

Laboratory Rotation

< JAIST >

～ A change of perspective in network centrality ～

Kanazawa University
Graduate School of Frontier Science Initiative
Division of Transdisciplinary Sciences
Suganuma lab. Hashimoto Kazuaki (M1)

Agenda

～ A change of perspective in network centrality ～

1. 論文紹介 (Thesis introduction)
2. 研究課題 (Research subject)
3. 課題の詳細 (Details of assignment)
 - ネットワークの推定
 - 次数分布の表示
 - 推定ネットワークの評価
4. 研究結果 (Research result)
5. 考察 (Consideration)

論文紹介

A change of perspective in network centrality

Carla Sciarra, Guido Chiarotti, Francesco Laio, Luca Ridolfi (May 22th, 2018)

- ネットワークの中心性を用いて、ネットワークの推定を行う。
- ネットワークの中心性を求める手法として以下がある。
 - Degree centrality (次数中心性)
 - Eigenvector centrality (固有ベクトル中心性)
 - Katz centrality (カッツ中心性)

Agenda

～ A change of perspective in network centrality ～

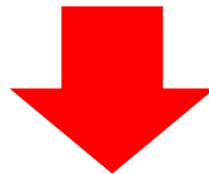
1. 論文紹介 (Thesis introduction)
- 2. 研究課題 (Research subject)**
3. 課題の詳細 (Details of assignment)
 - ネットワークの推定
 - 次数分布の表示
 - 推定ネットワークの評価
4. 研究結果 (Research result)
5. 考察 (Consideration)

研究課題

A change of perspective in network centrality

Carla Sciarra, Guido Chiarotti, Francesco Laio, Luca Ridolfi (May 22th, 2018)

- ネットワークの中心性を用いて、ネットワークの推定を行う。
- ネットワークの中心性を求める手法として以下がある。
 - Degree centrality (次数中心性)
 - Eigenvector centrality (固有ベクトル中心性)
 - Katz centrality (カッツ中心性)



本研究では、Degree centrality (次数中心性)の手法を用いて、
BAモデル及び玉葱状ネットワークの推定を実施

Agenda

～ A change of perspective in network centrality ～

1. 論文紹介 (Thesis introduction)
2. 研究課題 (Research subject)
- 3. 課題の詳細 (Details of assignment)**
 - ネットワークの推定
 - 次数分布の表示
 - 推定ネットワークの評価
4. 研究結果 (Research result)
5. 考察 (Consideration)

課題の詳細

➤ 次数中心性によるネットワークの推定

- 元ネットワークと推定ネットワークの関係

$$A_{ij} = \hat{A}_{ij} + \varepsilon_{ij} = f(x_i, x_j) + \varepsilon_{ij} \quad (1)$$

元ネットワーク
推定ネットワーク
→ 誤差(Error)

- 誤差(Error)は元ネットワークと推定ネットワークの二乗誤差で求まる

$$SS(x_1, x_2, \dots, x_N) = \sum_i \sum_j \varepsilon_{ij}^2 = \sum_i \sum_j (A_{ij} - f(x_i, x_j))^2 \quad (2)$$

誤差(Error)
二乗誤差

- 中心性の計算及び、中心性からのネットワークの推定方法

Undirected networks

Estimator function f	Centrality of node i	Unique contribution of node i	Corresponding metric
$f_1 = \frac{K_{tot}}{N} (x_i + x_j - \frac{1}{N})$	$x_i = \frac{k_i}{K_{tot}}$	$UC_i = \frac{2(N+1)k_i^2}{N^2 TSS}$	Degree centrality
$f_2 = \gamma x_i x_j$	$x_i = \frac{1}{\gamma} \sum_j A_{ij} x_j$	$UC_i = \frac{\gamma x_i^2}{TSS} (\gamma x_i^2 + 2\gamma)$	Eigenvector centrality
$f_3 = \gamma x_i x_j + B$	$x_i = \frac{\sum_j A_{ij} x_j}{\gamma \sum_j x_j^2} + \frac{B \sum_j x_j}{\gamma \sum_j x_j^2}$	$UC_i = \frac{\gamma x_i^2}{TSS} (\gamma x_i^2 - 2B + 2\gamma \sum_j x_j^2)$	Katz centrality

k → ノードの次数
 K_{tot} → ノードの
 次数の総和
 N → 全ノード数

課題の詳細

➤ 次数分布の表示

- 元ネットワークについて
 - 作成したネットワークの各ノードの次数情報から次数分布を出力
- 推定ネットワークについて
 1. 推定したネットワークのEstimator function(全ノード数の二乗個の関数がある)より、元ネットワークのedge本数に合わせて、Estimator functionの値が高いものから推定ネットワークのedgeを選択
 2. 得られたedgeの情報(どのノードとどのノードが繋がっているか)より、各ノードの次数を計算
 3. 各ノードの次数情報から次数分布を出力

➤ 推定ネットワークの評価

- 次数分布による比較
- 元ネットワークに対する推定ネットワークのedgeの接続状態による評価
- 二乗誤差による比較

Agenda

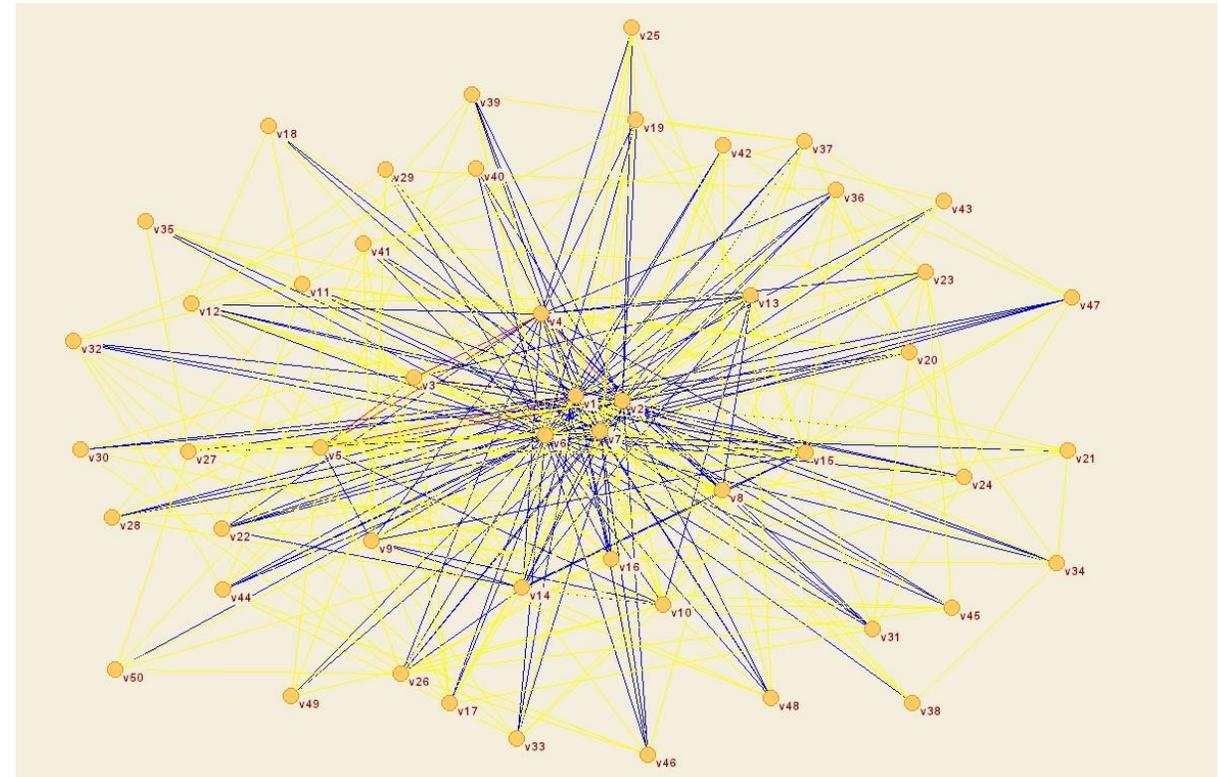
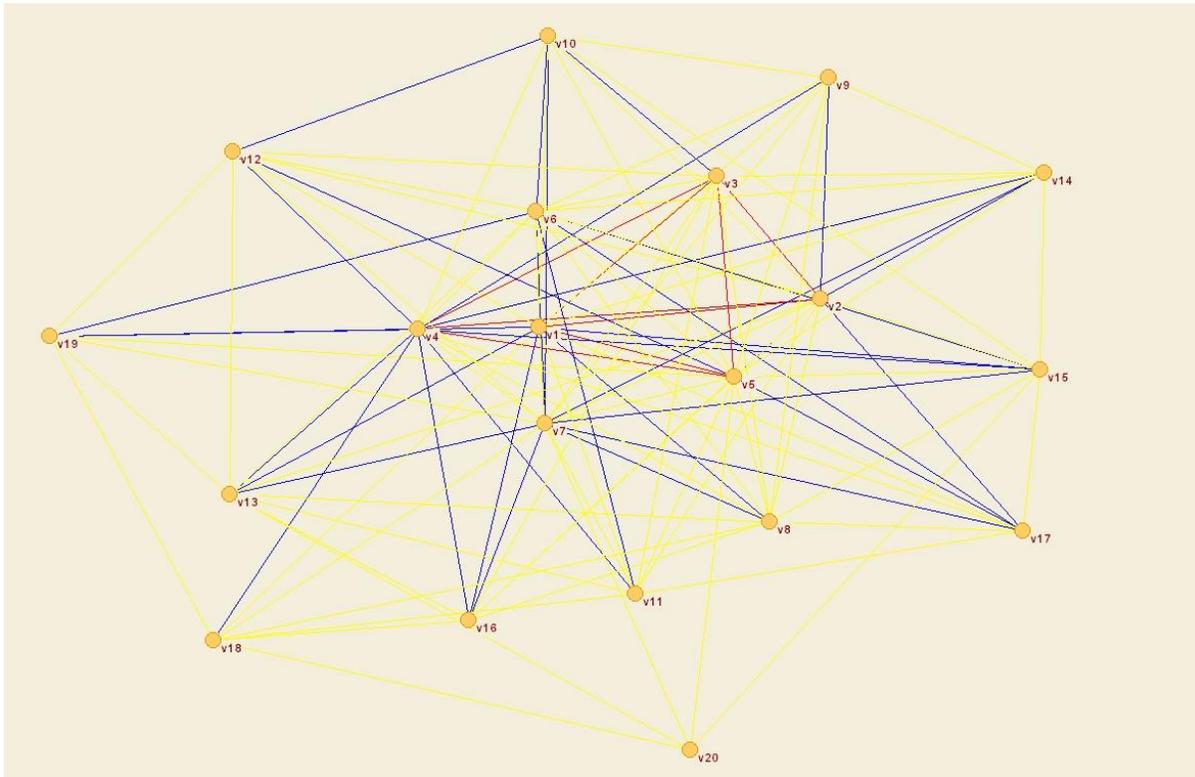
～ A change of perspective in network centrality ～

1. 論文紹介 (Thesis introduction)
2. 研究課題 (Research subject)
3. 課題の詳細 (Details of assignment)
 - ネットワークの推定
 - 次数分布の表示
 - 推定ネットワークの評価
- 4. 研究結果 (Research result)**
5. 考察 (Consideration)

研究結果

➤ ネットワークの可視化による評価 (edgeの接続状態について)

< BAモデル >



Red line : 元ネットワークと推定ネットワークのedgeの重なり

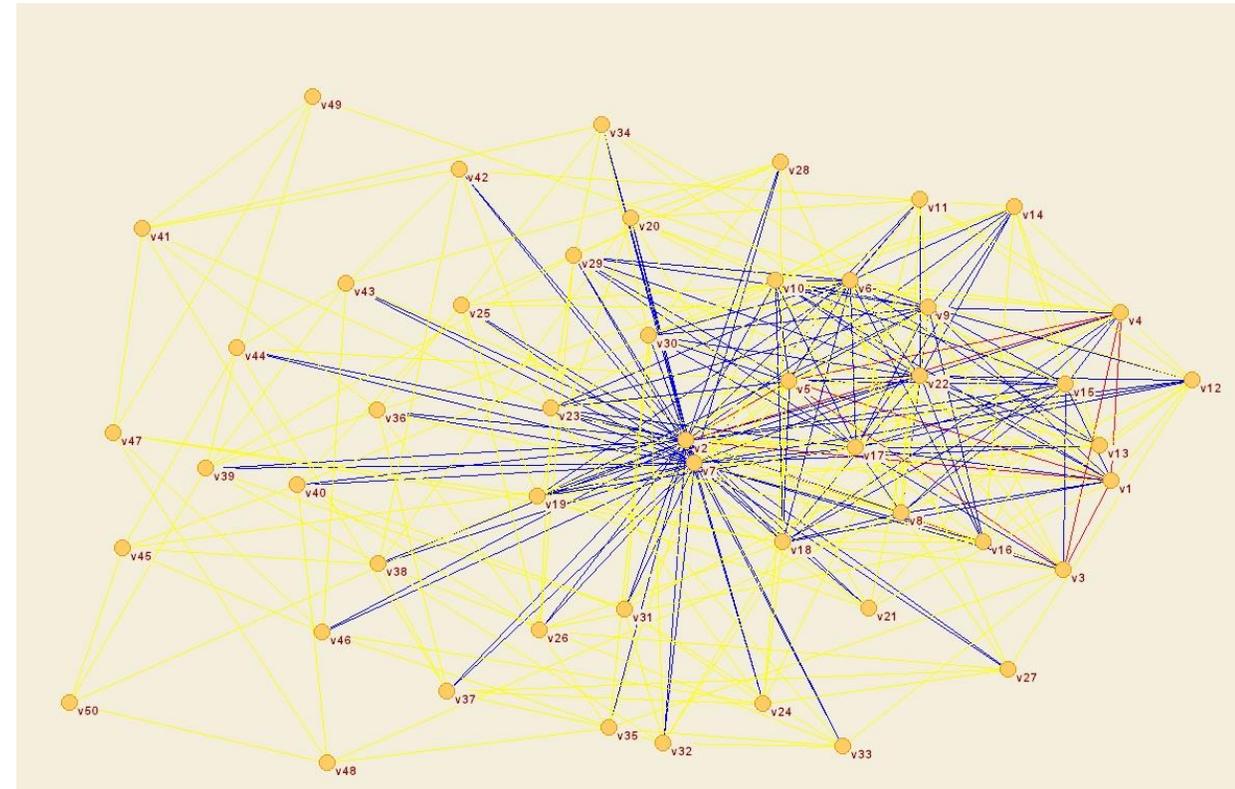
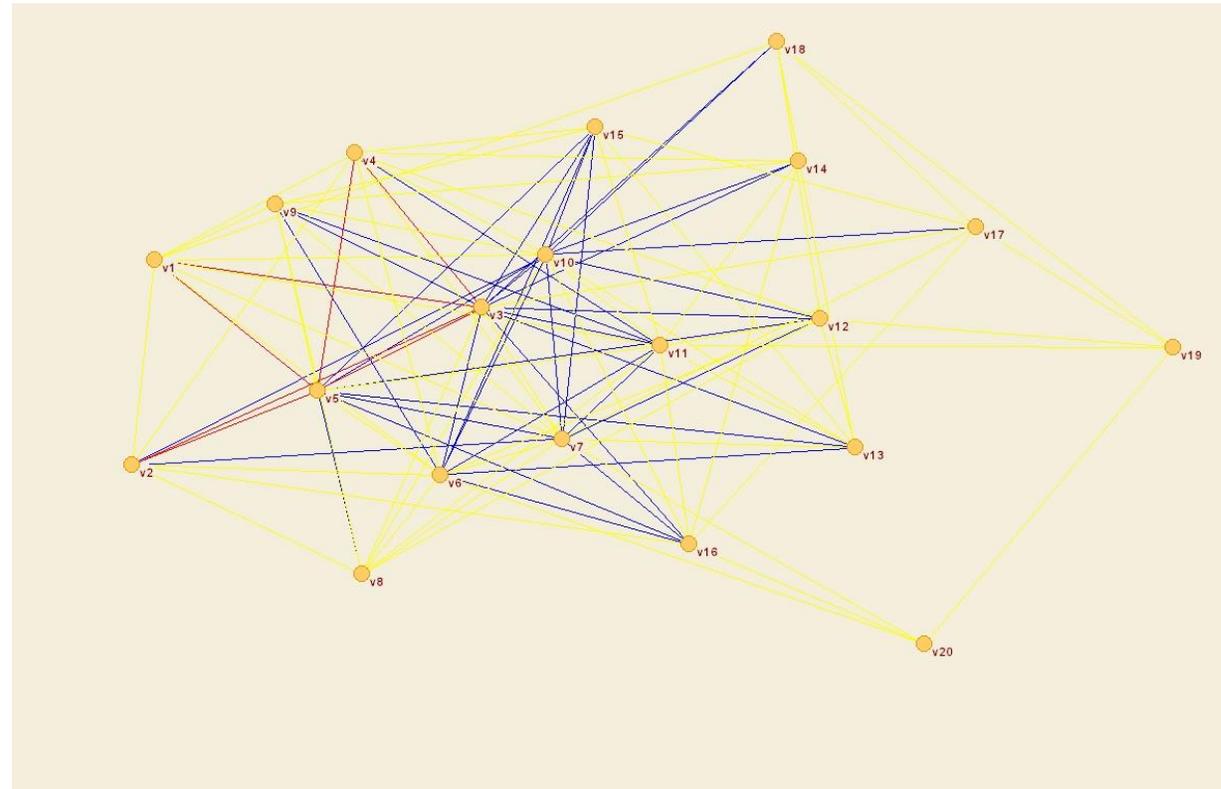
Blue line : 推定ネットワークのedge

Yellow : 元ネットワークのedge

研究結果

➤ ネットワークの可視化による評価 (edgeの接続状態について)

< 玉葱状ネットワーク >



Red line : 元ネットワークと推定ネットワークのedgeの重なり

Blue line : 推定ネットワークのedge

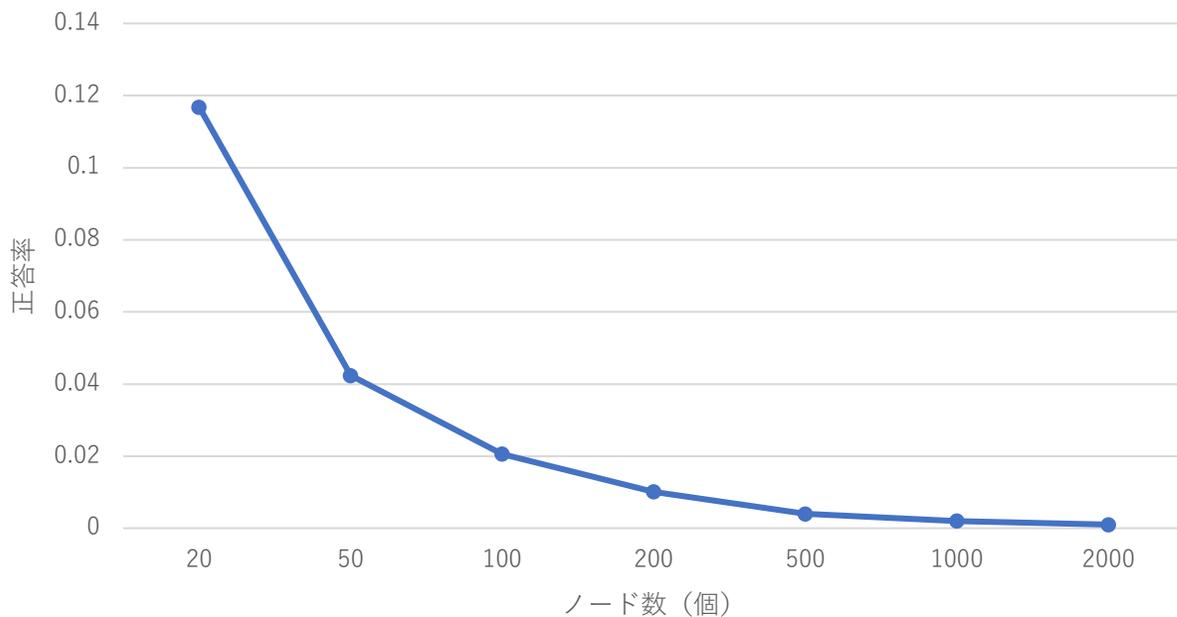
Yellow : 元ネットワークのedge

研究結果

➤ 元ネットワークと推定ネットワークのedgeの正答率による評価

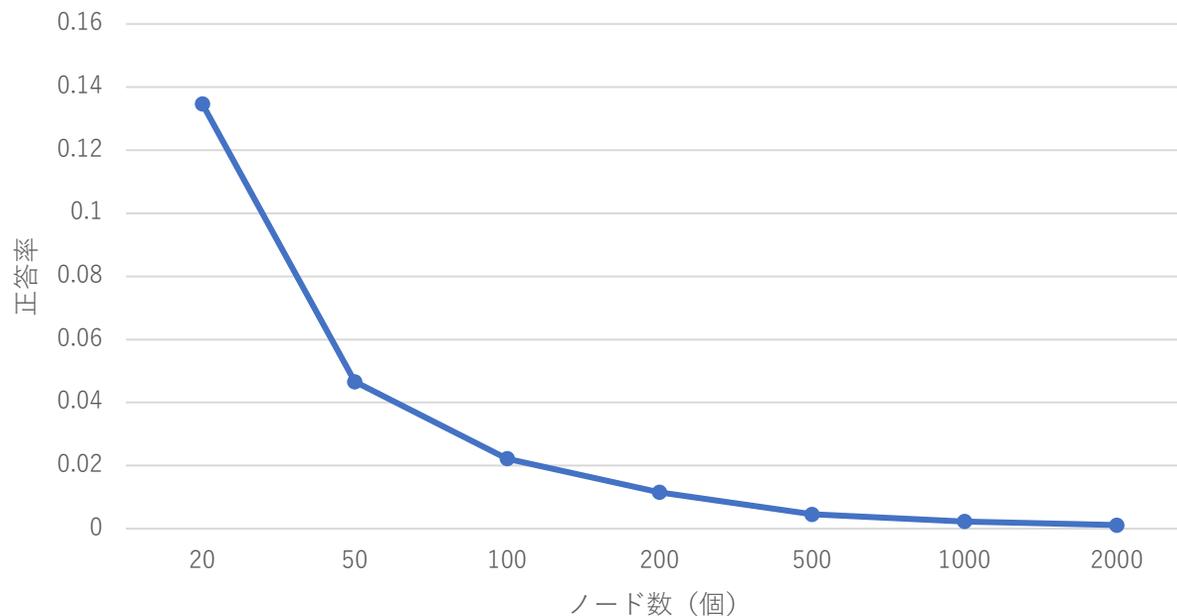
< BAモデル >

edgeの正答率(average)



< 玉葱状ネットワーク >

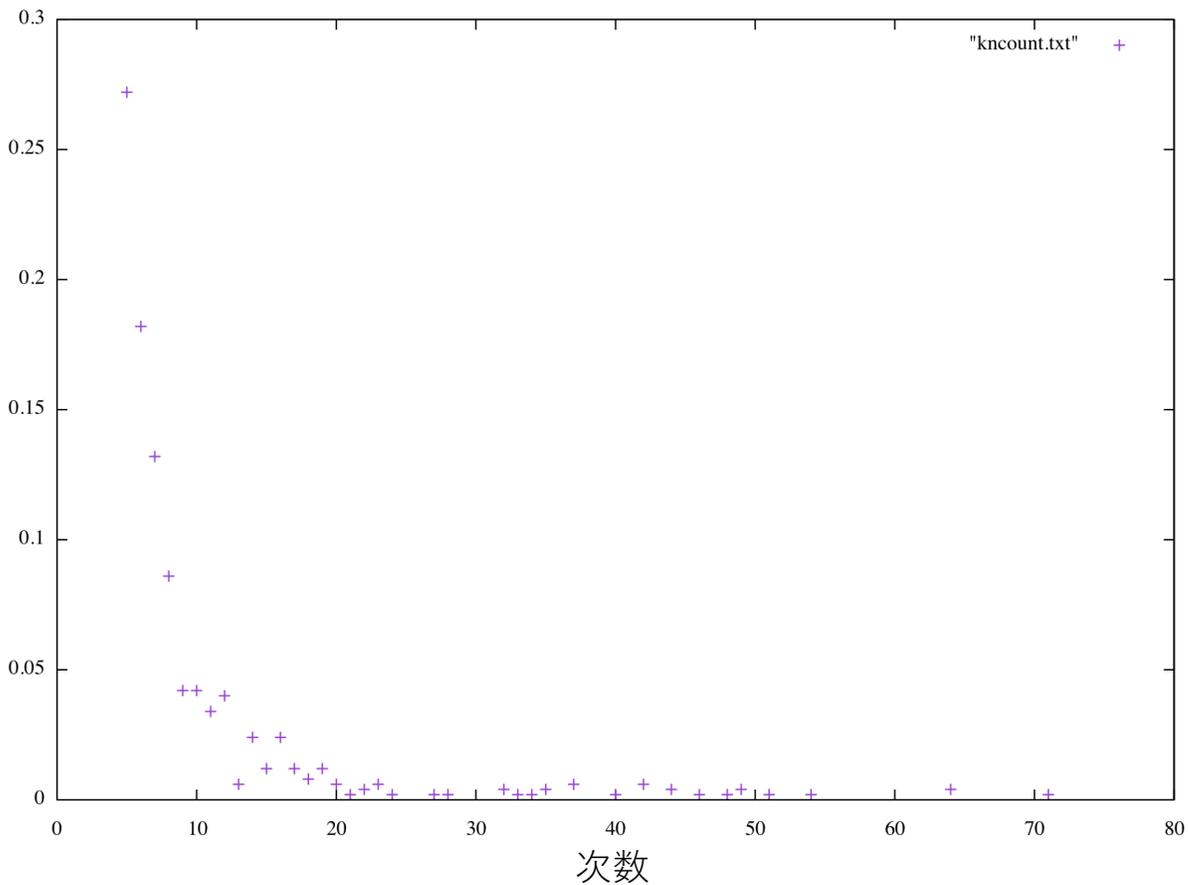
edgesの正答率(average)



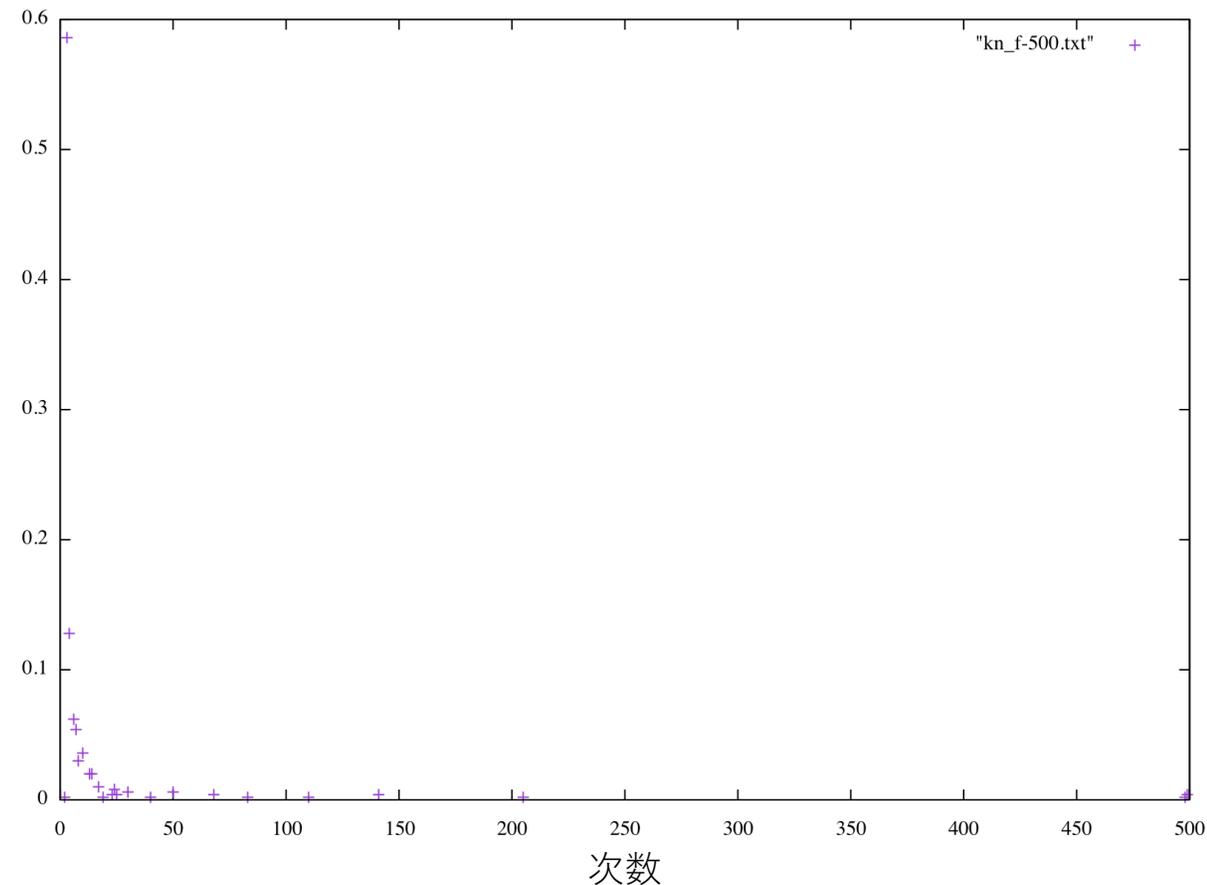
※ 推定したネットワーク数 → 100

研究結果

➤ 元ネットワークと推定ネットワークの次数分布の比較 <BAモデル>

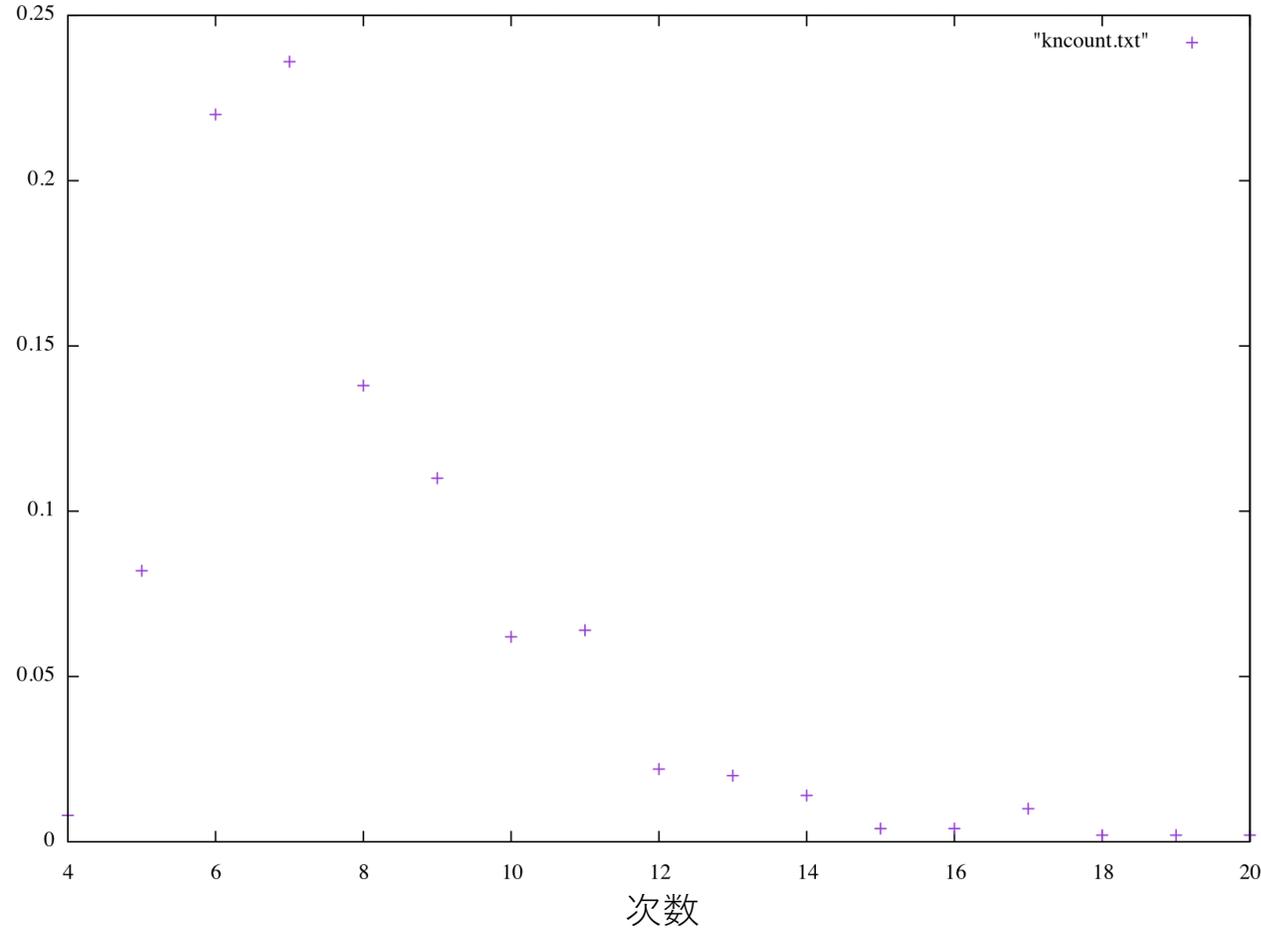


元ネットワーク

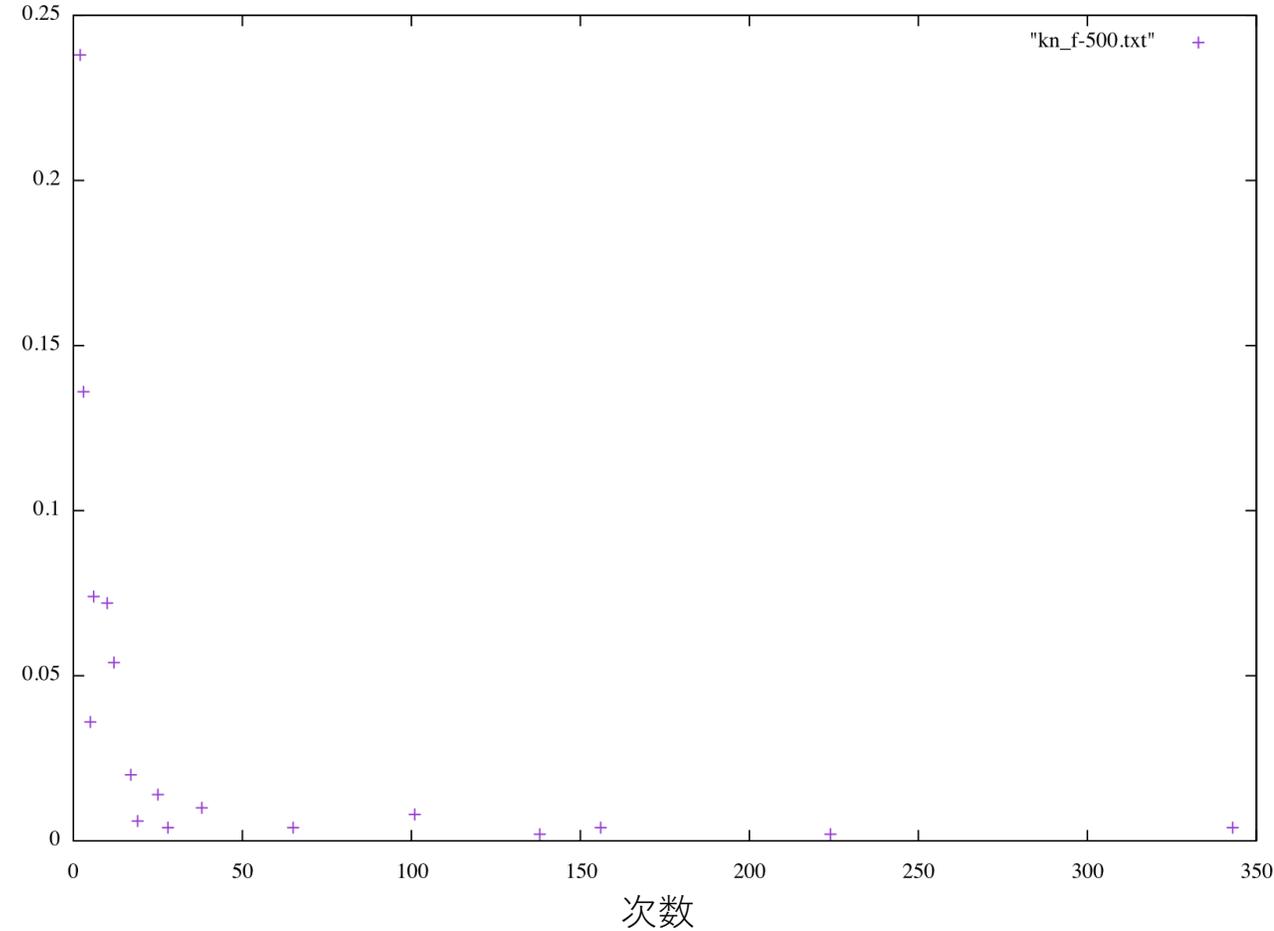


研究結果

➤ 元ネットワークと推定ネットワークの次数分布の比較 < 玉葱状ネットワーク >



元ネットワーク



推定ネットワーク

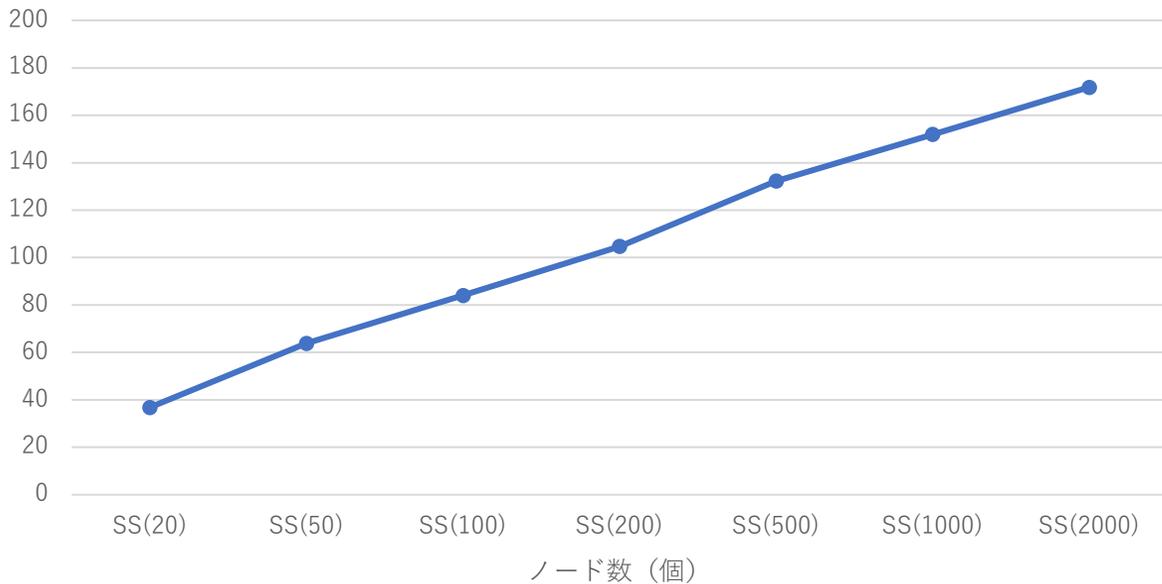
※ 全ノード数 → 500

研究結果

➤ 元ネットワークと推定ネットワークの二乗誤差(SS)による評価

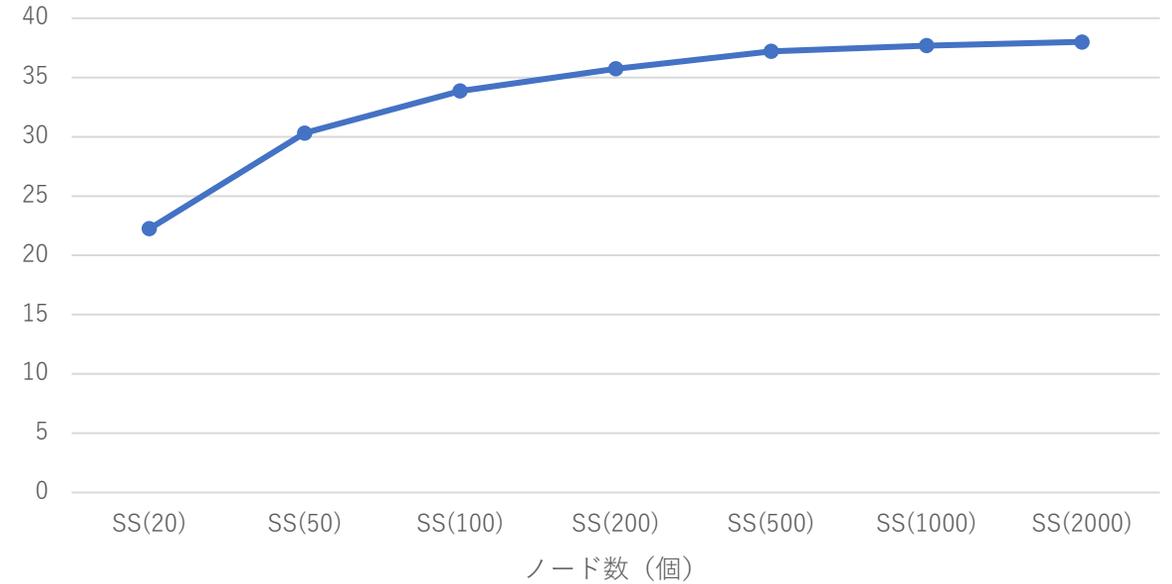
< BAモデル >

average



< 玉葱状ネットワーク >

average

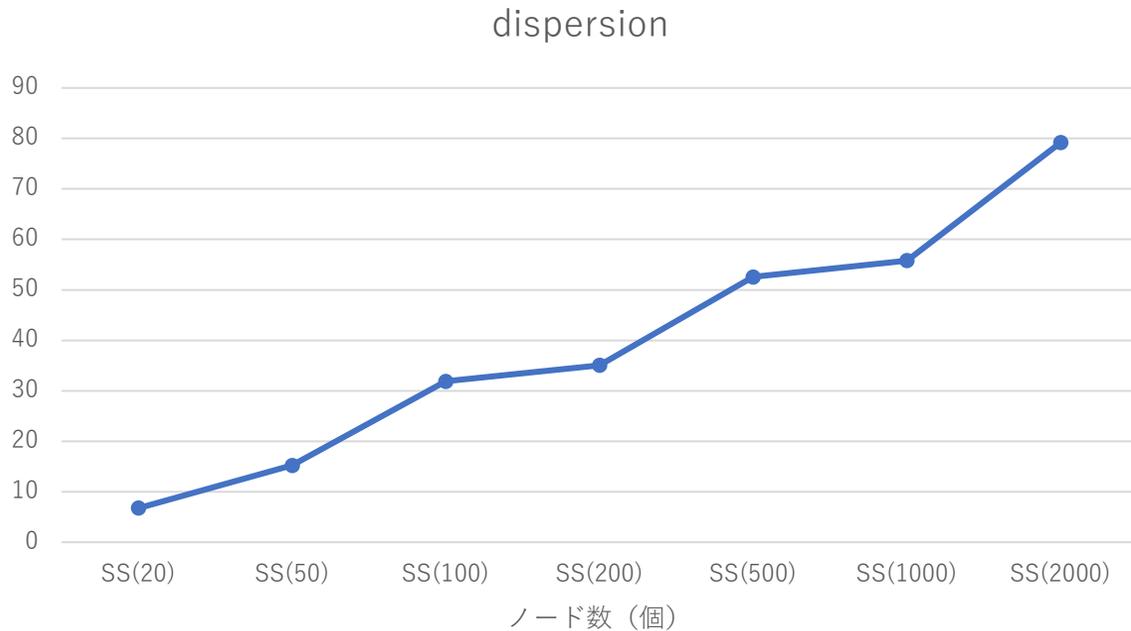


※ 推定したネットワーク数 → 100

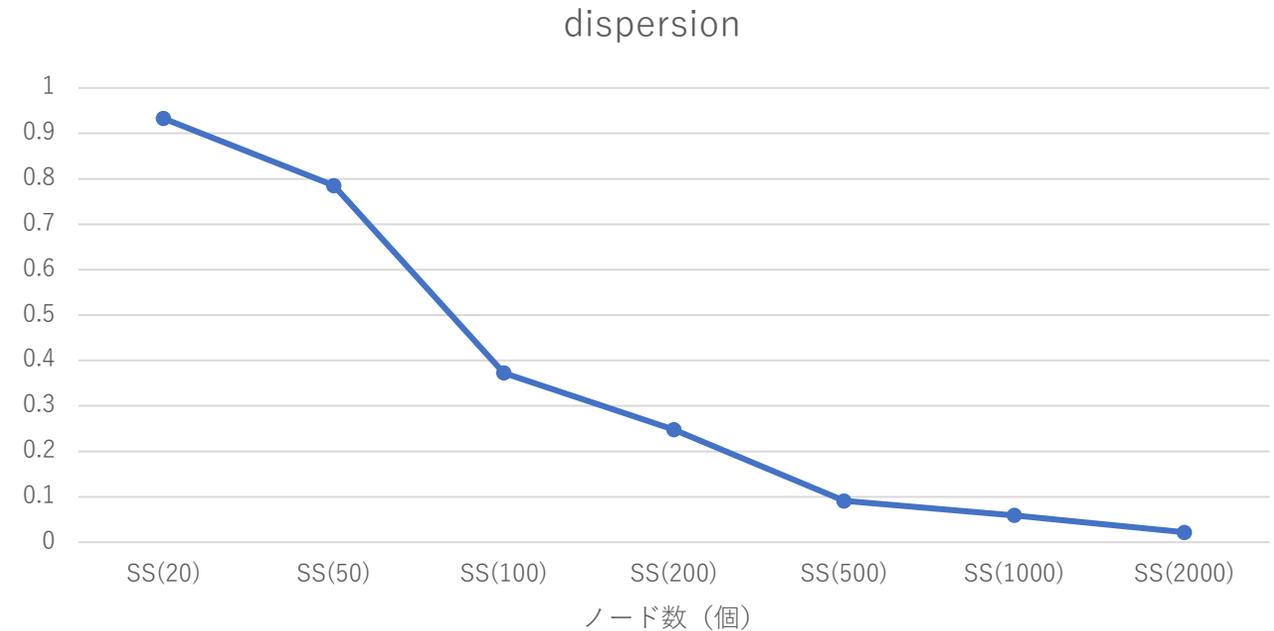
研究結果

➤ 元ネットワークと推定ネットワークの二乗誤差(SS)による評価

< BAモデル >



< 玉葱状ネットワーク >



※ 推定したネットワーク数 → 100

Agenda

～ A change of perspective in network centrality ～

1. 論文紹介 (Thesis introduction)
2. 研究課題 (Research subject)
3. 課題の詳細 (Details of assignment)
 - ネットワークの推定
 - 次数分布の表示
 - 推定ネットワークの評価
4. 研究結果 (Research result)
- 5. 考察 (Consideration)**

考察

- 元ネットワークと推定ネットワークのedgeの正答率について
 - ノード数が増えることで、推定したネットワークの正答率が減少
 - ノード数が増えることでedgeの数も多くなるので、ネットワークの推定が困難になる
- 元ネットワークと推定ネットワークの次数分布の比較について
 - ネットワークの中心性を求めるのに次数中心性を用いたために、推定したネットワークのノードの次数が、元ネットワークのノードの次数が高いものに大きく影響している
- 元ネットワークと推定ネットワークの二乗誤差(SS)について
 - BAモデルでの推定においては、BAモデルのノード選択が優先的選択（次数が高いノードを高い確率で選択）であるために、二乗誤差のばらつきが大きくなったと考えられる
 - 玉葱状ネットワークにおいては、各ノードの次数に相関性（同程度の次数同士のノードが接続）があるために、二乗誤差のばらつきは小さくなったと考えられる