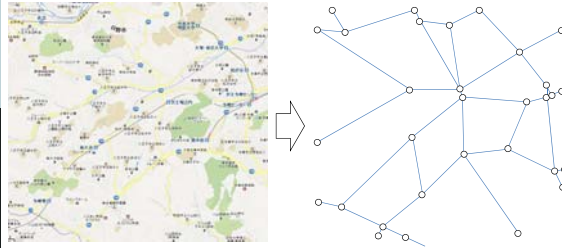


空間解析の基礎IV ネットワーク分析

首都大学東京 都市環境学部 自然・文化ツーリズムコース
倉田 陽平
ykurata@tmu.ac.jp



ネットワークのモデル化



結節点のことを□、つながりのことを□という 2

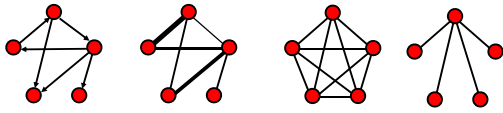
さまざまなネットワーク



3

ネットワークの種類

- 有向ネットワーク(directed network)
↔無向ネットワーク(non-directed network)
- 重みつきネットワーク(weighted network)
- 完全ネットワーク(complete network)
- ツリー(tree)



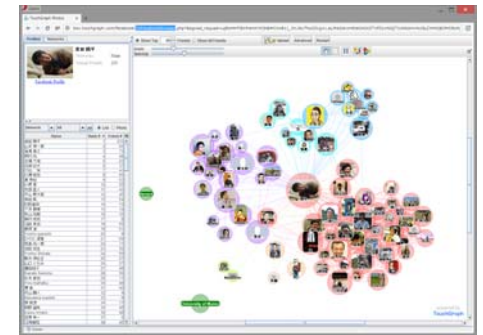
4

今日の授業の目的

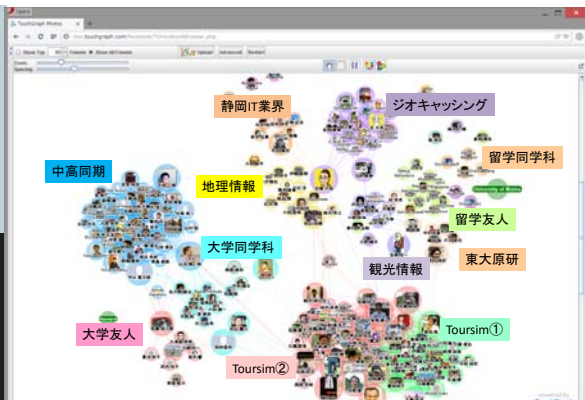
交通網・インターネット・人間関係など、社会のあちこちで登場する「ネットワーク」について、その特徴を分析する手法を学ぶ！



倉田のFacebookの 友達ネットワークを可視化してみた ※今はできない

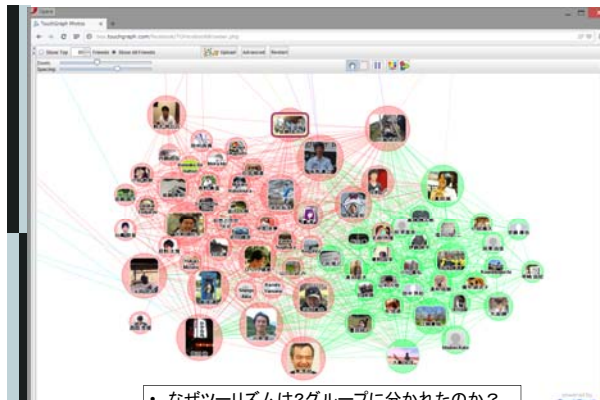


6



- 「コミュニティ」が自動抽出され、色分け表示されている
- 関係の近いものが近くに配置されている

7



- なぜツーリズムは2グループに分かれたのか？
- なぜ先生方は中央付近に表示されているのか？
- なぜ東先生の顔が大きいのか？

8

ネットワーク分析からわかること

- 各ノードの中心性
- コミュニティ(クラスター)
- 結合度



9

ネットワーク分析でわかること① 中心性

- 各ノードがネットワークの中でどれだけ中心にあるか(重要か)を示す指標
- 様々な算出方法がある

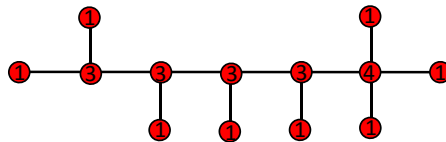


指標	特徴	性質
次数中心性	リンクの数	大きいほど中心
ケーニツヒ指数	最遠ノードまでの距離	小さいほど中心
シンベル指数	他のノードまでの距離の総和	小さいほど中心
近接中心性	他のノードまでの平均行きやすさ	大きいほど中心(0~1)
媒介中心性	移動を考えたときの要衝度	大きいほど中心(0~1)
ページランク	Googleのアルゴリズム	大きいほど中心

10

中心性指標①: 次数中心性 (Degree Centrality)

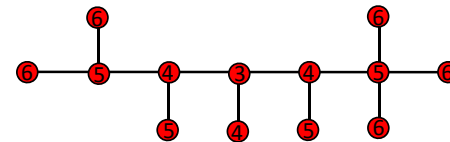
- 「各ノードに接続しているリンクの本数が多いほど中心」とみなす



11

中心性指標②: ケーニツヒ指数

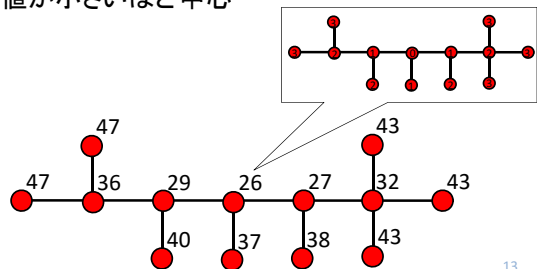
- 各ノードから最遠ノードまでのグラフ距離
- 「値が小さいノードほど中心にある」とみなす



12

中心性指標③: シンベル指数

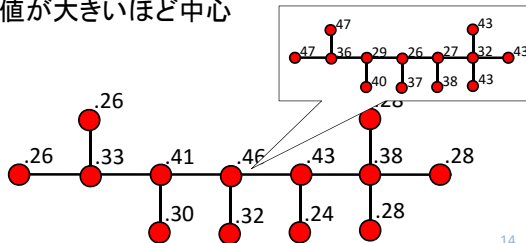
- 各ノードから他のノードまでのグラフ距離の和
- 値が小さいほど中心



13

中心性指標④: 近接中心性 (Closeness Centrality)

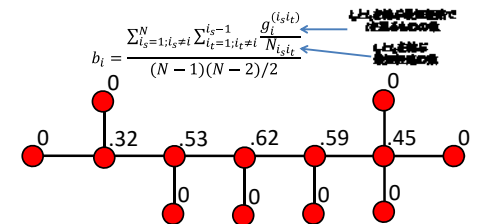
- 近接中心性=(ノード数-1)÷シンベル指数
- 他のノードへの「行きやすさ」の平均値
- 値が大きいほど中心



14

中心性指標④: 媒介中心性 (Betweenness Centrality)

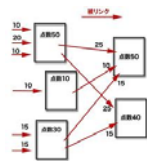
- 注目するノードが、他のノード間の最短経路上に存在する割合
- ネットワークにおける、そのノードの要衝度



15

中心性指標⑤: ページランク (Page Rank)

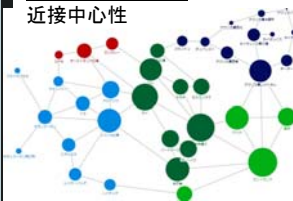
- Googleのかつてのアルゴリズム
- 有向ネットワークを前提
- リンクを「投票」と考える
- 重要度 = 投票される量 (in) = 各ノードが投票できる量 (out)
- 「投票を集めること」あるいは「投票を集めるノードの数少ないリンク先になること」が重要度↑の秘訣



16

指標	特徴	性質
次数中心性	リンクの数	大きいほど中心
ケーニツヒ指数	最遠ノードまでの距離	小さいほど中心
シンベル指数	他のノードまでの距離の総和	小さいほど中心
近接中心性	他のノードまでの平均行きやすさ	大きいほど中心(0~1)
媒介中心性	移動を考えたときの要衝度	大きいほど中心(0~1)
ページランク	Googleのアルゴリズム	大きいほど中心

多摩動物公園の例
近接中心性

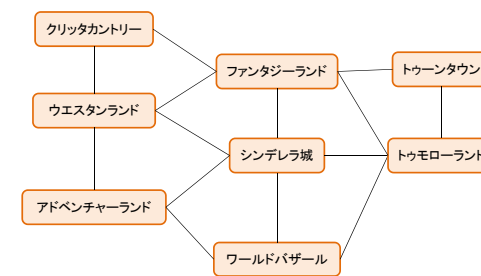


媒介中心性



17

ディズニーランドの中心は?



18

ネットワーク分析でわかること② コミュニティ(クラスター)

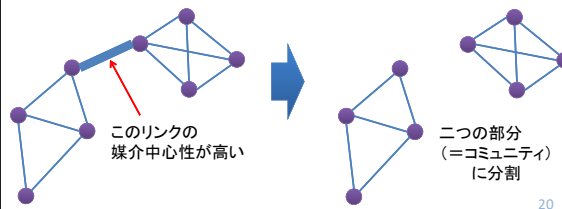
- 内部同士の結合が多く、外との結合が比較的少ない、ネットワークの部分集合
- 段階構成をとる



19

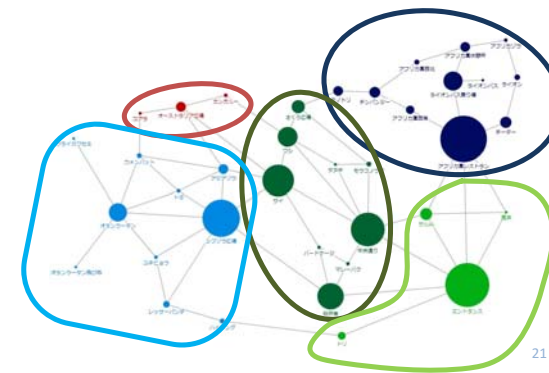
コミュニティの自動算出法: ギルバニーニューマン法

- 媒介中心性の高いリンクから順に切断
- 切断の結果、独立部分が生じたら、それを「コミュニティ」と考える



20

多摩動物公園のケース

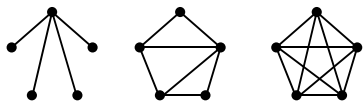


21

ネットワーク分析でわかること③ 結合度

- ネットワークの結びつきの強さを示す

- α 指標 $\alpha = \frac{l-n+p}{2n-5}$ n : ノード数 l : リンク数
- γ 指標 $\gamma = \frac{l}{3n-6}$ p : 連結成分数



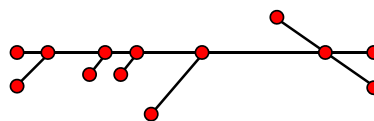
α	0.00	0.60	1.00
γ	0.44	0.78	1.00

22

結合度指標

- ネットワークの結びつきの強さを示す

- α 指標 $\alpha = \frac{l-n+p}{2n-5}$ n : ノード数 = 13 l : リンク数 = 12
- γ 指標 $\gamma = \frac{l}{3n-6}$ p : 連結成分数 = 1



23

ネットワーク分析の観光への応用例

- 交通網分析
 - 中心性指標 → 交通 / 観光資源ネットワークの要衝はどこか?
 - 結合度指標 → 地域の結びつきは時代順にどう強化されていったか?
- 組織分析(まちづくり)
 - 中心性 → 中心人物は誰か?
 - 結合度 → 人間関係は密か?
 - どのようなコミュニティが内在しているか?



24

道路網、鉄道網のようなネットワークは他のネットワークと何が違うのか?



v.s.



25

スモールワールドネットワーク

- 任意の2つのノードが、中間にわずかな数のノードを介するだけで接続されるというような性質のネットワーク
- 代表例: 人のネットワーク
 - 「6次の隔たり」

- 道路網は?
- 航空網は?



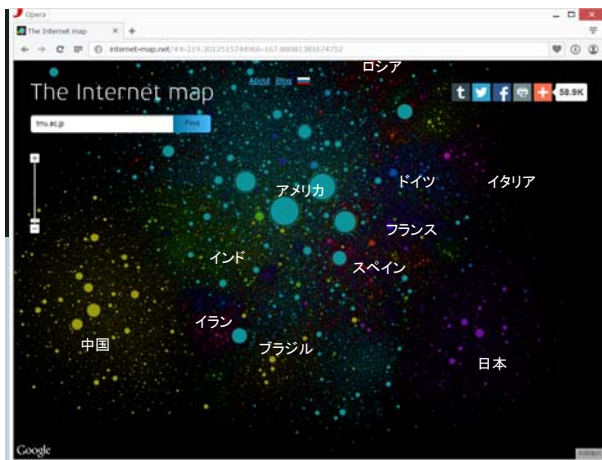
26

スケールフリーネットワーク

- 大規模なハブ(大量のノードと繋がっているようなノード)が存在するようなネットワーク
- 代表例: インターネット
- 道路網は?
- 航空網は?



<http://internet-map.net/> 27



今日のキーワード

- ネットワークとグラフ
- リンクとノード
- 中心性
- ページランク
- コミュニティ
- 結合度
- スケールフリーネットワーク
- スモールワールドネットワーク

