



# ネットワーク分析入門

東北大学経済学部1年  
澤谷一磨

# 今回の内容

1. 基本事項の整理
2. ネットワークの魅力
3. 分析のための知識
4. 実装してみた(おまけ)

# 今回の内容

---

## 1. 基本事項の整理

---

## 2. ネットワークの魅力

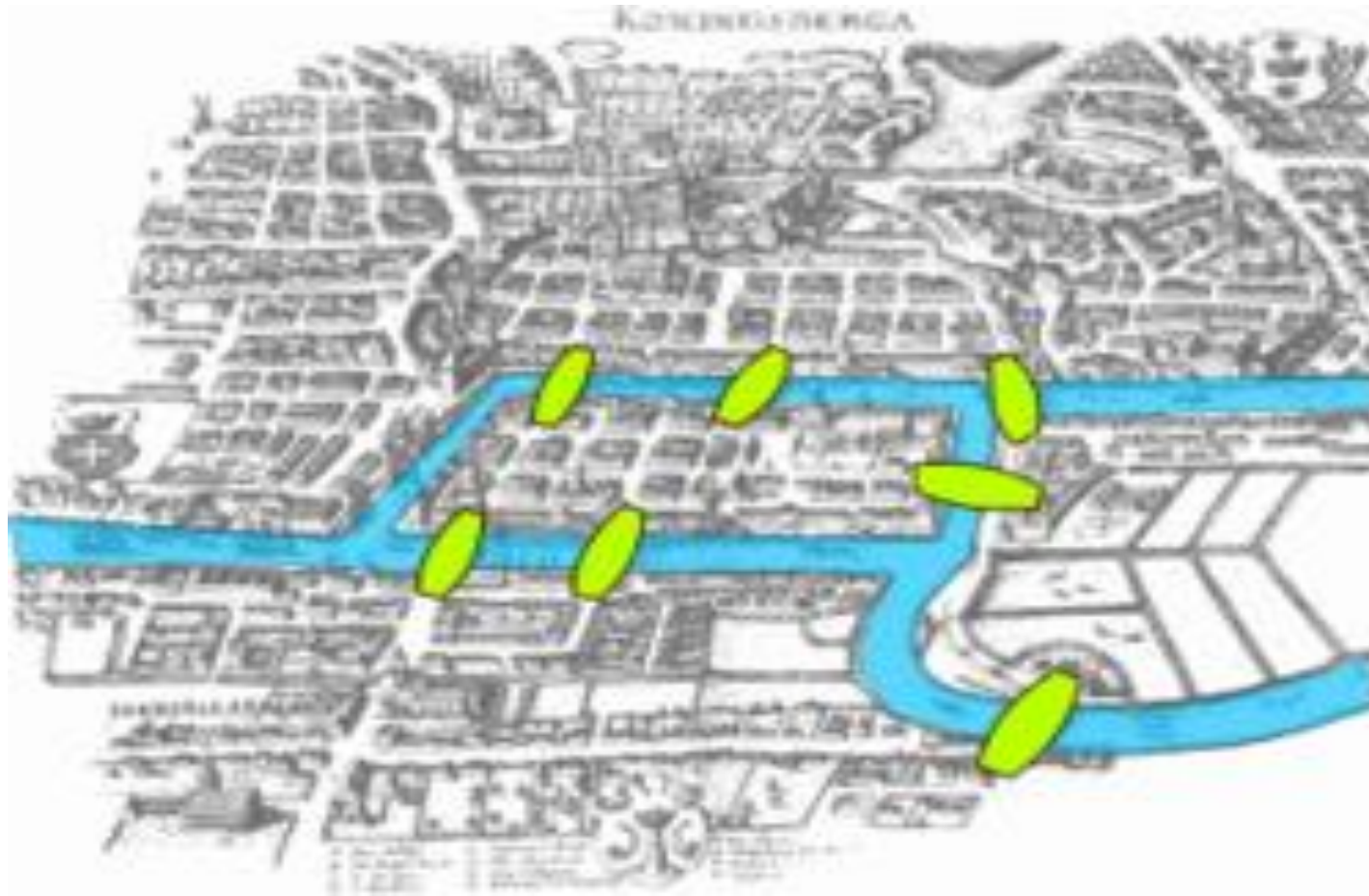
---

## 3. 分析のための知識

---

## 4. 実装してみた(おまけ)

# ケーニヒスベルクの橋

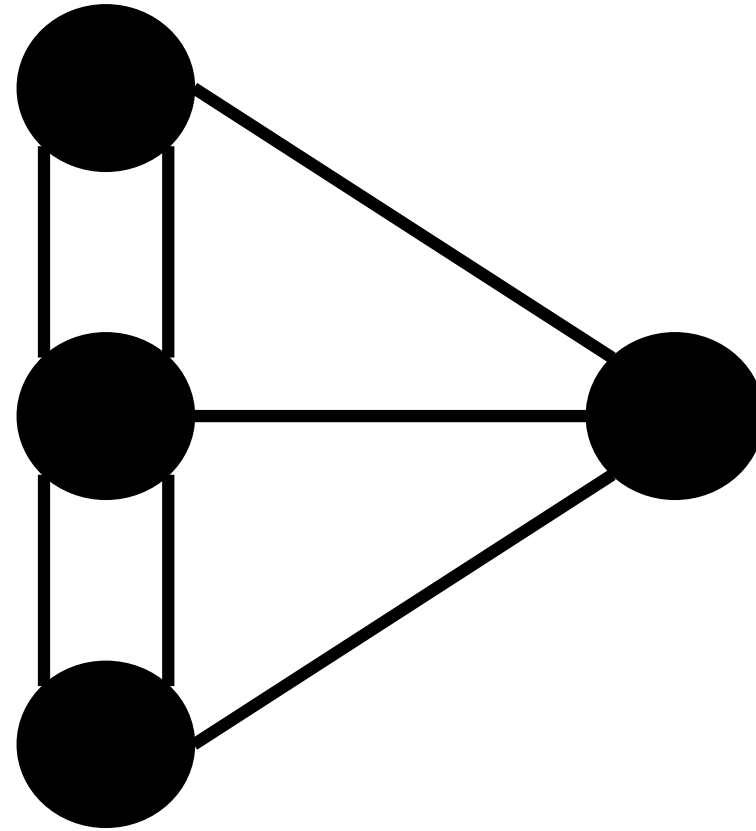


(Wikipediaより)

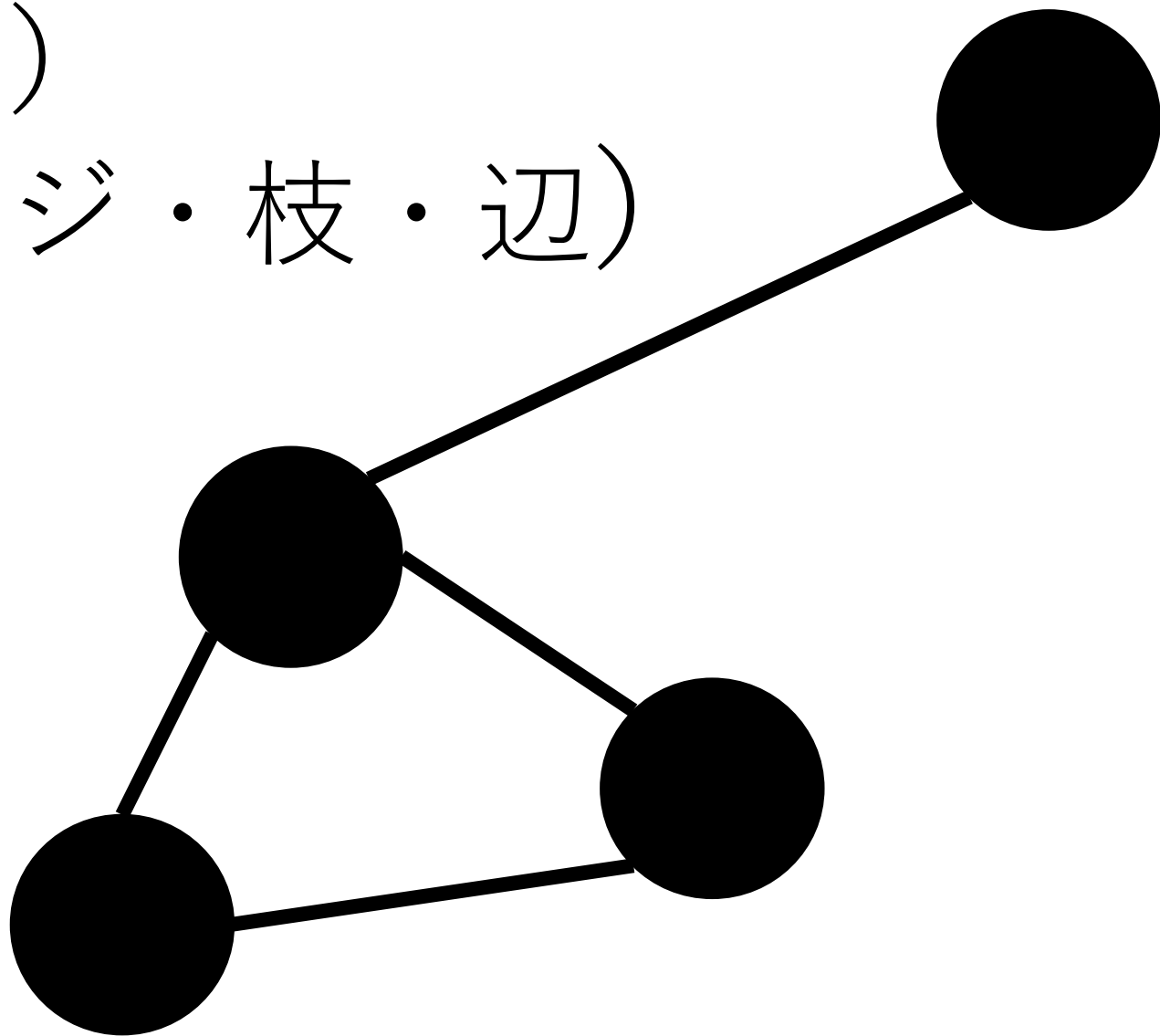
# ケーニヒスベルクの橋



(Leonhard Euler, 1707–1783)

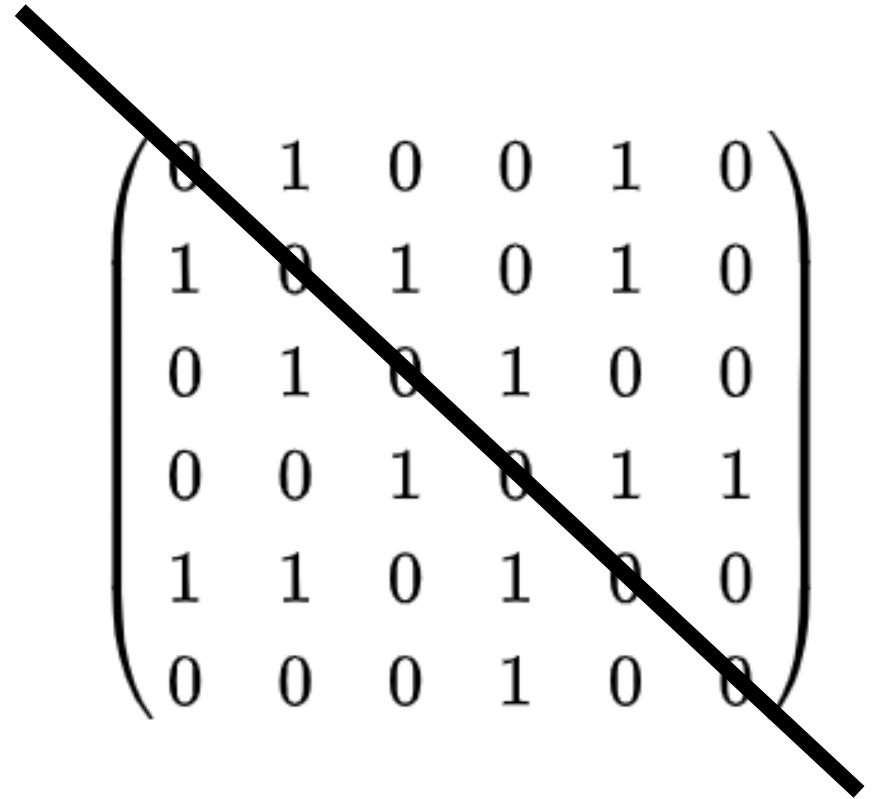


- ノード (頂点)
- リンク (エッジ・枝・辺)
- 次数



# 様々なグラフ

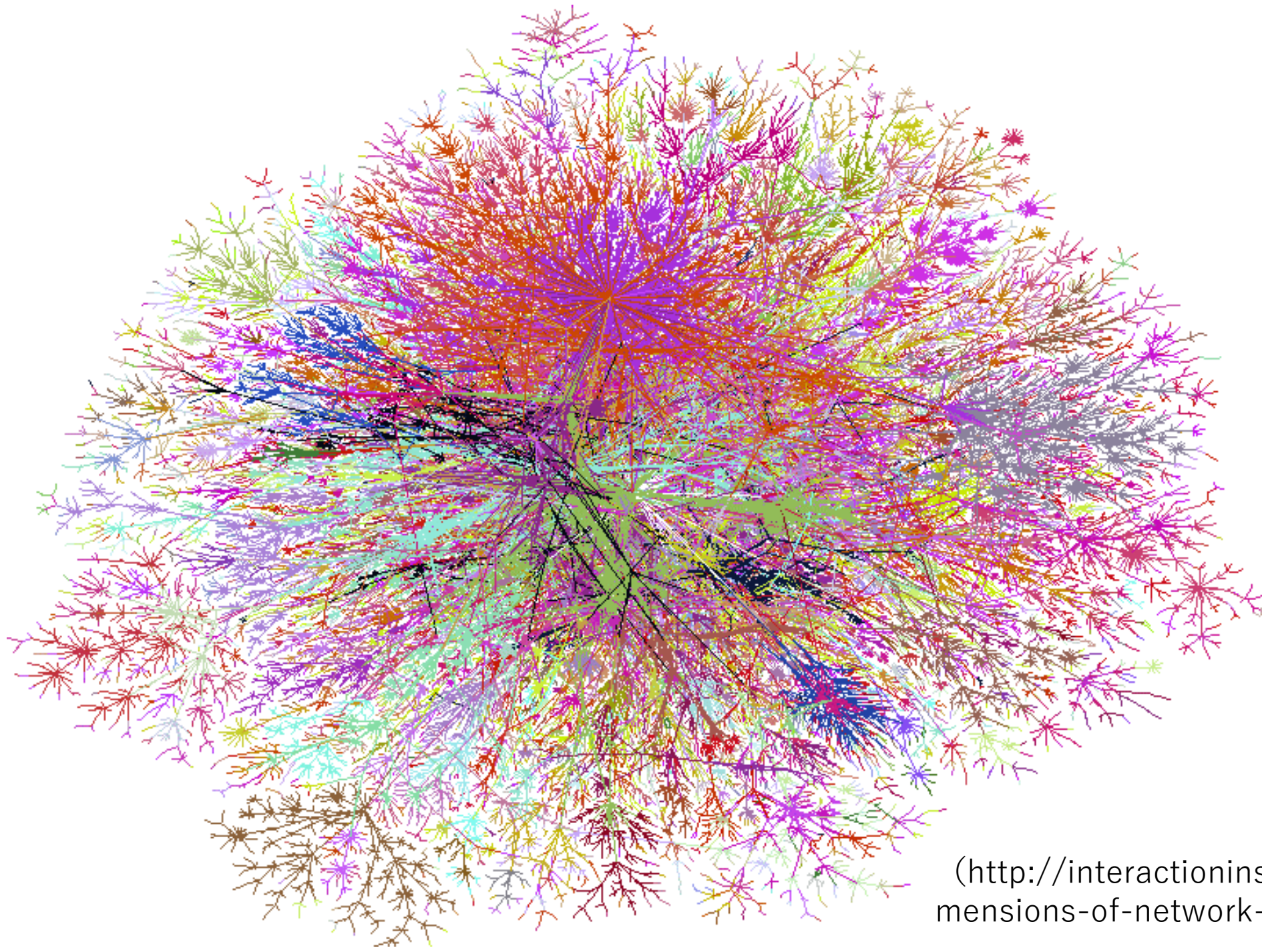
- 有向グラフ / 無向グラフ
- 重み付きグラフ
- 完全グラフ
- 二部グラフ
- 木
- オイラーグラフ
- ハミルトングラフ
- .....

A 6x6 adjacency matrix is shown, enclosed in large parentheses. A thick black diagonal line runs from the top-left corner to the bottom-right corner, crossing through the matrix. The matrix contains the following values:

|   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |

隣接行列





(<http://interactioninstitute.org/dimensions-of-network-success/>)



# 今回の内容

---

1. 基本事項の整理

---

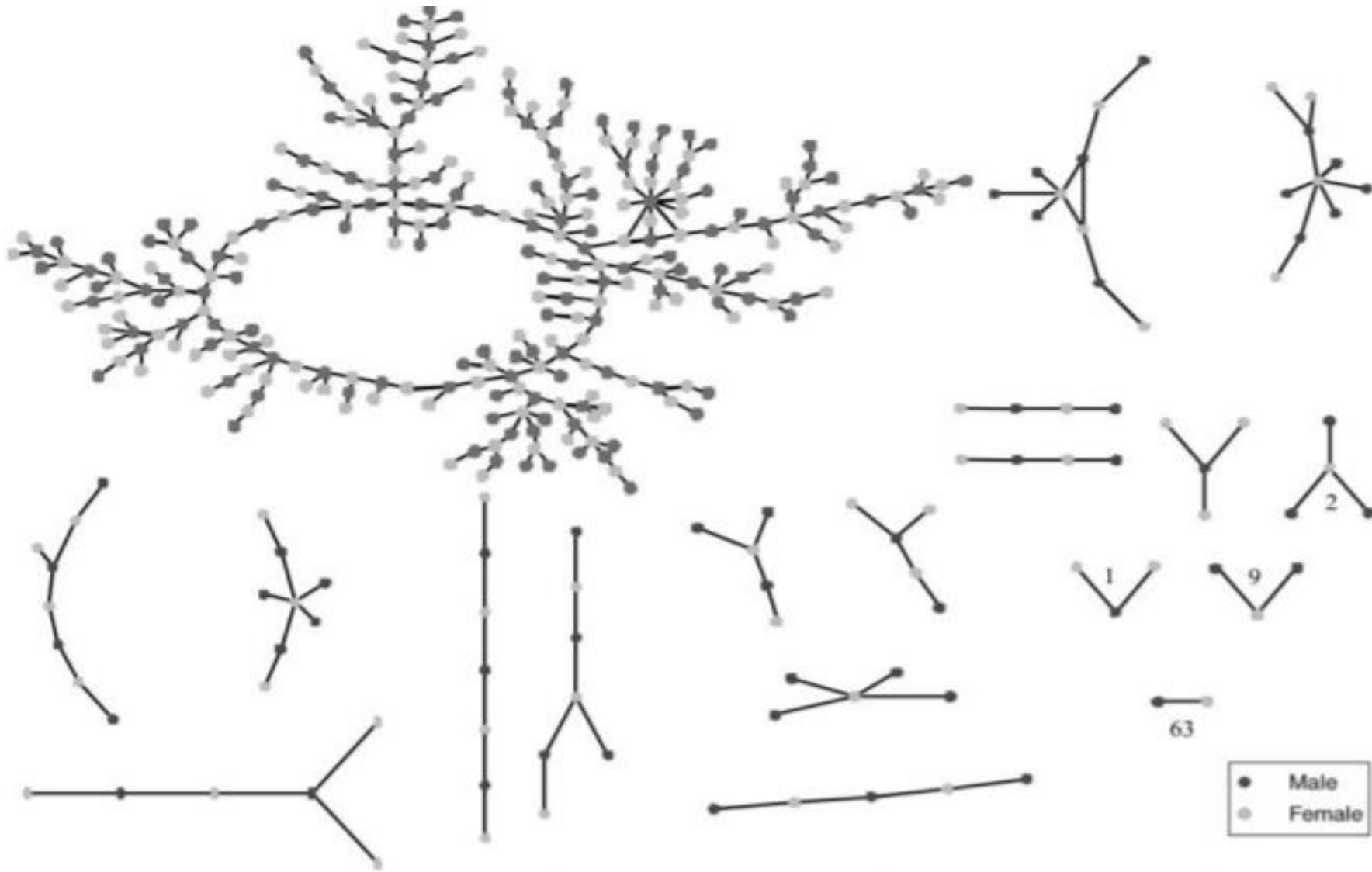
**2. ネットワークの魅力**

---

3. 分析のための知識

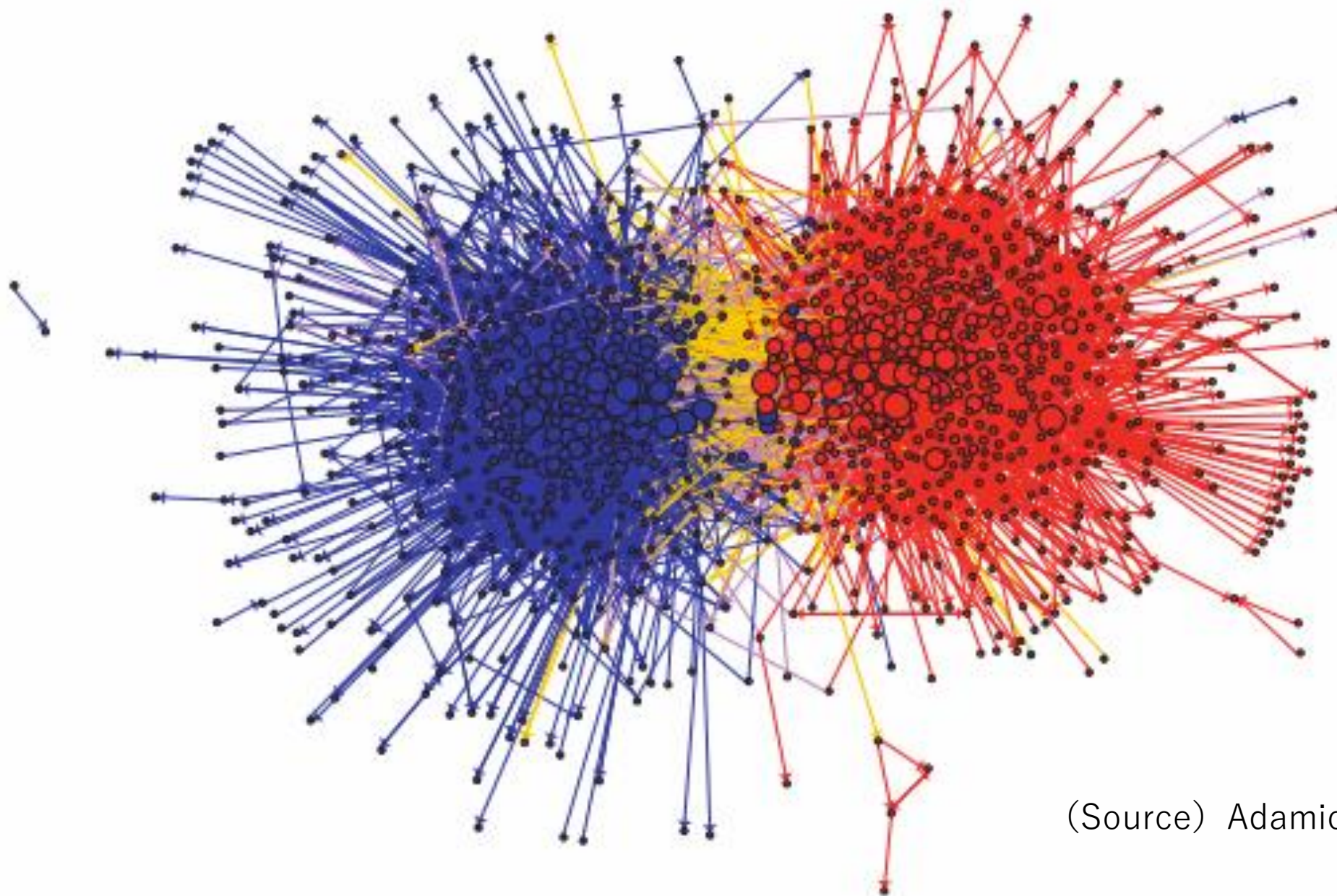
---

4. 実装してみた



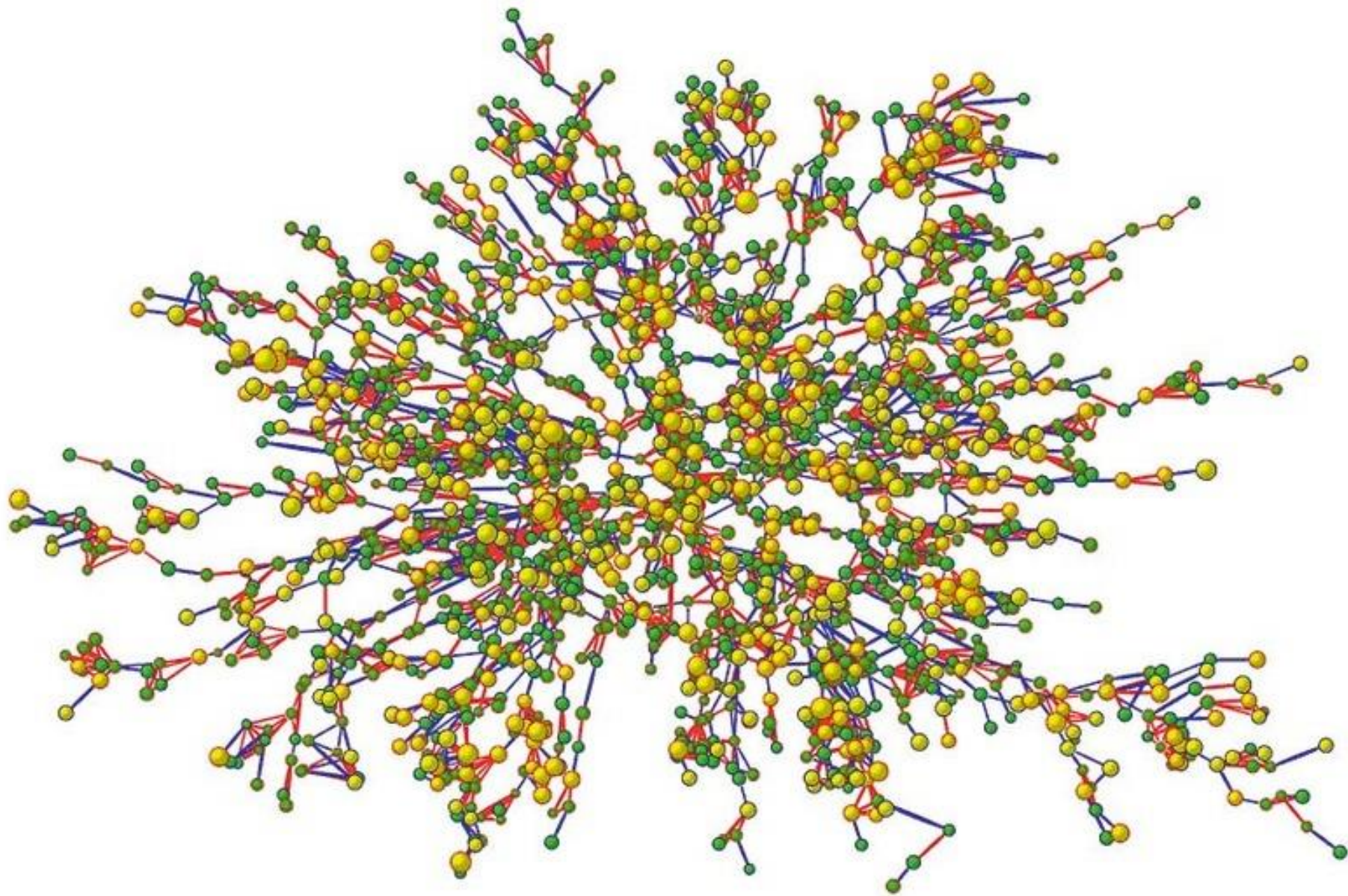
(James Moody,  
Katherine  
Strobel, Peter S.  
Bearman,  
2004)

FIG. 2.—The direct relationship structure at Jefferson High

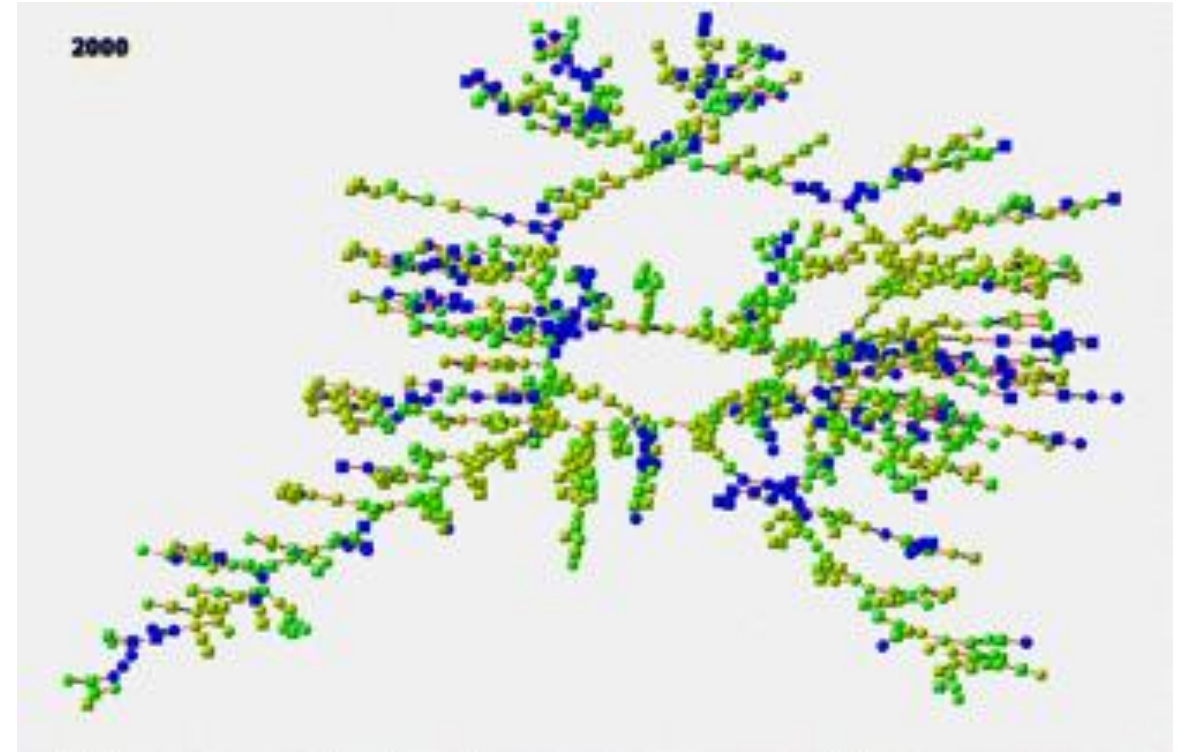
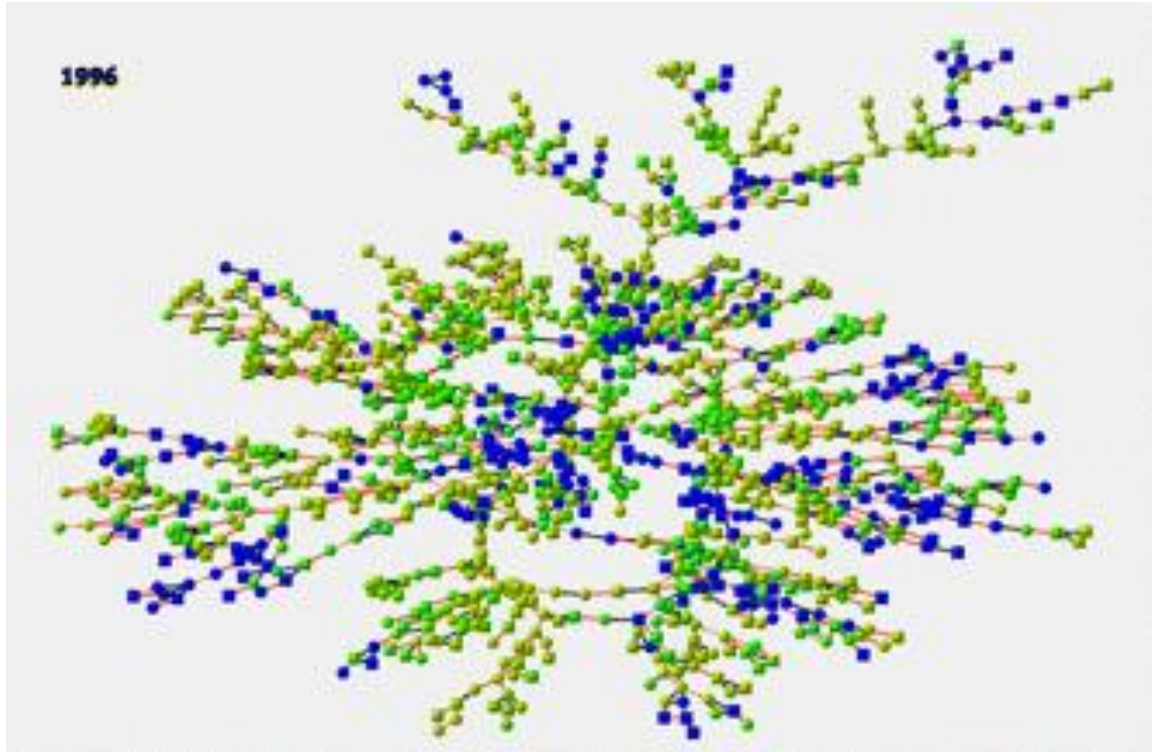


(Source) Adamic, Glace (2005)





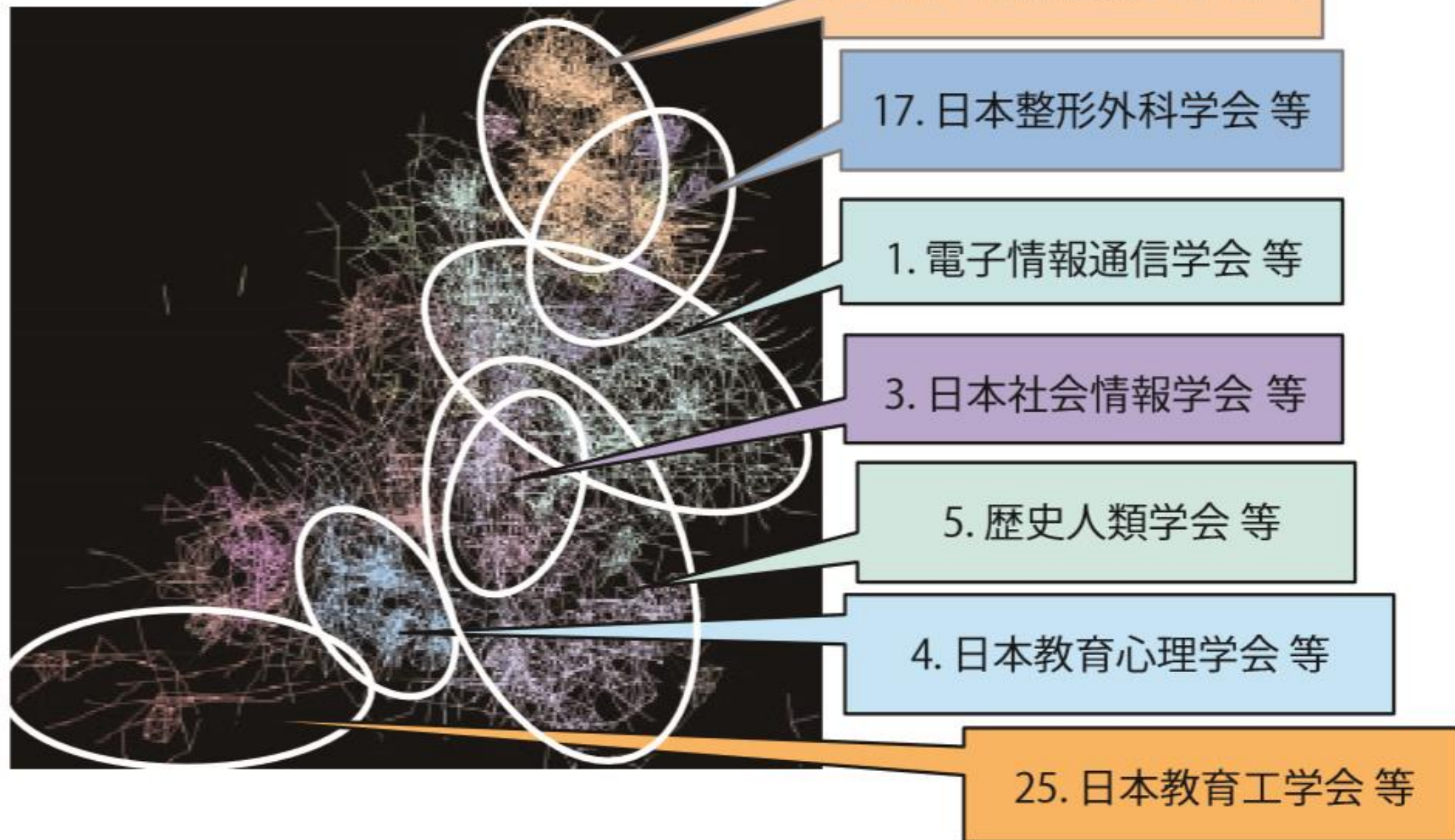
(Nicholas A. Christakis, James H. Fowler, 2007)



(Nicholas A. Christakis, James H. Fowler, 2008)

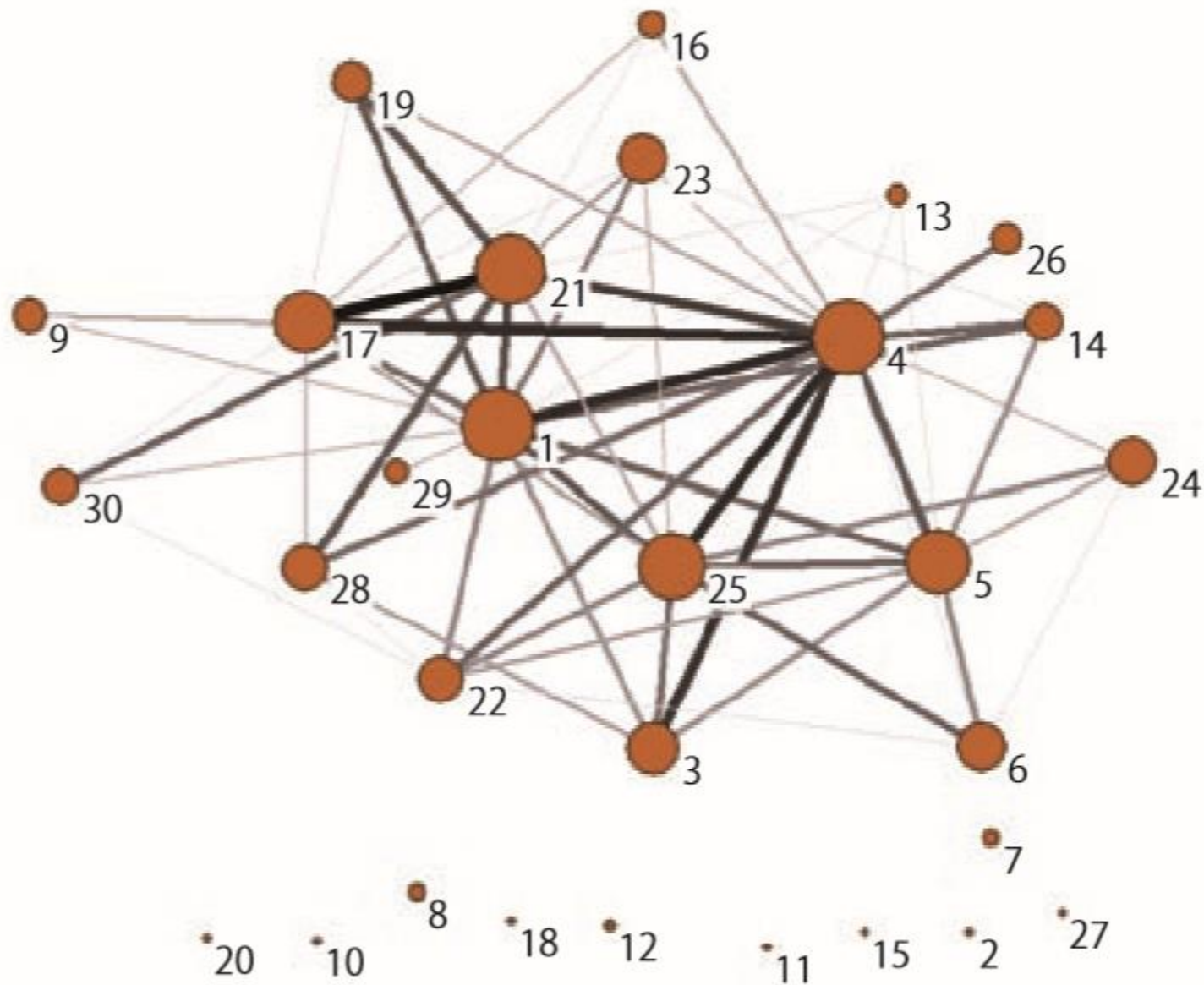


(IPSJ magazine Vol.49 No.3 Mar. 2008)





| #  | ラベル            | 学会数 | エッジ数  |
|----|----------------|-----|-------|
| 1  | 理工             | 413 | 1,033 |
| 3  | 社会・福祉          | 72  | 152   |
| 4  | 心理・経済          | 365 | 1,016 |
| 5  | 史学・哲学・宗教       | 197 | 650   |
| 6  | 文学             | 59  | 181   |
| 9  | 医学(眼科)         | 14  | 43    |
| 13 | 映像・写真          | 6   | 5     |
| 14 | 農業経済           | 22  | 56    |
| 16 | 油脂             | 10  | 11    |
| 17 | 医学(整形外科・神経)・薬学 | 141 | 450   |
| 19 | 獣医畜産           | 23  | 69    |
| 21 | 医学(内科)         | 322 | 1,429 |
| 22 | 服飾・繊維          | 48  | 70    |
| 23 | 医学(生理学)・細菌     | 56  | 89    |
| 24 | 比較文化           | 51  | 81    |
| 25 | 文化・言語・教育       | 218 | 586   |
| 26 | 図書館            | 11  | 27    |
| 28 | 看護             | 43  | 142   |
| 29 | 工学(省略)         | 8   | 7     |
| 30 | 医学(細胞)         | 14  | 43    |



# その他さまざまな研究

- 故障や攻撃に強い回線のネットワーク構築法（工学）
- 特許引用ネットワークから知財権の強化へ（法律）
- 体内の代謝ネットワーク解析（生物学）
- 仮想水のネットワークから水資源の枯渇を抑止する（環境）
- 最適なサプライチェーン構造（経営）
- ハリウッドの共演関係（芸能）
- 感染症に強いネットワーク構築（医学）
- 地域通貨の流通（経済）

Etc.

ネットワークにはある共通した  
3つの特質があることがわかった

スモールワールド性

# 6次の隔たり (Duncan.J.Watts,2002)

Q.ランダムに選ばれた二人は何人を介してつながるか

平均 6人 (N=98,847)

## その他の例(Barabasi,A-L, 2002)

- 食物連鎖 ( $L \cong 2$ )
- 細胞中の分子の化学反応ネットワーク ( $L \cong 3$ )
- 科学論文の共著関係ネットワーク ( $L \cong 4 \sim 6$ )
- 線虫の脳内神経ネットワーク ( $L \cong 4$ )
- WWW ( $L \cong 19$ )

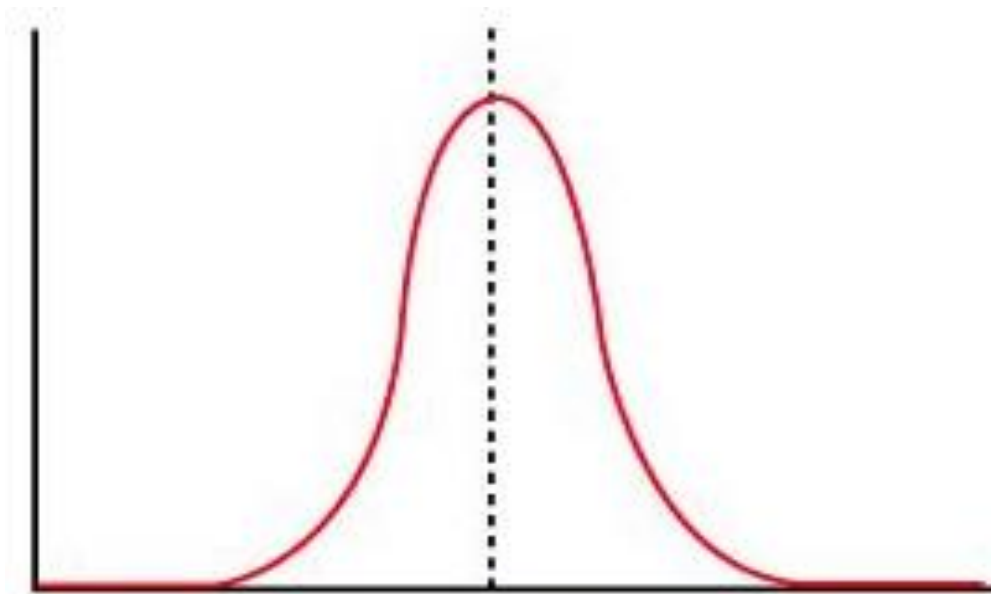


# スモールワールド現象の所以

- ネットワークにおける距離はユークリッド距離と異なる
- ランダムネットワークモデルの例：
  - $n$ ステップで  $k^n$  個の枝に到達可能
  - $L \simeq \frac{\log N}{\log k}$  (N : 頂点数, k : 次数平均)

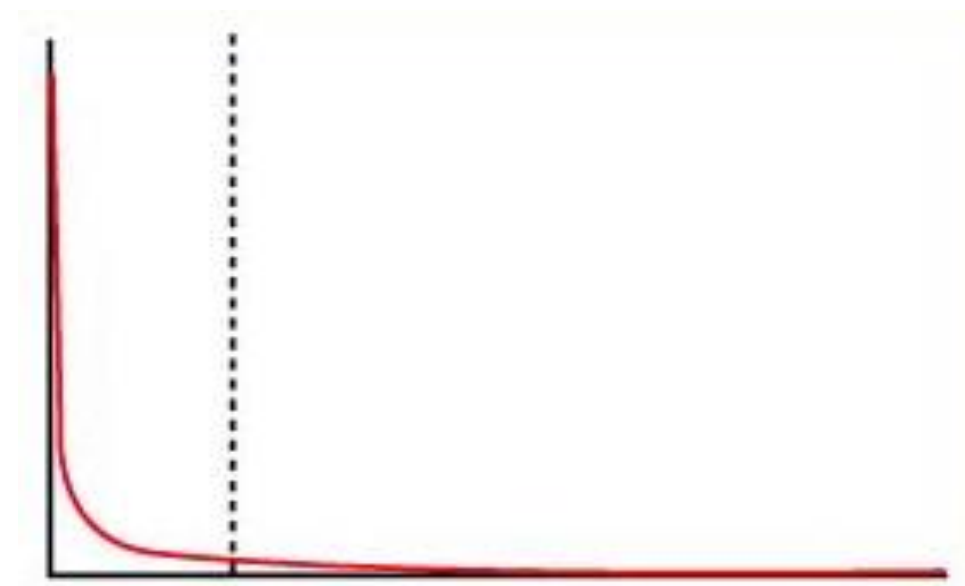
スケールフリー性

# ランダム ネットワーク



$$P[X = k] = \binom{n}{k} p^k (1-p)^{n-k} \quad \text{for } k = 0, 1, 2, \dots, n$$

# スケールフリー ネットワーク



$$P(k) \propto k^{-\gamma} \quad (k \gg 1)$$

# ネットワークの頑強性

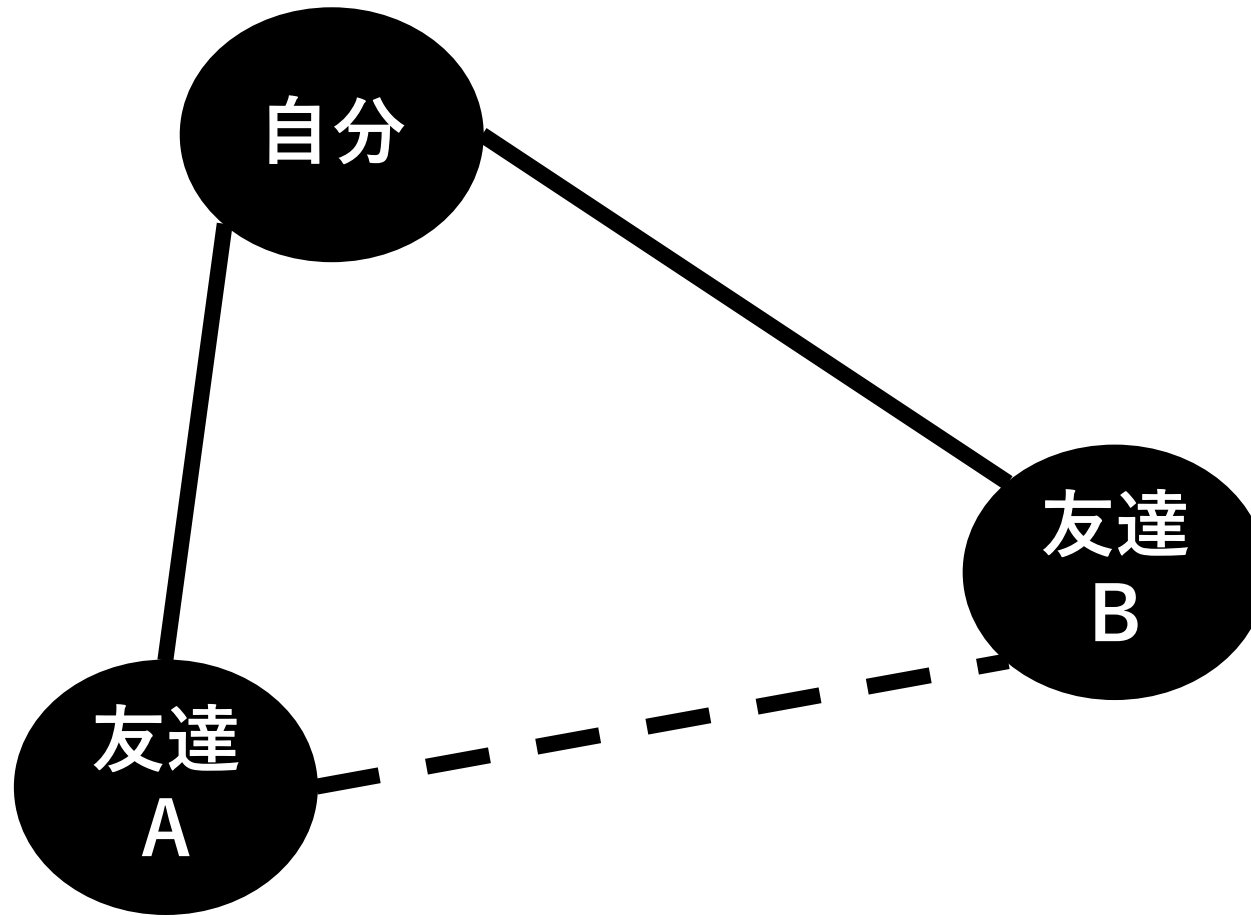
ランダム  
ネットワーク

攻撃に強いが  
故障に弱い

スケールフリー  
ネットワーク

故障に強いが  
攻撃に弱い

クラスター性



クラスター = 三角形

(多変量解析のクラスターとは異なる)



# 今回の内容

---

1. 基本事項の整理

---

2. ネットワークの魅力

---

**3. 分析のための知識**

---

4. 実装してみた

# ネットワークの特徴量

1. 次数分布・平均次数
2. 密度
3. 最短距離（幅優先探索・ダイクストラ法）・平均距離
4. 直径
5. 連結/非連結
6. クラスター係数（ノードorネットワーク）
7. 推移性
8. コミュニティ構造（ギルバン＝ニューマン、モジュラリティ）
9. 中心性
  - 次数中心性・近接中心性・媒介中心性・固有ベクトル中心性・Page Rank etc.

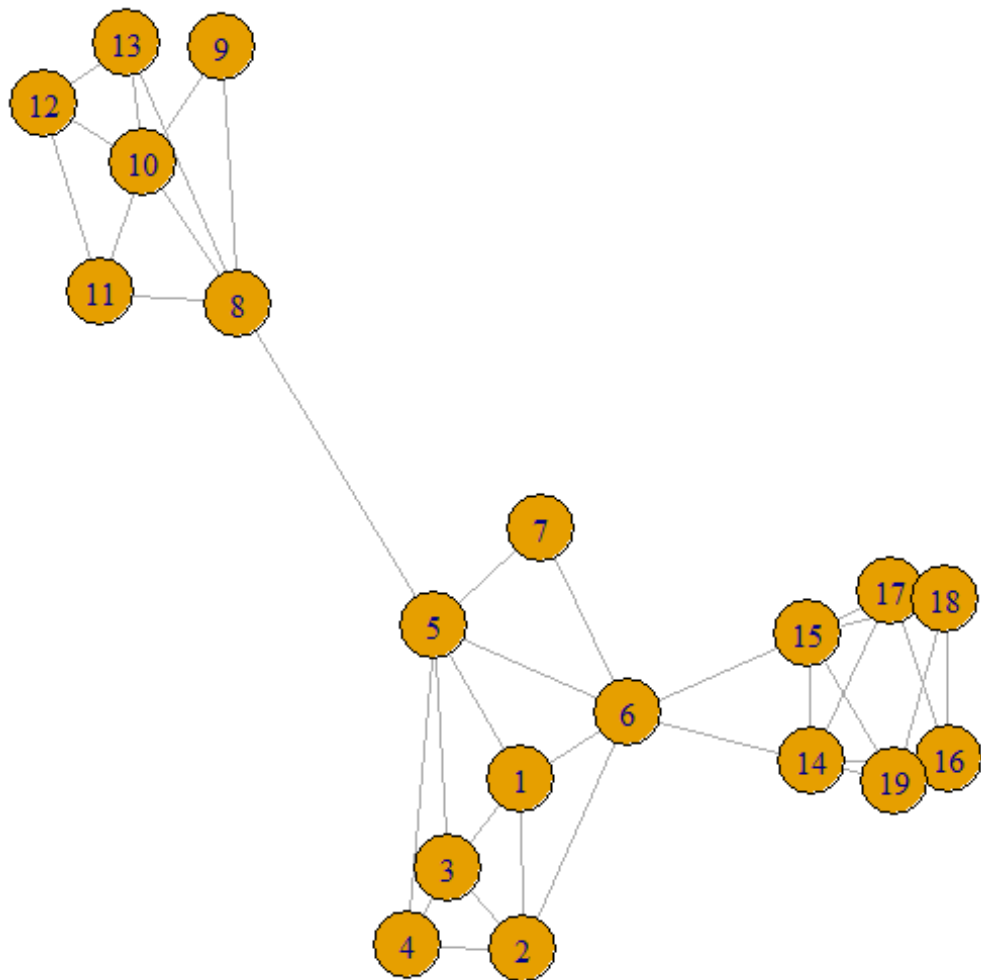
# 各特徴量の示すもの

- ネットワークの全体像
  - 直径、密度、次数分布、他
- スモールワールド性
  - 平均距離、直径
- スケールフリー性
  - 次数分布及びbin調整
- クラスター性
  - クラスター係数
- ネットワーク内の派閥形成
  - コミュニティ構造
- 重要ノードの測定
  - 中心性(次数、離心、近接、媒介、固有ベクトル、PageRank、情報、ボナチッチのパワー)

# 中心性——各要素の重要度を測る

- 次数中心性
  - 友達が多い奴が偉い
  - `centr_degree()`
- 近接中心性
  - 他の奴らとの距離が近い奴が影響力があって偉い
  - `closeness()`
- 媒介中心性
  - 最短経路上にいる率が高い奴が結節点だから偉い
  - `betweenness()`
- 固有ベクトル中心性
  - 自分だけじゃなく偉い友達を持ってる奴が偉い
  - `centr_eigen()`

# コミュニティ検出——いわゆる「クラスター分析」



- ギルバン＝ニューマン法

コミュニティ数を決めておき、連結成分がその数になるまで媒介中心性最大の枝を順に取り除いてゆく

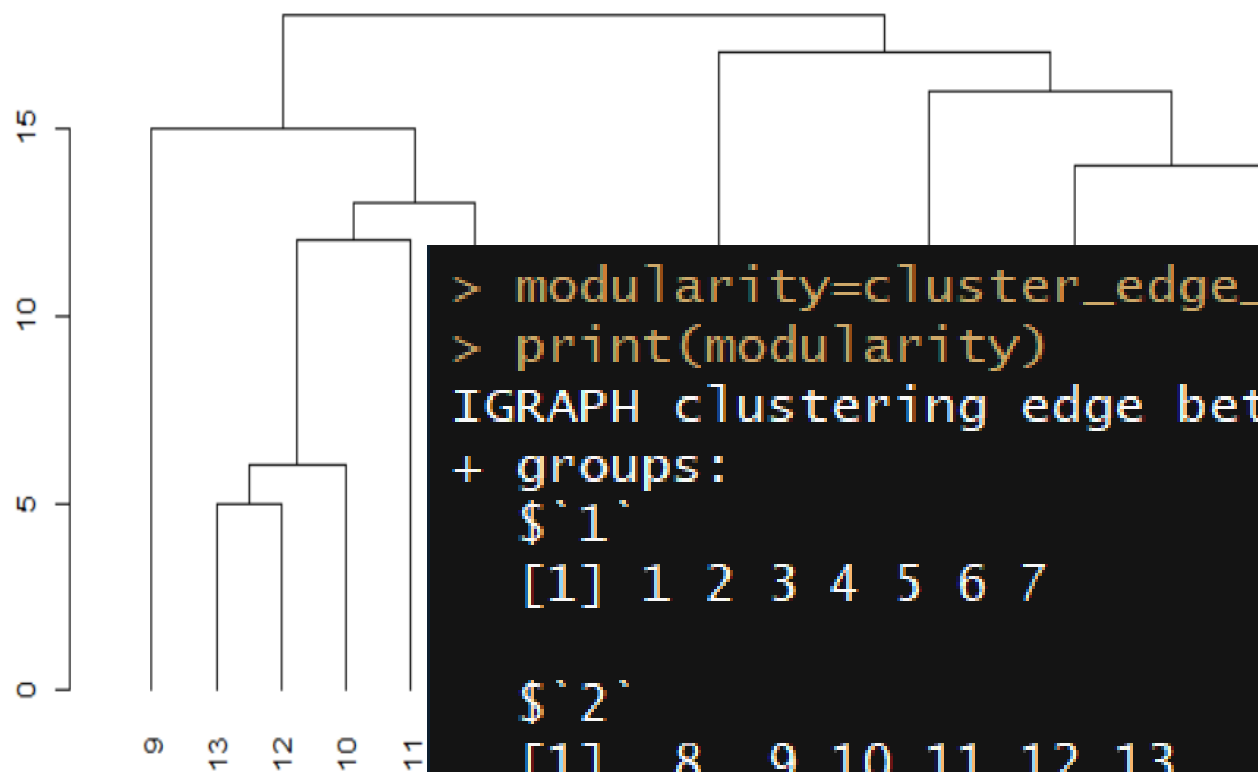
- モジュラリティを用いる方法

事前にコミュニティ数を決めず、

$$Q = \frac{1}{2M} \sum_{s=1}^{N_c} \left[ \sum_{i,j=1}^N (a_{ij} - \frac{k_i k_j}{2M}) \right]$$

においてQmaxとなるNcを定義する

# コミュニティ検出



```
> modularity=cluster_edge_betweenness(grph)
> print(modularity)
IGRAPH clustering edge betweenness, groups: 3, mod: 0.58
+ groups:
$`1`
[1] 1 2 3 4 5 6 7

$`2`
[1] 8 9 10 11 12 13

$`3`
[1] 14 15 16 17 18 19
```



# 古典的なネットワークモデル

- ランダム
  - ランダム・ネットワークモデル
  - コンフィギュレーション・モデル
  - レギュラー・ランダム・ネットワークモデル
- スモールワールド
  - WSモデル
- スケールフリー
  - BAモデル

# 今回の内容

---

1. 基本事項の整理

---

2. ネットワークの魅力

---

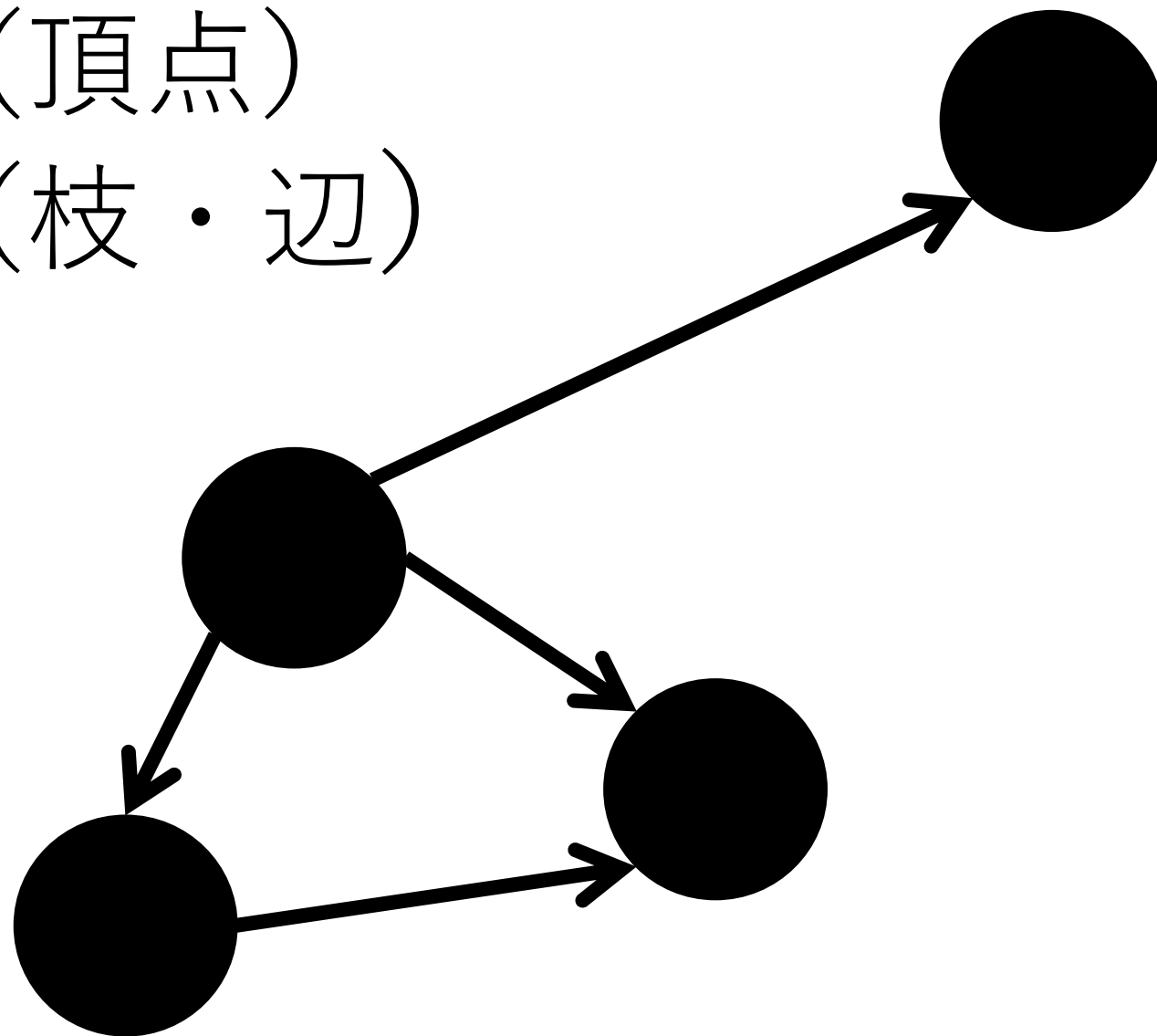
3. 分析のための知識

---

**4. 実装してみた**

# 哲学者たちの ネットワーク

- ノード (頂点)
- リンク (枝・辺)
- 次数



# I. 調查目的

# 以下の問いの検証を目的とする

## 01

哲学者の影響ネットワークと一般のネットワークの特徴は符合するか否か。

## 02

哲学者の重要性の程度、ひいては学習上の優先度を図れるのではないか。

対応する仮説は以下の通り。

01

部分的には当てはまるが、部分的には当てはまらない

02

一定程度可能

## II. 調査手順



# 調査手順

|   |   |
|---|---|
| 1 | R StudioのlibraryであるSPARQLを通じてDBpediaに格納されたLOD(Linked Open Data)を抽出し、データフレームとして保存する。 |
| 2 | R Studioのlibraryであるigraphを用いてグラフの概形を知るとともに特徴量を抽出する。                                 |
| 3 | 同データからcsv fileを作成し、Gephiを通じてよりグラフィカルに見やすい形でグラフを描画し、より深い洞察を試みる。                      |
| 4 | また、この際、データ収集に漏れた重要リンクを追加し、リンク数1のノードのフィルタリングやラベルの書式統一を行ってデータを修正した。                   |

メインページ

コミュニティ・ポータル

最近の出来事

新しいページ

最近の更新

おまかせ表示

練習用ページ

アップロード (ウィキメディア・コモンズ)

ヘルプ

ヘルプ

井戸端

お知らせ

バグの報告

寄付

ウィキペディアに関するお問い合わせ


ツール

リンク元

関連ページの更新状況  
ファイルをアップロード

特別ページ

この版への固定リンク

 「ニーチェ」はこの項目へ転送されています。その他の用法については「ニーチェ (曖昧さ回避)」をご覧ください。

フリードリヒ・ヴィルヘルム・ニーチェ（独：**Friedrich Wilhelm Nietzsche**, 1844年10月15日 - 1900年8月25日）は、ドイツの哲学者、古典文献学者。現代では**実存主義**の代表的な思想家の一人として知られる。古典文献学者**フリードリヒ・ヴィルヘルム・リッチュル**に才能を見出され、哲学教授職を希望しつつも、**バーゼル大学**古典文献学教授となり、辞職した後は在野の哲学者として一生を過ごした。随所に**アフォリズム**を用いた巧みな散文的表現による試みには、文学的価値が認められる。

なお、**ドイツ語**では、「ニーチェ」（フリードリヒ・ヴィルヘルム）['fri:drɪç] **ヴィルヘルム** ['vilhelm] **ニーチェ** ['ni:tʃə] のみならず「ニーツシェ」['ni:tsʃə] も発音される<sup>[1]</sup>。

## 目次 [非表示]

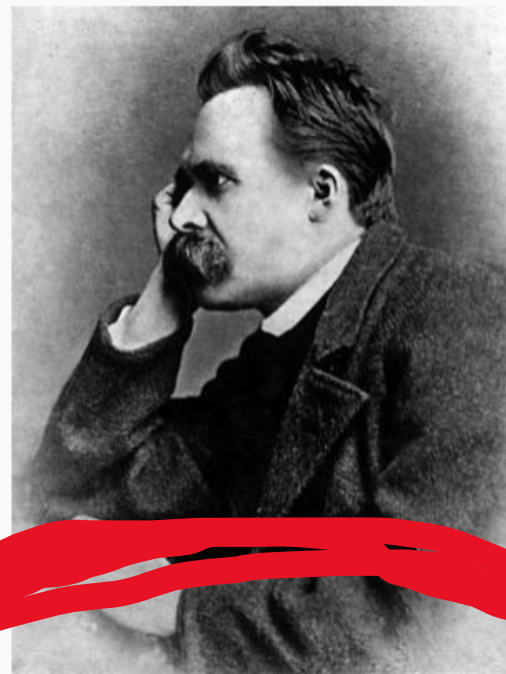
### 1 生涯

#### 1.1 少年時代

##### 1.1.1 ある雨の日の話

##### 1.1.2 エリザベートの兄への思い

## フリードリヒ・ヴィルヘルム・ニーチェ Friedrich Wilhelm Nietzsche



1882年の肖像

影響を受けた人物:

[隠す]

フォードル・ドストエフスキー、ヨハン・ヴォルフガング・フォン・ゲーテ、ラルフ・ワルド・エマーソン、ヘラクレイトス、ヨハン・ゴットフリート・ヘルダー、バーナード・デ・マンデヴィル、ブレース・パスカ



**Develop**



**Research**



**Join**

```
87
88 # 次数中心性
89
90 aa=degree(ph1.net,mode=c("all"),normalized = FALSE)/(vcount(ph1.net)-1)#each
91 degree(ph1.net,mode=c("all"),normalized = TRUE)#each
92 centr_degree(ph1.net, normalized=T)#次数一覧(見やすい)
93
94 dg.df=as.data.frame(degree(ph1.net),mode=c("out"))
95 dg.df=cbind(rownames(dg.df),dg.df) #行タイトルになるノード名をデータフレームに追加
96 colnames(dg.df)=c("a","degree") #列名変更
97 write.csv(dg.df,"次数中心性.csv",row.names=F,col.names=T,sep="$t",quote=F,append=F)
98
99
100 # 近接中心性
101
102 closeness(ph1.net, normalized = T)#一覧
103
104 cl.df=as.data.frame(closeness(ph1.net, normalized=T,weights = NULL))
105 cl.df=cbind(rownames(cl.df),cl.df) #行タイトルになるノード名をデータフレームに追加
106 colnames(cl.df)=c("a","closeness") #列名変更
107 write.csv(cl.df,"近接中心性.csv",row.names=F,col.names=T,sep="$t",quote=F,append=F)
108
109 # 媒介中心性
110
111 betweenness(ph1.net, directed=F, normalized = T)#一覧
112 bw.df=as.data.frame(betweenness(ph1.net, directed=T, normalized=T,weights = NULL))
113 bw.df=cbind(rownames(bw.df),bw.df) #行タイトルになるノード名をデータフレームに追加
114 colnames(bw.df)=c("a","betweenness") #列名変更
115
```

118:1 # (Untitled) R Script

Console Terminal

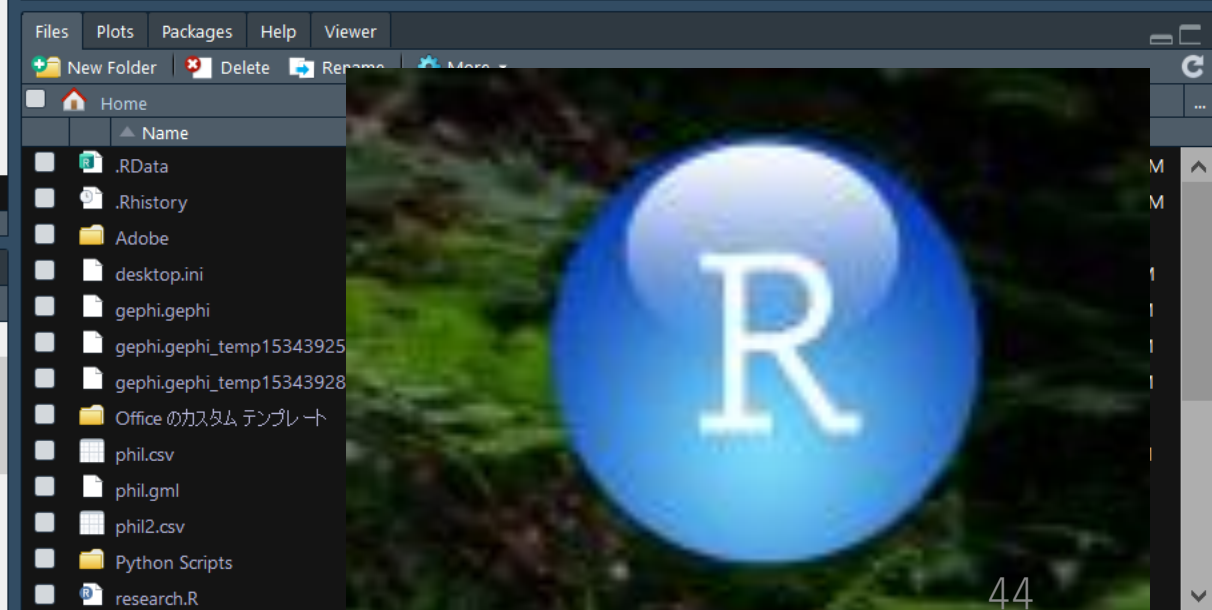
```
R is a collaborative project with many contributors.
Type 'contributors()' for more information and
'citation()' on how to cite R or R packages in publications.

Type 'demo()' for some demos, 'help()' for on-line help, or
'help.start()' for an HTML browser interface to help.
Type 'q()' to quit R.
```

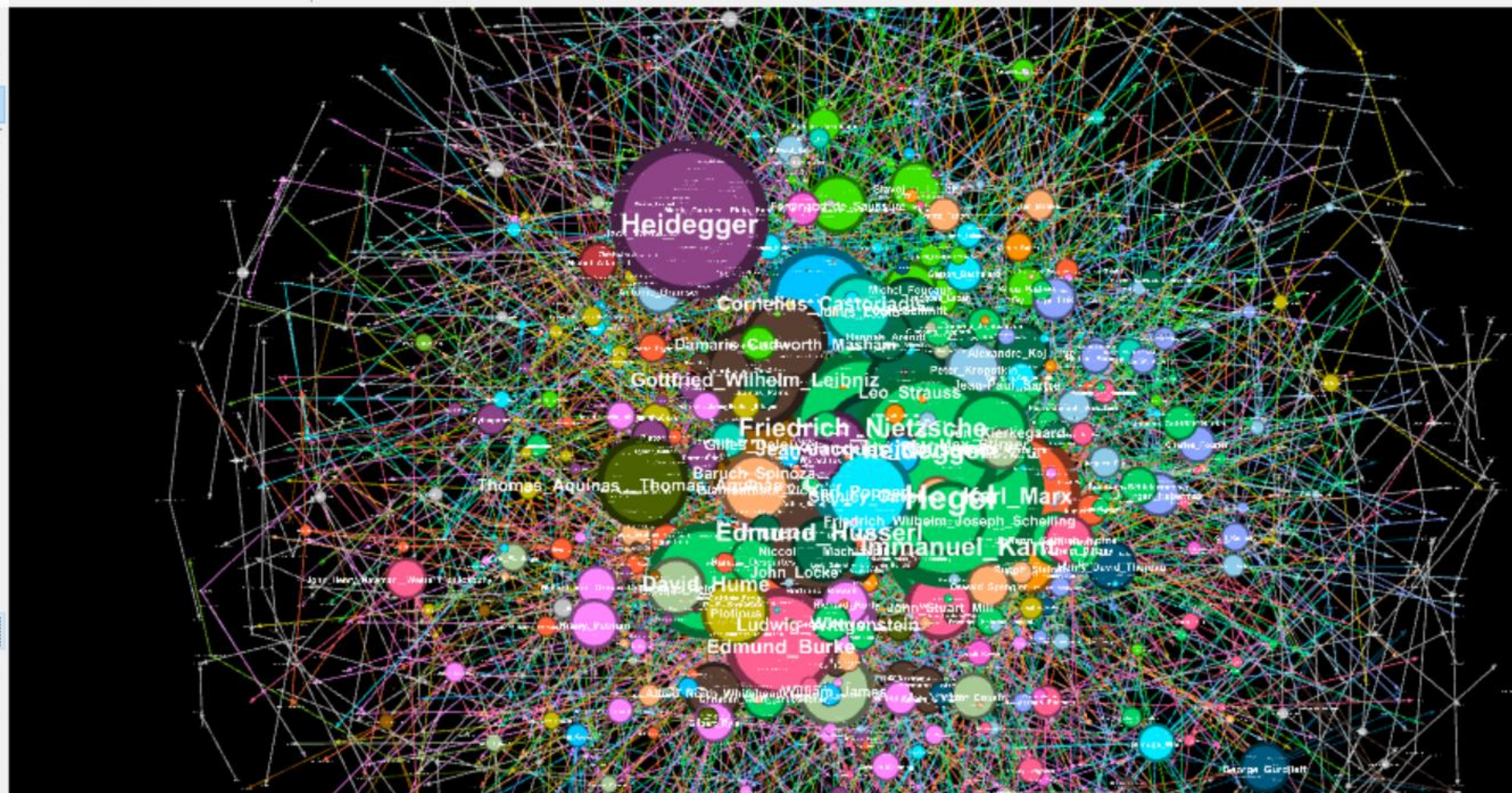
[Workspace loaded from ~/.RData]

&gt; |

| Environment        |                                     | History                 | Connections |
|--------------------|-------------------------------------|-------------------------|-------------|
| Global Environment |                                     | Import Dataset          |             |
| Data               |                                     |                         |             |
| adj01              | num [1:5, 1:5]                      | 0 1 1 0 0 1 0 1 1 0 ... |             |
| adj02              | num [1:6, 1:6]                      | 0 1 0 0 0 0 0 0 1 0 ... |             |
| ba                 | List of 10                          |                         |             |
| bw.df              | 2654 obs. of 2 variables            |                         |             |
| ceb                | List of 9                           |                         |             |
| c1.df              | 2654 obs. of 2 variables            |                         |             |
| d2                 | 0 obs. of 0 variables               |                         |             |
| dat_wc2018_jp      | 23 obs. of 9 variables              |                         |             |
| dcg                | Large list (152 elements, 668.1 Kb) |                         |             |
| ddens              | List of 6                           |                         |             |
| df                 | 3482 obs. of 2 variables            |                         |             |
| df2                | 100 obs. of 2 variables             |                         |             |
| dg.df              | 2654 obs. of 2 variables            |                         |             |
| ei.df              | 2654 obs. of 25 variables           |                         |             |
| est                | num [1:5, 1:2]                      | 1 1 2 2 2 2 2 4 5       |             |







ノード: 2651

辺: 3587

有向グラフ

統計

リセット

ライブラリ

オペレータ

トポロジ

動的

属性

辺

保存されたクエリ

クエリ

次数範囲

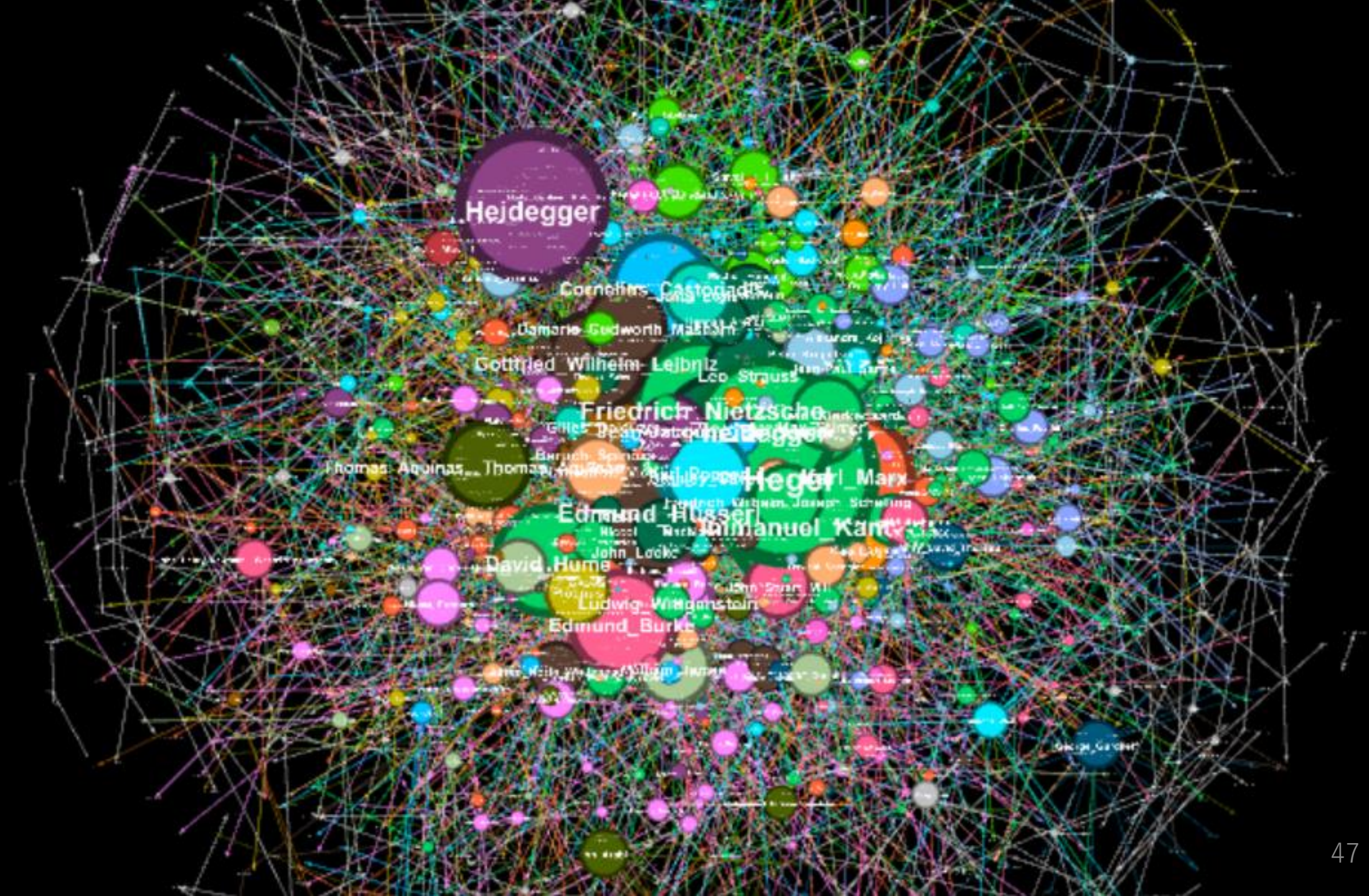
45

選択

### III. 調查結果













# 特徴量一覧

|        | R Jpn       | R Eng       | Gephi Jpn | Gephi Eng | Gephi En修正 | regular<br>random(R | BA<br>model(R |
|--------|-------------|-------------|-----------|-----------|------------|---------------------|---------------|
| ノード数   |             |             | 716       | 2577      | 895        | 1000                | 1000          |
| リンク数   | 1095        | 3482        | 1096      | 3483      | 1902       |                     |               |
| 平均次数   | 3.067227    | 2.704466    | 1.531     | 1.352     | 2.619      | 2                   | 2             |
| 密度     | 0.004301861 | 0.001050686 | 0.004     | 0.001     | 0.005      | 0.00205005          | 0.001         |
| 平均距離   | 186.8237    | 952.0165    | 3.793     | 5.51      | 4.369      | 356.1924            | 7.211774      |
| 直径     | 714         | 2575        | 9         | 19        | 11         | 1000                | 16            |
| クラスタ係数 | 0.2828115   | 0.1211242   | 0.283     | 0.121     | 0.188      | 0.005324814         | 0             |
| 合計クラスタ | 37          | 152         | 388       | 560       | 588        | 155                 | 1             |
| 最大クラスタ | 2046        | 2046        |           |           |            | 806                 | 1000          |
| 最適グループ | 63          | 200         |           |           |            | 177                 | 39            |
| mod    | 0.62        | 0.75        |           |           |            | 0.8                 | 0.92          |

## 2. ネットワークモデルとの比較

### 密度

- おおよそ大

### 平均距離、直径

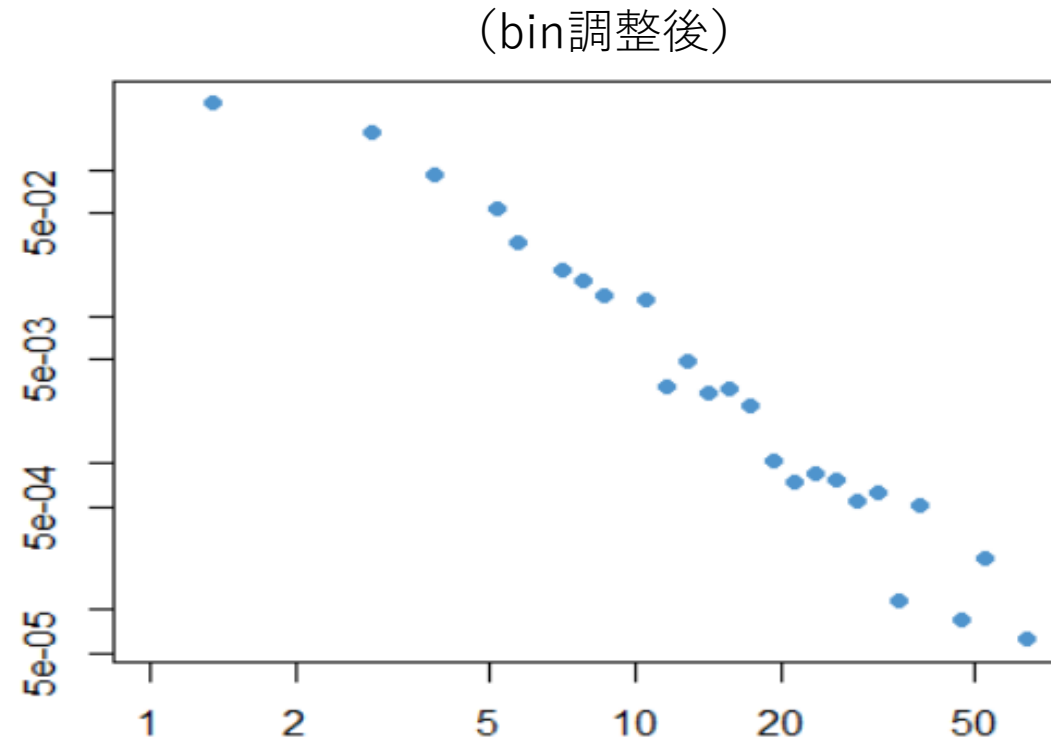
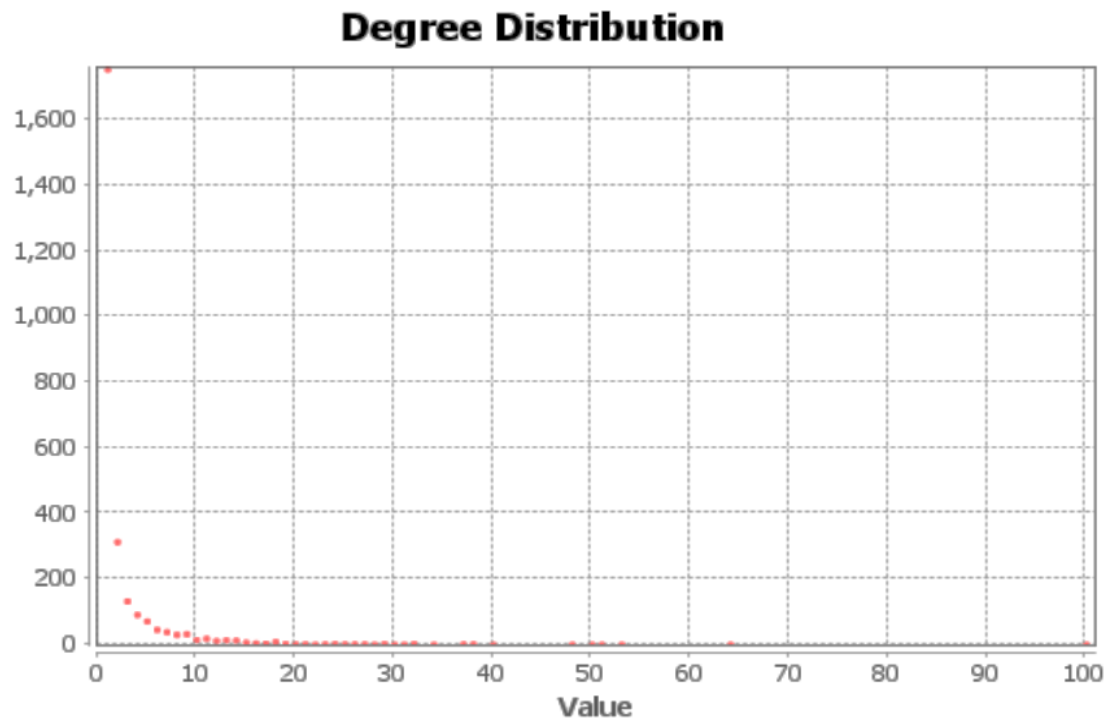
- 明らかに小さい

### クラスター係数

- 明らかに大きい

➡ 現実のネットワークでは小さい平均距離と大きいクラスター係数が共存していることが多く、今回も例外ではない

### 3. ハブの存在



- 次数分布及びグラフより、たしかである。



## 4. 中心性ランキング

| 出次数中心性                                    | 媒介中心性                  | 近接中心性                                   | 固有ベクトル中心性              |
|---|------------------------|---|------------------------|
| 1. ハイデガー (62)                             | 1. ハイデガー<br>(0.096597) | 1. ハイデガー<br>(0.001856)                  | 1. ハイデガー (1)           |
| 2. ヘーゲル (50)                              | 2. ヘーゲル<br>(0.078998)  | 1. ヘーゲル                                 | 2. ヘーゲル<br>(0.723582)  |
| 3. カント (36)                               | 3. カント<br>(0.074863)   | 1. カント                                  | 3. カント<br>(0.585316)   |
| 4. カストリアデス<br>(34)                        | 4. ニーチェ<br>(0.069674)  | 1. ニーチェ                                 | 4. ニーチェ<br>(0.469715)  |
| 5. ルソー, ライプニッツ,<br>トマス・アクィナス, バーク<br>(32) | 5. フッサール<br>(0.047405) | 2. ライプニッツ, フッサール,<br>ルソー他21名 (0.001855) | 5. フッサール<br>(0.385344) |



## 4. 中心性ランキング

| 出次数中心性                                    | 媒介中心性                  | 近接中心性                                   | 固有ベクトル中心性              |
|---|------------------------|---|------------------------|
| 1. ハイデガー (62)                             | 1. ハイデガー<br>(0.096597) | 1. ハイデガー<br>(0.001856)                  | 1. ハイデガー (1)           |
| 2. ヘーゲル (50)                              | 2. ヘーゲル<br>(0.078998)  | 1. ヘーゲル                                 | 2. ヘーゲル<br>(0.723582)  |
| 3. カント (36)                               | 3. カント<br>(0.074863)   | 1. カント                                  | 3. カント<br>(0.585316)   |
| 4. カストリアデス<br>(34)                        | 4. ニーチェ<br>(0.069674)  | 1. ニーチェ                                 | 4. ニーチェ<br>(0.469715)  |
| 5. ルソー, ライプニッツ,<br>トマス・アクィナス, バーク<br>(32) | 5. フッサール<br>(0.047405) | 2. ライプニッツ, フッサール,<br>ルソー他21名 (0.001855) | 5. フッサール<br>(0.385344) |

# IV.結果の考察

# 先行研究にみるネットワークの特徴

| Network                     | Size             | $\langle k \rangle$ | $\kappa$ | $\gamma_{out}$ | $\gamma_{in}$ | $\ell_{real}$ | $\ell_{rand}$ | $\ell_{pow}$ | Reference                          | Nr. |
|-----------------------------|------------------|---------------------|----------|----------------|---------------|---------------|---------------|--------------|------------------------------------|-----|
| WWW                         | 325 729          | 4.51                | 900      | 2.45           | 2.1           | 11.2          | 8.32          | 4.77         | Albert, Jeong, and Barabási 1999   | 1   |
| WWW                         | $4 \times 10^7$  | 7                   |          | 2.38           | 2.1           |               |               |              | Kumar <i>et al.</i> , 1999         | 2   |
| WWW                         | $2 \times 10^8$  | 7.5                 | 4000     | 2.72           | 2.1           | 16            | 8.85          | 7.61         | Broder <i>et al.</i> , 2000        | 3   |
| WWW, site                   | 260 000          |                     |          |                | 1.94          |               |               |              | Huberman and Adamic, 2000          | 4   |
| Internet, domain*           | 3015–4389        | 3.42–3.76           | 30–40    | 2.1–2.2        | 2.1–2.2       | 4             | 6.3           | 5.2          | Faloutsos, 1999                    | 5   |
| Internet, router*           | 3888             | 2.57                | 30       | 2.48           | 2.48          | 12.15         | 8.75          | 7.67         | Faloutsos, 1999                    | 6   |
| Internet, router*           | 150 000          | 2.66                | 60       | 2.4            | 2.4           | 11            | 12.8          | 7.47         | Govindan, 2000                     | 7   |
| Movie actors*               | 212 250          | 28.78               | 900      | 2.3            | 2.3           | 4.54          | 3.65          | 4.01         | Barabási and Albert, 1999          | 8   |
| Co-authors, SPIRES*         | 56 627           | 173                 | 1100     | 1.2            | 1.2           | 4             | 2.12          | 1.95         | Newman, 2001b                      | 9   |
| Co-authors, neuro.*         | 209 293          | 11.54               | 400      | 2.1            | 2.1           | 6             | 5.01          | 3.86         | Barabási <i>et al.</i> , 2001      | 10  |
| Co-authors, math.*          | 70 975           | 3.9                 | 120      | 2.5            | 2.5           | 9.5           | 8.2           | 6.53         | Barabási <i>et al.</i> , 2001      | 11  |
| Sexual contacts*            | 2810             |                     |          | 3.4            | 3.4           |               |               |              | Liljeros <i>et al.</i> , 2001      | 12  |
| Metabolic, <i>E. coli</i>   | 778              | 7.4                 | 110      | 2.2            | 2.2           | 3.2           | 3.32          | 2.89         | Jeong <i>et al.</i> , 2000         | 13  |
| Protein, <i>S. cerev.</i> * | 1870             | 2.39                |          | 2.4            | 2.4           |               |               |              | Jeong, Mason, <i>et al.</i> , 2001 | 14  |
| Ythan estuary*              | 134              | 8.7                 | 35       | 1.05           | 1.05          | 2.43          | 2.26          | 1.71         | Montoya and Solé, 2000             | 14  |
| Silwood Park*               | 154              | 4.75                | 27       | 1.13           | 1.13          | 3.4           | 3.23          | 2            | Montoya and Solé, 2000             | 16  |
| Citation                    | 783 339          | 8.57                |          |                | 3             |               |               |              | Redner, 1998                       | 17  |
| Phone call                  | $53 \times 10^6$ | 3.16                |          | 2.1            | 2.1           |               |               |              | Aiello <i>et al.</i> , 2000        | 18  |
| Words, co-occurrence*       | 460 902          | 70.13               |          | 2.7            | 2.7           |               |               |              | Ferrer i Cancho and Solé, 2001     | 19  |
| Words, synonyms*            | 22 311           | 13.48               |          | 2.8            | 2.8           |               |               |              | Yook <i>et al.</i> , 2001b         | 20  |

(“Statistical mechanics of complex networks“ (2002)  
 Re ´ ka Albert and  
 Albert-La ´ szlo ´  
 Baraba ´ si)



# 1. グラフについての考察

## 01

モデル・先行研究と比較しても現実のネットワークに近いネットワークが構成されていることが分かった

## 02

クラスター係数は小さいものと予想され、その通りだったが想定ほど顕著なものではなかった

### 3. 影響力のある哲学者ランキング

| 出次数中心性                                    | 媒介中心性                  | 近接中心性                                   | 固有ベクトル中心性              |
|---|------------------------|---|------------------------|
| 1. ハイデガー (62)                             | 1. ハイデガー<br>(0.096597) | 1. ハイデガー<br>(0.001856)                  | 1. ハイデガー (1)           |
| 2. ヘーゲル (50)                              | 2. ヘーゲル<br>(0.078998)  | 1. ヘーゲル                                 | 2. ヘーゲル<br>(0.723582)  |
| 3. カント (36)                               | 3. カント<br>(0.074863)   | 1. カント                                  | 3. カント<br>(0.585316)   |
| 4. カストリアデス<br>(34)                        | 4. ニーチェ<br>(0.069674)  | 1. ニーチェ                                 | 4. ニーチェ<br>(0.469715)  |
| 5. ルソー, ライプニッツ,<br>トマス・アクィナス, バーク<br>(32) | 5. フッサール<br>(0.047405) | 2. ライプニッツ, フッサール,<br>ルソー他21名 (0.001855) | 5. フッサール<br>(0.385344) |

V.まとめ



# 以下の問いの検証を目的とする

## 01

哲学者の影響ネットワークと一般のネットワークの特徴は符合するか否か。

## 02

哲学者の重要性の程度、ひいては学習上の優先度を図れるのではないか。

# 検証の結論

01

十分に当てはまっているといえる。

02

絶対的な尺度ではありえないものの、一定以上の目安となりうる。

# 調査の改善点及び展望

---

データ収集の緻密化

---

データクレンジングの精度

---

万人により編集可能なWikipediaの可変性

---

リンクの重み、すなわち影響の程度を考慮できていない

---

コミュニティと学派等との連関の検証

# 参考

- 文献
  - ”Statistical mechanics of complex networks“ (2002) Réka Albert and Albert-László Barabási
  - 情報処理学会 雑誌 Vol.49 No.3 Mar. 2008 小特集「ネットワーク科学の目指すもの」
  - 情報処理学会 論文誌 2017年6月号
  - Rとigraphを使ったネットワーク解析と可視化 (Katherine Ognyanova 著; 田村 昌士 根本 清貴 訳)
  - ネットワーク分析-Rで学ぶデータサイエンス (鈴木努、共立出版)
- Webサイト
  - igraph R package
  - igraphの使い方
  - Gephi



# その他参考になるもの

## グラフ理論

- 日本の中心はどこだーグラフ理論の諸概念
  - <http://www.ajimatics.com/entry/2018/01/30/133238>

## ネットワークサイエンス

- 「複雑ネットワークの科学」 増田直紀、今野紀雄（産業図書）
- Network Science by Albert Barabashi
  - <http://networksciencebook.com/>
- Cambridge core
  - <https://www.cambridge.org/core/journals/network-science>



東北大経済学部  
澤谷一磨

# ネットワーク 分析入門