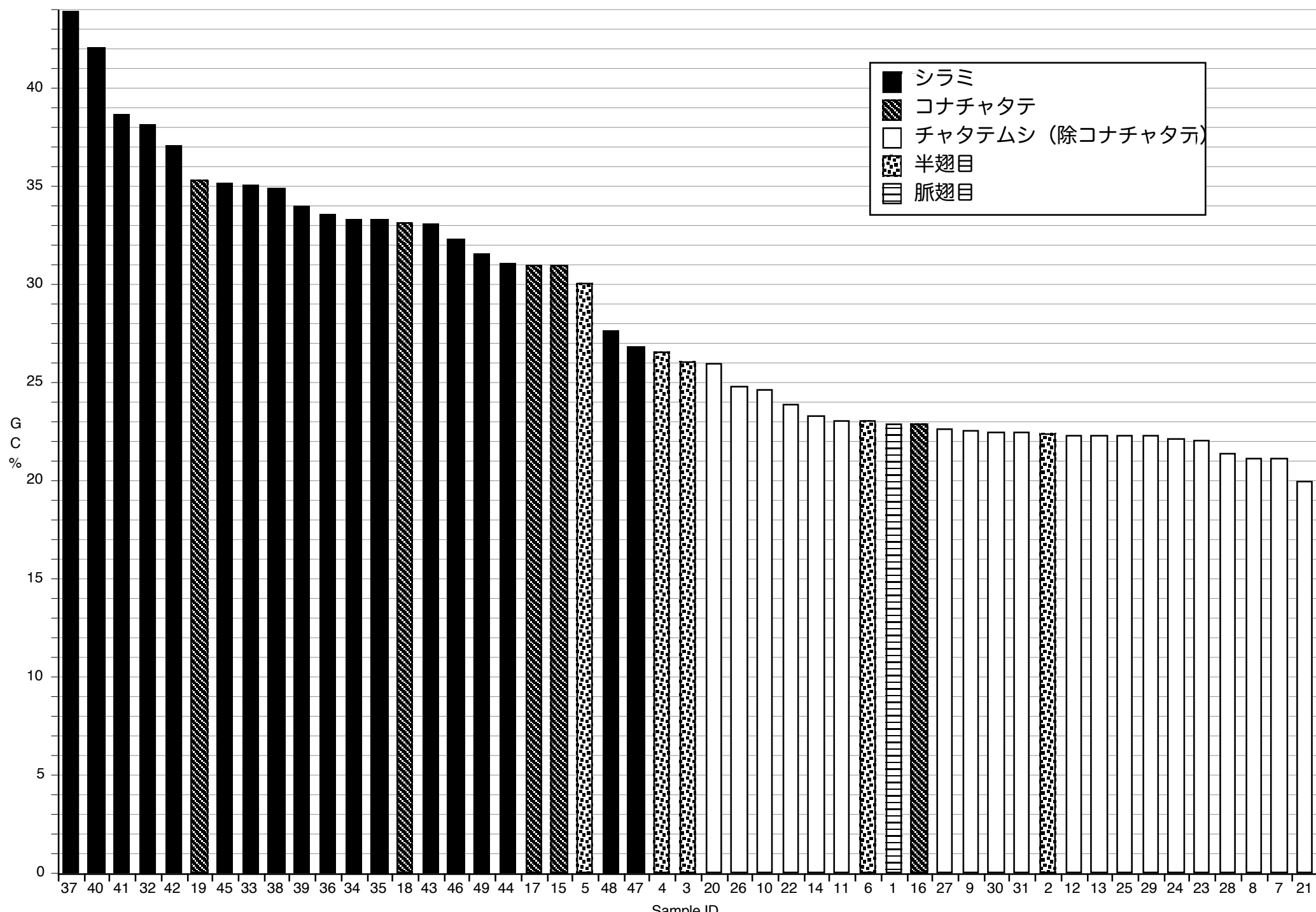


シラミのミトコンドリア DNA の特異性

- ・ 寄主動物や他の昆虫に比べ，進化速度が極めて速い
- ・ 12S rRNA の二次構造が変化している
- ・ ミトコンドリア遺伝子のゲノム配置転換が起こっている

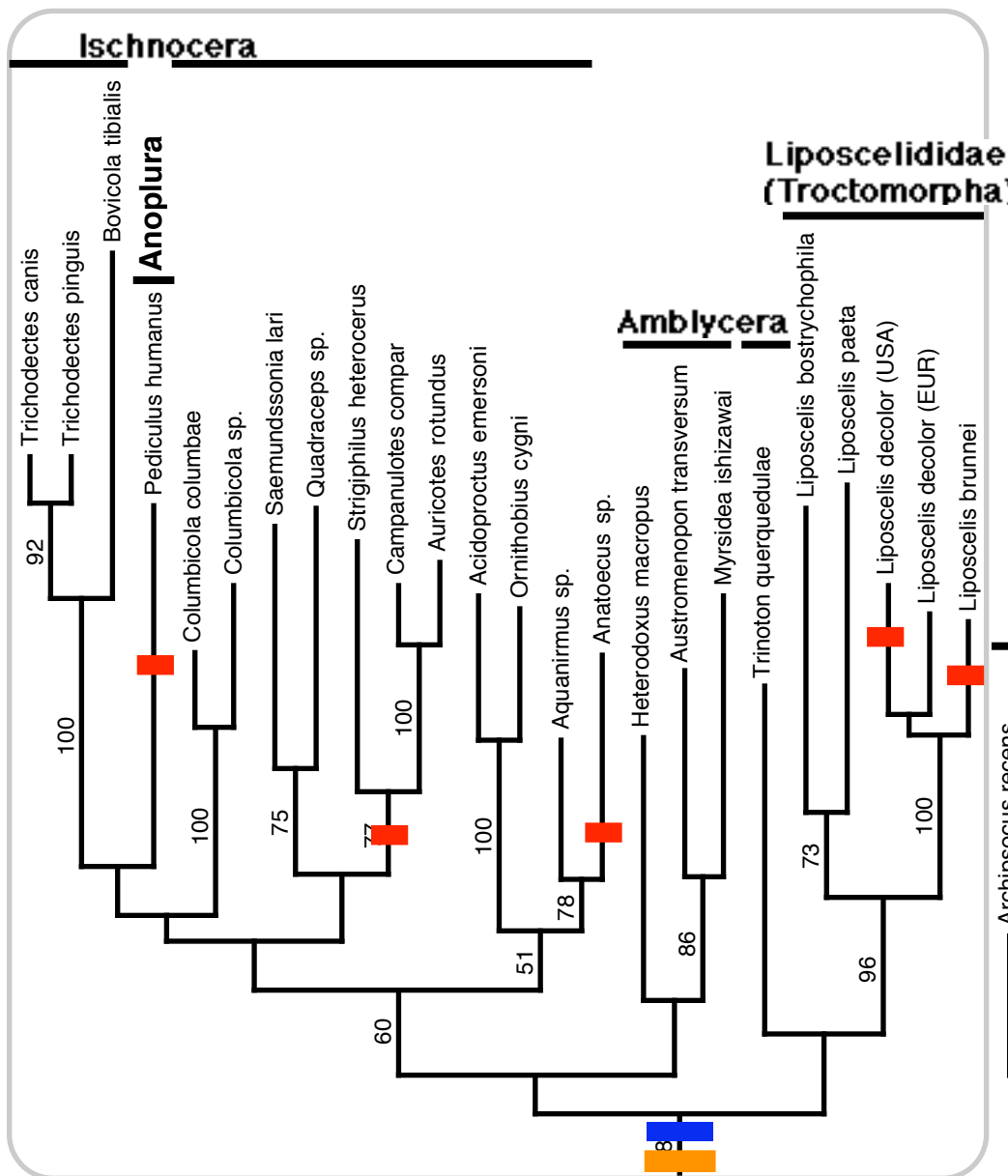
そしてもう一つ！



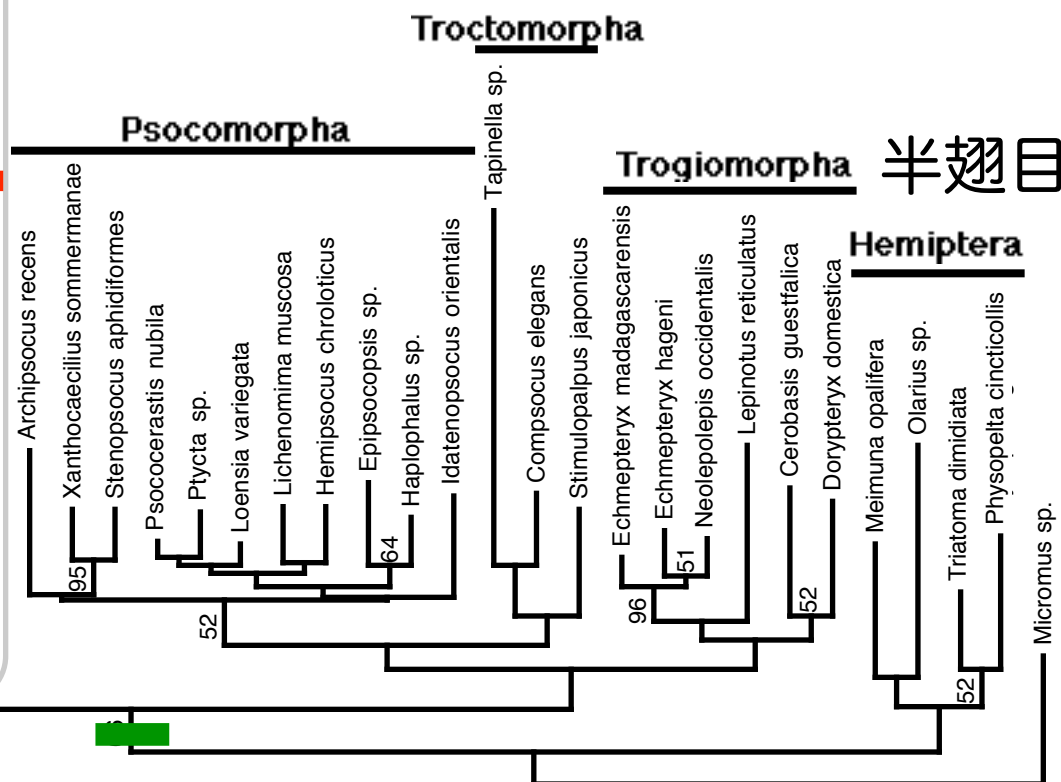


シラミ+コナチャタテ

- 塩基置換速度の加速
- GC 含有量の上昇
- 12S の二次構造の変化
- ミトコンドリアゲノムの配置転換



チャタテムシ (除コナチャタテ)



0.1 substitutions/site

結論

- ・ ミトコンドリア DNA の置換速度の加速は、シラミ+コナチャタテの共通祖先で起こった
- ・ 置換速度の加速は、GC 含有量の上昇と、ミトコンドリアの 12S rDNA の 2 次構造の変化と相関していた
- ・ ミトコンドリア DNA の置換速度の加速と、ゲノムの配置転換は相関していない

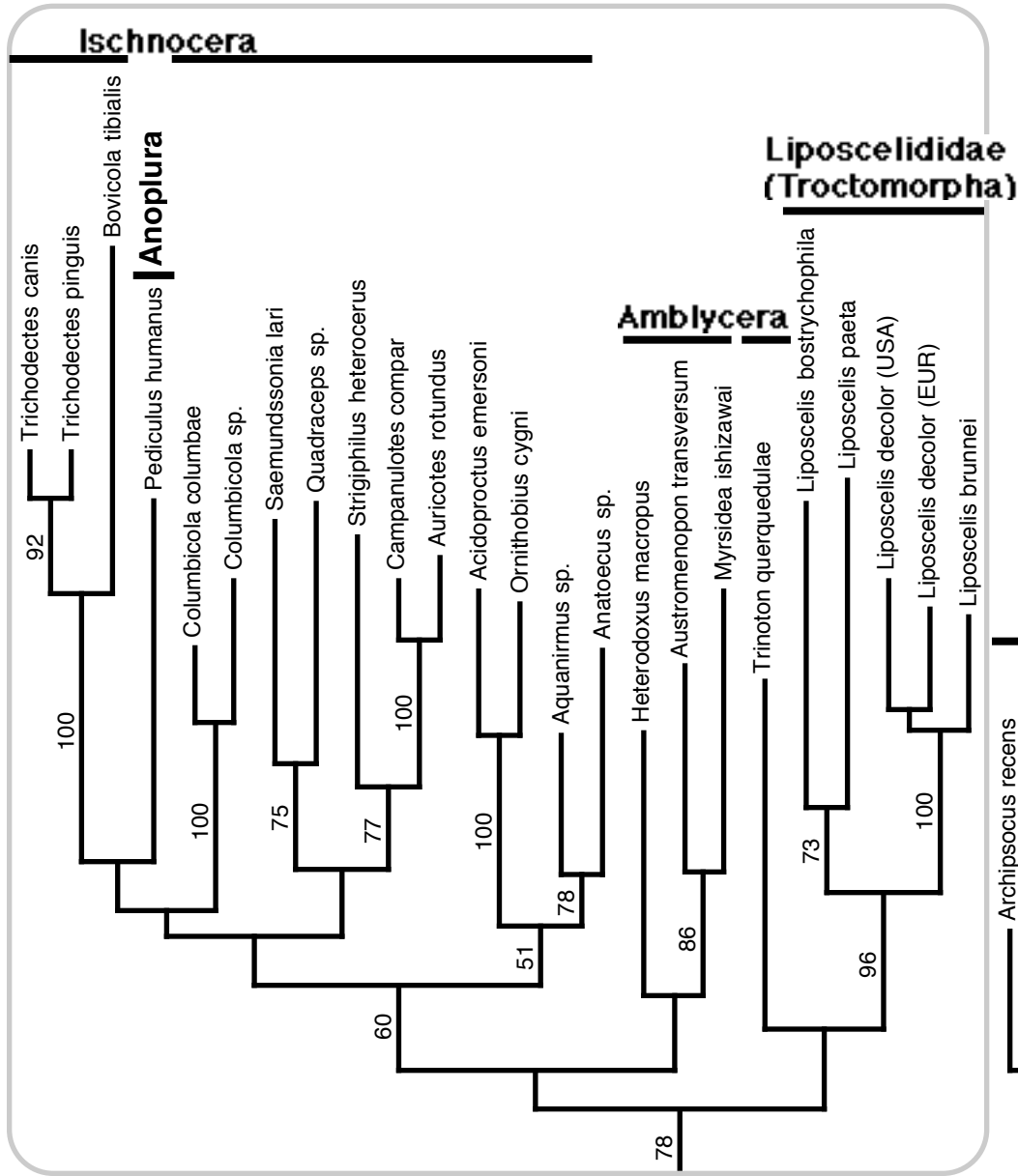
では

? シラミ+コナチャタテで見られるミトコンドリア DNA の特異な進化は、どうして生じた

- ・ 世代時間が短いから？
- ・ 恒温動物への寄生に関する適応的進化？
- ・ 度重なるボトルネック？

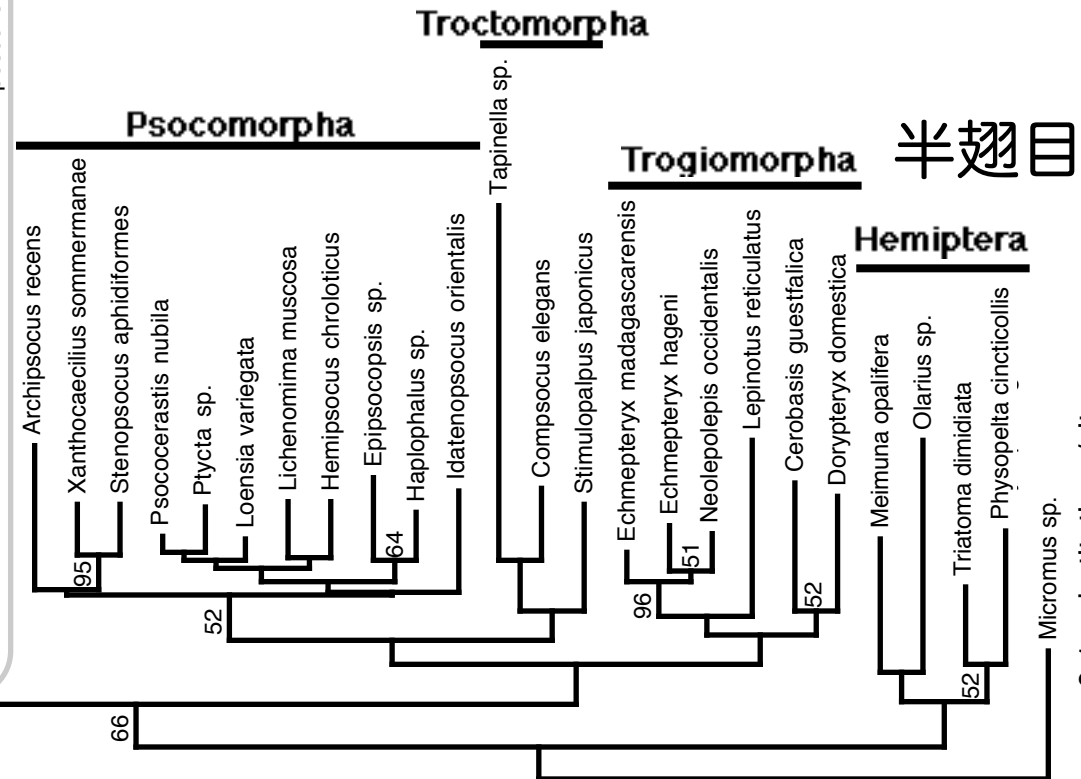
幼虫の令期：4

シラミ+コナチャタテ



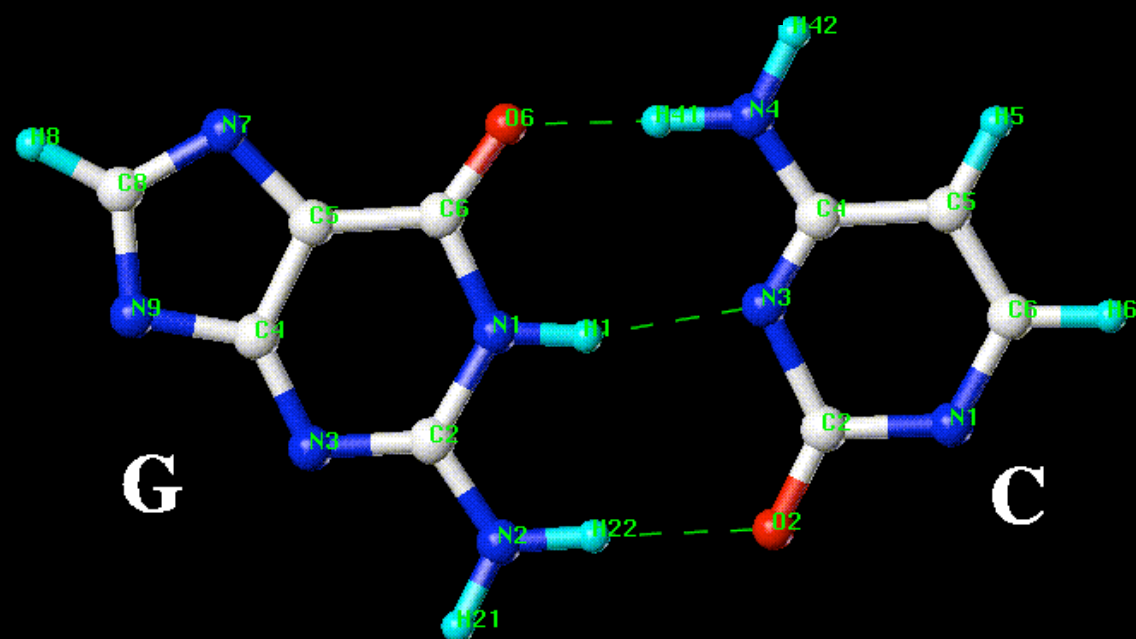
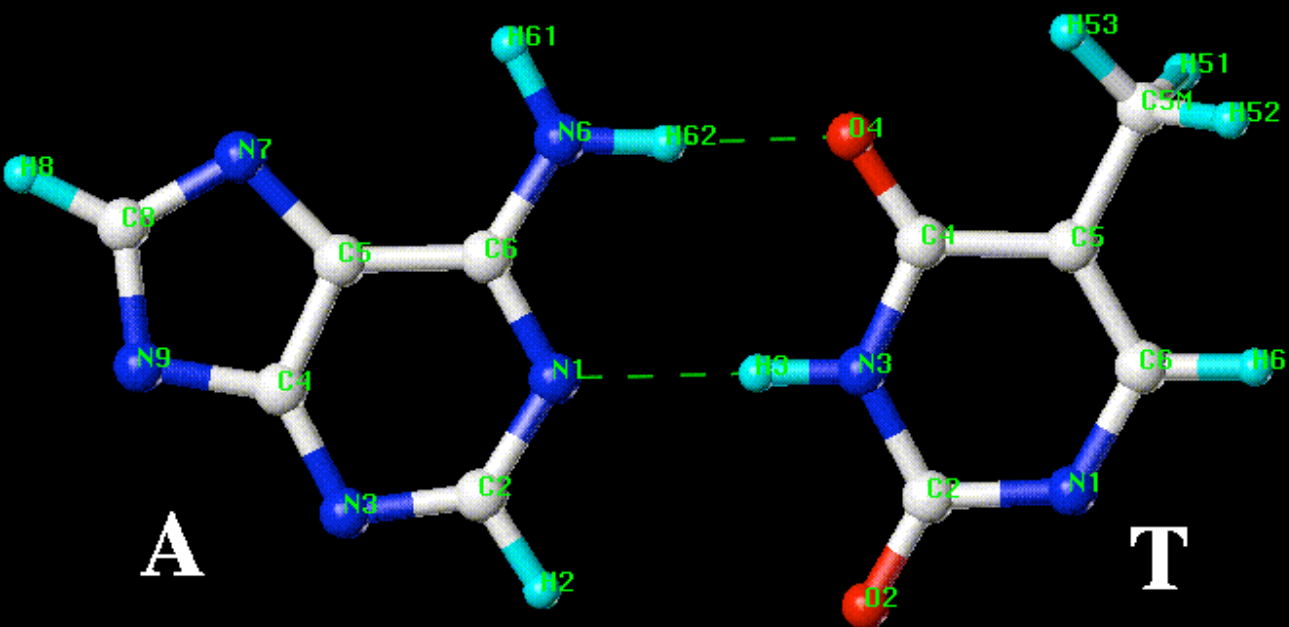
幼虫の令期：6

チャタテムシ (除コナチャタテ)



☹ 世代時間が短いから？

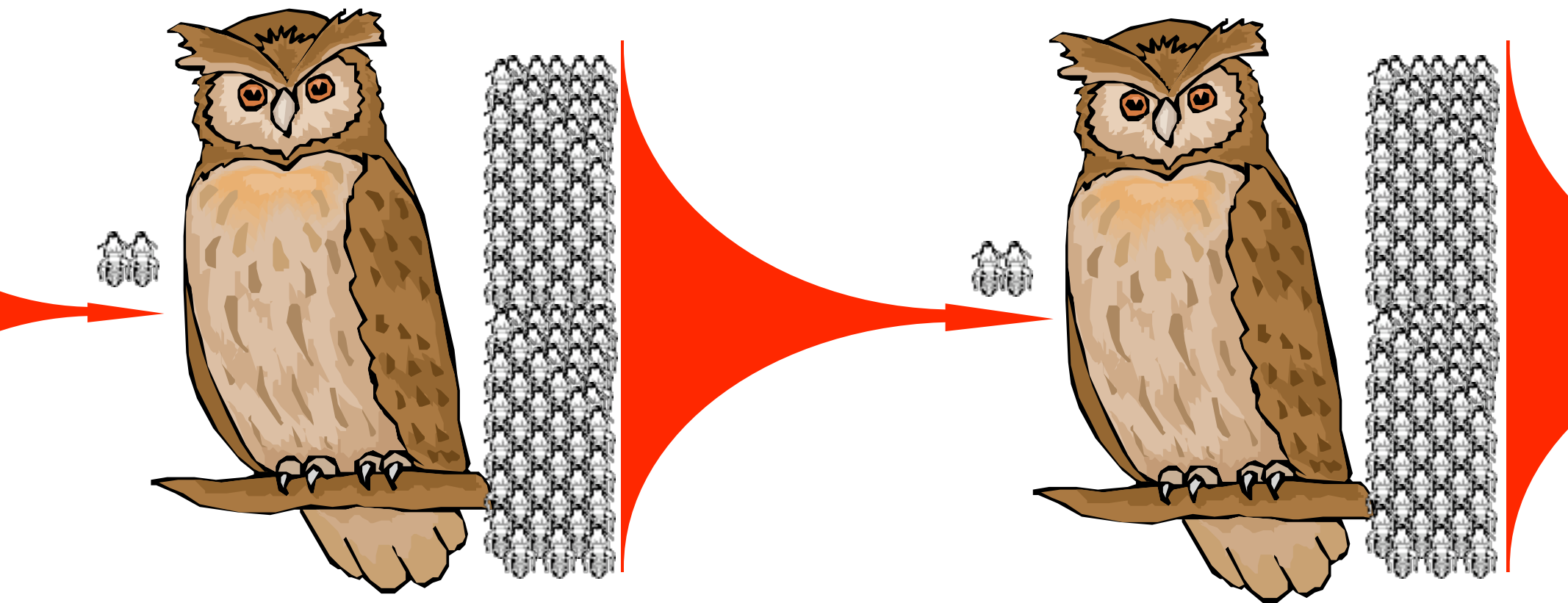
- ・ 恒温動物への寄生に関する適応的進化？
- ・ 度重なるボトルネック？



☹ 世代時間が短いから？

😊 恒温動物への寄生に関する適応的進化！

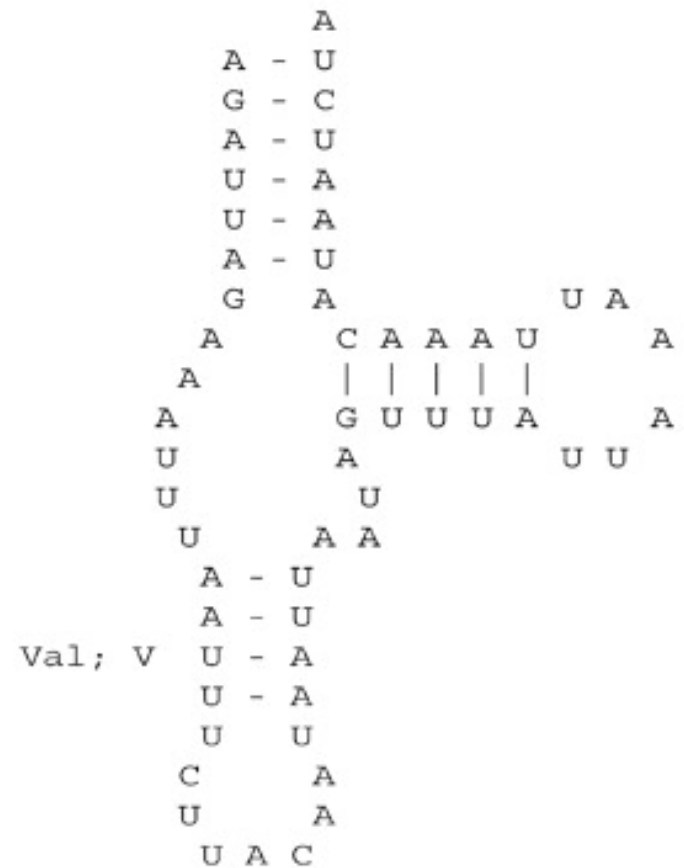
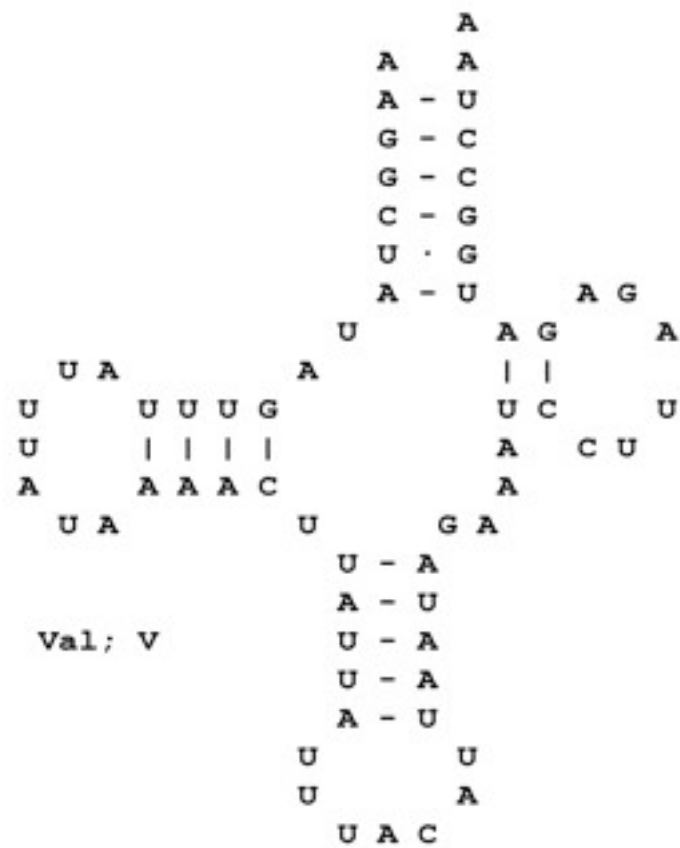
- ・ 度重なるボトルネック？



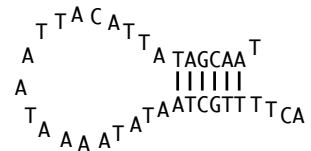
度重なるボトルネック

- 置換速度の加速 (e.g., Ohta, 1972)
- 弱有害変異の蓄積 (e.g., Kimura, 1983)
 - 中立変異・・・集団サイズに無関係
 - 弱有害変異・・・小集団でより多く蓄積

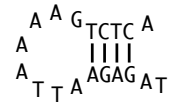
バリン (UAC)



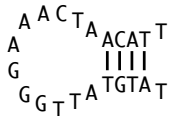
Pediculus humanus



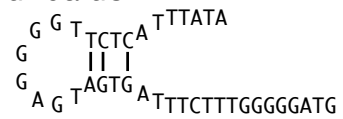
Strigiphilus heterocerus



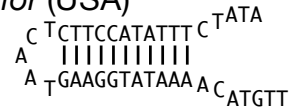
Acidoproctus emersoni



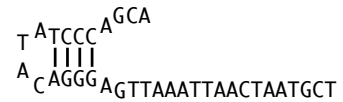
Auricotes rotundatus



Liposcelis decolor (USA)



Liposcelis brunnea



Austrophilopterus subsmilis



Campanulotes bidentatus



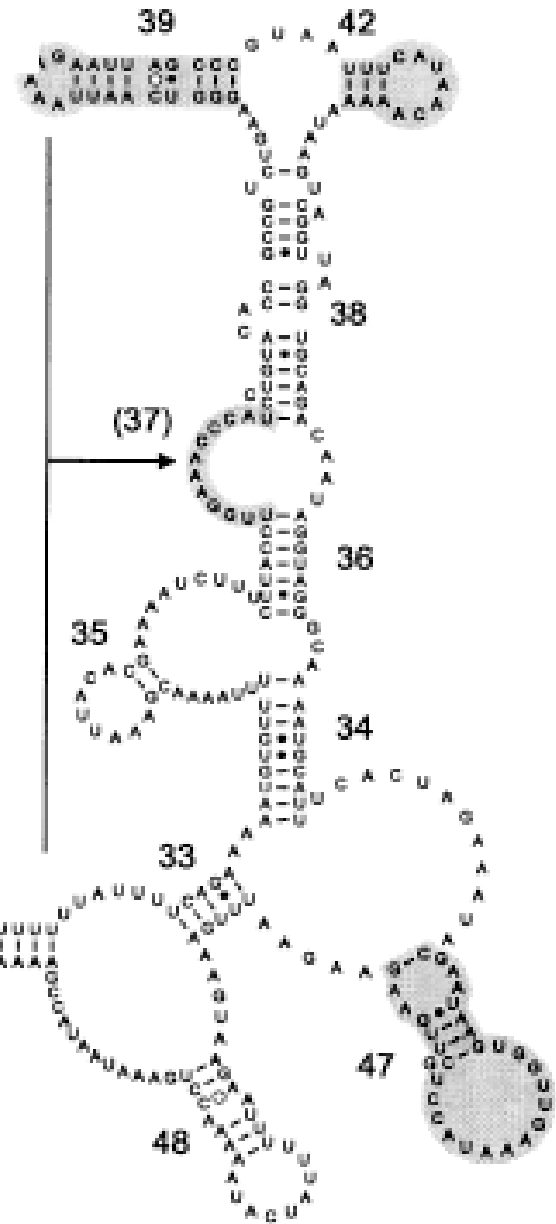
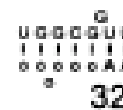
Oxytpeurus chinii



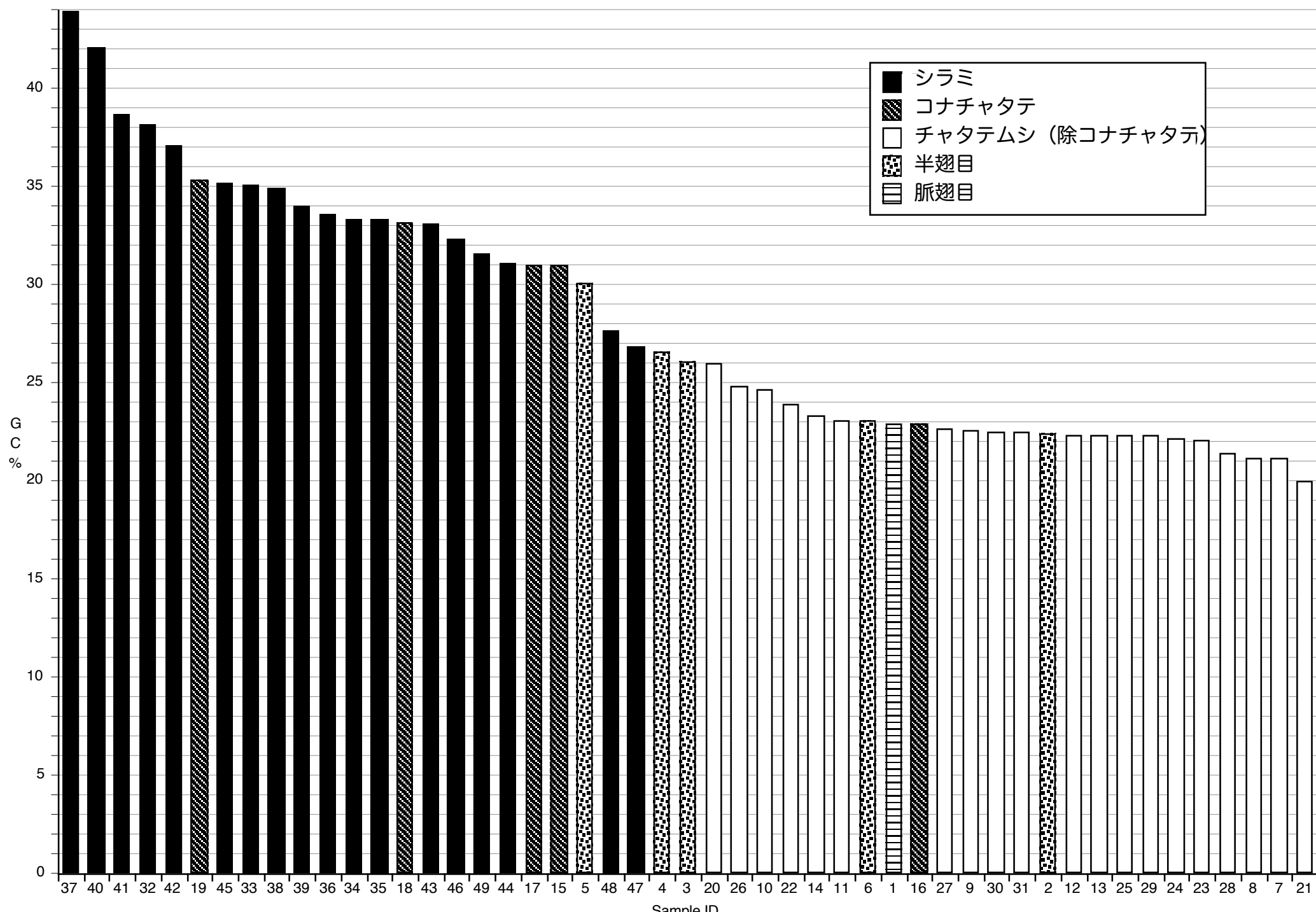
Austrogoniodes watsoni



Austrogoniodes cristati

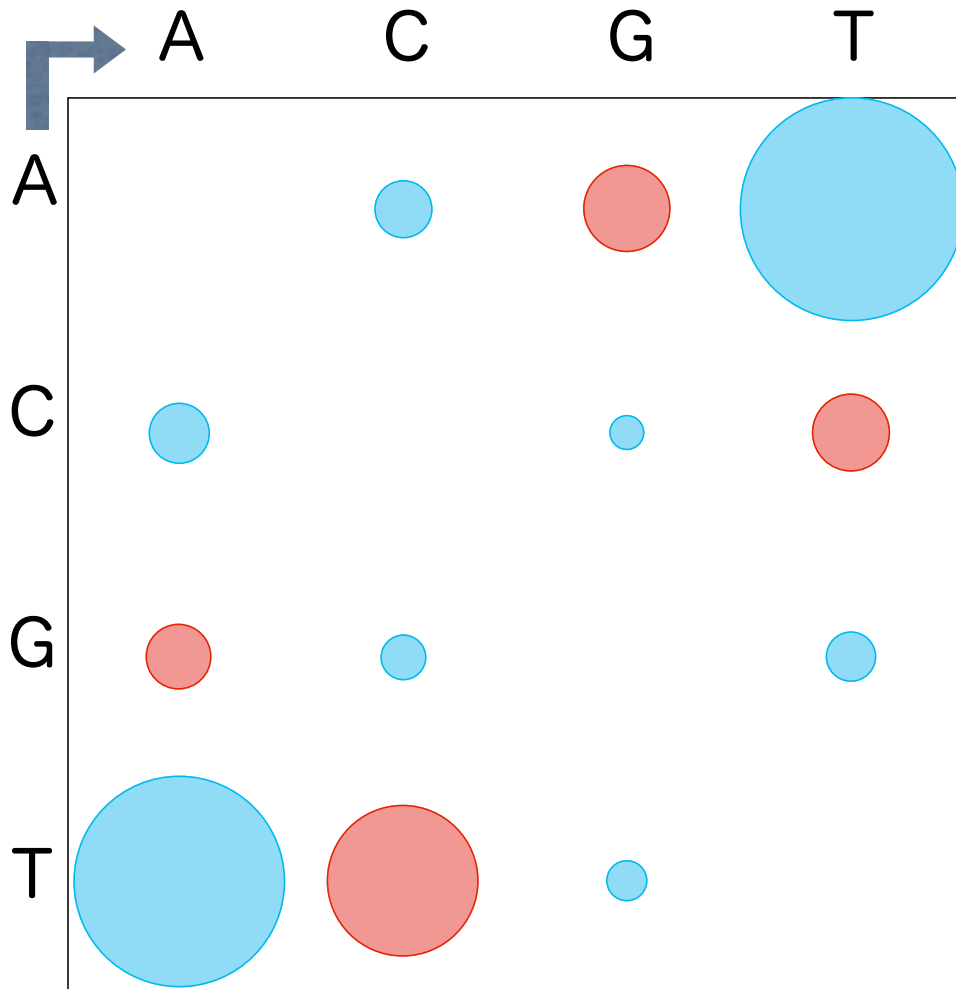


Columbicola columbae

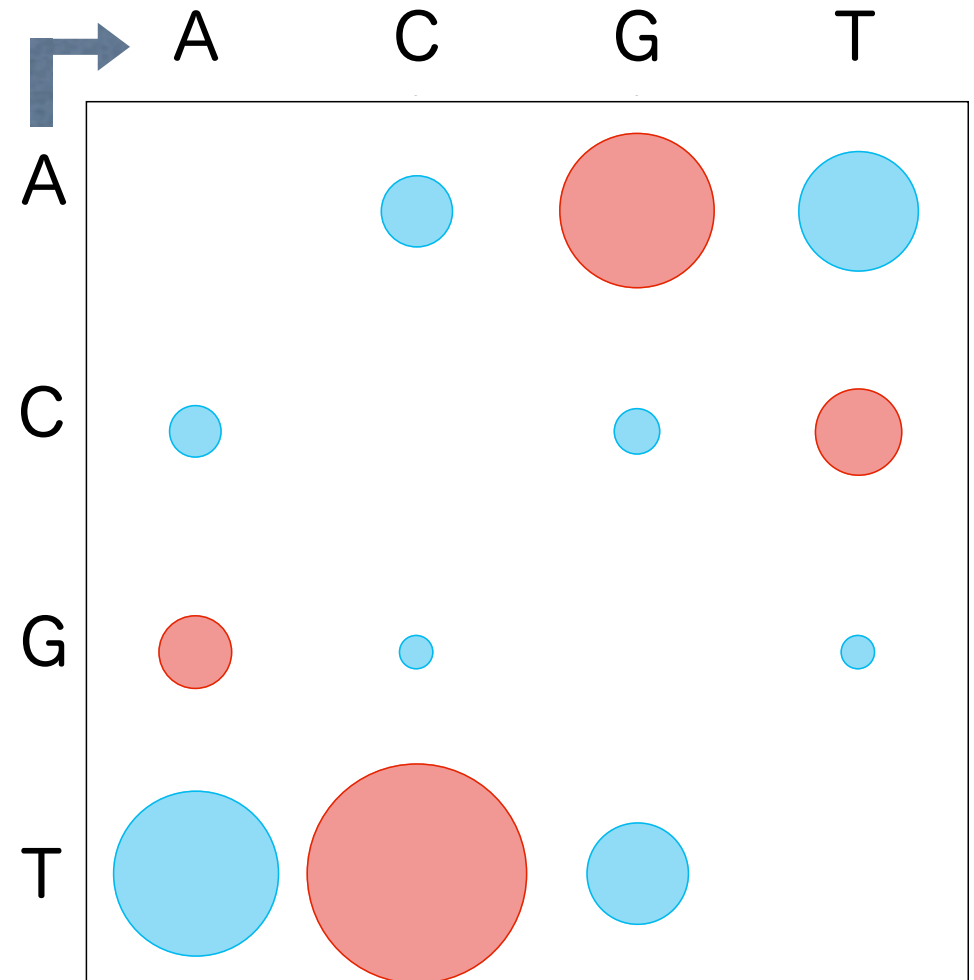


Cyt-b 遺伝子の置換パターン

ミツバチ



シラミ



☹️ 世代時間が短いから？

😊 恒温動物への寄生に関する適応的進化！

😊 度重なるボトルネック！

まとめ

- ・ミトコンドリア DNA の置換速度は，シラミ+コナチャタテの共通祖先において有意に加速しており，それは，GC 含有量の上昇および 12S rDNA の二次構造の多様化と相関しているが，寄生性の起源およびミトコンドリアゲノムの配置転換とは直接関係ない。
- ・上記の現象は，高温環境への適応または有効集団サイズの減少によって生じたと考えられる．この推論は，シラミに対してはよく当てはまるものの，コナチャタテに関してはさらなる検討が必要．

分

形

分子配列

挿入・欠損・逆位

染色体構造

...

制限サイト

遺伝子配列

...

かたち
発生
生態
行動

子

態