

進化からみた人の 過去・現在・未来

斎藤成也

国立遺伝学研究所

総合研究大学院大学遺伝学専攻(兼任)・東京大学生物科学専攻(兼任)

日本学術会議公開シンポジウム

科学紀元 8 年 2 月 5 日

生物全体の系統関係

斎藤成也（2004）より

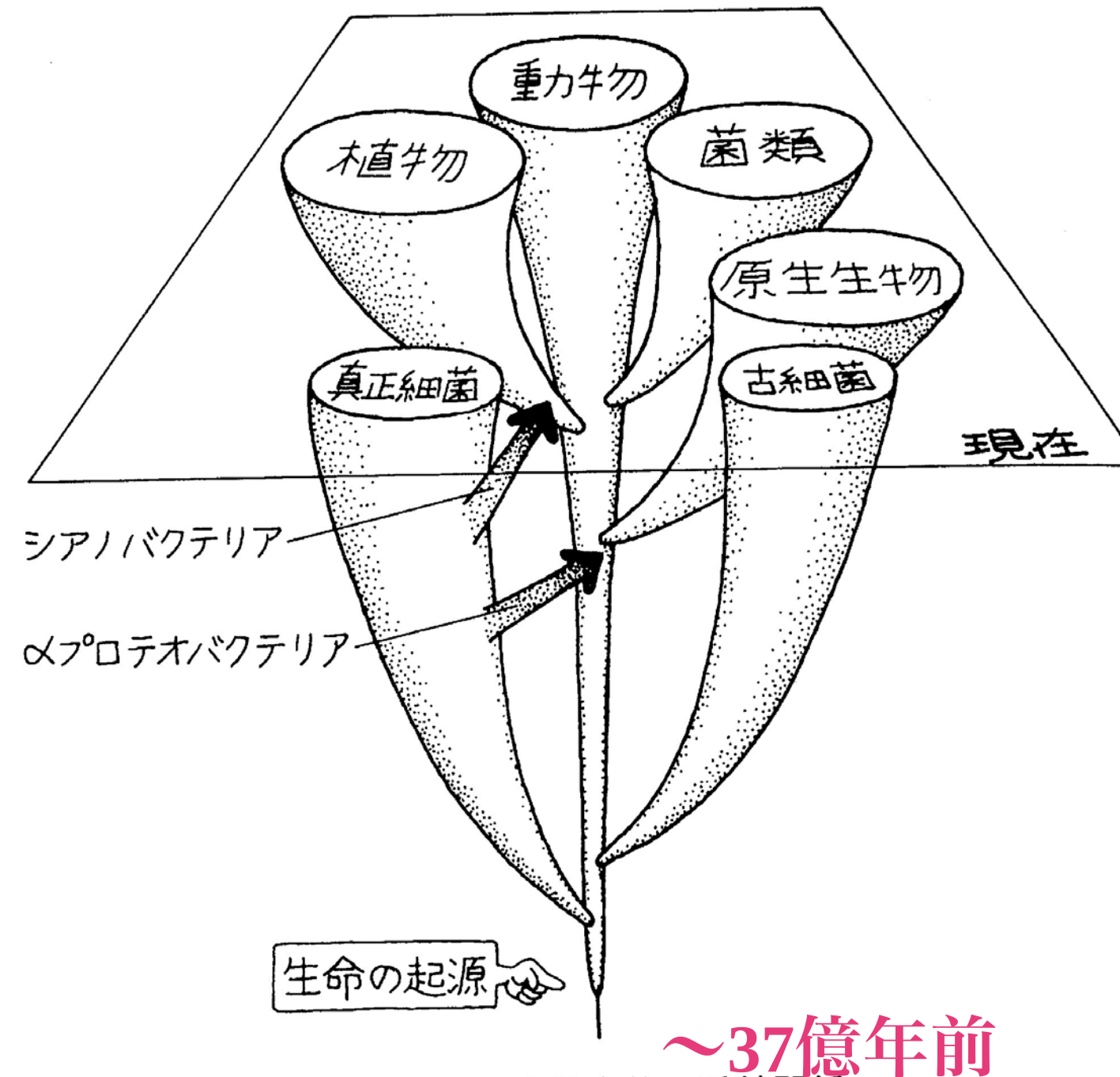


図3・1 生物全体の系統関係

最初には現在のバクテリア（原核生物）のような単細胞だったが、そ

生物{約37億年前～}

└ー真性細菌(納豆菌、大腸菌、根粒菌など)

└ー古細菌(好熱細菌、高温細菌の一種など)

└ー真核生物{約20億年前～}

└ー原生生物(アメーバ、ゾウリムシ、藻類など)

└ー植物(コケ、シダ、タンポポ、サクラなど)

└ー真菌類(キノコとカビの仲間)

└ー動物{約12億年前～}

└ー海綿動物(カイメンの仲間)

└ー刺胞動物(イソギンチャク、クラゲなど)

└ー環形動物(ミミズなど)

└ー節足動物(昆虫、蜘蛛、甲殻類など)

└ー軟体動物(タコ、イカ、貝など)

...

└ー棘皮動物(ヒトデ、ナマコなど)

└ー脊索動物{約6億年前～}

脊索動物{約6億年前～}

└─尾索動物(ホヤの仲間)

└─頭索動物(ナメクジウオ)

└─脊椎動物{約5億年前～}

└─軟骨魚類(サメ、エイなど)

└─真骨魚類(サンマ、アジ、メダカ、コイなど)

└─両生類(カエル、イモリ、サンショウウオなど)

└─羊膜類{約4億年前～}

└─爬虫類(カメ、トカゲ、ヘビ、ワニなど)

└─鳥類(ダチョウ、スズメなど)

└─哺乳類{約2億年前～}

└─単孔類(カモノハシなど)

└─有袋類(カンガルー、コアラなど)

└─有胎盤哺乳類{約1.5億年前～}

有胎盤哺乳類{約1.5億年前～}

└─貧齒目(ナマケモノ、アリクイ、アルマジロなど)

└─アフリカ獣目(ゾウ、ジュゴン、ツチブタなど)

└─偶蹄鯨目(ウシ、ヒツジ、ブタ、ラクダ、カバ、クジラ、イルカなど)

└─奇蹄目(ウマ、バクなど)

└─食肉目(イヌ、ネコ、クマ、ライオン、アザラシ、オットセイなど)

...

└─食虫目(モグラなど)

└─嚙齒目(ネズミ、ビーバー、リス、モルモットなど)

└─霊長目{約1億年前～}

└─原猿(キツネザル、アイアイ、ブッシュベビーなど)

└─真猿{約6000万年前～}

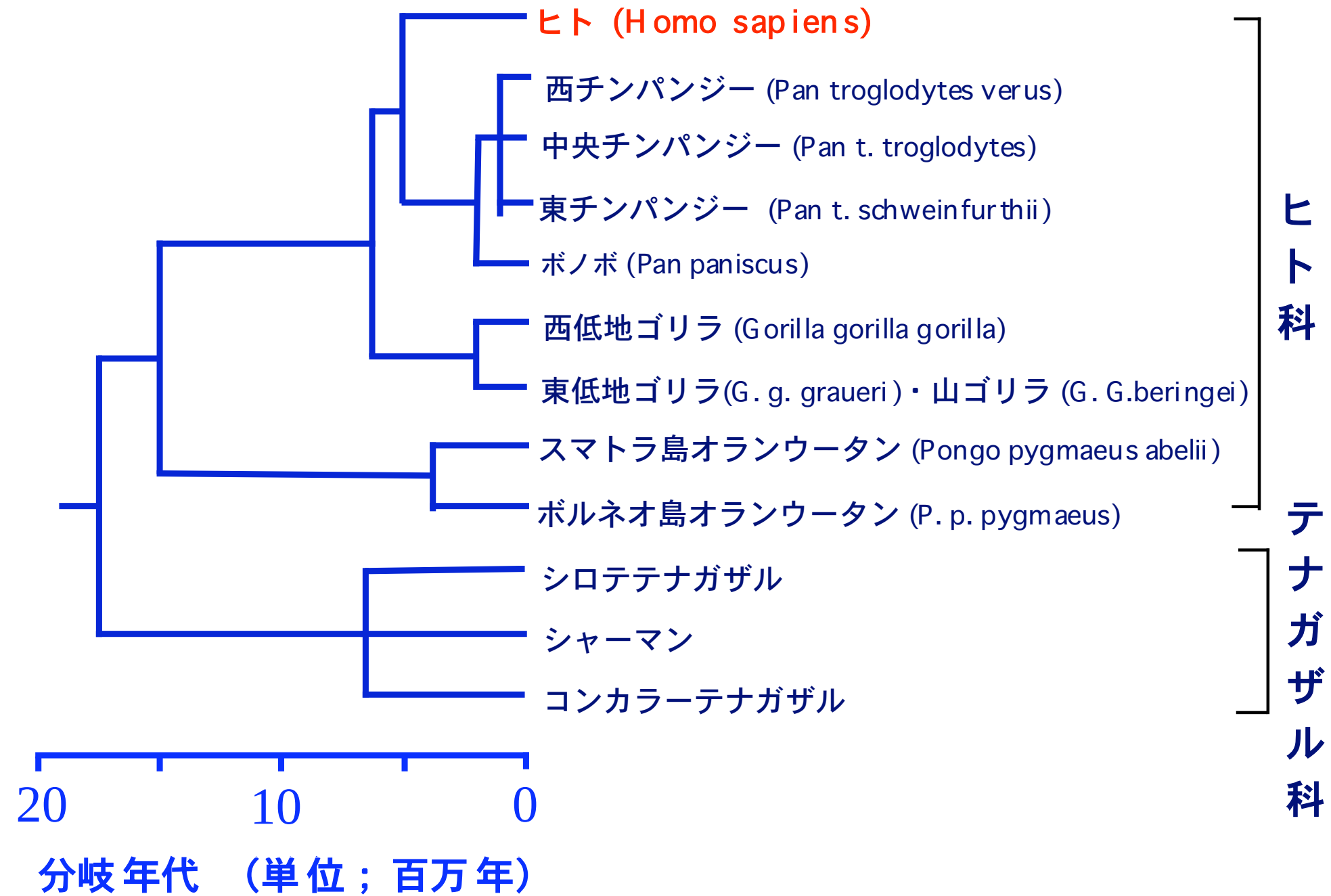
└─広鼻猿(新世界猿;リスザル、クモザルなど)

└─狭鼻猿{約3000万年前～}

└─旧世界猿(ニホンザル, マントヒヒなど)

└─ヒト上科(類人猿とヒト){約2000万年前～}

ヒト上科の系統樹



遺伝暗号表

コドン	アミノ酸	コドン	アミノ酸	コドン	アミノ酸	コドン	アミノ酸
TTT	Phe	TCT	Ser	TAT	Tyr	TGTCys	
TTC	Phe	TCC	Ser	TAC	Tyr	TGCCys	
TTA	Leu	TCA	Ser	TAA	終止	TGA終止	
TTG	Leu	TCG	Ser	TAG	終止	TGGTrp	
CTT	Leu	CCT	Pro	CAT	His	CGTArg	
CTC	Leu	CCC	Pro	CAC	His	CGCArg	
CTA	Leu	CCA	Pro	CAA	Gln	CGAArg	
CTG	Leu	CCG	Pro	CAG	Gln	CGGArg	
ATT	Ile	ACT	Thr	AAT	Asn	AGTSer	
ATC	Ile	ACC	Thr	AAC	Asn	AGCSer	
ATA	Ile	ACA	Thr	AAA	Lys	AGAAArg	
ATG	Met	ACG	Thr	AAG	Lys	AGGArg	
GTT	Val	GCT	Ala	GAT	Asp	GGT	Gly
GTC	Val	GCC	Ala	GAC	Asp	GGCGly	
GTA	Val	GCA	Ala	GAA	Glu	GGAGly	
GTG	Val	GCG	Ala	GAG	Glu	GGGGly	

終止＝終止コドン

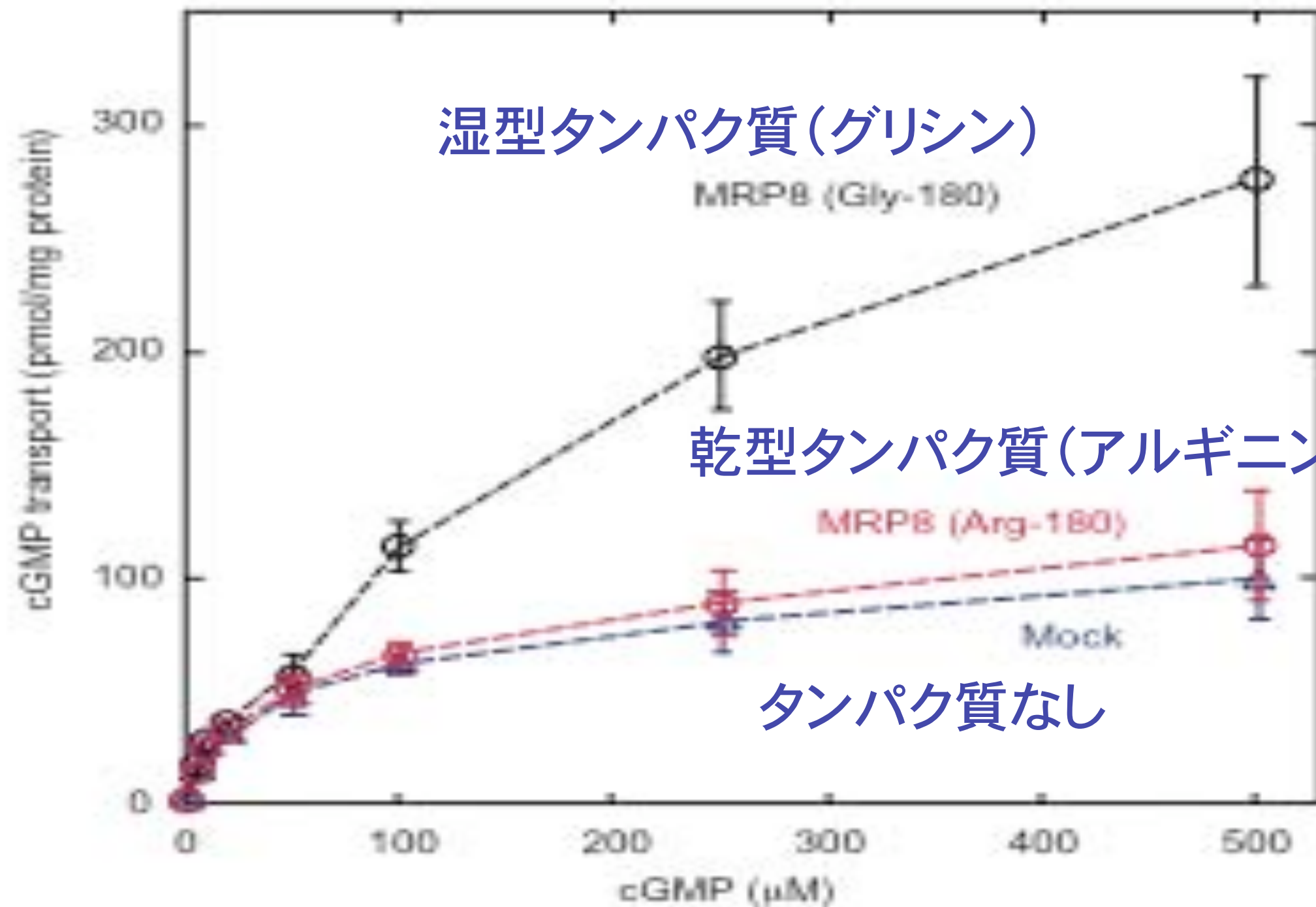
タンパク翻訳領域における 同義置換と非同義置換

同義置換: アミノ酸を変化させない
塩基置換(中立のみ)

非同義置換: アミノ酸を変化させる
塩基置換(中立+淘汰)

ABCC11遺伝子産物の機能の違いが 耳垢の違いの原因である

吉浦ら (2006)より



アミノ酸1個の変化で
湿型(機能あり)から
乾型(機能なし)が
生まれた

湿型タンパク質(グリシン)

MRP8 (Gly-180)

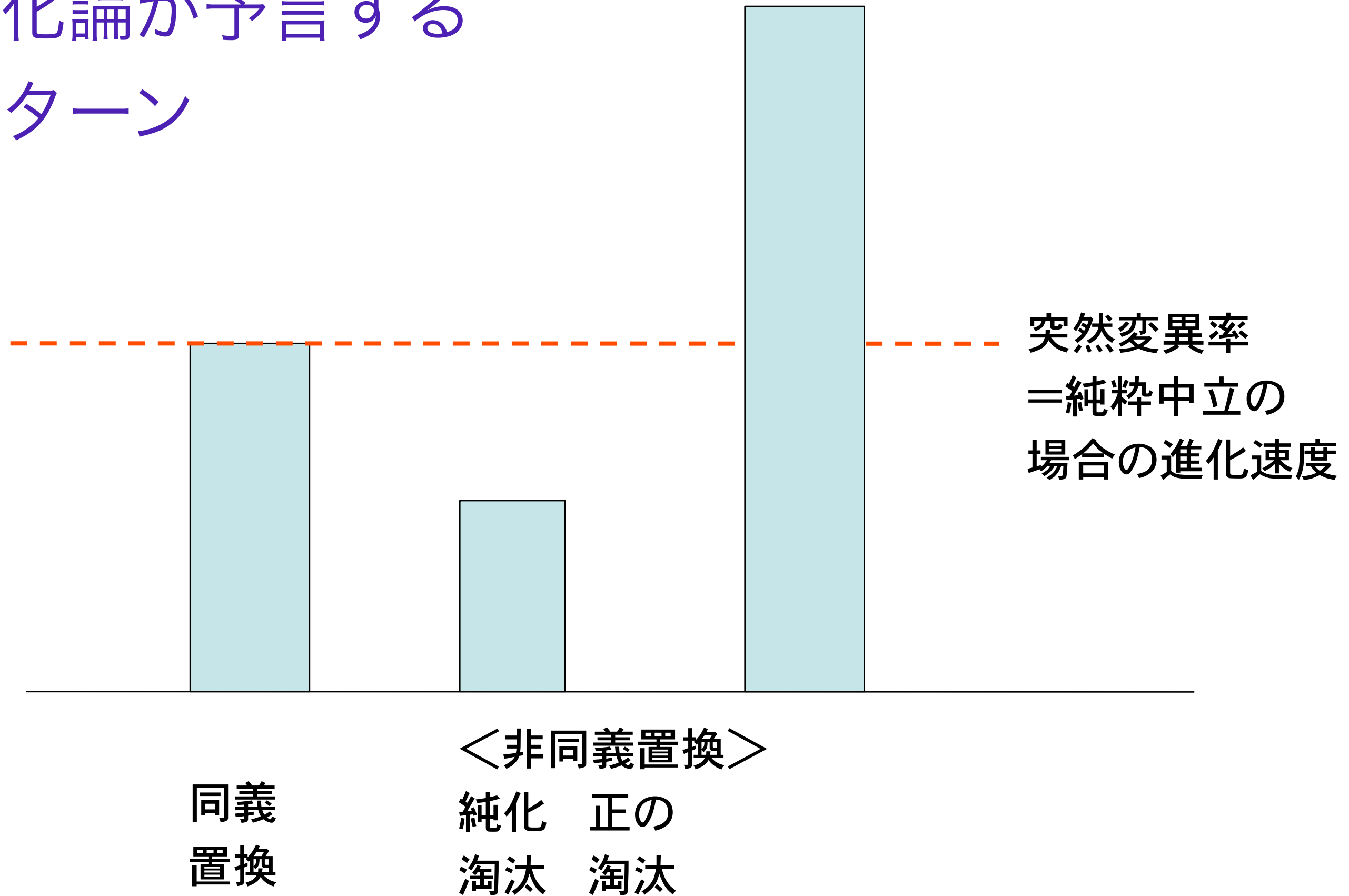
乾型タンパク質(アルギニン)

MRP8 (Arg-180)

Mock

タンパク質なし

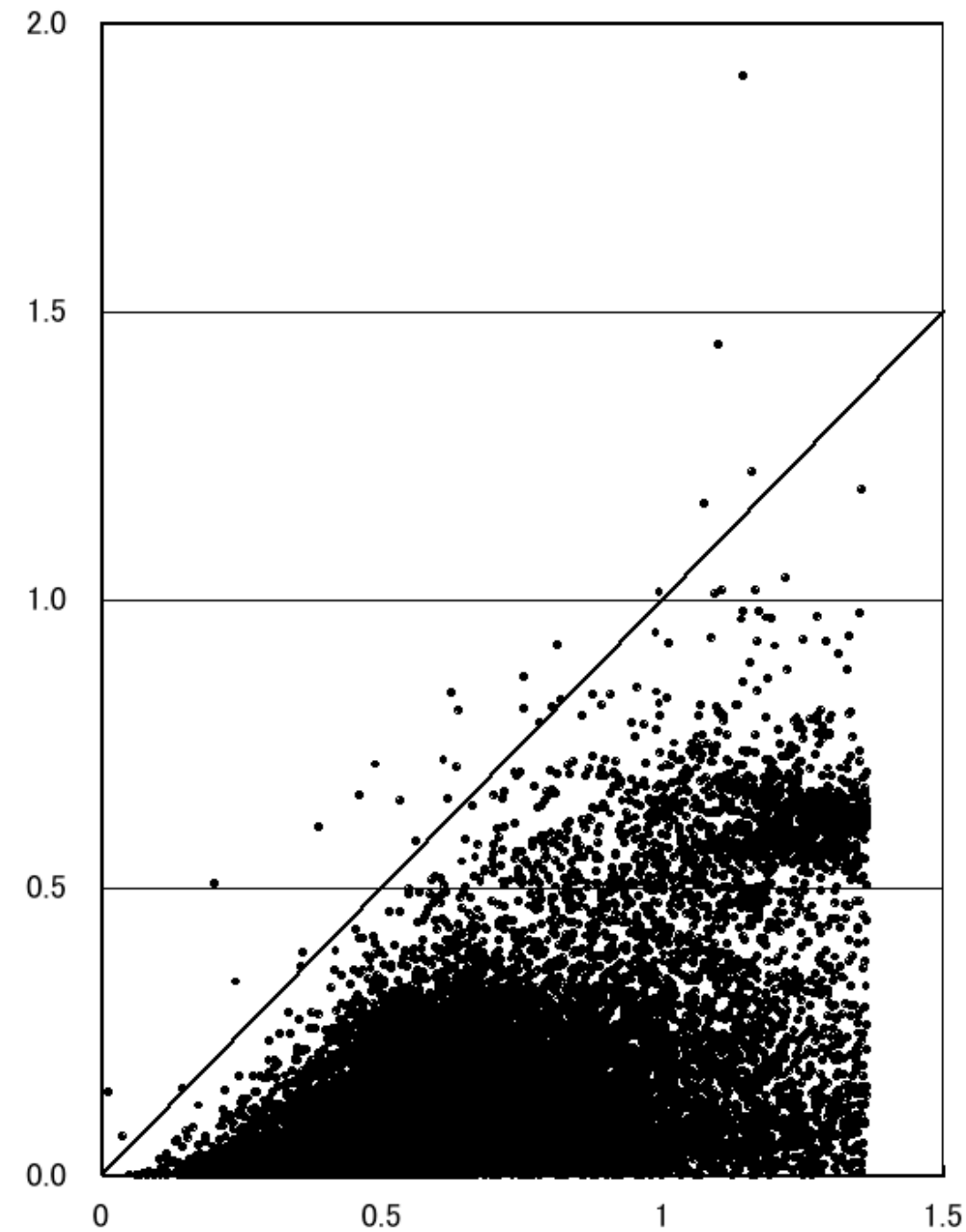
中立進化論が预言する 進化パターン



ヒトとマウスの遺伝子を比較した時の 同義置換数と非同義置換数の関係

斎藤(2007)『ゲノム進化学入門』より

非同義置換数

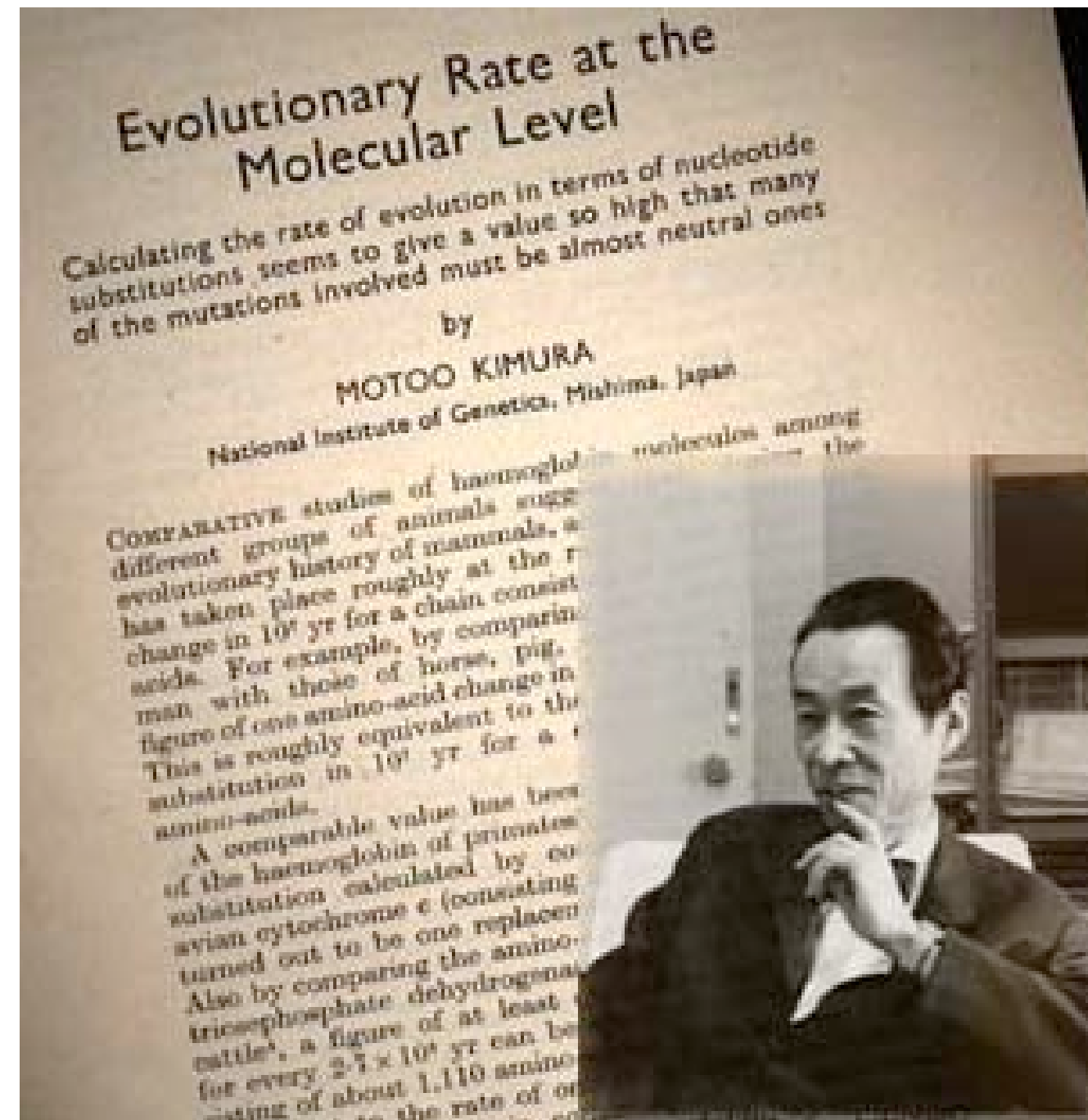


非同義置換
= 同義置換

同義置換数

木村資生博士と中立説を発表した論文(1968年)

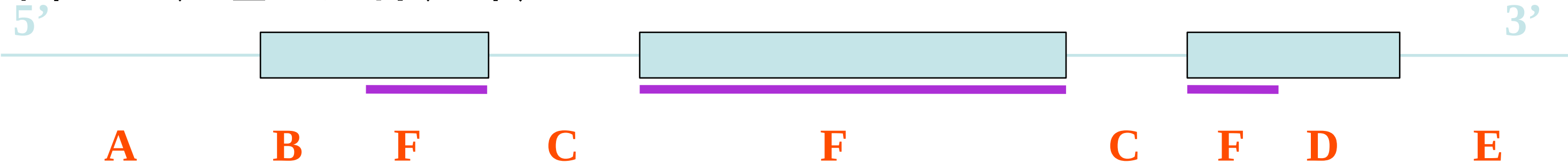
国立遺伝学研究所 遺伝学電子博物館より



哺乳類ゲノムのいろいろな領域における塩基置換速度

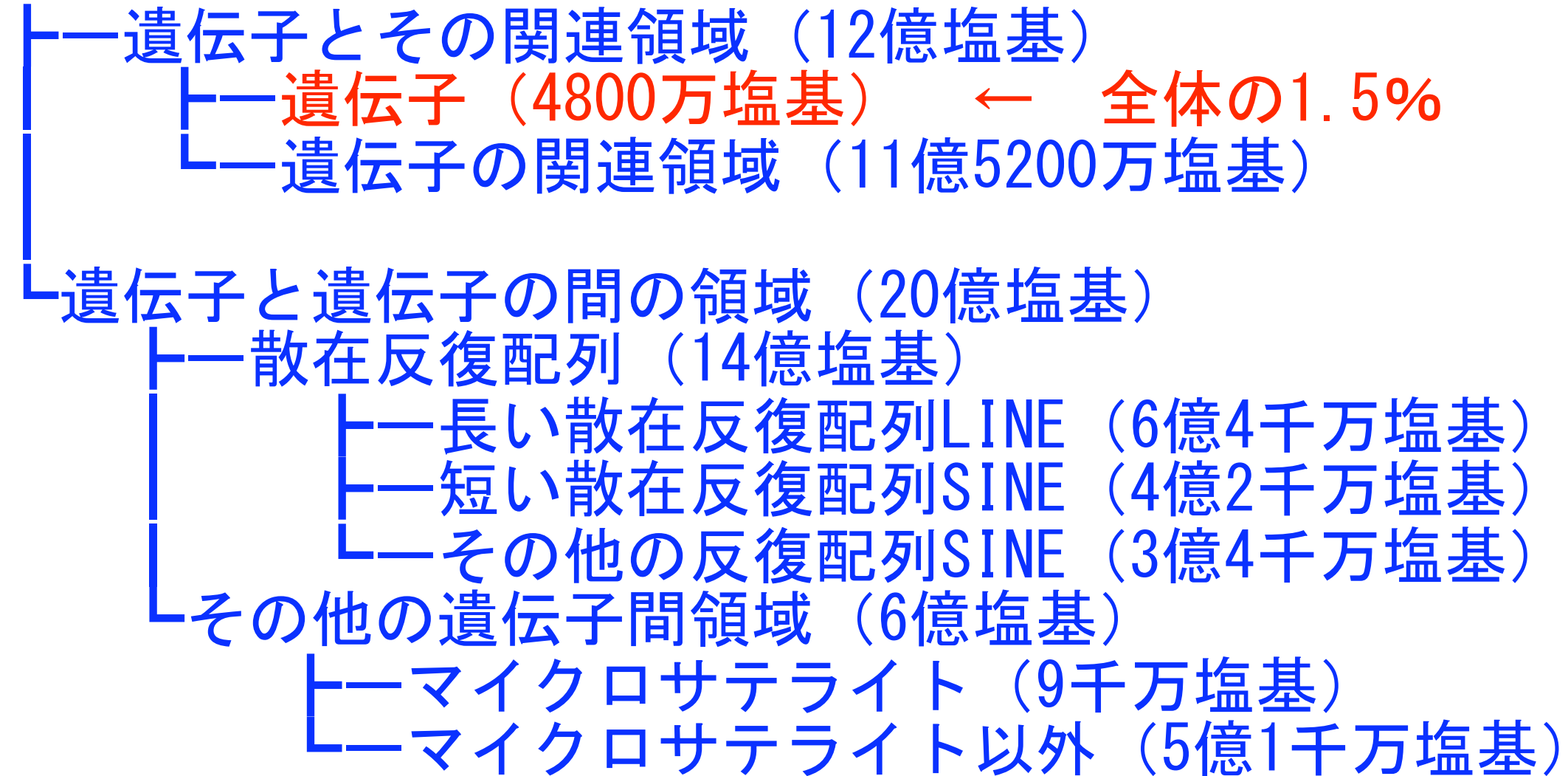
- 5'周辺非転写領域: 2.36 (A)
- 5'周辺非翻訳領域: 1.74 (B)
- イントロン: 3.70 (C)
- 3'周辺非翻訳領域: 1.88 (D)
- 3'周辺非転写領域: 4.46 (E)
- 同義コドンサイト: 4.65 (F; synonymous)
- 非同義コドンサイト: 0.88 (F; nonsynonymous)
- 偽遺伝子: 4.85 (Pseudogene)

(単位: 10^{-9} / 塩基サイト / 年)



ヒトゲノムの成分

ヒトゲノム全体（32億塩基）



斎藤(2007)『ゲノム進化学入門』より

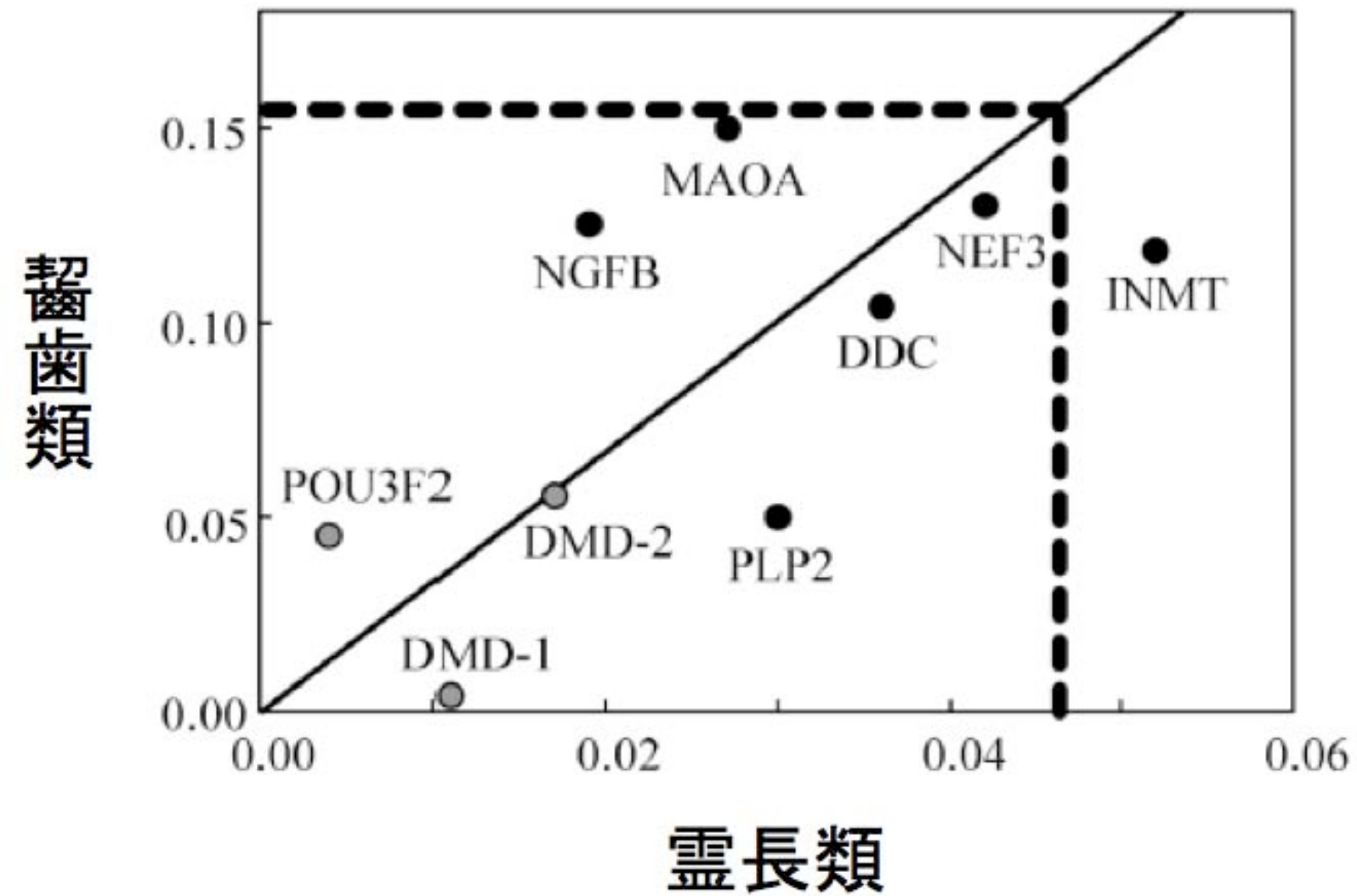
マウスとラットの遺伝子間領域の違いと 四重縮退同義サイトでの違い

比較領域	比較サイト数	塩基置換数の範囲
遺伝子間領域	27,931,288	0.154 ~ 0.158
同義サイト	955,105	0.155 ~ 0.166

斎藤(2007)『ゲノム進化学入門』より

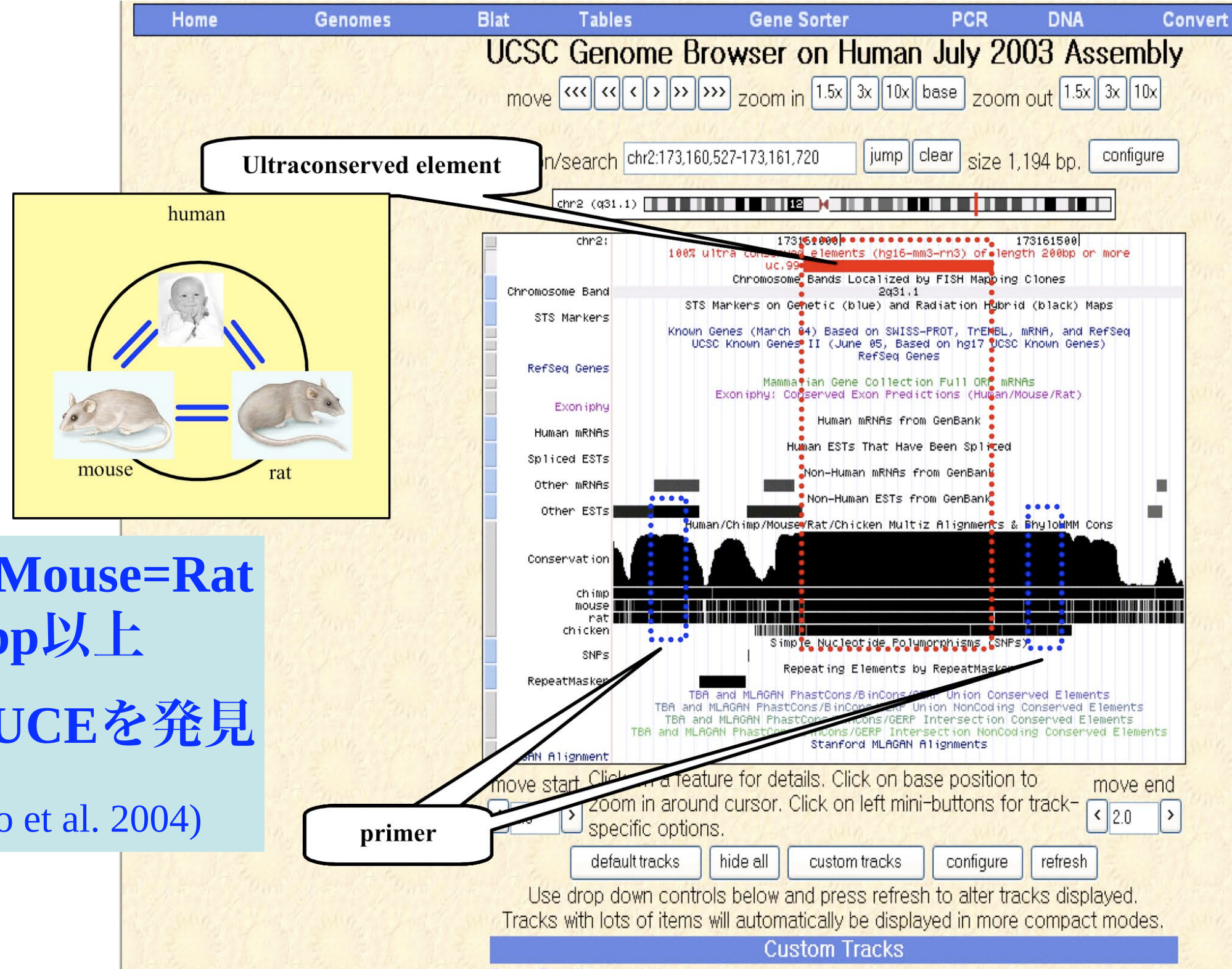
霊長類と齧歯類の進化的保存度の比較

北野・斎藤（2005）より



極保存配列 (Ultra-conserved Element)

Human=Mouse=Rat
200bp以上
481個の UCEを発見
(Beierano et al. 2004)



極保存配列を決定した6種類の哺乳類



whale



bat



sealion



dugong

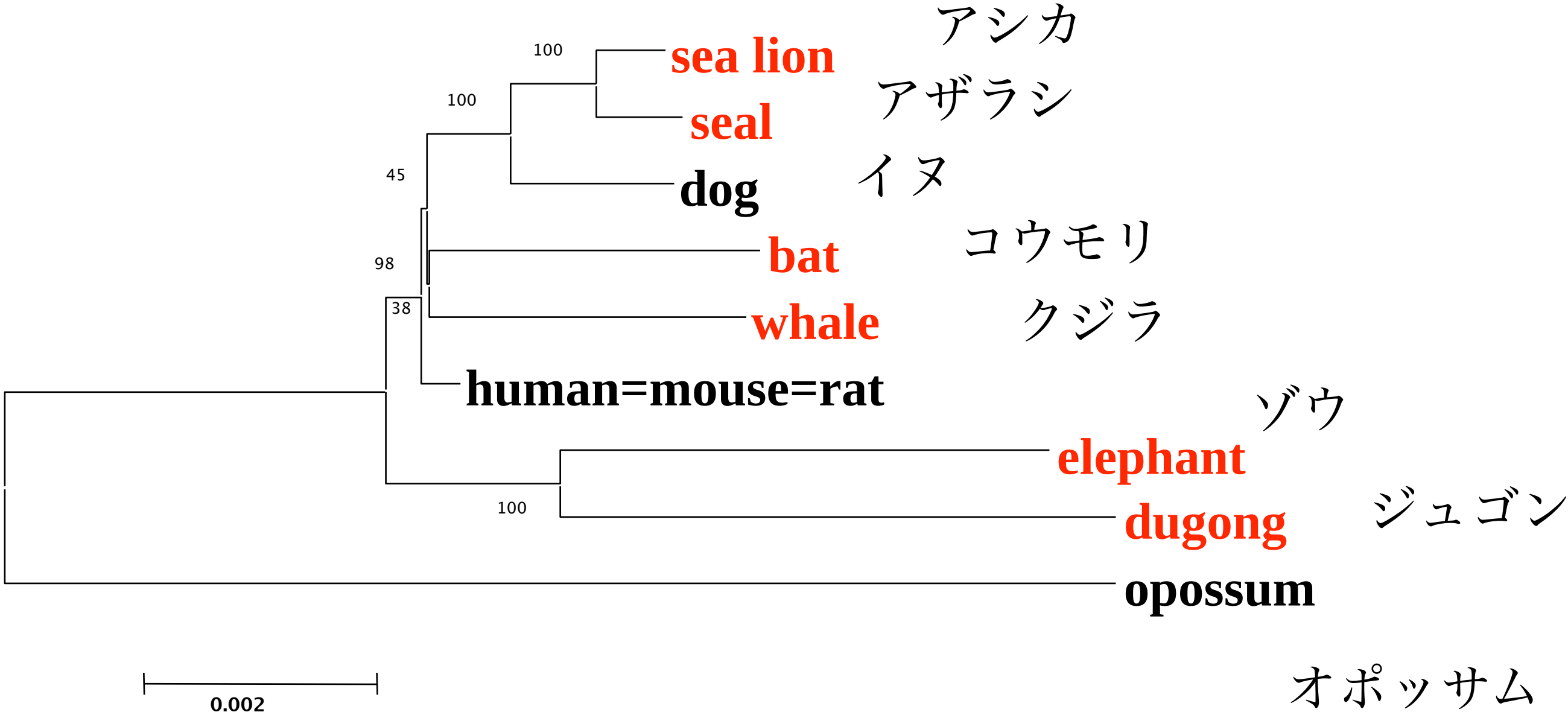


elephant



seal

約230個の極保存配列から作成した 哺乳類11種の系統樹



Proposal of PPP Analysis

Phylogenetic
Parallel
Profiling

Proposal of PPP Analysis

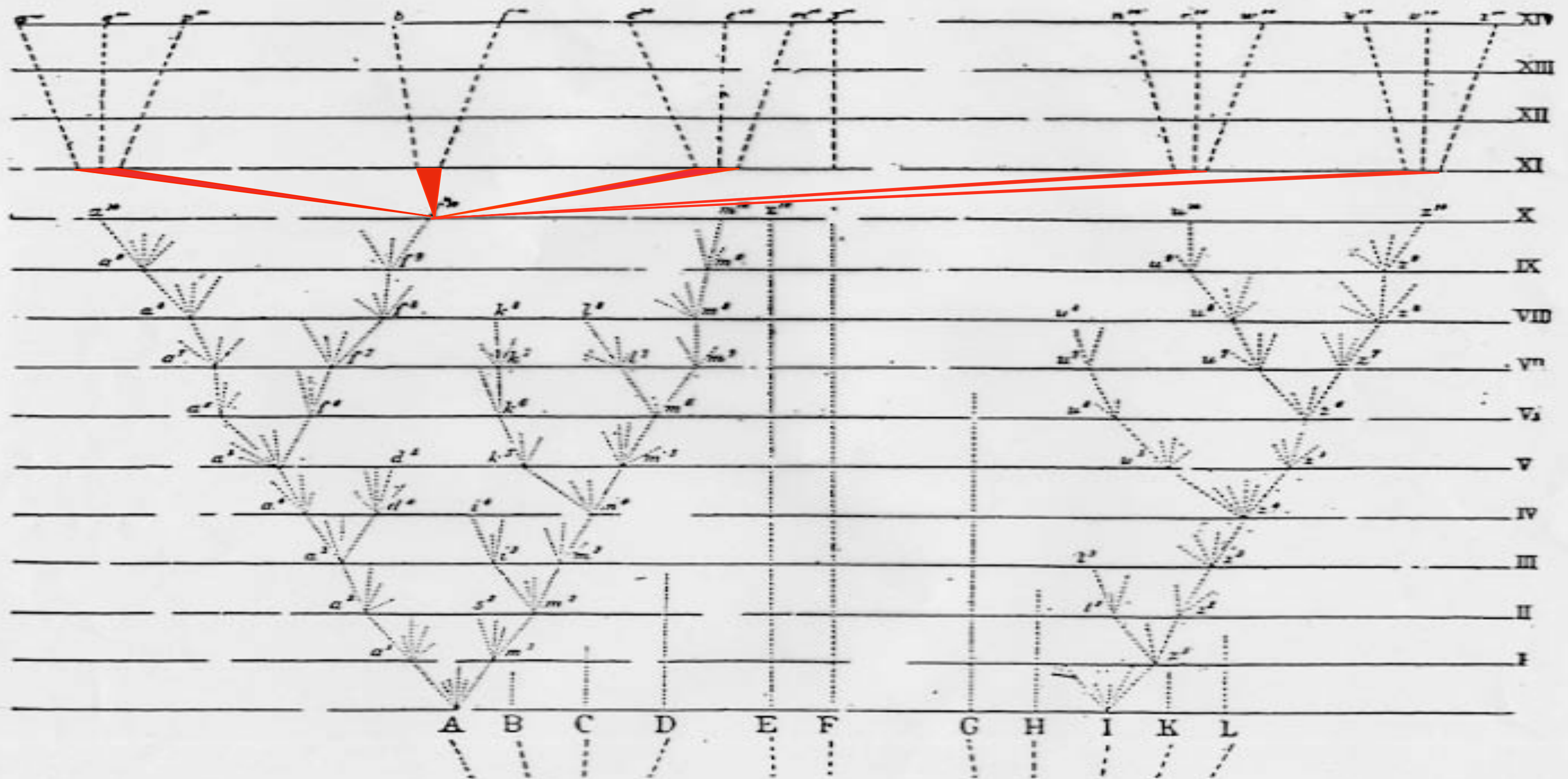
Phylogenetic Parallel Profiling

**Many
Genome
Data**



**Many
Phenotype
Data**

Darwin (1859) が『種の起原』で示した
地層の中の過去の生物の系統関係



『ゲノムはここまで解明された』

(2007, ウェッジ選書)



- 和田昭允「ゲノムが開く「物質／生命」の統一的理解」
- 榊佳之「ヒトゲノムの解読とメタゲノム」
- 佐藤矩行「動物の体づくりとゲノム、そして遺伝子ネットワーク」
- 斎藤成也「ゲノムの塩基配列に刻まれた生命の歴史を人間までたどる」
- ゲノム座談会（藤山秋佐夫・服部正平・森下真一・斎藤成也）「微生物からネアンデルタール人まで」

斎藤成也著

『ゲノム進化学入門』

2007, 共立出版



中立進化論40周年記念

学術講演会

- とき：2月17日（日）午後1～5時
- ところ：東京大学理学部2号館大講堂
- 講演者
 - 太田朋子（文化功労者・国立遺伝学研究所 名誉教授）
 - 五條堀孝（国立遺伝学研究所 副所長）
 - 田嶋文生（東京大学理学部 教授）
 - 斎藤成也（日本学術会議会員）