

四点条件の一般化による進化系統樹の拡張

早水 桃子 統計数理研究所 モデリング研究系 助教

研究のねらい

■ Tree metric に関する諸定理を一般化する

- ➔ 「系統樹の拡張版」といえるグラフのクラスを見出す
- ➔ 現実の複雑な進化をリアルに記述するモデルを作る

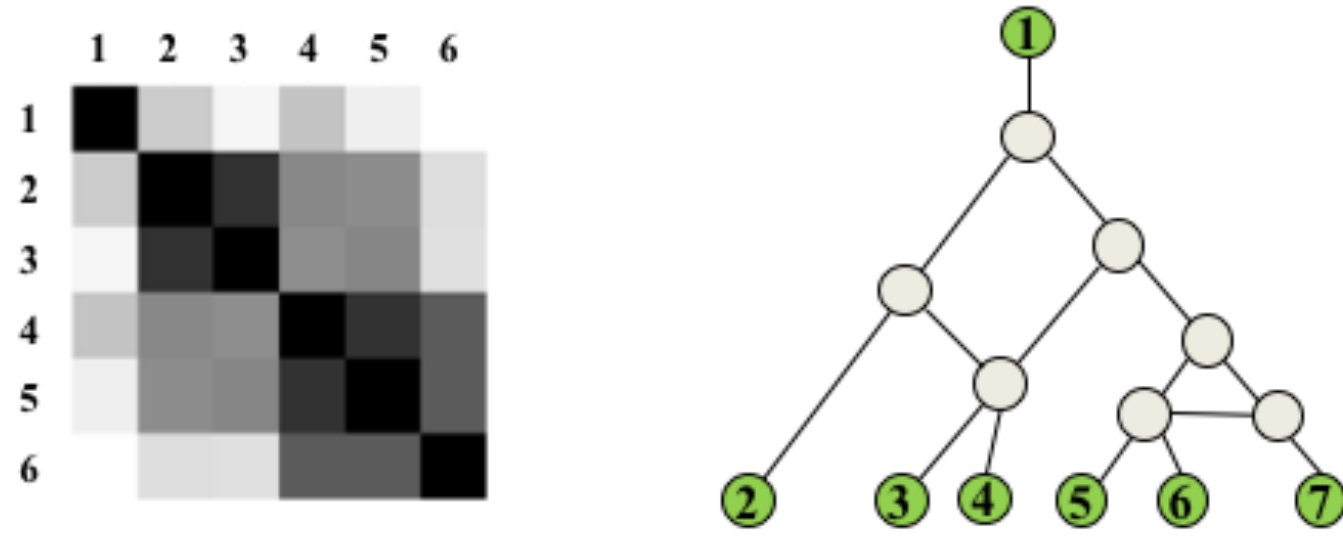


定義

■ X 上の距離 d が (X 上の) **cactus metric** であるとは,

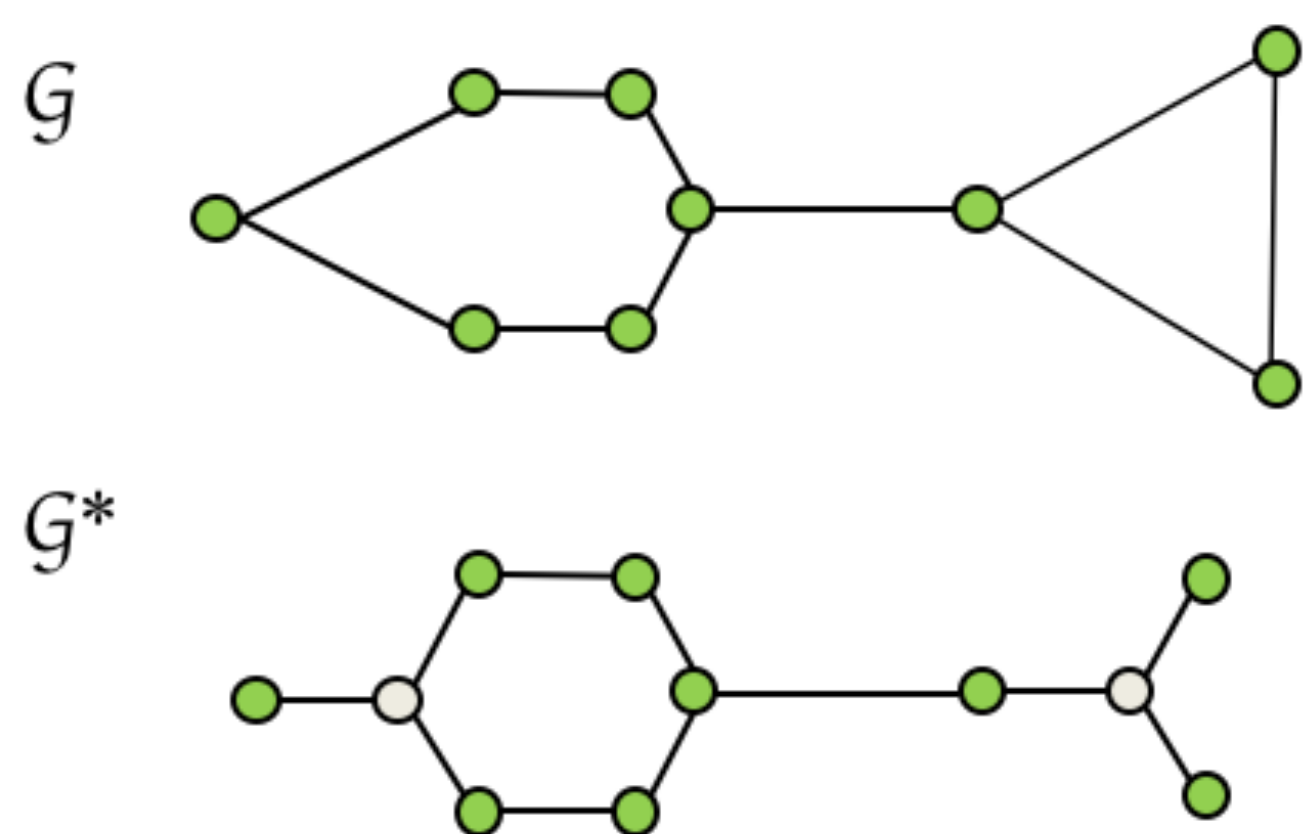
$$\textcircled{1} \forall x, x' \in X, d(x, x') = d_G(x, x') \quad \wedge \quad \textcircled{2} X \subseteq V(G)$$

を満たす X -cactus graph G が存在することをいう.



定理 (H)

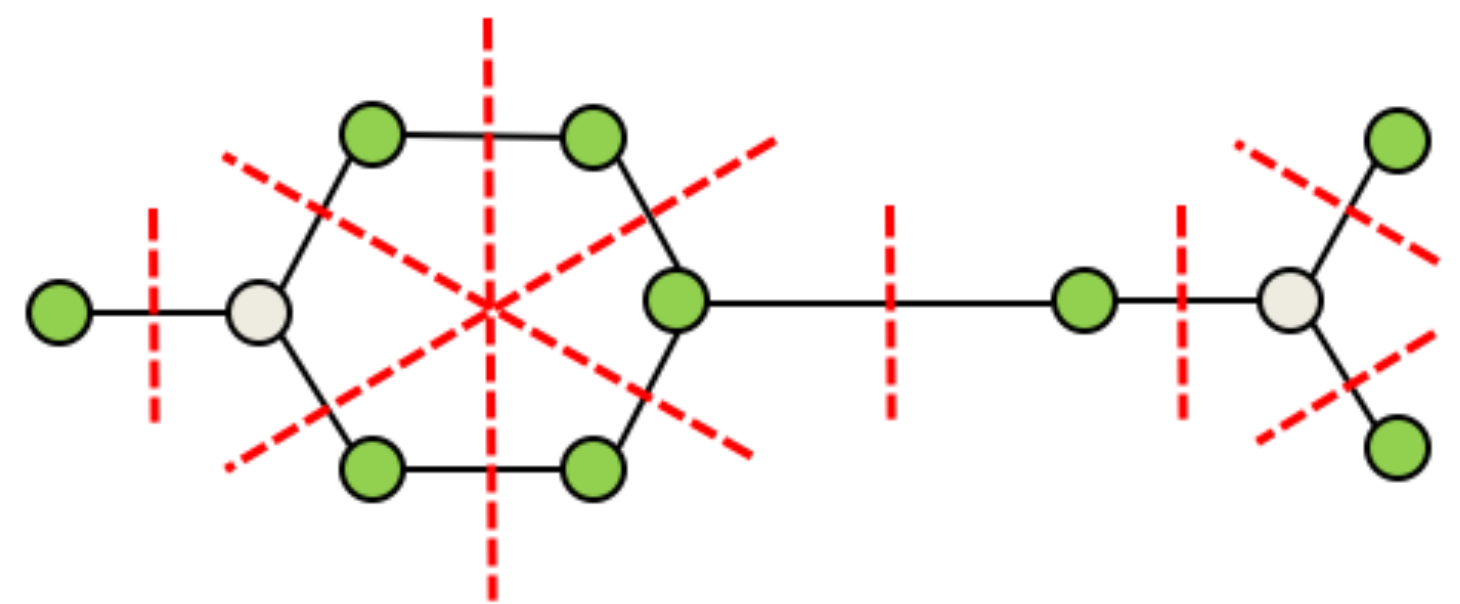
■ X 上の距離 d が cactus metric $\Rightarrow d$ を実現する optimal な (重みの総和が最小の) X -cactus G^* が唯一つ存在する.



定理 (H)

■ 任意の cactus metric は, totally decomposable である.

(例)

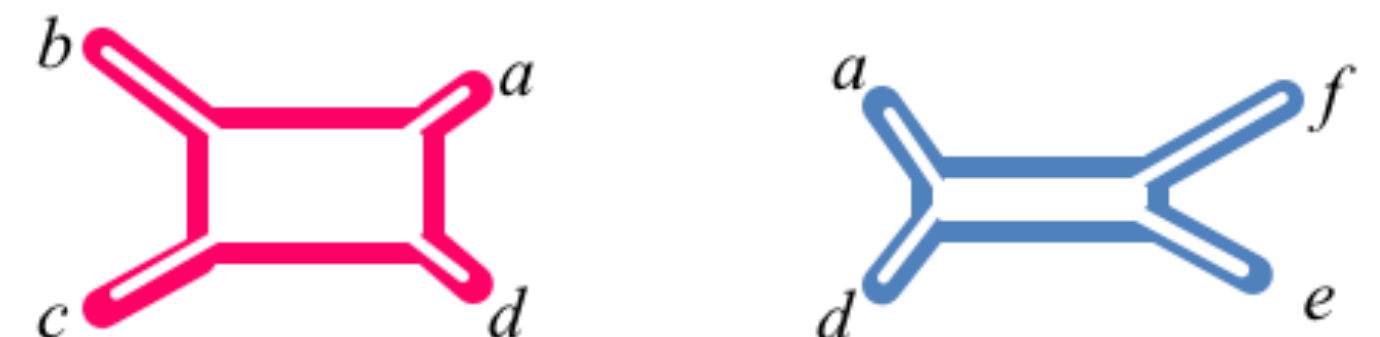


主定理の系 (H)

■ A metric d on X is a cactus metric if and only if

1. It satisfies 5PC (i.e., totally decomposable);
2. For any two quartets $A := \{a, b, c, d\}, B := \{d, e, f, a\} \subseteq X$ violating the 4PC inequality, the following submodular inequality holds:

$$\text{TSP}^*(A \cup B) + \text{TSP}^*(A \cap B) \leq \text{TSP}^*(A) + \text{TSP}^*(B).$$



Summary of the results

■ We generalised the concept of tree metrics to cactus metrics without losing their nice properties:

Tree metric	Cactus metric
$\exists!$ X -tree (found in polynomial time)	$\exists!$ optimal X -cactus tree (found in polynomial time)
Totally decomposable	Totally decomposable
4PC	5PC and 6PC

■ Thus we extended the class of X -trees to X -cactus graphs, which can be used to describe reticulate evolution.

【謝辞】 This research is supported by JST PRESTO (JPMJPR16EB). I would like to thank Hiroshi Hirai (The University of Tokyo) for useful discussion about the split decomposition theory.