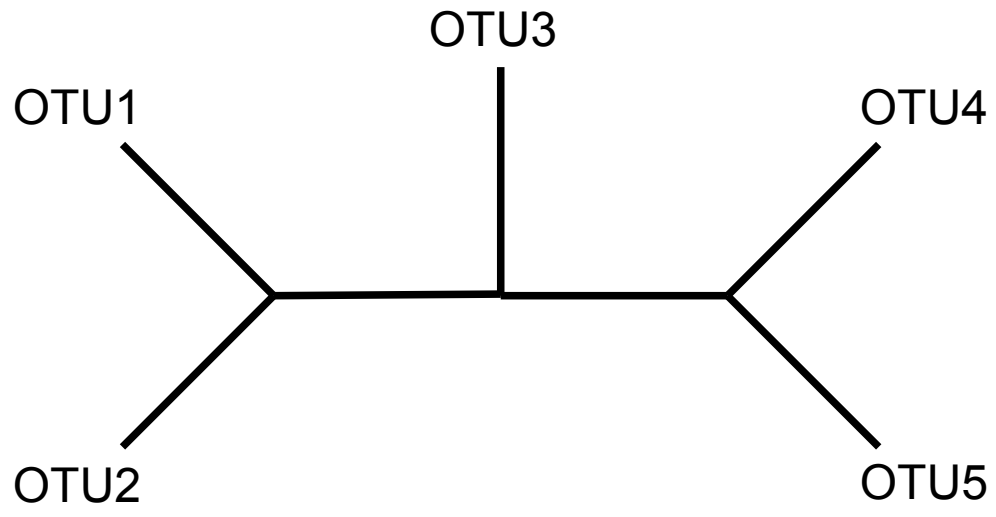


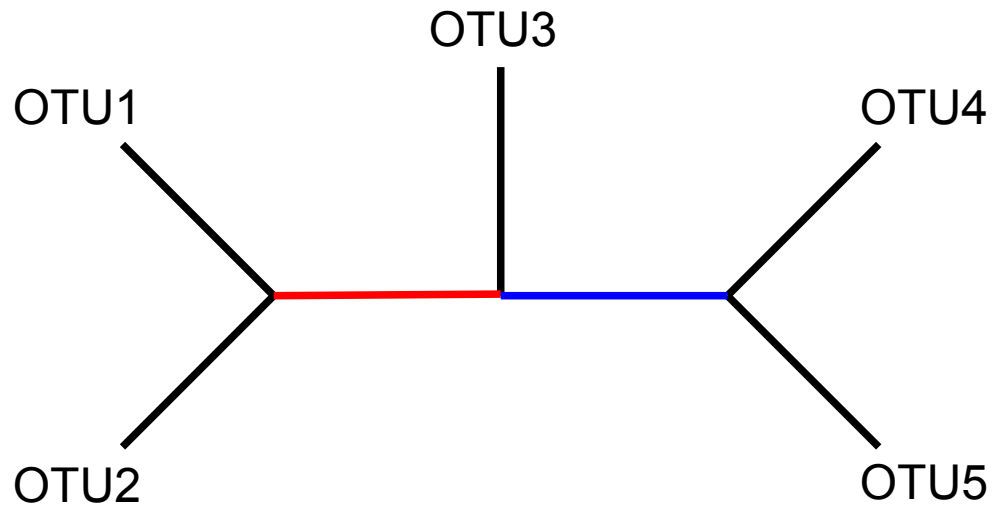
# 系統樹・系統仮説の可視化 と系統仮説間の統計的比較

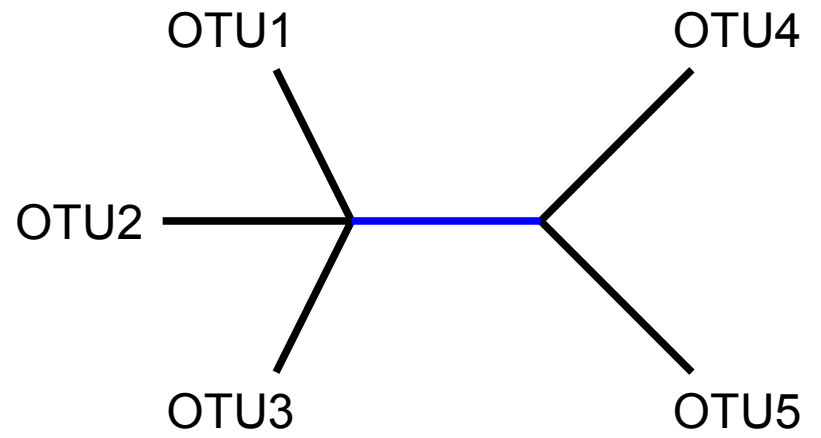
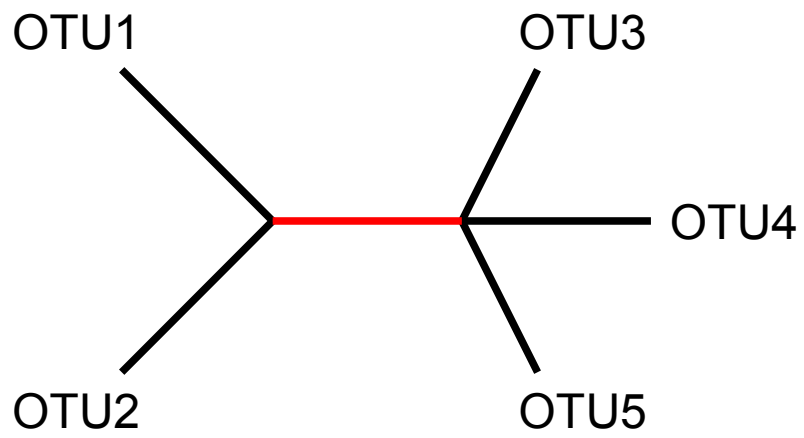
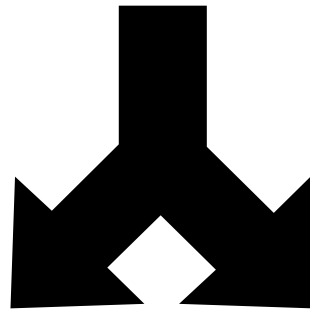
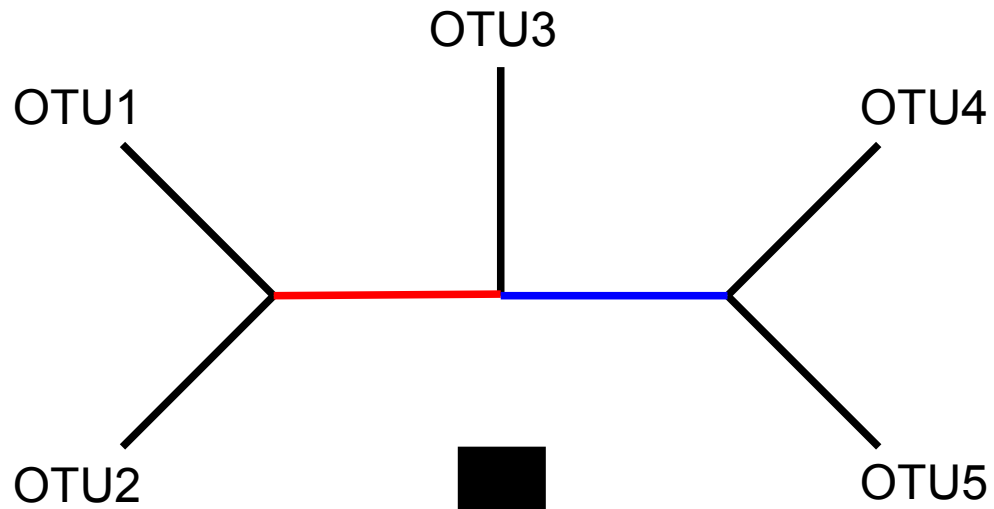
講義編

田辺晶史

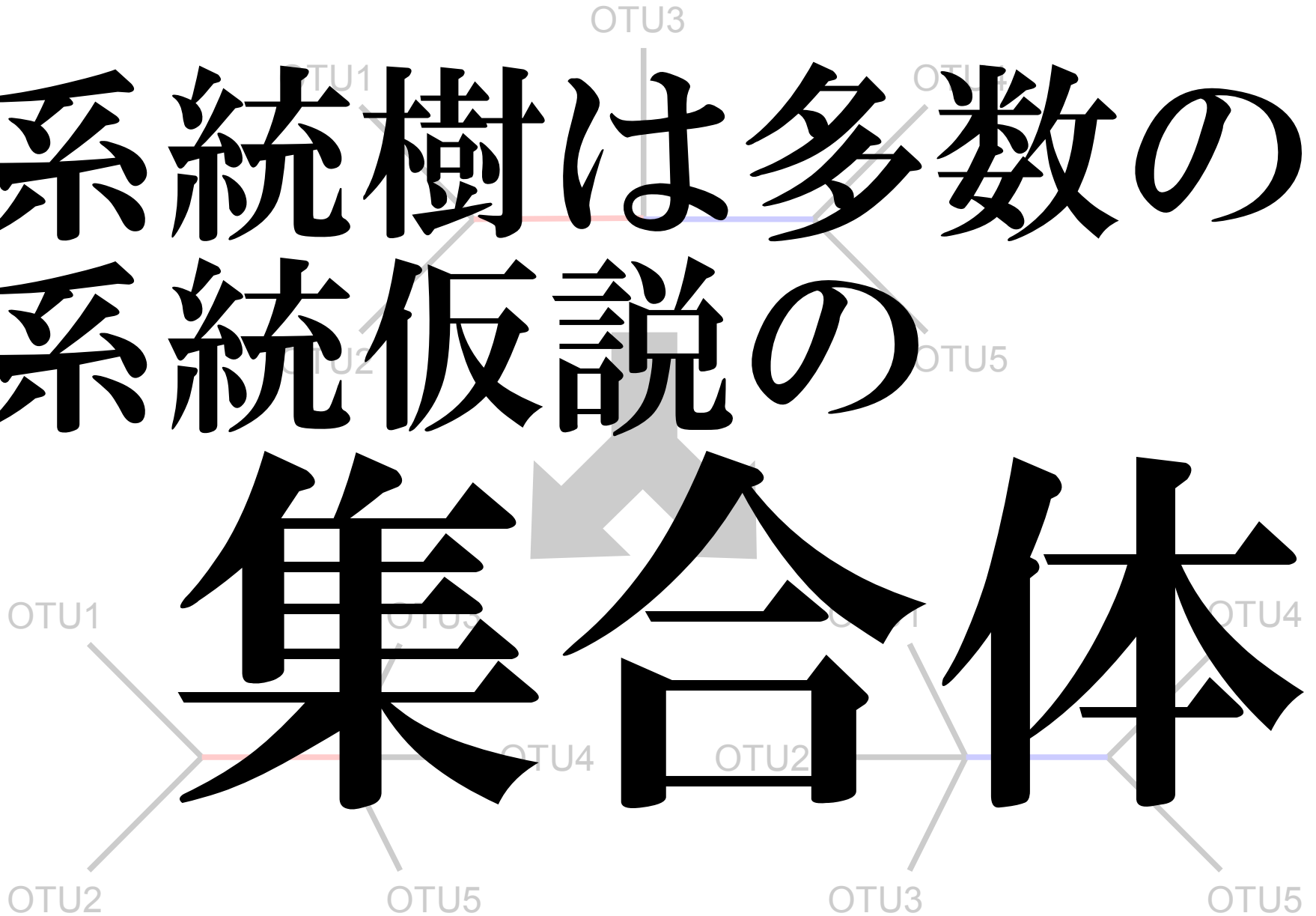


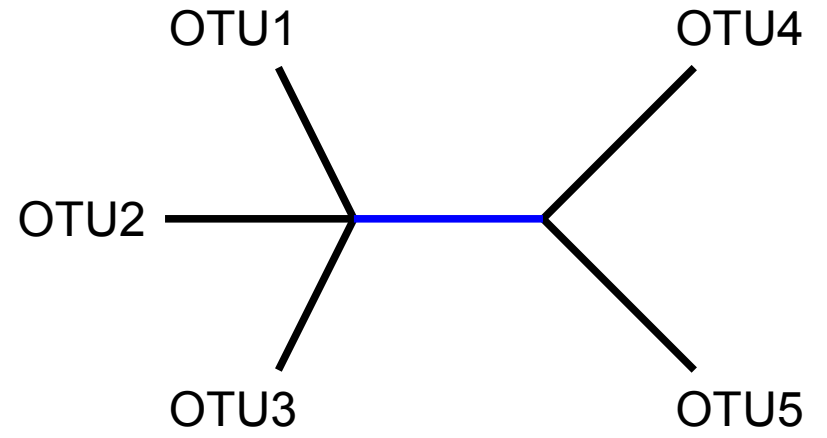
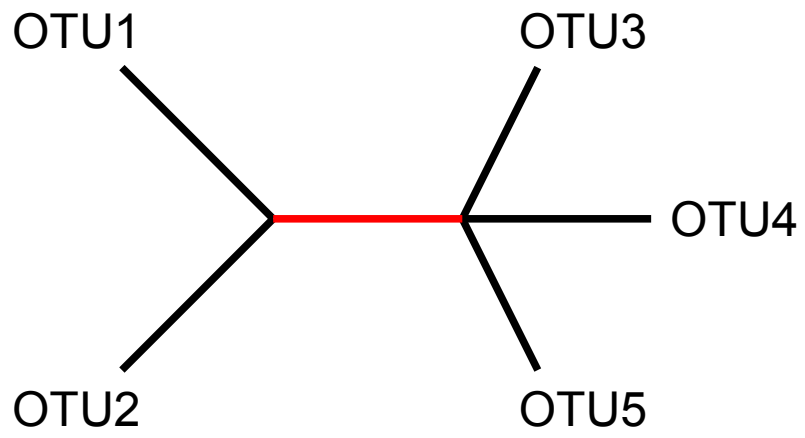


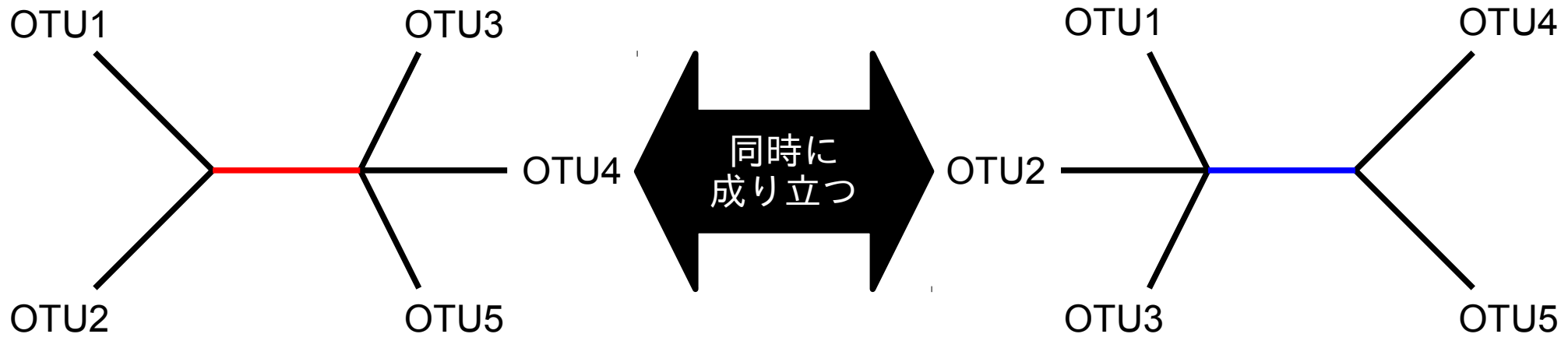




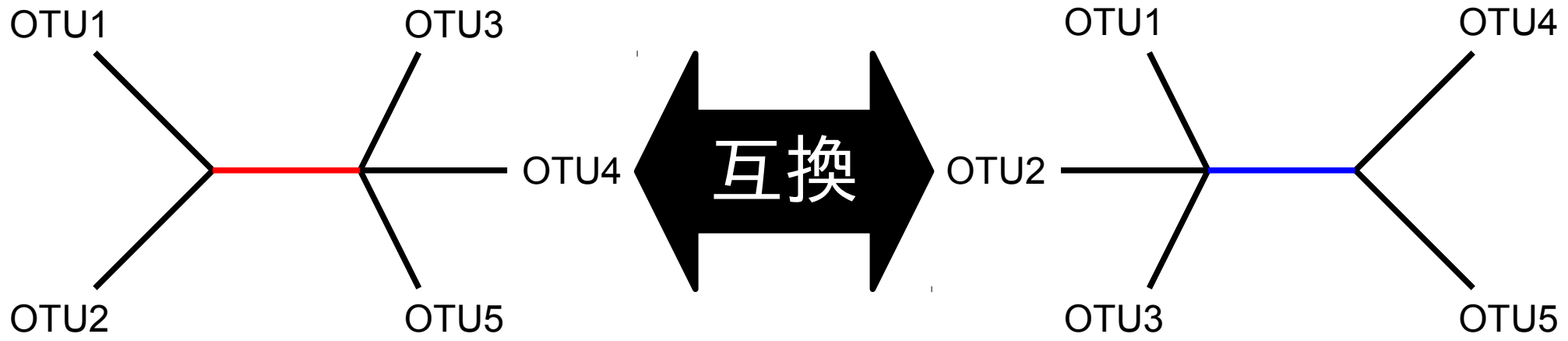
# 系統樹は多数の 系統仮説の 集合体

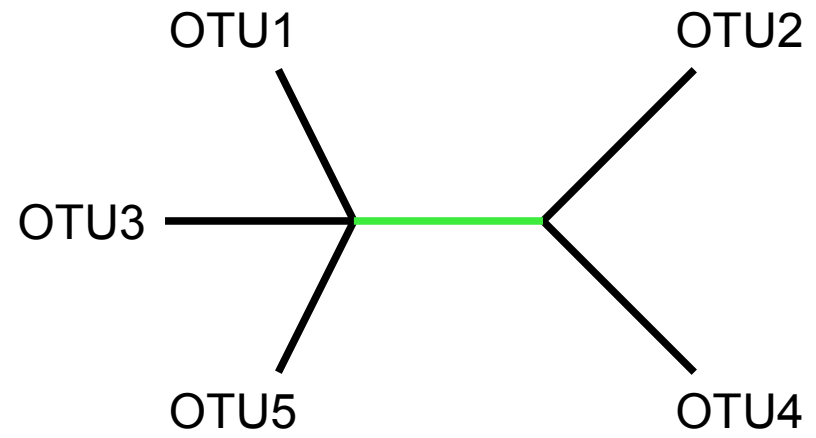
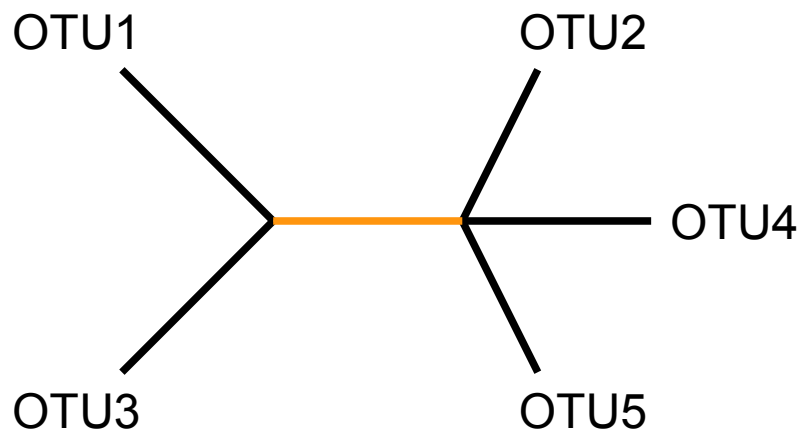
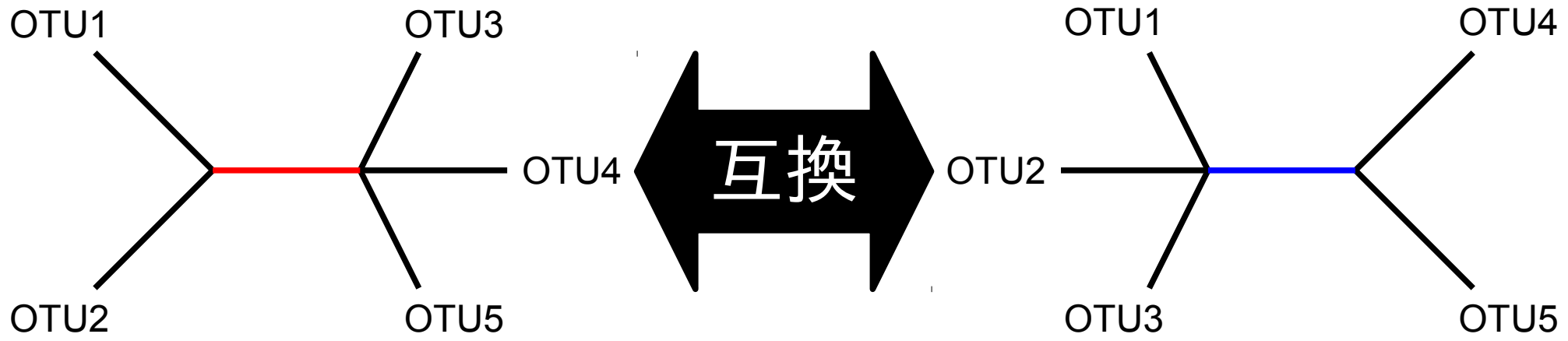


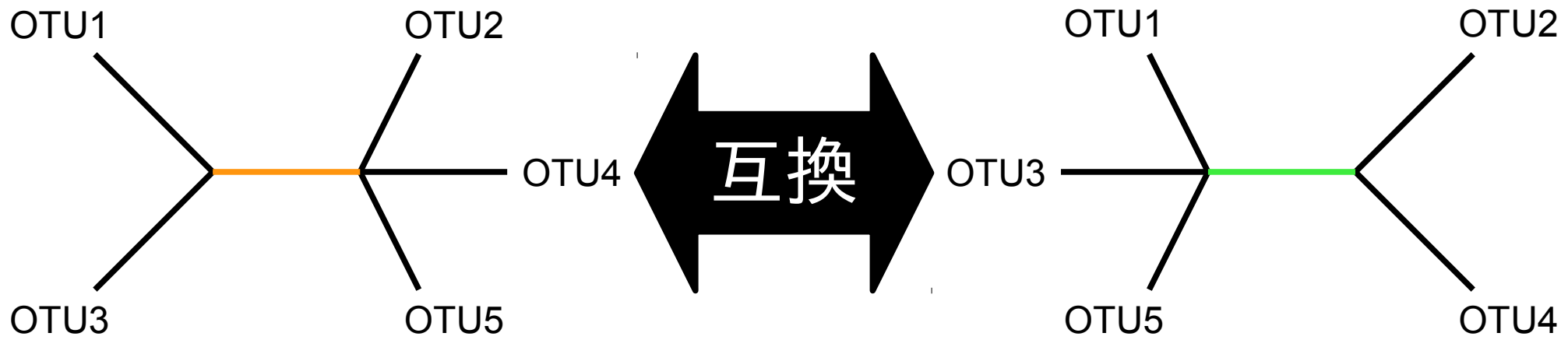
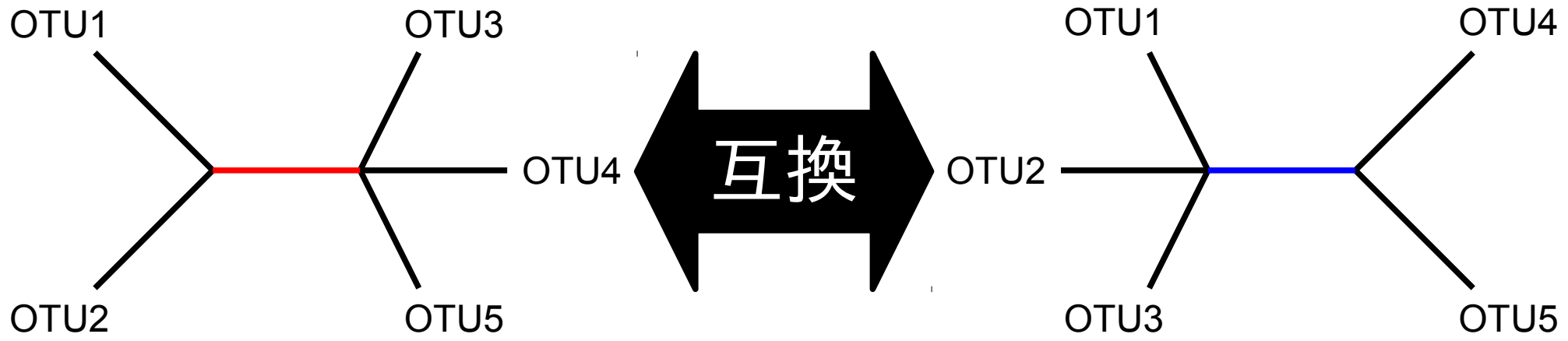


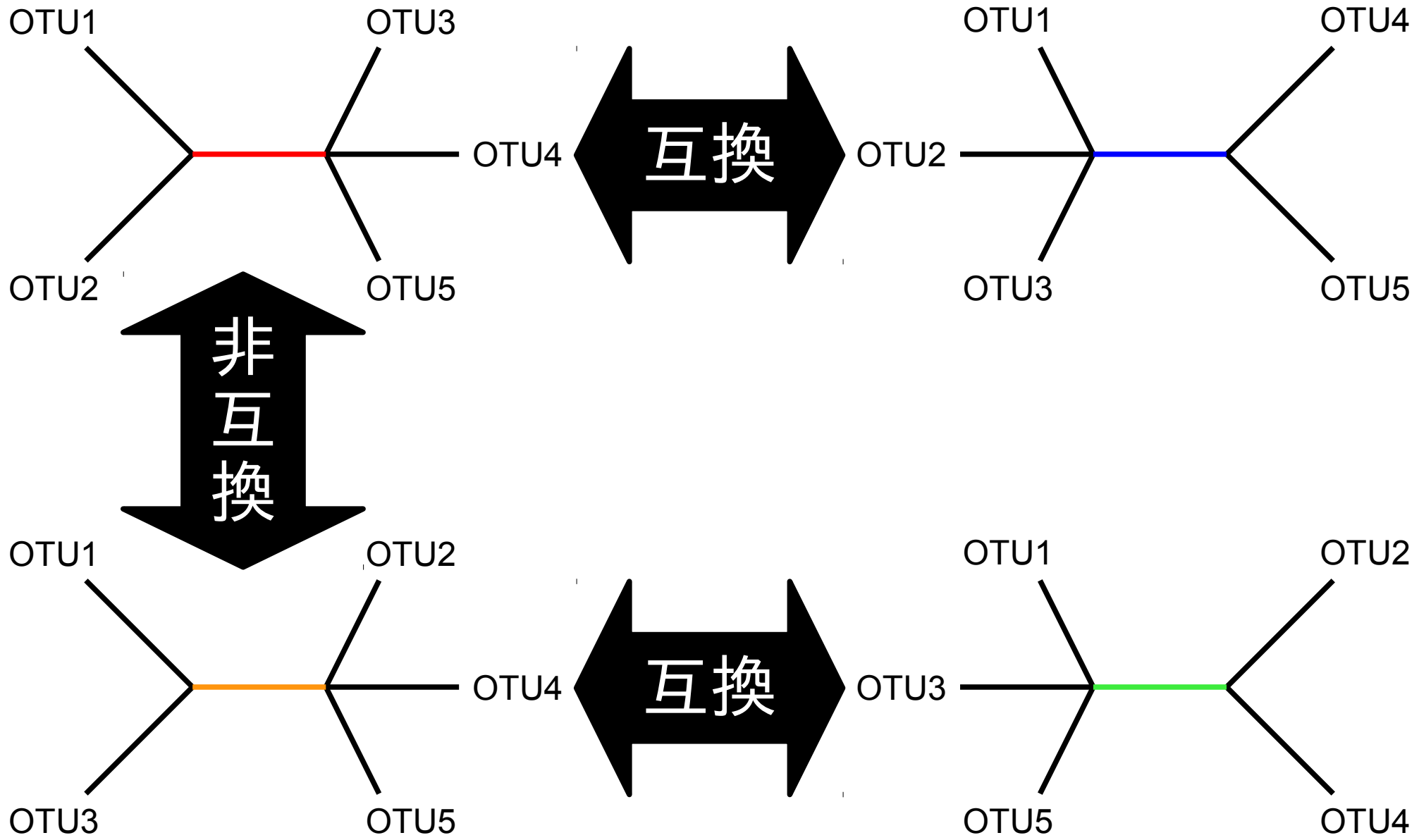


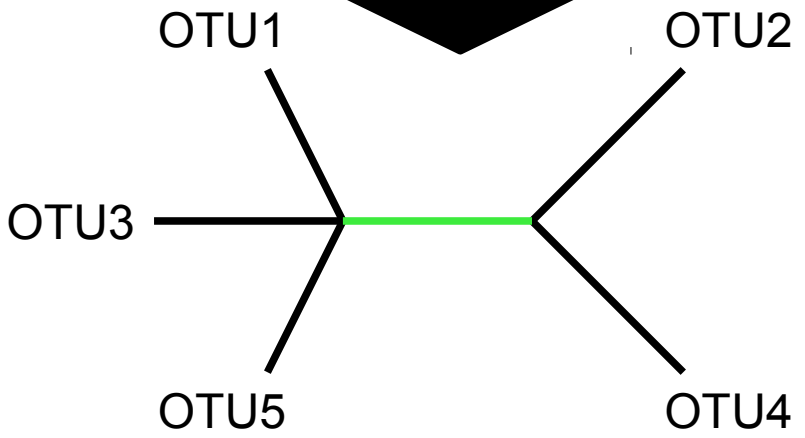
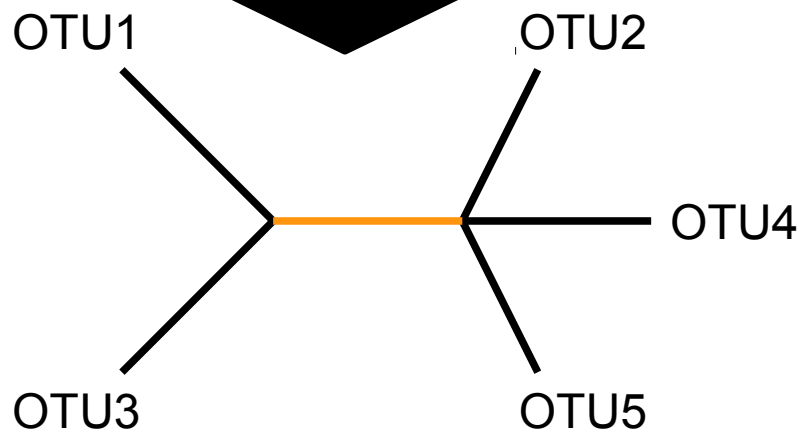
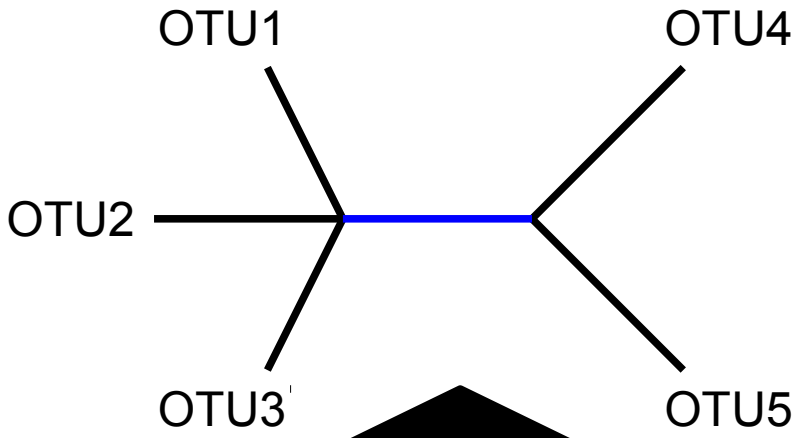
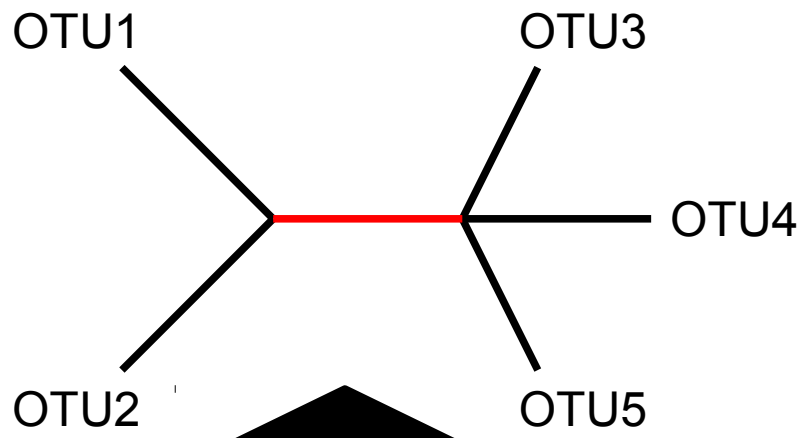


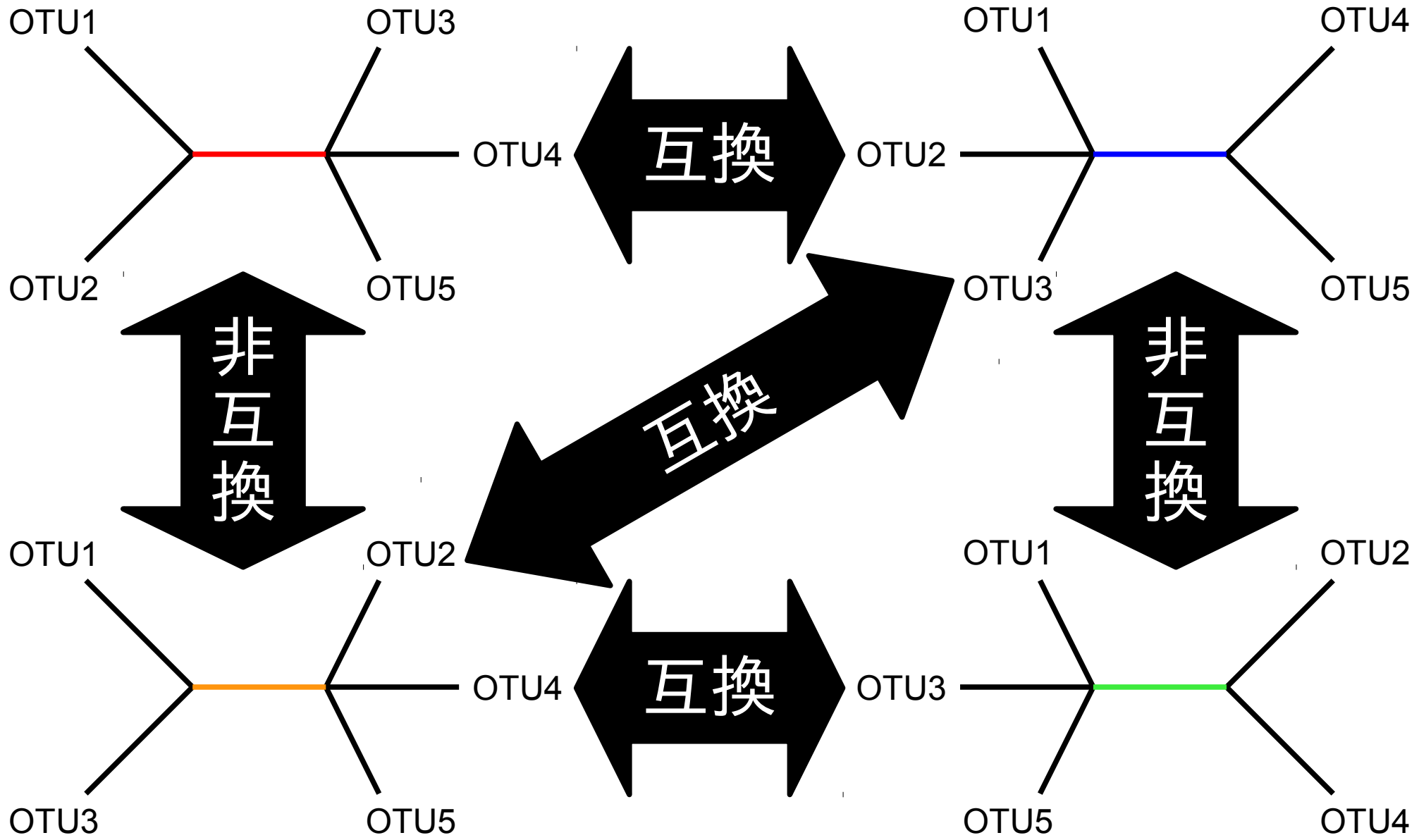


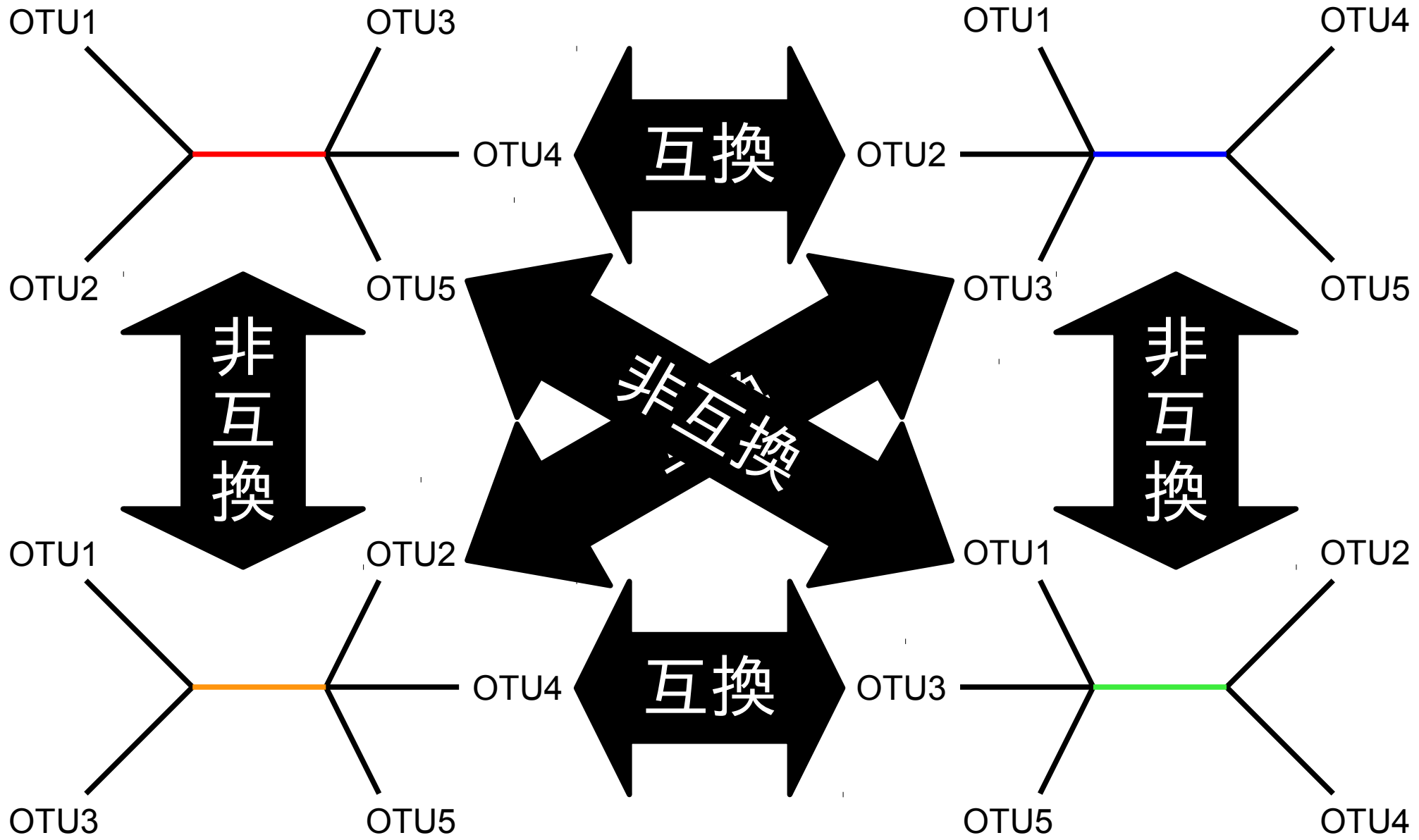












系統仮説を  
比較する



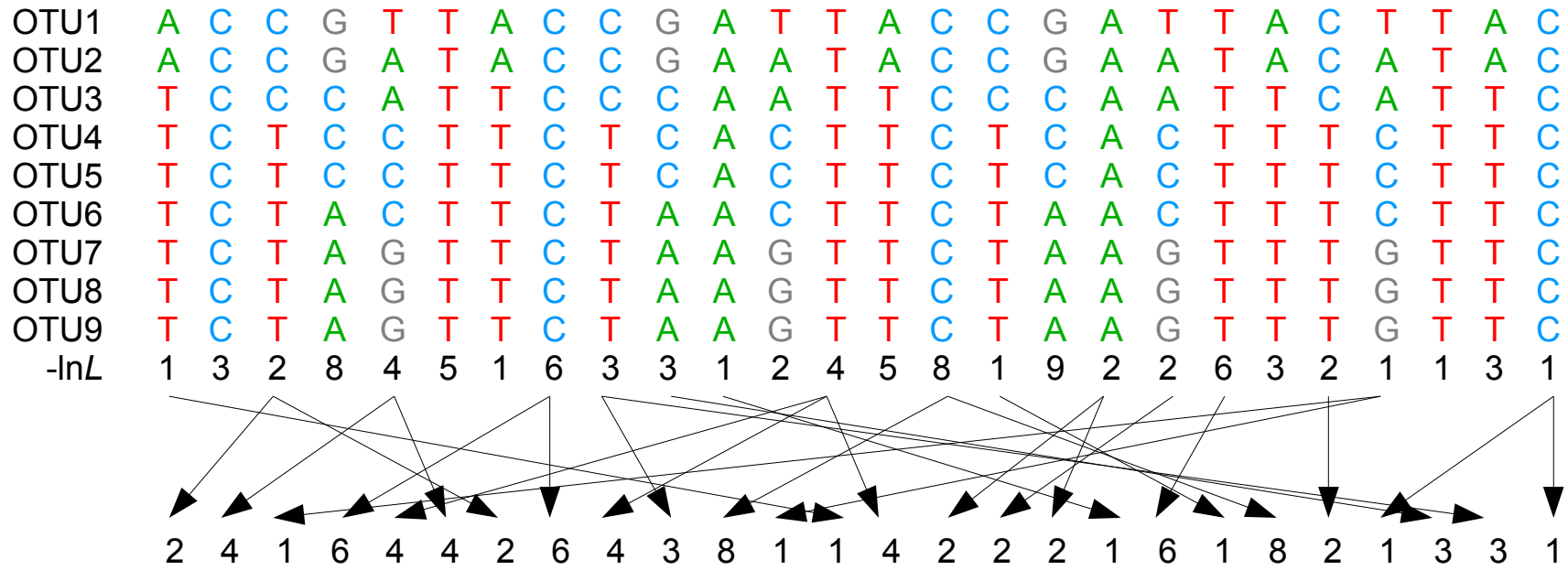
非互換な  
系統仮説を  
比較する

RELL

OTU1	A	C	C	G	T	T	A	C	C	G	A	T	T	A	C	C	G	A	T	T	A	C	T	T	A	C
OTU2	A	C	C	G	A	T	A	C	C	G	A	A	T	A	C	C	G	A	A	T	A	C	A	T	A	C
OTU3	T	C	C	C	A	T	T	C	C	C	A	A	T	T	C	C	C	A	A	T	T	C	A	T	T	C
OTU4	T	C	T	C	C	T	T	C	T	C	A	C	T	T	C	T	C	A	C	T	T	T	C	T	T	C
OTU5	T	C	T	C	C	T	T	C	T	C	A	C	T	T	C	T	C	A	C	T	T	T	C	T	T	C
OTU6	T	C	T	A	C	T	T	C	T	A	A	C	T	T	C	T	A	A	C	T	T	T	C	T	T	C
OTU7	T	C	T	A	G	T	T	C	T	A	A	G	T	T	C	T	A	A	G	T	T	T	G	T	T	C
OTU8	T	C	T	A	G	T	T	C	T	A	A	G	T	T	C	T	A	A	G	T	T	T	G	T	T	C
OTU9	T	C	T	A	G	T	T	C	T	A	A	G	T	T	C	T	A	A	G	T	T	T	G	T	T	C

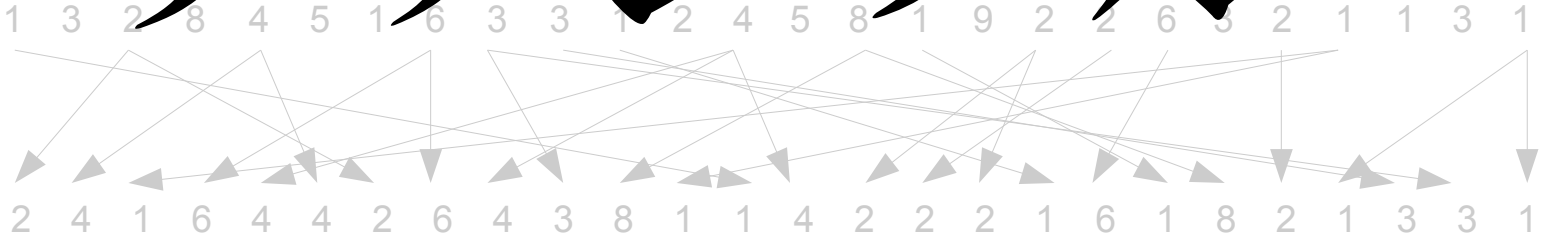
OTU1	A	C	C	G	T	T	A	C	C	G	A	T	T	A	C	C	G	A	T	T	A	C	T	T	A	C
OTU2	A	C	C	G	A	T	A	C	C	G	A	A	T	A	C	C	G	A	A	T	A	C	A	T	A	C
OTU3	T	C	C	C	A	T	T	C	C	C	A	A	T	T	C	C	C	A	A	T	T	C	A	T	T	C
OTU4	T	C	T	C	C	T	T	C	T	C	A	C	T	T	C	T	C	A	C	T	T	T	C	T	T	C
OTU5	T	C	T	C	C	T	T	C	T	C	A	C	T	T	C	T	C	A	C	T	T	T	C	T	T	C
OTU6	T	C	T	A	C	T	T	C	T	A	A	C	T	T	C	T	A	A	C	T	T	T	C	T	T	C
OTU7	T	C	T	A	G	T	T	C	T	A	A	G	T	T	C	T	A	A	G	T	T	T	G	T	T	C
OTU8	T	C	T	A	G	T	T	C	T	A	A	G	T	T	C	T	A	A	G	T	T	T	G	T	T	C
OTU9	T	C	T	A	G	T	T	C	T	A	A	G	T	T	C	T	A	A	G	T	T	T	G	T	T	C
-lnL	1	3	2	8	4	5	1	6	3	3	1	2	4	5	8	1	9	2	2	6	3	2	1	1	3	1

系統樹の尤度計算では、各座位の対数尤度を算出してから、  
「全座位の対数尤度の和」を系統樹の対数尤度として用いている



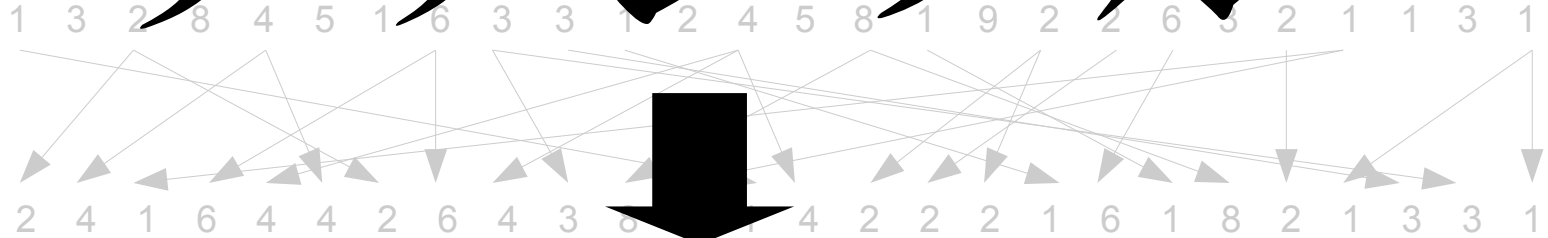
# 各座位の尤度を リサンプル

OTU1  
OTU2  
OTU3  
OTU4  
OTU5  
OTU6  
OTU7  
OTU8  
OTU9  
-lnL



各座位の尤度を  
リサンプル

OTU1  
OTU2  
OTU3  
OTU4  
OTU5  
OTU6  
OTU7  
OTU8  
OTU9  
-lnL



尤度の分散を推定

データを  
リサンプリングして  
尤度最大化より  
はるかに楽



# RELL 法を応用した検定

# RELL 法を応用した検定

- Kishino-Hasegawa 検定

# RELL 法を応用した検定

- Kishino-Hasegawa 検定
  - 2つの樹形の対数尤度比のバラツキを REll 法により推定し, 0よりも有意に大きいなら帰無仮説 (尤度が等しい) を棄却する

# RELL 法を応用した検定

- Kishino-Hasegawa 検定
  - 2 つの樹形の対数尤度比のバラツキを REll 法により推定し, 0 よりも有意に大きいなら帰無仮説 (尤度が等しい) を棄却する
- Shimodaira-Hasegawa 検定

# RELL 法を応用した検定

- Kishino-Hasegawa 検定
  - 2 つの樹形対数尤度比のバラツキを RELL 法により推定し, 0 よりも有意に大きいなら帰無仮説 (尤度が等しい) を棄却する
- Shimodaira-Hasegawa 検定
  - 3 つ以上の樹形を比較するときに FWER を統制して第 1 種の過誤を抑制する (そのかわり, 第 2 種の過誤が増大)

# RELL 法を応用した検定

- Kishino-Hasegawa 検定
  - 2 つの樹形の対数尤度比のバラツキを REll 法により推定し, 0 よりも有意に大きいなら帰無仮説 (尤度が等しい) を棄却する
- Shimodaira-Hasegawa 検定
  - 3 つ以上の樹形を比較するときに FWER を統制して第 1 種の過誤を抑制する (そのかわり, 第 2 種の過誤が増大)
- 近似的に不偏な (Approximately Unbiased) 検定

# RELL 法を応用した検定

- Kishino-Hasegawa 検定
  - 2 つの樹形の対数尤度比のバラツキを REll 法により推定し, 0 よりも有意に大きいなら帰無仮説 (尤度が等しい) を棄却する
- Shimodaira-Hasegawa 検定
  - 3 つ以上の樹形を比較するとき FWER を統制して第 1 種の過誤を抑制する (そのかわり, 第 2 種の過誤が増大)
- 近似的に不偏な (Approximately Unbiased) 検定
  - マルチスケールブートストラップにより第 1 種の過誤と第 2 種の過誤の両方を抑制する

いつやるか



# いつやるか

- 最尤系統樹の中で特に重要な系統仮説を検証する

# いつやるか

- 最尤系統樹の中で特に重要な系統仮説を検証する
- 既知の対立する系統仮説を比較する

# 仮説検定の手順

# 仮説検定の手順

- 比較する非互換な系統仮説を 2 つ以上用意する

**比較する非互換な仮説を2つ以上用意する**

## 比較する非互換な仮説を2つ以上用意する

- 最尤系統樹の中で特に重要な系統仮説を検証する場合

# 比較する非互換な仮説を2つ以上用意する

- 最尤系統樹の中で特に重要な系統仮説を検証する場合
  - 最尤系統樹中の系統仮説と、対立する仮説1つ以上をブートストラップ解析の結果から抽出する

## 比較する非互換な仮説を2つ以上用意する

- 最尤系統樹の中で特に重要な系統仮説を検証する場合
  - 最尤系統樹中の系統仮説と、対立する仮説1つ以上をブートストラップ解析の結果から抽出する
- 既知の対立する系統仮説を比較する場合



# 比較する非互換な仮説を2つ以上用意する

- 最尤系統樹の中で特に重要な系統仮説を検証する場合
  - 最尤系統樹中の系統仮説と、対立する仮説1つ以上をブートストラップ解析の結果から抽出する
- 既知の対立する系統仮説を比較する場合
  - 既存の系統仮説を系統樹化したファイルを用意する

## 比較する非互換な仮説を2つ以上用意する

- 最尤系統樹の中で特に重要な系統仮説を検証する場合
  - 最尤系統樹中の系統仮説と、対立する仮説1つ以上をブートストラップ解析の結果から抽出する
- 既知の対立する系統仮説を比較する場合
  - 既存の系統仮説を系統樹化したファイルを用意する
    - (OTU1,OTU2,OTU3,(OTU4,OTU5));

# 仮説検定の手順

- 比較する非互換な系統仮説を 2 つ以上用意する
- 各系統仮説を満たす系統樹の中で尤度最大の系統樹を用意する

# 仮説検定の手順

- 比較する非互換な系統仮説を 2 つ以上用意する
- 各系統仮説を満たす系統樹の中で尤度最大の系統樹を用意する
  - 樹形制約付き最尤系統樹推定

# 仮説検定の手順

- 比較する非互換な系統仮説を 2 つ以上用意する
- 各系統仮説を満たす系統樹の中で尤度最大の系統樹を用意する
  - 樹形制約付き最尤系統樹推定
- 各系統樹の各座位の尤度を計算

# 仮説検定の手順

- 比較する非互換な系統仮説を 2 つ以上用意する
- 各系統仮説を満たす系統樹の中で尤度最大の系統樹を用意する
  - 樹形制約付き最尤系統樹推定
- 各系統樹の各座位の尤度を計算
- 各座位の尤度をリサンプルして検定する