



# ネットワーク特性を考慮した クチコミ伝播の効果分析

MASコンペティション

2007年3月7日

飯塚貴之, 筑波大学社会工学類

水野誠, 筑波大学システム情報工学研究科

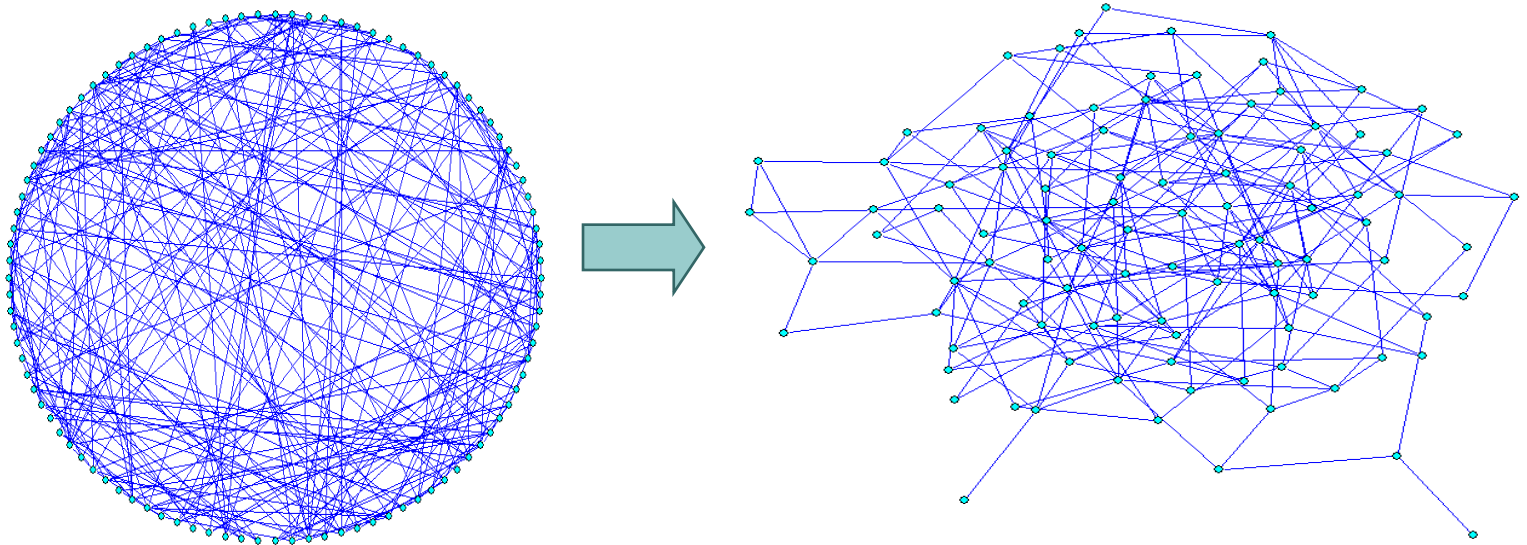


# 研究の背景

- マーケティングにおいてクチコミの重要性が高まっている
  - Eメール, ブログ, SNSの利用
- 消費者間ネットワークへの注目
  - ネットワーク分析 (Houston et al. 2004)
  - 複雑ネットワーク研究 (Watts 1999; Barabási 2002; 増田, 今野2006)
- ネットワーク上のクチコミ伝播の効果分析
  - 広告効果測定のパラダイムを応用

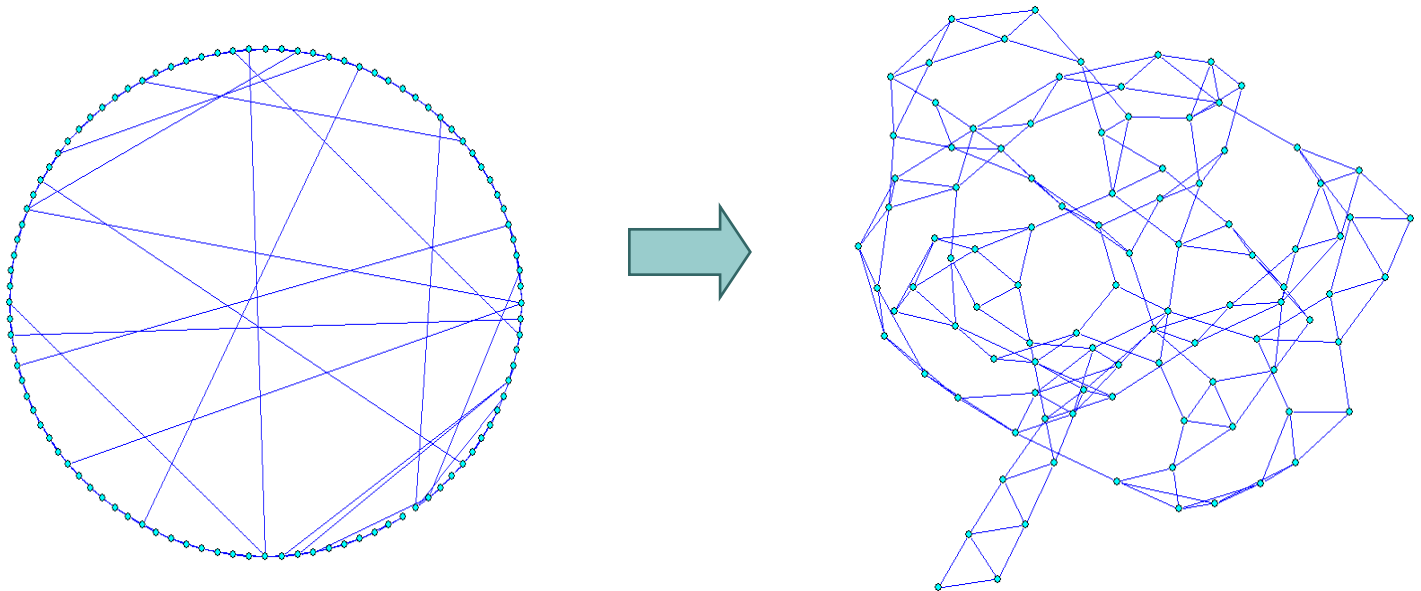
# 複雑ネットワークとは

- ランダムグラフ・・・現実の社会ネットワークとは異なるが、ベンチマークとする



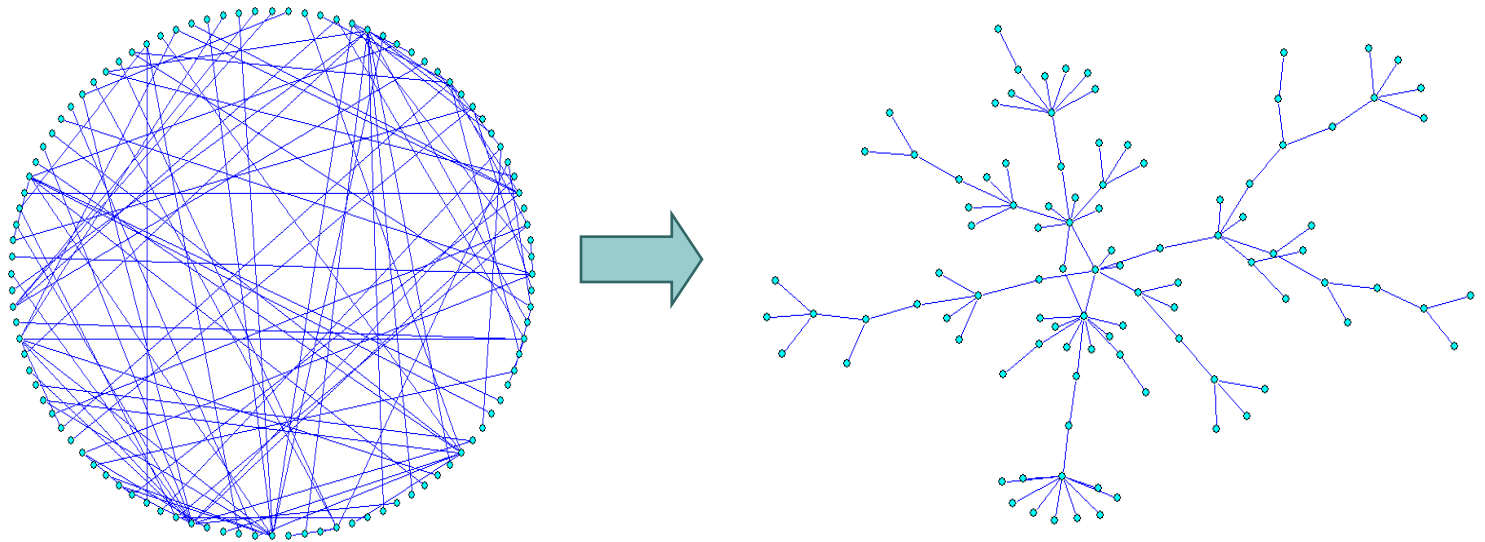
# 複雑ネットワークとは(2)

- スモールワールド (Watts 2002)
  - 枝の数の割には短い平均距離, 高いクラスタ係数: “Six Degree”



# 複雑ネットワークとは(3)

- スケールフリーネットワーク(Barabási 2002)
  - 次数がベキ分布



# ネットワークの比較

| ネットワーク       | 平均距離 | クラスタ<br>係数 | 平均次数 | 次数分布               |
|--------------|------|------------|------|--------------------|
| 現実のネットワーク    | 小    | 大          | 小    | 不均一                |
| Random Graph | 小    | 小          | 小    | ポアソン分布             |
| Small World  | 小    | 大          | 小    | 均一とポアソン<br>分布の間    |
| Scale Free   | 小    | 小          | 小    | ベキ分布 $k^{-\gamma}$ |

増田, 今野 2006

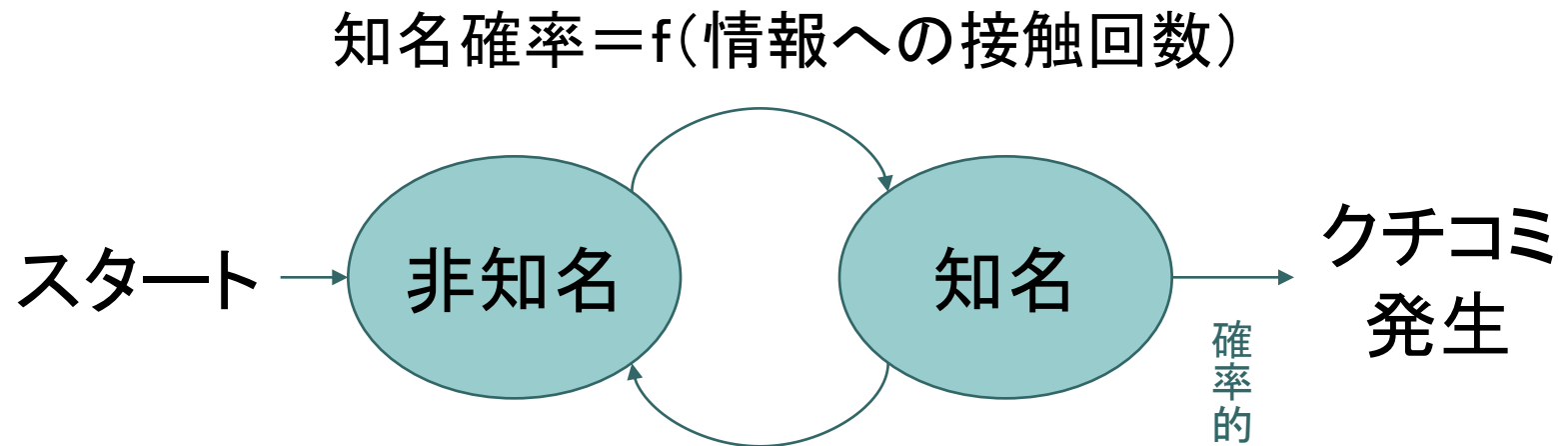


# クチコミの伝播：基本プロセス

- ネットワーク上の任意の消費者（ノード）に「外から」情報が賦与される
- 消費者は、何度か情報に接触するうちに、クチコミの対象を知名する（＝学習）
  - 何度か続けて接触しないと忘却する
- 知名した消費者は、ネットワーク上で直接つながる他の消費者に、一定の確率（ $\varphi$ ）で情報を流す
- 繰り返す

# 知名と忘却の状態遷移

- 消費者が取る状態は基本的に2つ



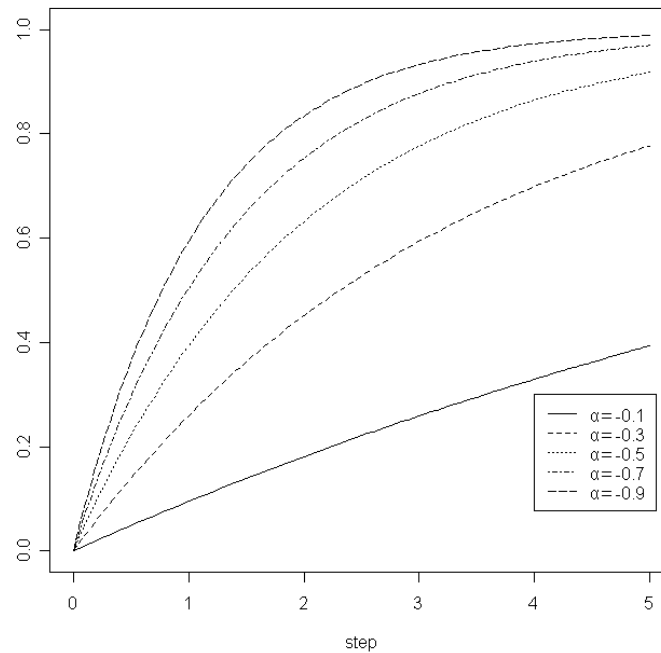
忘却確率 =  $g(\text{情報への連続的非接触回数})$



# 知名確率

- $t$ 期に知名  $\Rightarrow A_t = 1$ , 非知名  $\Rightarrow A_t = 0$
- 非知名状態でのクチコミ接触回数:  $F_t$

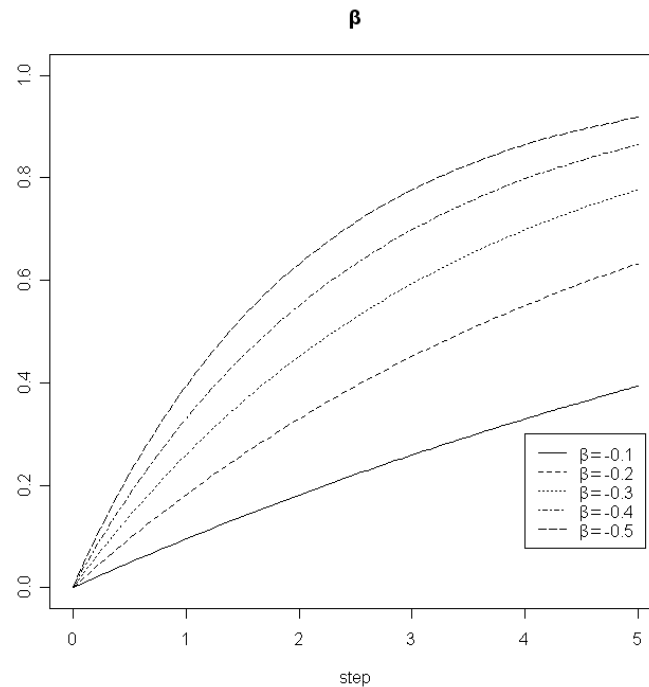
$$\Pr\{A_{t+1} = 1 \mid A_t = 0\} = 1 - e^{-\alpha F_t} \quad (\alpha > 0)$$



# 忘却確率

- 知名状態での連続的なクチコミ非接触回数:  $S_t$  (一度接触したら0に戻る)

$$\Pr\{A_{t+1} = 0 \mid A_t = 1\} = 1 - e^{-\beta S_t} \quad (\beta > 0)$$





# シミュレーションの実行条件

(共通)

- エージェントの数: 1,000
- 終了条件: 300 step or 全員非知名
- 初期に情報を賦与する消費者の数: 100
- クチコミ伝播確率( $\varphi$ ): 0.1

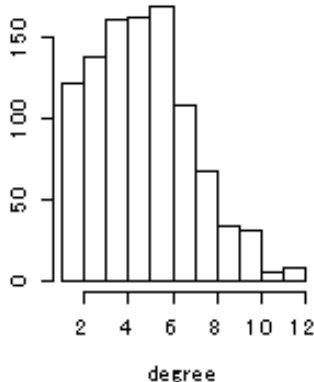
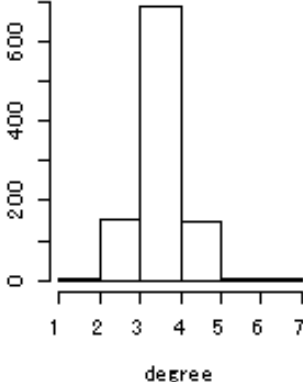
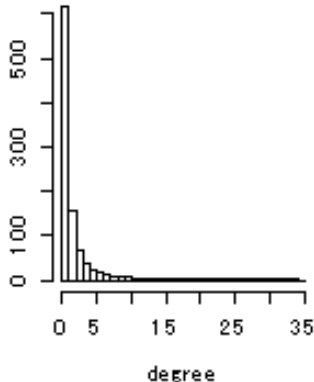


# シミュレーションの実行条件

(変動)

- ネットワークの種類: ①ランダムグラフ(RG), ②スモールワールド(SW), ③スケールフリー(SF)
- 知名係数:  $\alpha = 0.1, 0.3, 0.5, 0.7, 0.9$
- 忘却係数:  $\beta = 0.1 \sim 0.9$  (0.1刻み)
- 初期に情報を賦与する消費者の選び方: ①ランダム, ②次数中心性, ③媒介中心性

# ネットワークの性質

|                  | Random Graph  | Small World  | Scale Free   |
|------------------|---|--|--|
| 平均距離             | 4.426   | 8.917  | 5.883  |
| クラスタ係数           | 0.004   | 0.357  | 0.053  |
| 総リンク数            | 2558  | 2000   | 1304   |
| 次数相関             | -0.023  | -0.028   | 0.090  |
| 次数分布<br>(=友人数分布) | <p>Random Graph <math>p=0.005</math></p>  | <p>Small World <math>q=0.1</math></p>  | <p>Scale Free <math>\gamma=2.0</math></p>  |

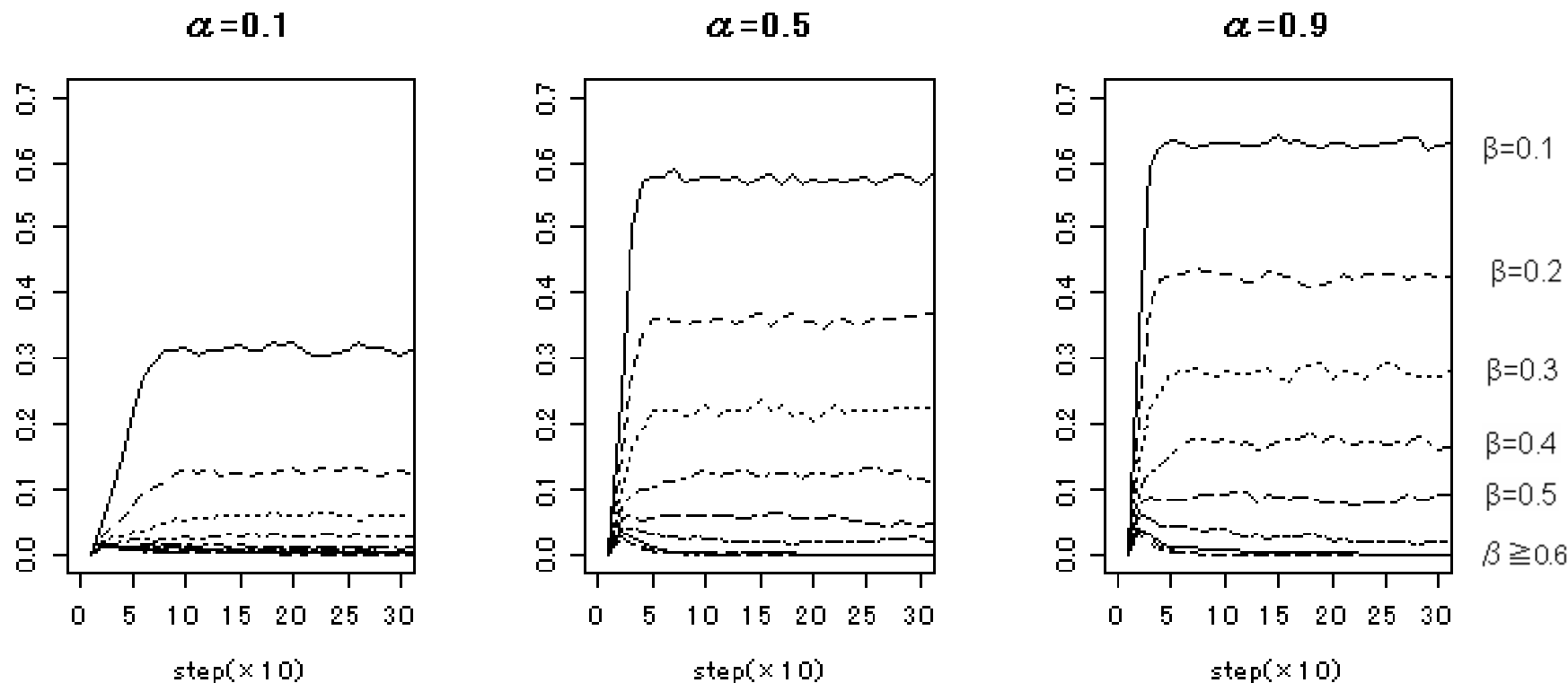


# シナリオ1

- 初期時点で、情報をランダムに選ばれた100人に与える

# 実行結果：知名率

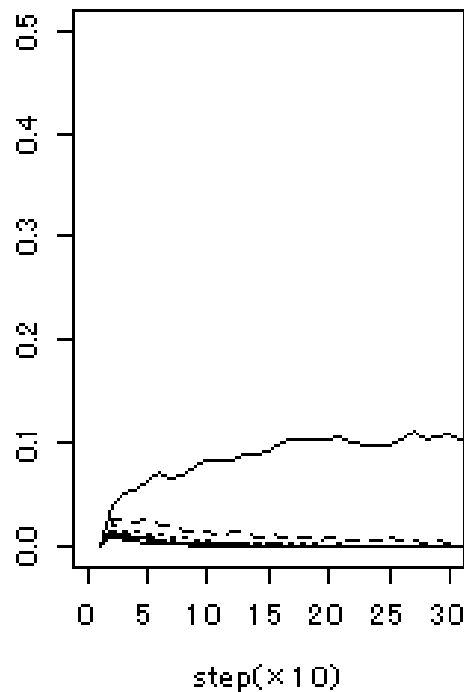
## Random Graph Network ( $p=.005$ )



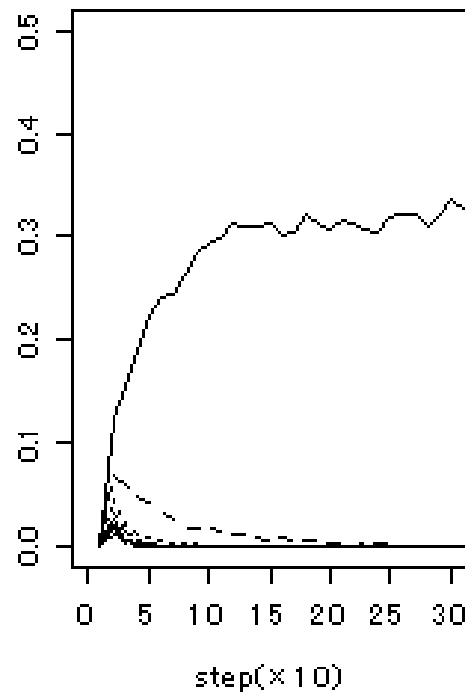
# 実行結果：知名率

## Small World Network ( $q=.1$ )

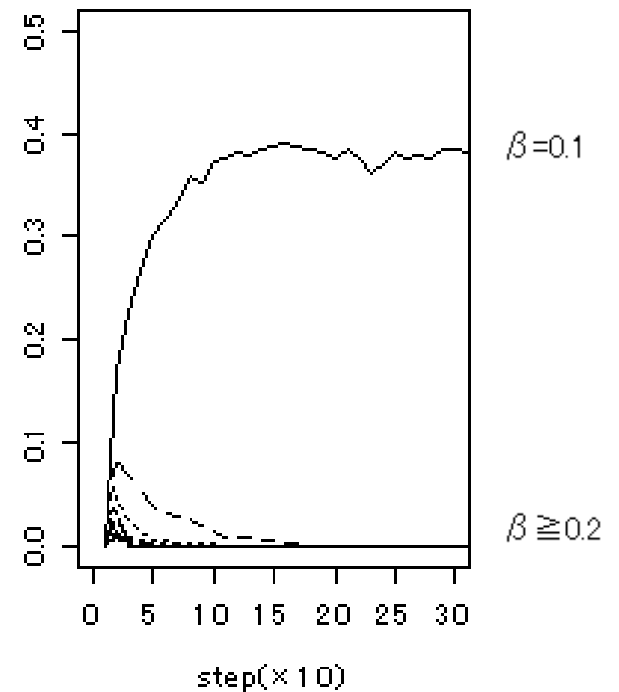
$\alpha=0.1$



$\alpha=0.5$



$\alpha=0.9$

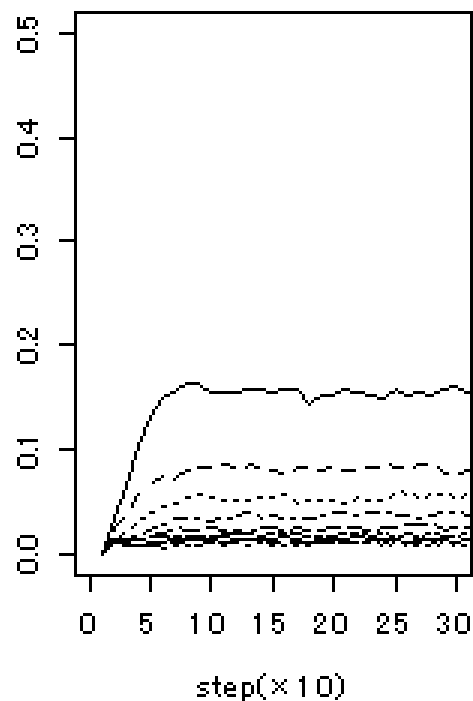




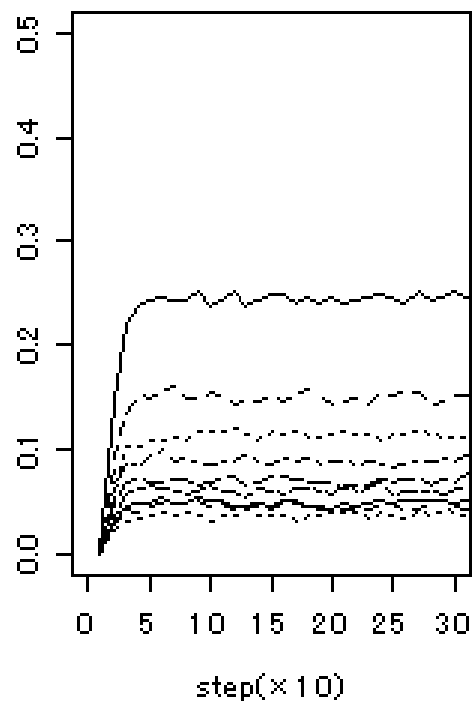
# 実行結果：知名率

## Scale Free Network ( $\gamma=2.0$ )

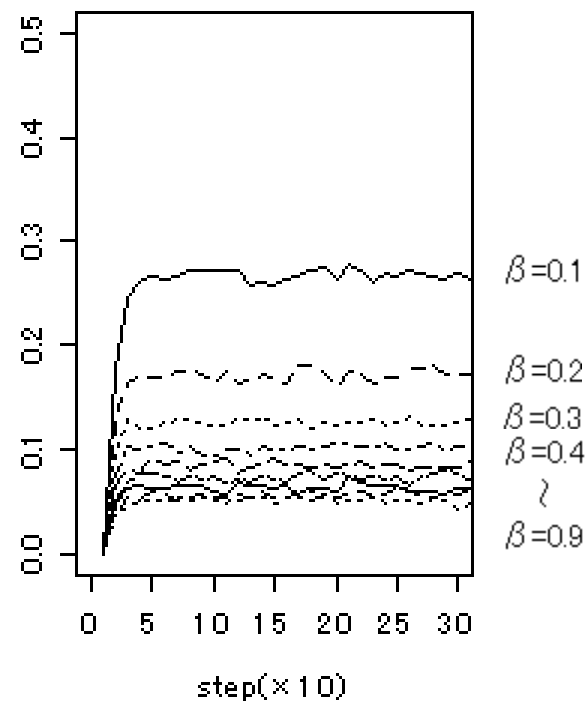
$\alpha=0.1$



$\alpha=0.5$

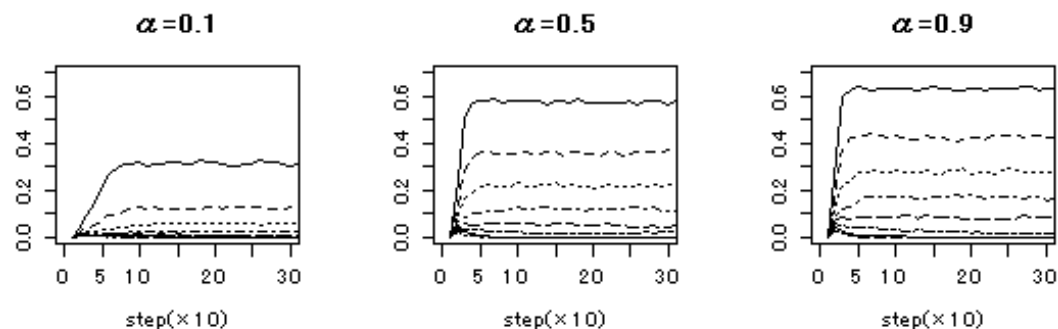


$\alpha=0.9$

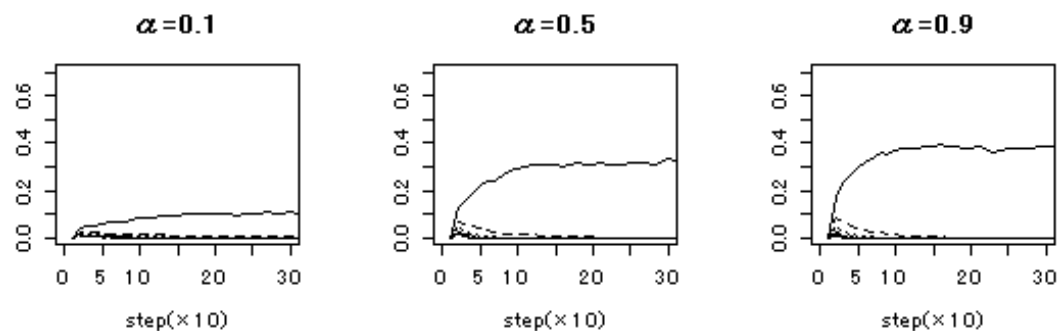


# 実行結果：知名率

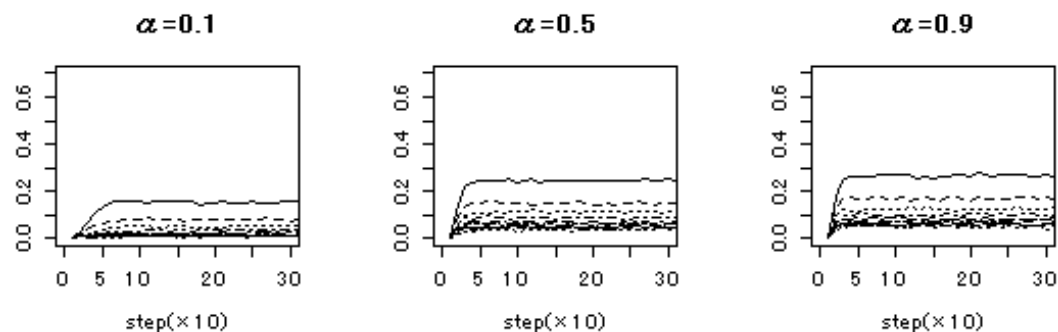
RG



SW

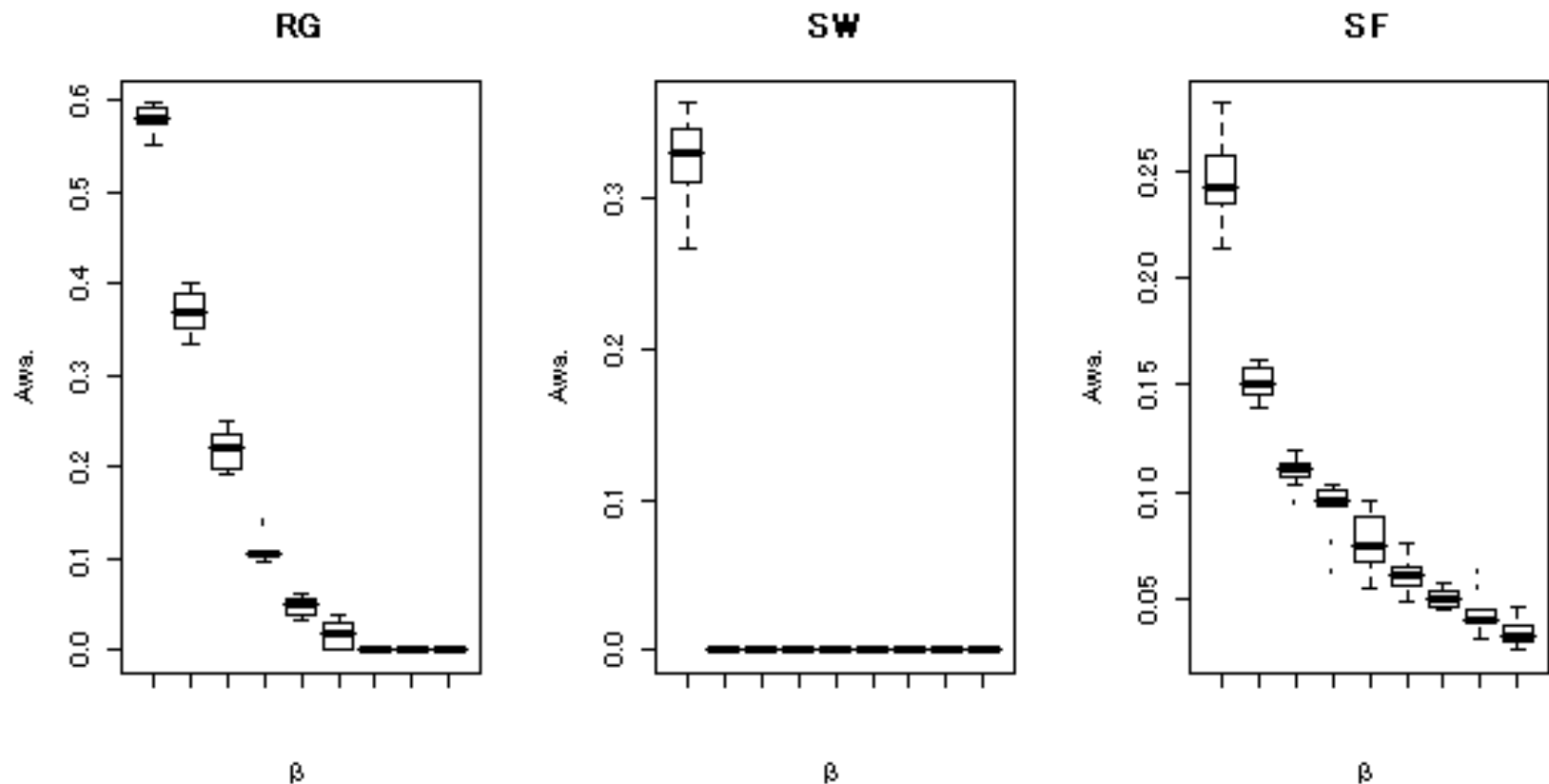


SF



# 実行結果：忘却速度の効果

- 知名率: Awareness ( $\alpha=0.5$ ,  $t=300$ )



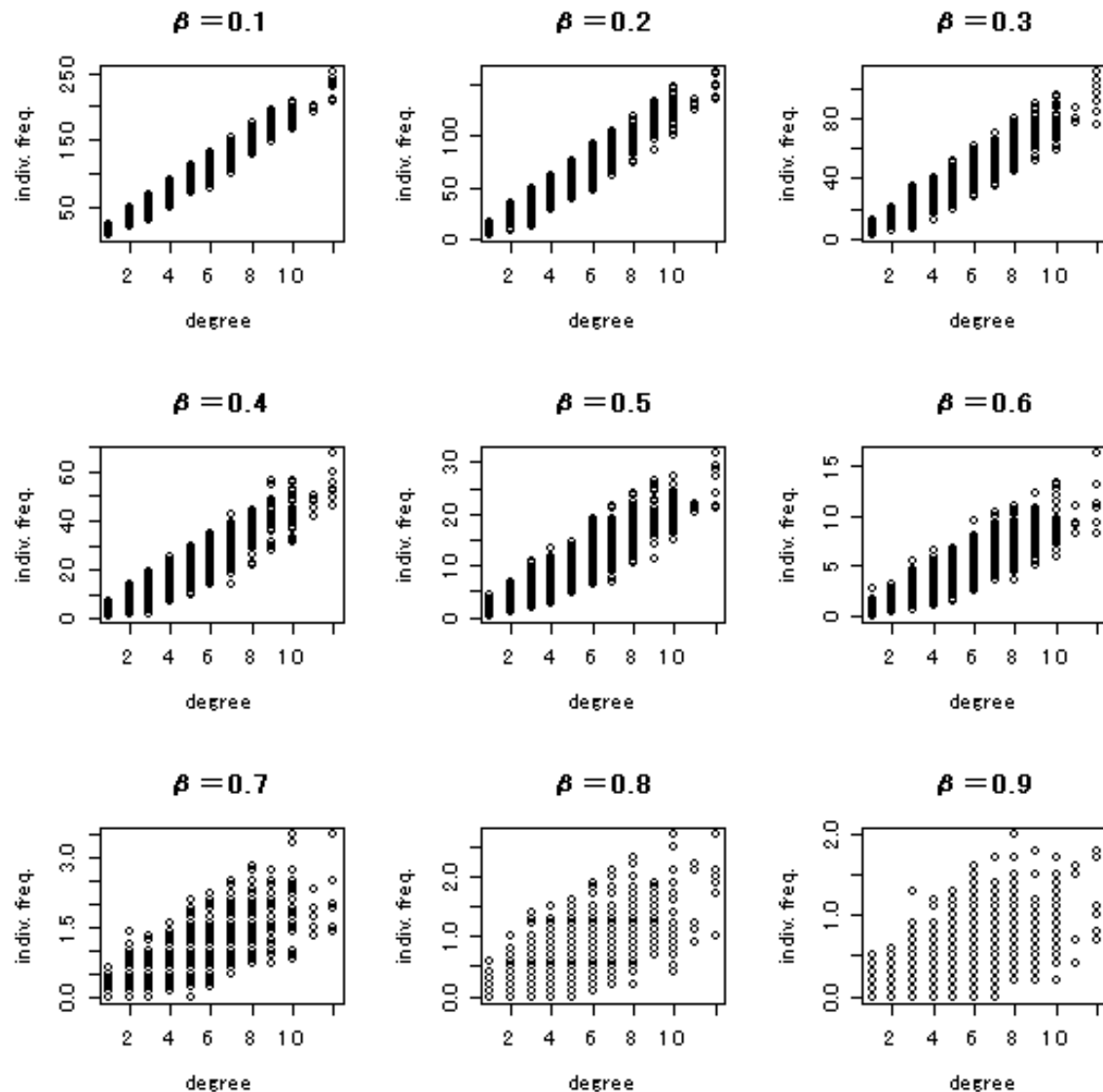


## 小括

- 知名速度 $\alpha$ の値が大きくなるにつれ、知名率が高くなる(当たり前)
- 忘却速度 $\beta$ の値が大きくなるにつれ、知名率が減少するが、その程度はネットワークによって違う
- スモールワールドでは、 $\alpha$ に関わらず、 $\beta$ の値が少し大きくなるだけで、知名は全く伸びなくなる

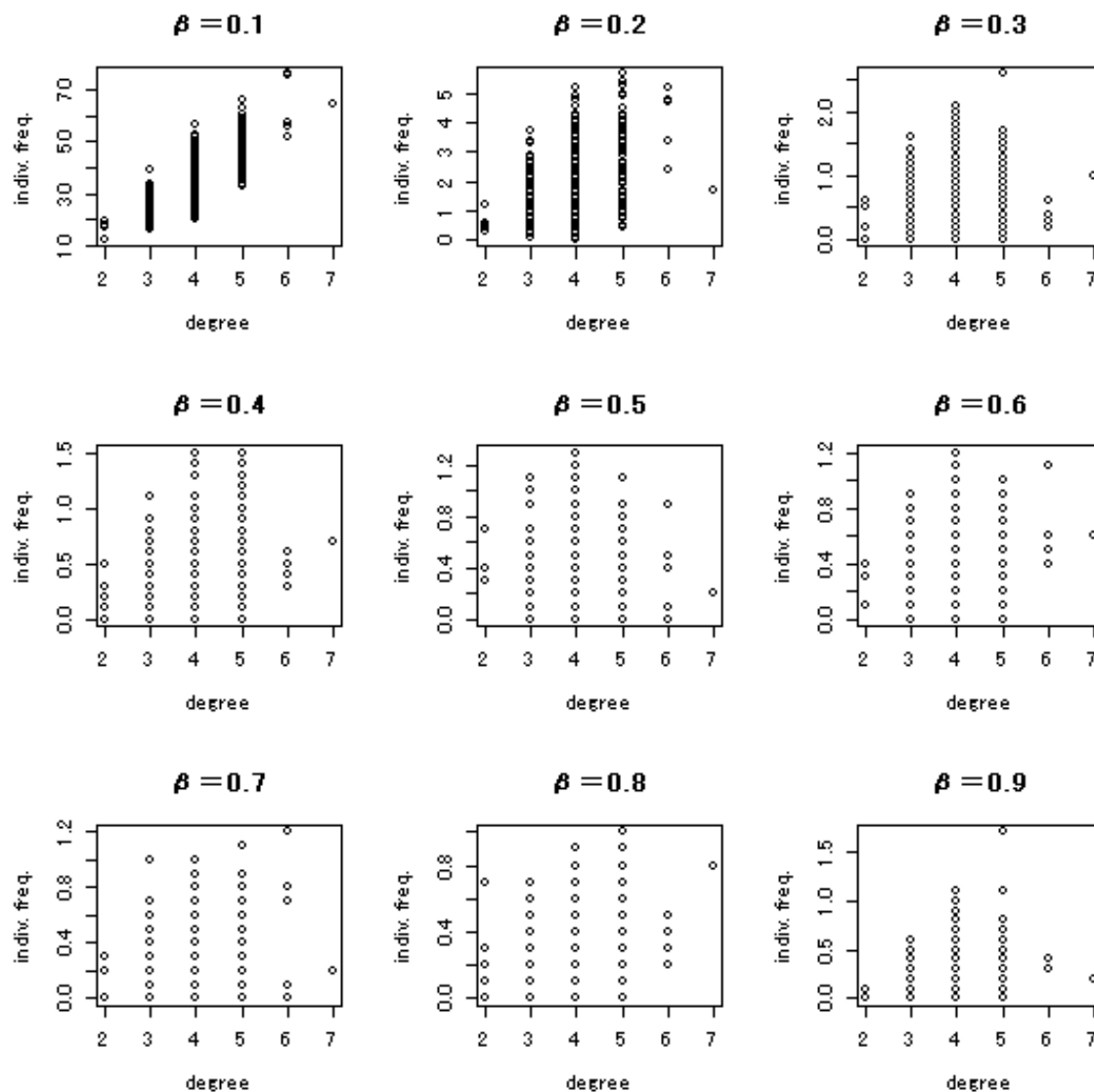
# 実行結果：次数と接触頻度

RG  
( $p=.005$ )



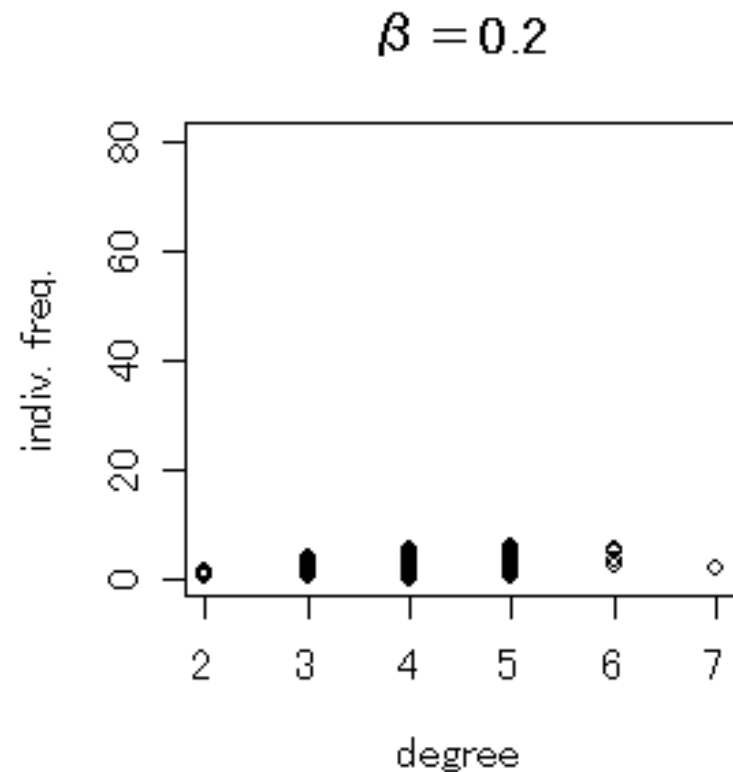
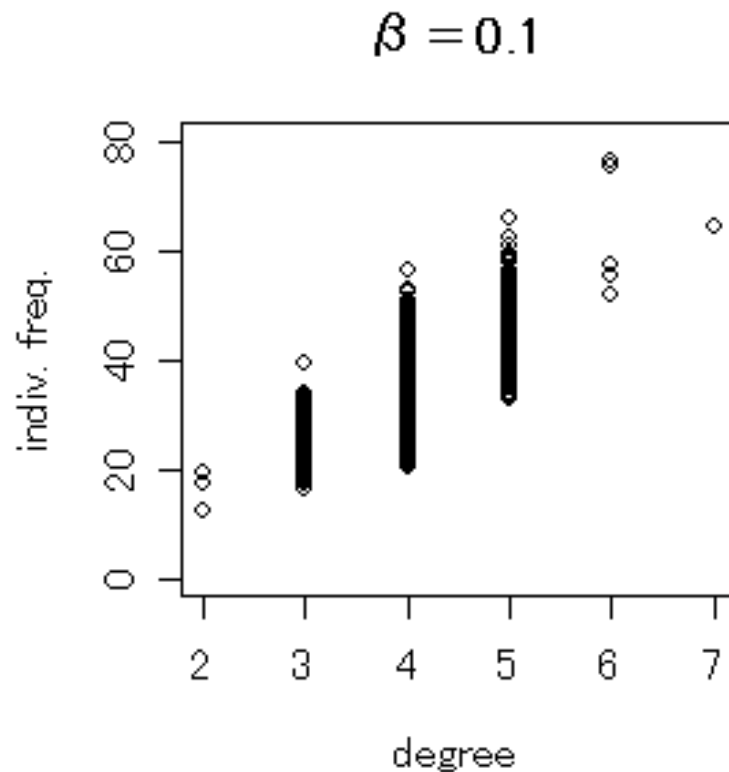
# 実行結果：次数と接触頻度

○ SW  
( $p=.1$ )



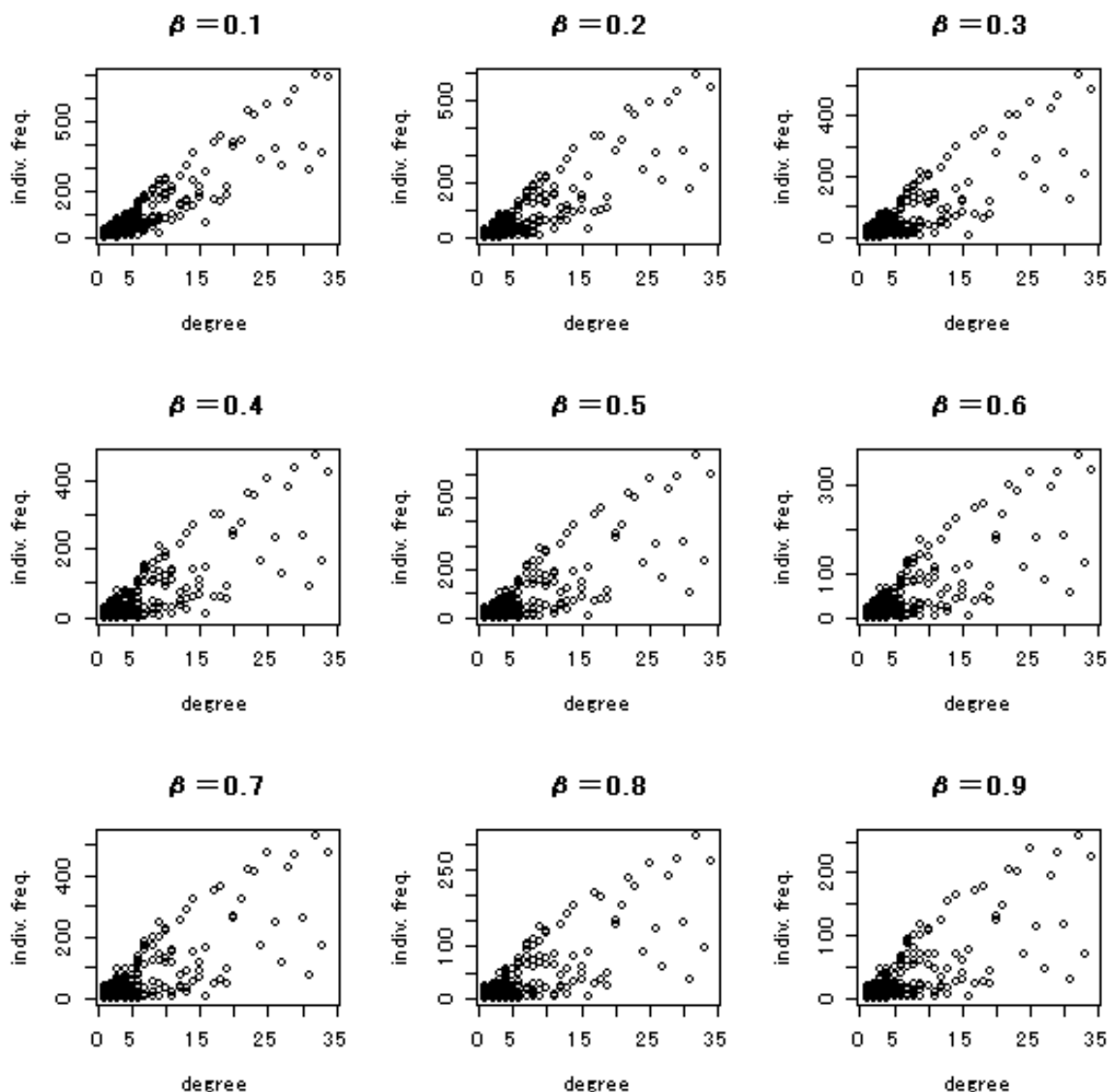
# 実行結果：次数と接触頻度

- SWにおける $\beta=0.1$ と $0.2$ の接触頻度の差



# 実行結果：次数と接触頻度

○ SF  
( $\gamma=2.0$ )

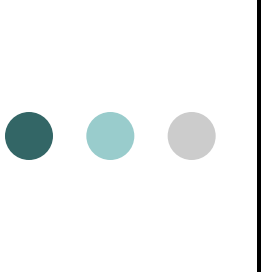






## 小括

- RGでは、次数(友人数)が多い消費者ほど情報に接触する(特に $\beta$ が小さいとき)
- SWでは、 $\beta$ が少しでも大きいと、次数が多い消費者でさえ情報に接触しなくなる
- SFでは、 $\beta$ が大きくても、次数の多い消費者(の一部)がかなり情報に接触する
  - ハブの一部は、忘却速度が早くても、つねに情報にさらされるので、結果的に記憶し続ける
  - SFの総リンク数が少ないにもかかわらず



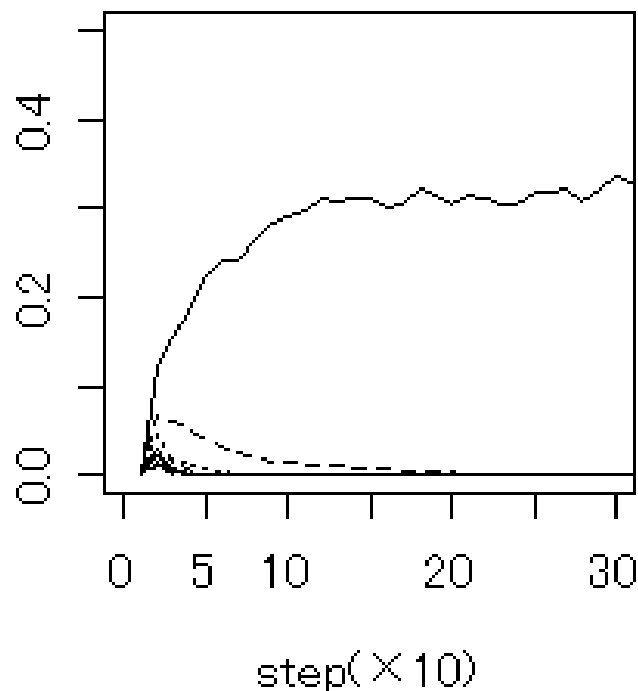
## シナリオ2

- 初期に情報を，次数中心性の上位100人に賦与する

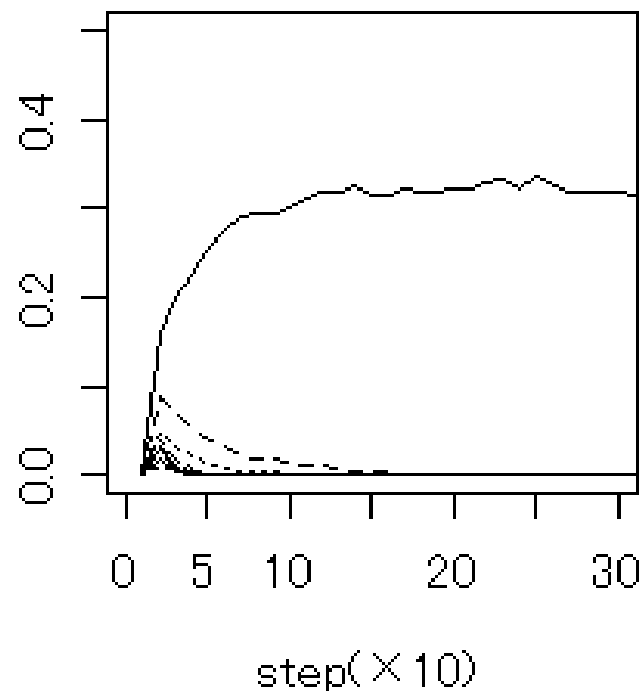
# 実行結果：知名率

- スモールワールド( $q=.1$ ,  $\alpha=0.5$ )

Scenario1



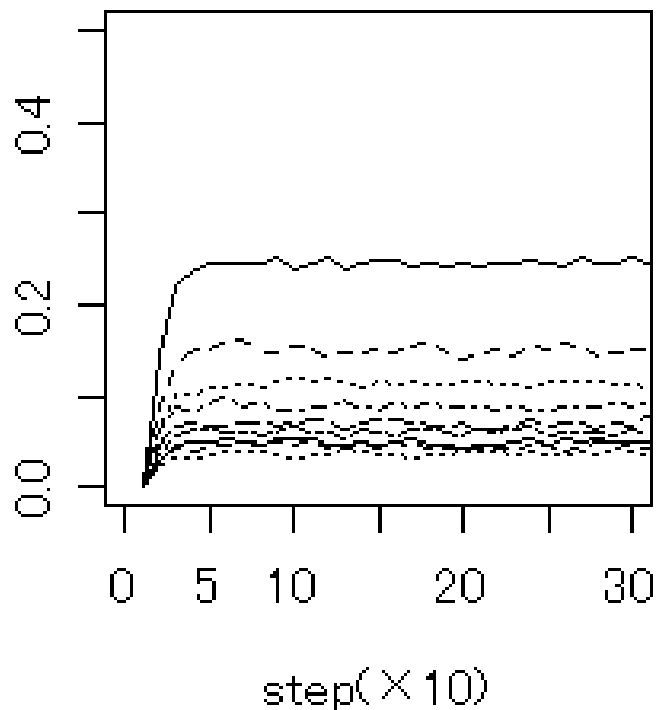
Scenario2



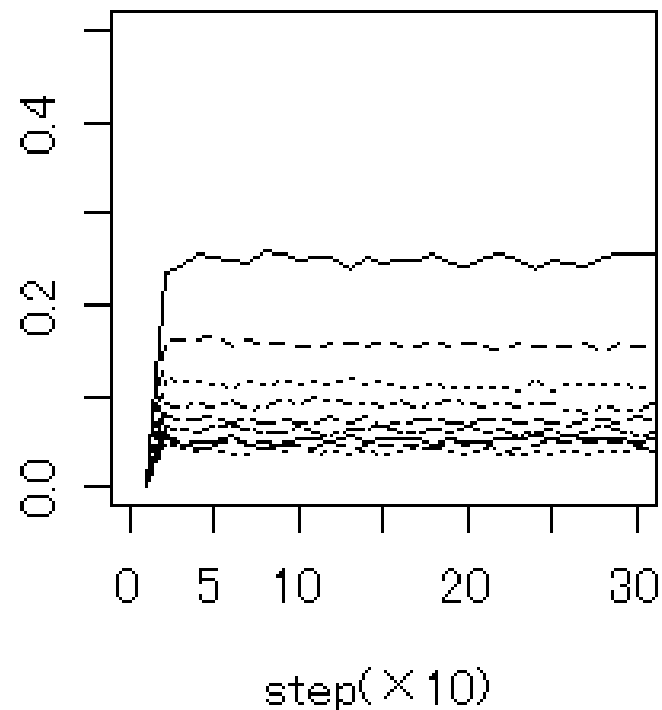
# 実行結果：知名率

- スケールフリー( $\gamma=2.0$ ,  $\alpha=0.5$ )

Scenario1



Scenario2





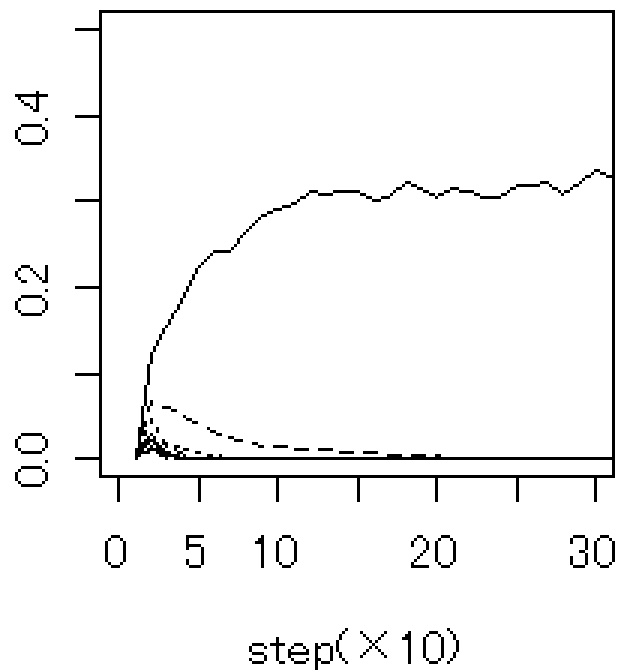
## シナリオ3

- 初期に情報を，媒介中心性の上位100人に賦与する

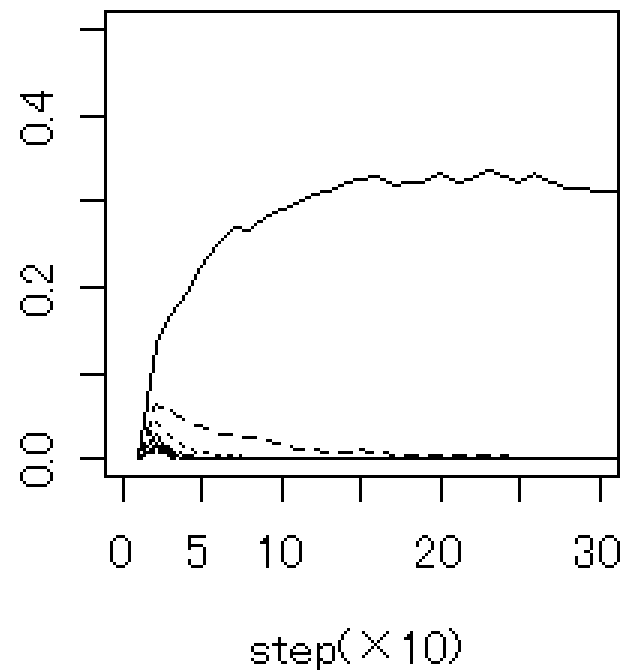
# 実行結果：知名率

- スモールワールド( $q=.1$ ,  $\alpha=0.5$ )

Scenario1



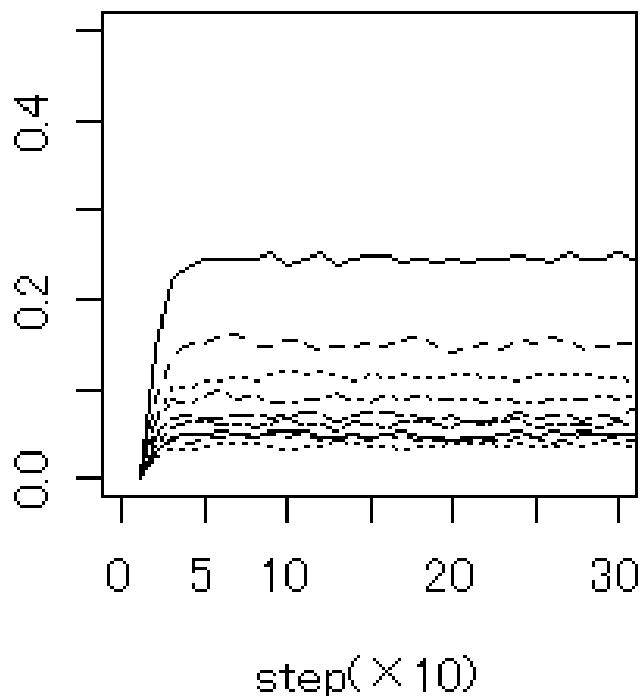
Scenario3



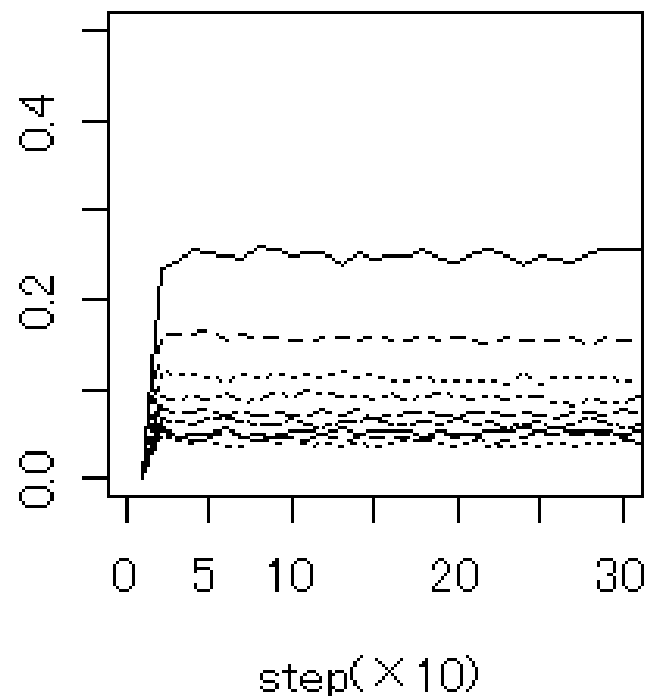
# 実行結果：知名率

- スケールフリー( $\gamma=2.0$ ,  $\alpha=0.5$ )

Scenario1



Scenario3





## 小括

- 初期の情報の与え方は、結果にほとんど影響しない
- クチコミ・マーケティングでは、最初に情報を与えるインフルエンサーの役割を重視しているが…
  - 次数中心性や媒介中心性では測れない、リーダーシップの属性がある？





# 本研究の意義

- 消費者間のクチコミ伝播について,
  - クチコミ情報への接触による知名形成 (=学習)と忘却
  - 社会ネットワークの性質を考慮したシミュレーションを行った
- 忘却速度の効果が, ネットワークの性質によって大きく異なることがわかった
  - SW型ネットワークでは, わずかな忘却でさえ, 情報の普及を妨げる



## 本研究の意義(2)

- それに対して, SF型ネットワークでは, ハブの一部がつねに情報にさらされるので, 忘却が起きにくい
- 初期の情報の与え方は影響しない
- 現実の社会ネットワークは, SWとSFの両方の側面を持つ(高いクラスタ係数と少数のハブの存在)・・・ネットワークの特性の把握がクチコミ戦略で重要である



# 本研究の限界

- 限られたSW, SFネットワークしか調べていない
- 消費者の情報伝播確率を固定している
- 消費者の情報への反応を接触—知名—忘却の3状態でしか捉えていない
- 知名, 忘却メカニズムに特定の関数しか仮定していない
- 動的な情報賦与を扱っていない



# 今後の課題

- 消費者行動の精緻化
  - 情報の伝播や情報への反応に、実証研究の結果を反映させる ( e.g., Leskovec, Adamic & Huberman 2006)
  - 情報の価値 (ポジティブなクチコミ vs. ネガティブなクチコミ) を扱う
  - 知名-忘却メカニズムを精緻化する
  - ネットワークを精緻化, 動態化させる
- 企業による情報提供の最適戦略を探る